

Poradnik

doboru zaworów regulujących
i balansowych produkowanych przez



w Ścinawce Średniej

Poradnik doboru zaworów regulujących

- [Arkusz: 1.1.1.](#) Pojęcia podstawowe. Elementy regulujące.
- [Arkusz: 1.1.2.](#) Pojęcia podstawowe. Instalacja przepływowa.
- [Arkusz: 1.2.1.](#) Współczynnik przepływu K_v dla zaworów. Obliczanie współczynnika K_v dla różnych płynów.
- [Arkusz: 1.3.1.](#) Istota doboru zaworów regulujących. Dobór zaworu na podstawie wymaganego współczynnika K_v .
- [Arkusz: 1.3.2.](#) Istota doboru zaworów regulujących. Dobór zaworu na podstawie jego charakterystyki hydraulicznej.
- [Arkusz: 1.3.3.](#) Pojęcia podstawowe. Istota doboru i regulacji zaworów balansowych.
- [Arkusz: 2.1.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Ciecze o niskiej lepkości, $\nu < 20 \text{ mm}^2/\text{s}$.
- [Arkusz: 2.2.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Ciecze o zwiększonej lepkości, $\nu > 20 \text{ mm}^2/\text{s}$.
- [Arkusz: 2.3.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Gazy czyste i mieszaniny gazowe.
- [Arkusz: 2.4.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Para wodna przegrzana.
- [Arkusz: 2.5.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Para wodna nasycona.
- [Arkusz: 2.6.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Kondensat o parametrach bliskich wrzenia.
- [Arkusz: 2.7.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Mieszanina pary i kondensatu.
- [Arkusz: 2.8.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Wpływ wstawek redukujących średnicę rurociągu.
- [Arkusz: 2.9.1.](#) Karta doboru zaworu na podstawie wartości K_v . Obliczenia warunków występowania kawitacji.
- [Arkusz: 3.1.1.](#) Wartości współczynnika K_v dla typoszeregu zaworów. Zawór regulujący Fig. 227.
- [Arkusz: 3.1.2.](#) Wartości współczynnika K_v dla typoszeregu zaworów. Zawór balansowy Fig. 443.
- [Arkusz: 3.1.3.](#) Wartości współczynnika K_v dla typoszeregu zaworów. Zawór balansowy Fig. 447.
- [Arkusz: 3.1.4.](#) Wartości współczynnika K_v dla typoszeregu zaworów. Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71.(15-80)
- [Arkusz: 3.1.5.](#) Wartości współczynnika K_v dla typoszeregu zaworów. Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71 (100-250)
- [Arkusz: 3.1.6.](#) Zakresy zmian współczynnika K_v dla typoszeregu. Zawór balansowy Fig. 221.
- [Arkusz: 3.1.7.](#) Wartości współczynnika K_v dla typoszeregu. Zawór balansowy Fig. 221.
- [Arkusz: 3.2.1.](#) Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów. Zawór regulujący Fig. 227.
- [Arkusz: 3.2.2.](#) Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów. Zawór balansowy Fig. 443.
- [Arkusz: 3.2.3.](#) Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów. Zawór balansowy Fig. 447.
- [Arkusz: 3.2.4.](#) Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów. Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71
- [Arkusz: 3.2.5.](#) Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów. Zawór balansowy Fig. 221.
- [Arkusz: 4.1.1.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN15 i DN20.
- [Arkusz: 4.1.2.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN25 i DN32.
- [Arkusz: 4.1.3.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN40 i DN50.
- [Arkusz: 4.1.4.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80.
- [Arkusz: 4.2.1.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN15 i DN20.
- [Arkusz: 4.2.2.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN25 i DN32.
- [Arkusz: 4.2.3.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN40 i DN50.
- [Arkusz: 4.2.4.](#) Zawór regulujący Fig. 227. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65 i DN80.
- [Arkusz: 4.3.1.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN40 i DN50.
- [Arkusz: 4.3.2.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80.
- [Arkusz: 4.3.3.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN100 i DN125.
- [Arkusz: 4.3.4.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN150 i DN200.
- [Arkusz: 4.3.5.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN250 i DN300.
- [Arkusz: 4.4.1.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN40 i DN50.
- [Arkusz: 4.4.2.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65 i DN80.
- [Arkusz: 4.4.3.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN100 i DN125.
- [Arkusz: 4.4.4.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN150 i DN200.
- [Arkusz: 4.4.5.](#) Zawór balansowy Fig. 443. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN250 i DN300.
- [Arkusz: 4.5.1.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80.
- [Arkusz: 4.5.2.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN100 i DN125.
- [Arkusz: 4.5.3.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN150 i DN200.
- [Arkusz: 4.5.4.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN250 i DN300.
- [Arkusz: 4.6.1.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65.
- [Arkusz: 4.6.2.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN80.
- [Arkusz: 4.6.3.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN100.
- [Arkusz: 4.6.4.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN125.
- [Arkusz: 4.6.5.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN150.
- [Arkusz: 4.6.6.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN200.
- [Arkusz: 4.6.7.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN250.
- [Arkusz: 4.6.8.](#) Zawór balansowy Fig. 447. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN300.

Poradnik doboru zaworów regulujących

[Arkusz: 4.7.1.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN15 i DN20.

[Arkusz: 4.7.2.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN25 i DN32.

[Arkusz: 4.7.3.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN40 i DN50.

[Arkusz: 4.7.4.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80.

[Arkusz: 4.7.5.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN100 i DN125.

[Arkusz: 4.7.6.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworów DN150 i DN200.

[Arkusz: 4.7.7.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Współczynnik przepływu K_v zaworu DN250.

[Arkusz: 4.8.1.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN15 i DN20.

[Arkusz: 4.8.2.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN25 i DN32.

[Arkusz: 4.8.3.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN40 i DN50.

[Arkusz: 4.8.4.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65 i DN80.

[Arkusz: 4.8.5.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN100 i DN125.

[Arkusz: 4.8.6.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN150 i DN200.

[Arkusz: 4.8.7.](#) Zawór zaporowy dławiący Fig. 215.71. Charakterystyki hydrauliczne zaworu DN250.

[Arkusz: 4.9.1.](#) Zawór balansowy Fig. 221. Dane ogólne

[Arkusz: 4.9.2.](#) Zawór balansowy Fig. 221. Charakterystyki sygnałowe zaworów DN 1/2" i DN 3/4"; dla ΔP_{sig}

[Arkusz: 4.9.3.](#) Zawór balansowy Fig. 221. Charakterystyki sygnałowe zaworów DN 1" i DN 1 1/4"; dla ΔP_{sig}

[Arkusz: 4.9.4.](#) Zawór balansowy Fig. 221. Charakterystyki sygnałowe zaworów DN 1 1/2" i DN 2"; dla ΔP_{sig}

[Arkusz: 5.1.1.](#) Przykład doboru zaworu regulującego. Dobór na podstawie wymaganej wartości K_v .

[Arkusz: 5.1.2.](#) Przykład doboru zaworu regulującego. Dobór na podstawie założonej wartości autorytetu zaworu α .

[Arkusz: 5.1.3.](#) Przykład doboru zaworu regulującego. Dobór przez obliczenie dyspozycyjnego spadku ciśnienia na zaworze.

[Arkusz: 5.2.1.](#) Przykład doboru zaworu w węźle cieplnym. Ograniczanie przepływu wody sieciowej przez węzeł.

[Arkusz: 5.2.2.](#) Przykład doboru zaworu w węźle cieplnym. Równoważenie gałęzi równoległych węzła.

[Arkusz: 5.2.3.](#) Przykład doboru zaworu w węźle cieplnym. Regulowany upust wody sieciowej (bocznikowanie przepływu).

Elementy regulujące

1. Element instalacji – fragment składowy rurociągowej instalacji przepływowej, wywołujący opory przepływu płynu (element dławiący przepływ). Do elementów instalacji należy zaliczyć zarówno przeszkody lokalne, np. zasuw, zawory, klapy, itp., jak również prostoosiowe odcinki rur, kolana i rozgałęzienia, a także całe aparaty procesowe (np. wymiennik ciepła).
2. Zawór regulujący – szczególny element instalacji, charakteryzujący się zmiennym stopniem dławienia przepływu, a tym samym zmienną przepustowością. Przepustowość zaworu regulującego wynika z jego aktualnej, dającej się ściśle zmieniać, nastawy.
3. Zawór dławiący – szczególny element instalacji, którego głównym zadaniem jest obniżenie ciśnienia płynu przepływającego przez instalację, przez co jednak zmiana ulega również w określonym stopniu wielkość strumienia tego płynu. Stopień dławienia zaworu wynika z jego aktualnej nastawy.
4. Współczynnik przepływu zaworu K_v – strumień objętości płynu przepływającego przez dany zawór i wywołujący na nim jednostkowy, stały spadek ciśnienia. Ilościowy związek pomiędzy strumieniem płynu, a jego spadkiem ciśnienia w zaworze przedstawia wyrażenie

$$V = K_v \sqrt{\frac{\Delta P_d}{\rho}}$$

Wartości K_v dla zaworów (oraz innych elementów) ustalane są eksperymentalnie. W praktyce przyjęto definiować współczynnik K_v jako liczbowo równy strumieniowi wody o temperaturze od 5°C do 40°C, przepływającej przez dany zawór przy spadku ciśnienia 0,1 MPa (100 kPa lub 1 bar). Taka definicja wymaga przeliczania wartości K_v dla płynów innych niż woda, której gęstość w zakresie ww. temperatur przyjmuje się równą 1000 kg/m³.

jednostka ciśnienia	[MPa]	[kPa]	[bar]
równanie	$K_v = \frac{V}{100} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_d}}$	$K_v = \frac{V}{3,162} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_d}}$	$K_v = \frac{V}{31,62} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_d}}$

5. Nominalny współczynnik przepływu zaworu $K_{v,s}$ – wartość katalogowa współczynnika przepływu danego zaworu, wyznaczona w warunkach odpowiadających jego pełnemu otwarciu.
6. Dyspozycyjny spadek ciśnienia dla zaworu ΔP_d – dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze, związany z sumarycznym spadkiem ciśnienia w całej instalacji i dyspozycyjnym ciśnieniem jej zasilania.

$$\Delta P_d = \frac{\alpha}{1-\alpha} \Delta P_i = \alpha \Delta P_{d,i}$$

7. Autorytet zaworu (kryterium dławienia) α – stosunek spadku ciśnienia płynu na zaworze do spadku ciśnienia płynu w całej instalacji (ciśnienia jej zasilania).

$$\alpha = \frac{\Delta P_d}{\Delta P_i + \Delta P_d} = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,i,s}^2 + K_{v,s}^2}$$

8. Charakterystyka hydrauliczna zaworu – związek pomiędzy rzeczywistą wielkością strumienia płynu (zwykle wody), a jego stratą ciśnienia wywołaną przepływem przez zawór o danym współczynniku K_v .
9. Charakterystyka wewnętrzna zaworu – zależność pomiędzy współczynnikiem K_v zaworu, a przemieszczeniem jego części dławiącej, przy stałym oporze przepływu płynu przez zawór.

a. dla zaworów o charakterystyce liniowej $\frac{V}{V_s} = \frac{K_v}{K_{v,s}} \cong \frac{h}{h_s} = \frac{n}{n_s}$

b. dla zaworów o charakterystyce stałoprocentowej $\frac{V}{V_s} = \frac{K_v}{K_{v,s}} \cong \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{\frac{h-h_s}{h_s}} = \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{\frac{n-n_s}{n_s}}$

gdzie:

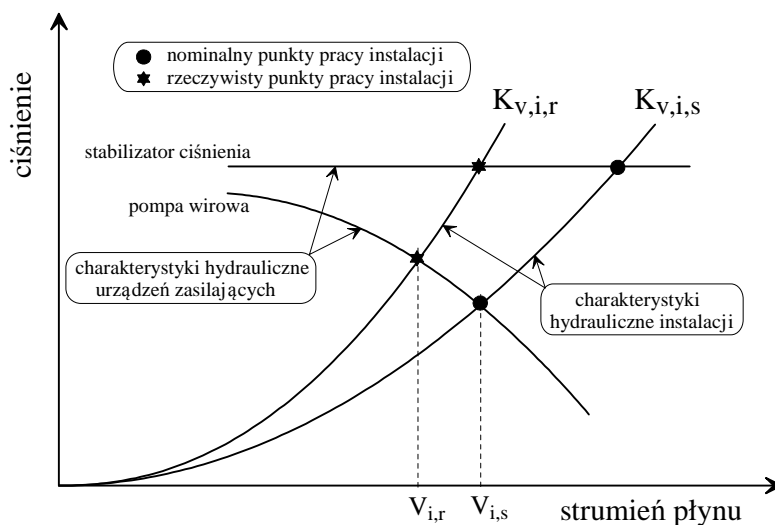
V – strumień objętości płynu, h – skok trzpienia, n – liczba obrotów wrzeciona,
 s – indeks odnosi się do wartości nominalnych,

$\lambda=0,02$ – dla zaworów jednogniazdowych, $\lambda=0,04$ – dla zaworów dwugniazdowych.



Instalacja przepływowa

1. Instalacja przepływowa – zespół przewodów rurowych, armatury regulującej, kontrolnej i zabezpieczającej, umożliwiające ciśnieniowy transport płynów.
2. Nominalny współczynnik przepływu instalacji $K_{v,i,s}$ – strumień objętości płynu przepływającego przez instalację, wyznaczony przy uwzględnieniu nominalnych współczynników przepływu jej elementów (nominalna przepustowość instalacji).
3. Roboczy współczynnik przepływu instalacji $K_{v,i,r}$ – strumień objętości płynu przepływającego przez instalację, wyznaczony przy uwzględnieniu roboczych współczynników przepływu jej elementów.
4. Całkowita strata ciśnienia płynu w instalacji ΔP_i – suma liniowych i miejscowych oporów przepływu oraz hydrostatycznych strat ciśnienia płynu w całym obiegu.
5. Dyspozycyjny spadek ciśnienia dla instalacji $\Delta P_{d,i}$ – ciśnienie na króćcu wlotowym do instalacji, wytwarzane przez zasilające je urządzenie.
6. Charakterystyka hydrauliczna instalacji – związek pomiędzy rzeczywistą wielkością strumienia danego płynu, a jego stratą ciśnienia, wywołaną przepływem tego płynu przez instalację o określonym współczynniku przepływu.
7. Charakterystyka hydrauliczna urządzenia zasilającego instalację – związek pomiędzy wydajnością urządzenia zasilającego instalację (pompa, sprężarka, stabilizator ciśnienia), a wytwarzanym przez nie ciśnieniem płynu.
8. Punkt pracy instalacji – określony jest przez miejsce przecięcia się charakterystyki hydraulicznej urządzenia zasilającego instalację z jej charakterystyką hydrauliczną. Nominalny punkt pracy odpowiada charakterystyce instalacji określonej dla $K_{v,i,s}$. Rzeczywisty punkt pracy odpowiada charakterystyce instalacji określonej dla $K_{v,i,r}$.



9. Kawitacja – zjawisko występujące w warunkach obniżenia się ciśnienia cieczy poniżej ciśnienia jej nasycenia w danej temperaturze. Może występować w trakcie przepływu cieczy przez elementy instalacji, w których następuje gwałtowne obniżenie ciśnienia (zawory, zwężki, pompy, itp.). Kawitacja prowadzi do niebezpiecznych uderzeń hydraulicznych, wywołanych gwałtowną kondensacją pęcherzy parowych w warunkach ponownego wzrostu ciśnienia płynu.
10. Zastępczy współczynnik przepływu układu zaworów $K_{v,z}$ – współczynnik przepływu dla zespołu zaworów połączonych względem siebie w określonej konfiguracji. Wartość $K_{v,z}$ wynika z równań

połączenie szeregowe	połączenie równoległe
$\frac{1}{K_{v,z}} = \sqrt{\sum_{j=1}^k \frac{1}{K_{v,j}^2}}$	$K_{v,z} = \sum_{j=1}^k K_{v,j}$

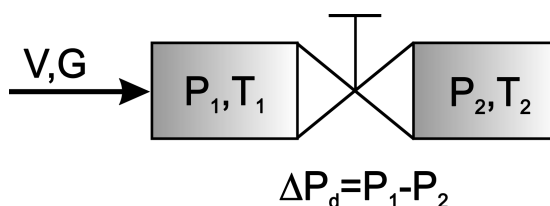
Obliczanie współczynnika K_v dla różnych płynów

Podane w niniejszym poradniku wartości współczynnika przepływu K_v dla zaworów określonego typu, wielkości i ich nastawy, ustalone zostały na drodze pomiarów eksperymentalnych. W pomiarach tych, jako płyn przepływający przez zawór stosowano wodę. Wykorzystanie uzyskanych tą drogą danych w procedurze doboru zaworów mających regulować strumień płynu innego niż woda, wymaga uwzględnienia jego odmiennych właściwości fizycznych. W szczególności dotyczy to gęstości płynu rzeczywistego, mającego przepływać przez zawór. Niekiedy należy uwzględnić również takie zjawiska jak np. ściśliwość gazów lub pary wodnej, zwiększoną lepkość niektórych cieczy, laminarny charakter przepływu płynu przez zawór lub też zmianę średnicy rurociągu w obszarze jego połączenia z zaworem. Uwzględnienie wymienionych parametrów pozwala na określenie skorygowanej wartości współczynnika przepływu K_v , na podstawie której należy dobrać zawór.

Poniższej zestawiono podstawowe równania, umożliwiające wyznaczenie wymaganej wartości K_v dla zaworów, mających regulować strumień różnych płynów. Ich wykorzystanie pozwala na ustalenie wielkości zastępczego strumienia wody, który wywoływałby identyczny spadek ciśnienia na zaworze, jak rzeczywisty strumień danego płynu.

Rodzaj płynu	Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze	
	$\Delta P_d < \frac{P_1}{2}$ czyli $P_2 > \frac{P_1}{2}$	$\Delta P_d > \frac{P_1}{2}$ czyli $P_2 < \frac{P_1}{2}$
Ciecz o małej lepkości	$K_v = \frac{V}{100} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_d}}$	
Gaz	$K_v = \frac{V}{5042} \sqrt{\frac{\rho_n T_1}{\Delta P_d P_2}}$	$K_v = \frac{V}{2521 P_1} \sqrt{\rho_n T_1}$
Para wodna przegrzana	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{v_2}{\Delta P_d}}$	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{2 v_2^*}{P_1}}$
Para wodna nasycona	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{\kappa v_2}{\Delta P_d}}$	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{2 \kappa v_2^*}{P_1}}$

Oznaczenia i jednostki wielkości zawartych w równaniach z powyższej tabeli:



V – strumień objętości płynu, [m³/h];

G – strumień masy płynu, [kg/h];

P_1 – ciśnienie absolutne przed zaworem, [MPa];

P_2 – ciśnienie absolutne za zaworem, [MPa];

ΔP_d – dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa];

ρ_n – gęstość płynu w warunkach normalnych (1013 hPa, 293K), [kg/m³];

T_1 – temperatura płynu przed zaworem, [K];

v_2 – objętość właściwa pary o parametrach P_2, T_1 , [m³/kg];

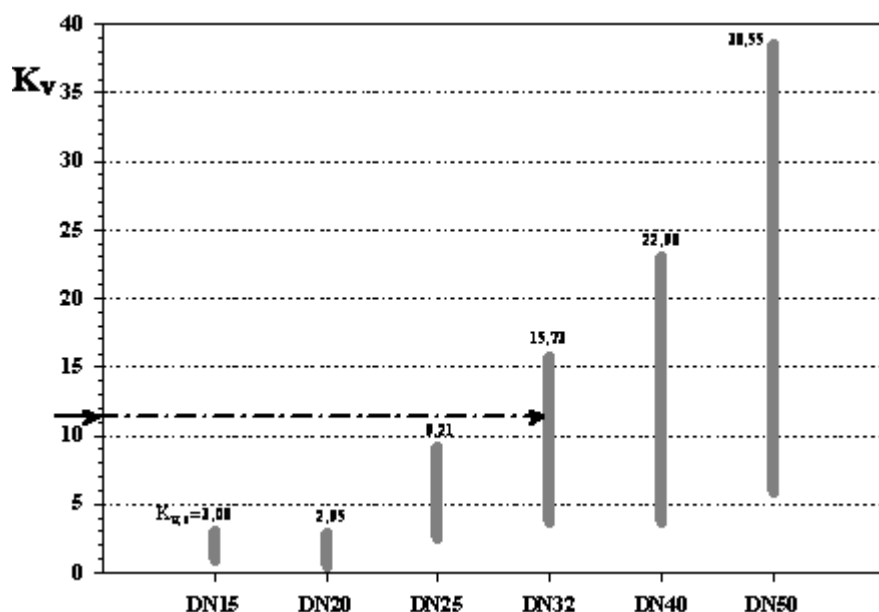
v_2^* – objętość właściwa pary o parametrach $P_1/2, T_1$, [m³/kg];

κ – stopień suchości pary, $\kappa \in (0,1)$

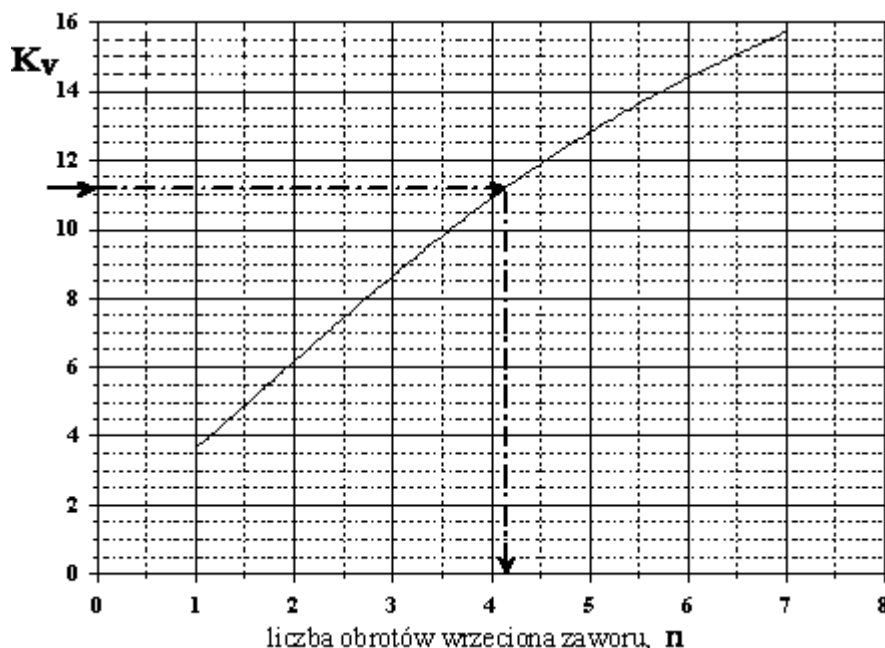
Dobór zaworu na podstawie wymaganego współczynnika K_v

Podstawą doboru wielkości zaworu regulującego jest w tym przypadku ustalenie wartości współczynnika przepływu K_v . Jego wymaganą wartość określić należy na podstawie równań uwzględniających rodzaj i wielkość strumienia płynu oraz jego dopuszczalną stratę ciśnienia w zaworze. W tym celu wykorzystać można karty doboru zaworów, zawarte w niniejszym Poradniku (Arkusze: 2.x.x). Otrzymany tą drogą współczynnik K_v należy następnie porównać z wartościami K_{vs} dla wybranego typoszeregu zaworów (Arkusze: 3.1.x.). Porównanie takie pozwala na ustalenie wymaganej wielkości nominalnej zaworu, gdyż powinien być spełniony warunek $K_{v,s}=(1,48\div 3,24)K_v$. Z danego typoszeregu należy przy tym wybrać zawór o najmniejszej wielkości nominalnej, spełniający powyższy warunek. Takie postępowanie zapewnia uzyskanie wysokiego autorytetu zaworu, który powinien mieścić się w granicach $\alpha=0,3\div 0,5$. Analiza kilku typoszeregów pozwala na ustalenie zaworu o wielkości nominalnej najbardziej zbliżonej do średnicy rurociągu.

Zbiorczą charakterystykę zakresów zmian wartości K_v dla jednego z typoszeregów zaworów przedstawiono poniżej. Przykładowo wynika z niej, że ustalonej na drodze obliczeń, wymaganej wartości współczynnika $K_v=11,2$ odpowiada zawór o wielkości DN32.



Po ustaleniu nominalnej wielkości zaworu, należy określić jego nastawę, czyli liczbę obrotów wrzeciona od stanu jego zupełnego zamknięcia. W tym celu wykorzystujemy indywidualny wykres, obrazujący zakres zmian K_v dla wybranego zaworu. Jego przykład przedstawiono poniżej. Wynika z niego, że w przypadku zaworu o wielkości DN32, ustalonej wcześniej wartości $K_v=11,2$ odpowiada nastawa $n=4,2$ obrotu wrzeciona.

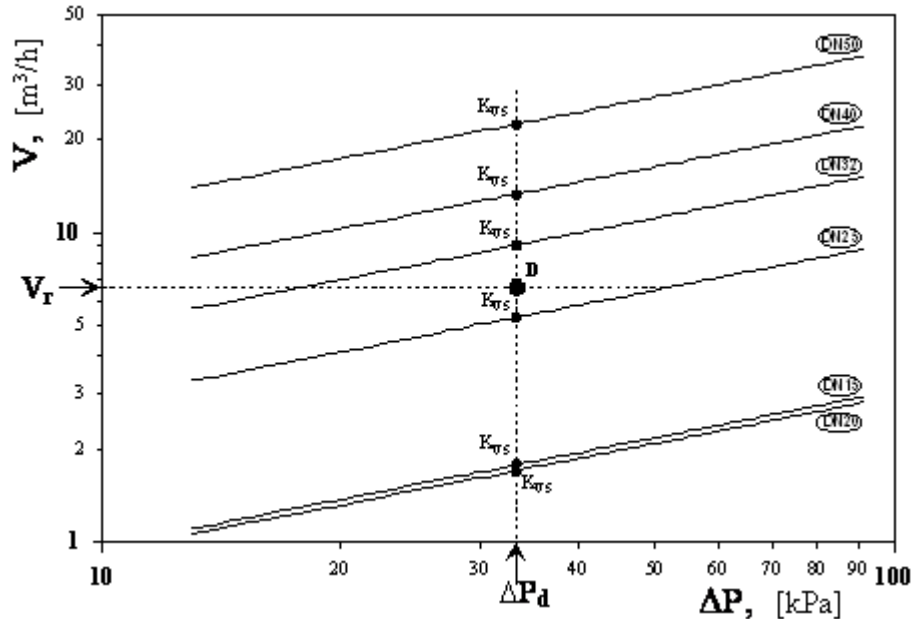




Dobór zaworu na podstawie jego charakterystyki hydraulicznej

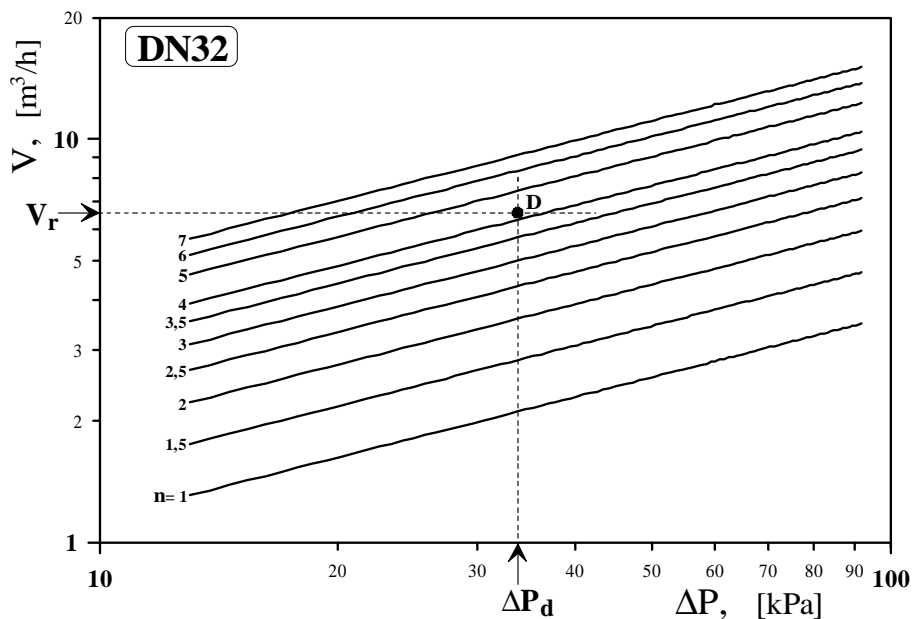
Ustalenie nominalnej wielkości zaworu regulującego i jego wymaganej nastawy, możliwe jest również na podstawie charakterystyk hydraulicznych zaworów (graficzna zależność $V=f(\Delta P)$). Charakterystyki te wyznaczone są eksperymentalnie przy wykorzystaniu określonego rodzaju płynu (zwykle jest to woda) i jedynie dla tego płynu mogą być wprost stosowane. Nachylenie linii na wykresach jest zgodne z wartościami K_v danego zaworu o określonej nastawie. Charakterystyki zbiorcze dla poszczególnych typoszeregów zaworów, uwzględniają wartości K_{vs} dla zaworów o określonej wielkości nominalnej.

Dysponując wartościami strumienia roboczego płynu V_r oraz dyspozycyjnego spadku ciśnienia na zaworze ΔP_d , ustalić należy na charakterystyce zbiorczej położenie punktu doboru **D**, w sposób zilustrowany na poniższym wykresie.



Ponieważ konieczne jest spełnienie warunku $K_{vs}=(1,48\div 3,24)K_v$, to położenie uzyskanego punktu **D** wskazuje, że w pierwszej kolejności należy wybrać zawór o wymiarze DN32, gdyż przyjęcie zaworu większego, prowadzi do obniżenia jego zdolności regulacyjnych. Analiza wykresów obejmujących kilka serii zaworów, pozwala na wybranie zaworu o wielkości najbardziej zbliżonej do średnicy rurociągu, na którym ma on być zabudowany.

Wymaganą nastawę tak wybranego zaworu, ustalić należy na podstawie jego indywidualnej charakterystyki hydraulicznej, co przedstawiono na poniższym rysunku. Położeniu punktu **D** na tle linii odpowiadających różnym nastawom zaworu wskazuje, że dla uzyskania założonego strumienia V_r i spadku ciśnienia ΔP_d płynu, nastawa zaworu powinna wynosić $n=4,2$ obrotu wrzeciona.





Istota doboru i regulacji zaworów balansowych

Głównym celem stosowania zaworów balansowych (inaczej nazywanych: wyrównawczymi, regulacyjno-pomiarowymi, itp.) jest dokładne wyrównanie rozpyły strumieni płynu w gałęziach instalacji zasilanych ze wspólnego kolektora. W porównaniu do typowych zaworów regulujących, zawory balansowe dają możliwość pomiaru rzeczywistego strumienia płynu, który przepływa przez zawór przy jego określonej nastawie. Jest to szczególnie istotne np. w przypadku zmiennej wartości ciśnienia dyspozycyjnego na długości kolektora zasilającego. Ciśnienie to jest zależne od rzeczywistego rozpyły płynu do poszczególnych gałęzi instalacji, a jego określenie na drodze rachunkowej wymaga skomplikowanej procedury obliczeniowej.

Ogólne zasady doboru zaworów balansowych są takie same jak w przypadku typowych zaworów regulujących (**Ark:1.3.1.** oraz **Ark: 1.3.2.**). Różnica polega na tym, że dokładne ustalenie nastawy zaworu następuje już w trakcie pracy instalacji, poprzez ustalenie strumienia płynu płynącego przez zawór.

Określenie rzeczywistego strumienia płynu przepływającego przez zawór w danych warunkach jego nastawy realizowane może być na drodze pomiaru spadku ciśnienia ΔP_{sig} na całym zaworze (zawory o większej wartości DN; Fig. 445) lub na stałym elemencie dławiącym (zwężce), wmontowanym trwale w korpus zaworu (zawory o mniejszej wartości DN; Fig. 221). W trakcie doboru zaworu, jak też podczas jego regulacji, należy zwrócić szczególną uwagę na wartość podawanego w kartach katalogowych współczynnika K_v .

W odniesieniu do zaworów dla których pomiar ΔP_{sig} realizowany jest na organie nastawczym zaworu (króćce impulsowe montowane na korpusie przed i za grzybem zaworu; **Fig.1**), wartość $K_{v,sig}$ jest zmienna i odpowiada wartości K_v zaworu przy danej jego nastawie. W przypadku zaworów dla których ΔP_{sig} mierzone jest na stałym organie dławiącym (króćce impulsowe montowane na korpusie po jednej stronie zaworu; **Fig. 2**), wartość $K_{v,sig}$ jest stała, różna od K_v i niezależna od aktualnej nastawy zaworu.

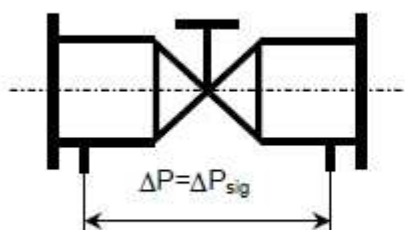


Fig. 1

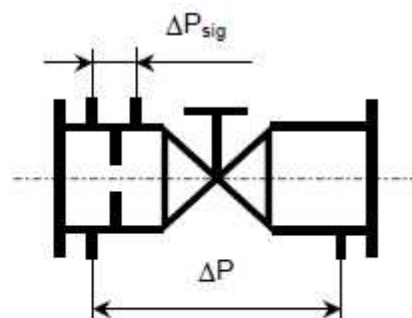


Fig. 2

Niezależnie od sposobu pomiaru różnicy ciśnień w króćcach impulsowych, strumień płynu przepływającego przez zawór jest związany z mierzoną wartością ΔP_{sig} oraz wartością $K_{v,sig}$ i wynika z zależności

$$V = 3,162 K_{v,sig} \sqrt{\frac{\Delta P_{sig}}{\rho}}$$

w której: V – m³/h, $K_{v,sig}$ – m³/h/kPa, ΔP_{sig} – kPa, ρ – kg/m³.

W odniesieniu do zaworów balansowych dla których pomiar ΔP_{sig} realizowany jest wg **Fig. 1**, w kartach katalogowych podane są jedynie wartości K_v , gdyż w takim przypadku $K_v = K_{v,sig}$.

Jeżeli natomiast pomiar ΔP_{sig} realizowany jest wg **Fig. 2**, w kartach katalogowych podawane są niekiedy osobne charakterystyki dla wartości K_v (konieczne dla procedury doboru zaworu) oraz dla $K_{v,sig}$ (konieczne do ustalenia strumienia płynu mierzonego na elemencie pomiarowym zaworu (dyszy) w trakcie jego regulacji).

Warto dodać, że w tym przypadku wartość K_v jest zawsze mniejsza od wartości $K_{v,sig}$, gdyż współczynnik K_v uwzględnia opory przepływu płynu zarówno przez organ pomiarowy (zwężka), jak też organ nastawczy zaworu. Wykorzystanie wartości $K_{v,sig}$ w miejsce K_v w procedurze doboru zaworu, prowadzić może do znacznych błędów.

Ciecze o niskiej lepkości, $\nu < 20 \text{ mm}^2/\text{s}$

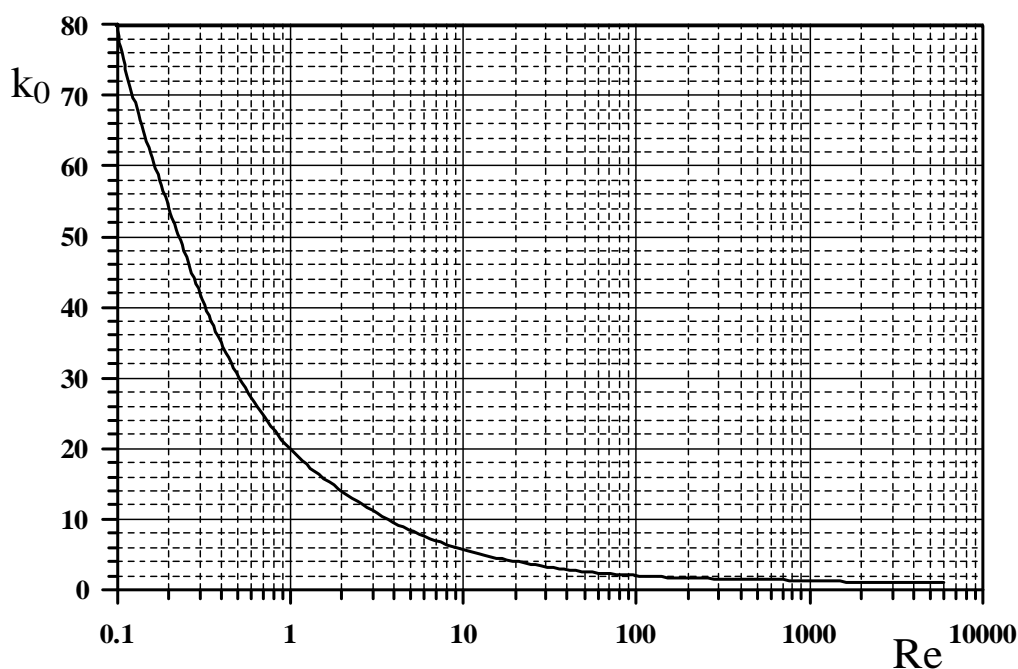
Parametry robocze dla dowolnej cieczy		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Strumień objętości cieczy, [m ³ /h]	V				
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d				
Gęstość cieczy, [kg/m ³]	ρ				
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{V}{100} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_d}}$				
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				

Parametry robocze dla wody, przy 20°C		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Strumień objętości cieczy, [m ³ /h]	V				
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d				
Gęstość cieczy, [kg/m ³]	ρ	1000			
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = 0,316 \frac{V}{\sqrt{\Delta P_d}}$				
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				



Ciecze o zwiększonej lepkości, $\nu > 20 \text{ mm}^2/\text{s}$

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Strumień objętości cieczy, [m ³ /h]	V				
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d				
Gęstość cieczy, [kg/m ³]	ρ				
Lepkość cieczy, [m ² /s] <i>1St = 100 cSt = 100 mm²/s = 10⁻⁴ m²/s</i>	ν				
Współczynnik przepływu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{V}{100} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_d}}$				
Liczba Reynoldsa	$Re = 0,071 \frac{V}{\nu \sqrt{K_v}}$				
Współczynnik korekcyjny, <i>wg wykresu poniżej</i>	$k_0 = f(Re)$				
Skorygowany współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v^* = k_0 K_v$				
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				





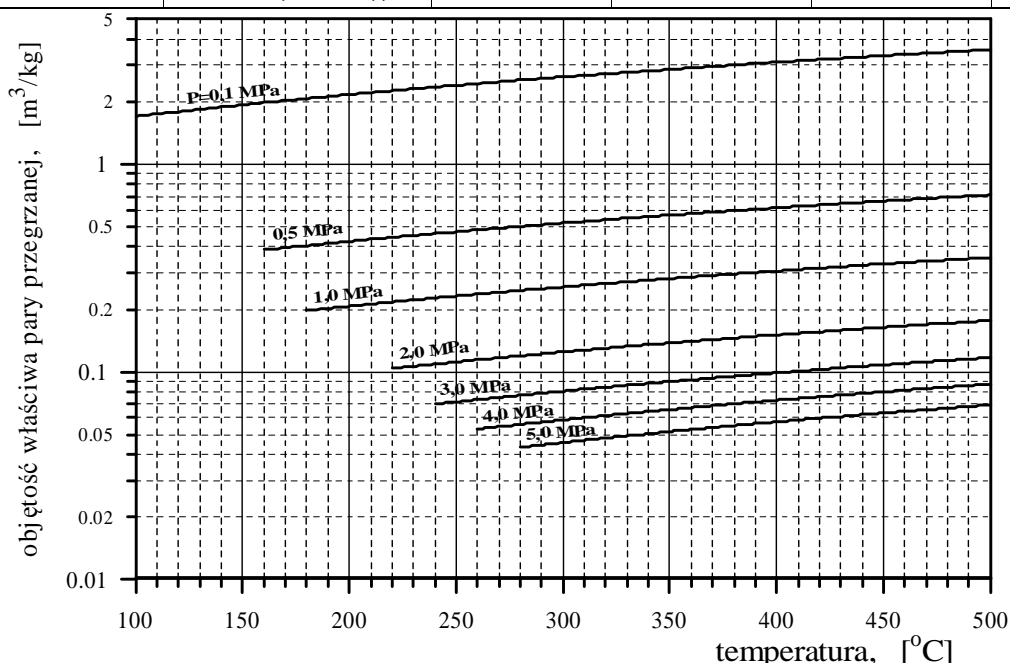
Gazy czyste i mieszaniny gazowe

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu						
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.			
Strumień objętości gazu w warunkach normalnych, [m ³ /h]	V_n							
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d							
Temperatura gazu przez zaworem, [K]	T_1							
Ciśnienie absolutne gazu przed zaworem, [MPa]	P_1							
Ciśnienie absolutne gazu za zaworem, [MPa]	P_2							
Masa molowa gazu, [kg/kmol]	M							
Gęstość gazu w warunkach normalnych, [kg/m ³]								
Jeżeli obowiązuje warunek $\Delta P_d < P_1/2$, to								
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{V_n}{5042} \sqrt{\frac{\rho_n T_1}{\Delta P_d P_2}}$							
Jeżeli obowiązuje warunek $\Delta P_d > P_1/2$, to								
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{V_n}{2521 P_1} \sqrt{\rho_n T_1}$							
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN							
	Nastawa, n obrotów							
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$							
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$							
Masa molowa wybranych gazów:								
Gaz	Symbol	M, [kg/kmol]	Gaz	Symbol	M, [kg/kmol]	Gaz	Symbol	M, [kg/kmol]
Argon	Ar	40	Tlenek azotu	NO	30	Amoniak	NH ₃	17
Azot	N ₂	28	Dwutlenek azotu	NO ₂	46	Metan	CH ₄	16
Tlen	O ₂	32	Dwutlenek węgla	CO ₂	44	Propan	C ₃ H ₈	44
Wodór	H ₂	2	Dwutlenek siarki	SO ₂	64	Powietrze	-	29
Dla mieszanin gazowych obowiązuje zależność:			$M = \sum_i r_i M_i$					
w której r_i jest udziałem objętościowym (molowym) i-tego składnika, natomiast M_i jego masą molową.								



Para wodna przegrzana

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Strumień masowy pary, [kg/h]	G				
Ciśnienie absolutne pary przed zaworem, [MPa]	P₁				
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d				
Temperatura pary przed zaworem, [K]	T₁				
Jeżeli obowiązuje warunek $\Delta P_d < P_1/2$, to					
Objętość właściwa pary przegrzanej o parametrach $P_2=P_1-\Delta P_d$, T_1 , [m ³ /kg]	v₂				
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{v_2}{\Delta P_d}}$				
Jeżeli obowiązuje warunek $\Delta P_d > P_1/2$, to					
Objętość właściwa pary przegrzanej o parametrach $P_1/2$, T_1 , [m ³ /kg]	v₂[*]				
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{2 v_2^*}{P_1}}$				
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	K_{v,i,s}				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				





Para wodna nasycona

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Strumień masowy pary, [kg/h]	G				
Stopień suchości pary, [-]	κ				
Ciśnienie absolutne pary przed zaworem, [MPa]	P₁				
Ciśnienie absolutne pary za zaworem, [MPa]	P₂				
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d				
Temperatura pary przed zaworem, [K]	T₁				
Jeżeli obowiązuje warunek $\Delta P_d < P_1/2$, to					
Objętość właściwa pary nasyconej o parametrach P ₂ , T ₁ , [m ³ /kg]	v₂				
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{\kappa v_2}{\Delta P_d}}$				
Jeżeli obowiązuje warunek $\Delta P_d > P_1/2$, to					
Objętość właściwa pary nasyconej o parametrach P ₁ /2, T ₁ , [m ³ /kg]	v₂[*]				
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{G}{100} \sqrt{\frac{2 \kappa v_2^*}{P_1}}$				
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	K_{v,i,s}				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu K _{v,s}	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				
<p>Dla zastosowań technicznych, w zakresie ciśnień absolutnych 0,1+4 MPa lub temperatur 373+523,5 K, związek pomiędzy parametrami v [m³/kg], P [MPa] i T [K] pary wodnej nasyconej wyrażają zależności:</p> $v = \frac{0,19}{P^{0,9737}} \quad v = 484,725 - 4,0254 T + 0,01256 T^2 - 1,745 \cdot 10^{-5} T^3 + 9,1 \cdot 10^{-9} T^4$ $P = 16,301 - 0,2054 T + 9,9 \cdot 10^{-4} T^2 - 2,18 \cdot 10^{-6} T^3 + 1,94 \cdot 10^{-9} T^4 - 2,21 \cdot 10^{-13} T^5$ $T = 359,36 + 186,61 P - 132,03 P^2 + 62,74 P^3 - 13,62 P^4 + 1,134 P^5$					



Kondensat o parametrach bliskich wrzenia

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Strumień objętości kondensatu, [m ³ /h]	V				
Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze, [MPa]	ΔP_d				
Temperatura kondensatu przed zaworem, [K]	T_1				
Ciśnienie bezwzględne kondensatu przed zaworem, [MPa]	P_1				
Gęstość kondensatu o parametrach T_1 i P_1 , [kg/m ³]	ρ				
Temperatura wrzenia kondensatu o ciśnieniu P_1 , [K]	T_w				
Niedogrzanie kondensatu do stanu wrzenia, [K]	⋮				
Współczynnik korekcyjny	k_1				
Współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v = \frac{V}{1000} \sqrt{\frac{\rho}{k_1 P_1}}$				
Przyjęto zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				

Dla zastosowań technicznych, w zakresie ciśnień absolutnych 0,1+10 MPa, związek pomiędzy parametrami P_1 [MPa] i T_w [K] kondensatu wyraża równanie:

⋮

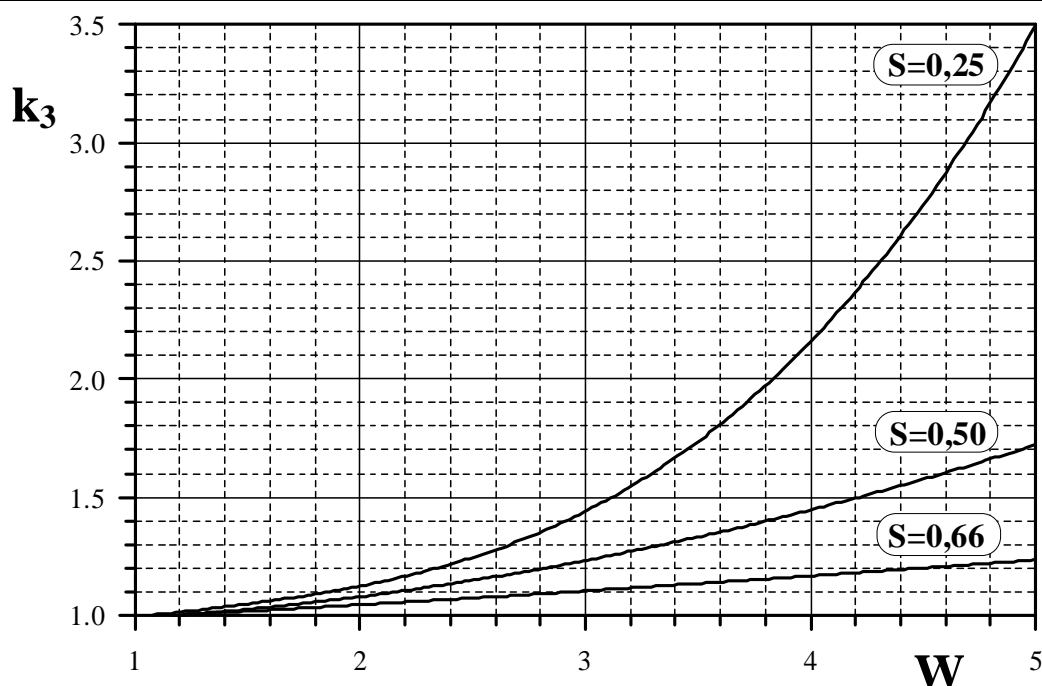
Współczynnik korekcyjny k_1 , będący funkcją ΔT_w [K], przedstawia zależność:

$$k_1 = 0,1323 + 0,0105 \Delta T_w - 4,107 \cdot 10^{-5} \Delta T_w^2$$



Wpływ wstawek redukujących średnicę rurociągu

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Średnica nominalna dobranego zaworu, [mm]	D_n				
Współczynnik przepływu dla zaworu całkowicie otwartego, [kg/h]	K_{vs}				
Warunek					
Jeżeli spełniony zostanie warunek $W < 1$, to nie ma konieczności uwzględnienia obecności wstawek na wartość K_v zaworu.					
Współczynnik przepływu dla zaworu w warunkach pracy, [kg/h]	K_v				
Średnica nominalna rurociągu, [mm]	$D_{n,r}$				
Stosunek średnic	$S = D_n / D_{n,r}$				
Współczynnik korekcyjny, wg wykresu poniżej	k_3				
Skorygowany współczynnik przepływu dla zaworu, [m ³ /h]	$K_v^* = k_3 K_v$				
Przyjęto nowy zawór regulujący	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				





Obliczenia warunków występowania kawitacji

Parametry robocze		typ dobieranego zaworu			
		Fig.	Fig.	Fig.	Fig.
Średnica nominalna dobranego zaworu	DN				
Rzeczywisty spadek ciśnienia cieczy na dobranym zaworze, [MPa]	ΔP_r				
Ciśnienie bezwzględne przed zaworem, [MPa]	P_1				
Temperatura cieczy przed zaworem, [K]	T_1				
Ciśnienie nasycenia par cieczy w temperaturze T_1 , [MPa]	P_{nas}				
Współczynnik kawitacji (dla zaworów jednogniazdowych $k_c \approx 0,6$)	k_c				
Dopuszczalna strata ciśnienia na zaworze, [MPa]	:				
Warunek	:				
Jeżeli spełniony jest warunek $W > 1$, to kawitacja nie wystąpi i nie ma konieczności prowadzenia dalszych obliczeń korekcyjnych.					
Strumień objętości cieczy, [m ³ /h]	V				
Gęstość cieczy, [kg/m ³]	ρ				
Skorygowany współczynnik przepływu, [m ³ /h]	$K_v^* = \frac{V}{1000} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P_{dop}}}$				
Przyjęto nowy zawór regulacyjny	Średnica nominalna, DN				
	Nastawa, n obrotów				
Współczynnik przepływu dla instalacji, [m ³ /h]	$K_{v,i,s}$				
Autorytet dobranego zaworu o współczynniku przepływu $K_{v,s}$	$\alpha = \frac{K_{v,i,s}^2}{K_{v,s}^2 + K_{v,i,s}^2}$				

Dla zastosowań technicznych, ciśnienie nasycenia wody P_{nas} [MPa] w funkcji jej temperatury T [K], wyrażają równania:

- w zakresie temperatur 278÷373 K (5÷100 °C)

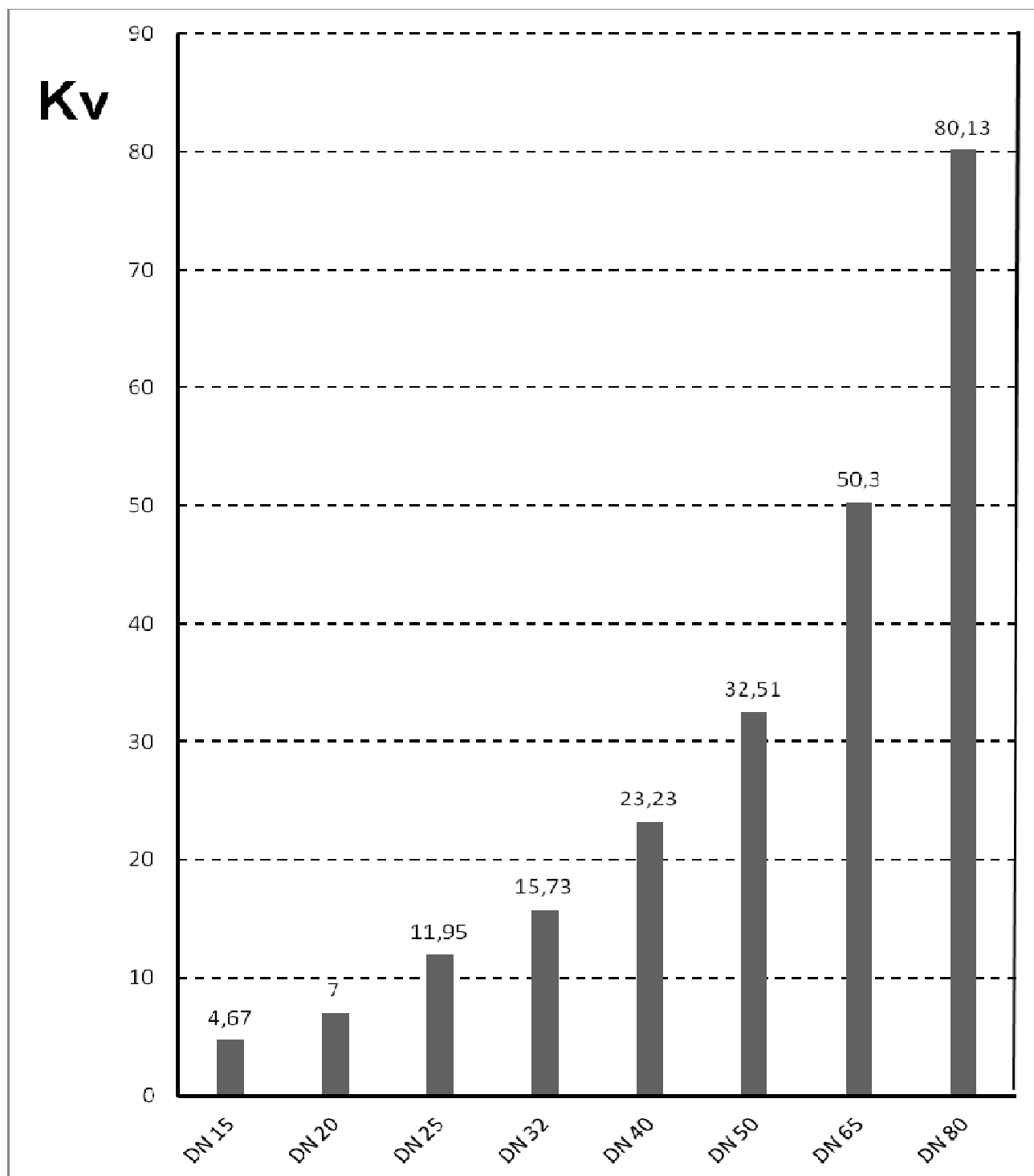
$$P_{nas} = 6,7 - 0,0928 T + 4,84 \cdot 10^{-4} T^2 - 1,13 \cdot 10^{-6} T^3 + 9,97 \cdot 10^{-10} T^4$$

- w zakresie temperatur 373÷523 K (100÷250 °C)

$$P_{nas} = 16,3 - 0,2054 T + 9,9 \cdot 10^{-4} T^2 - 2,18 \cdot 10^{-6} T^3 + 1,94 \cdot 10^{-9} T^4 - 2,21 \cdot 10^{-13} T^5$$

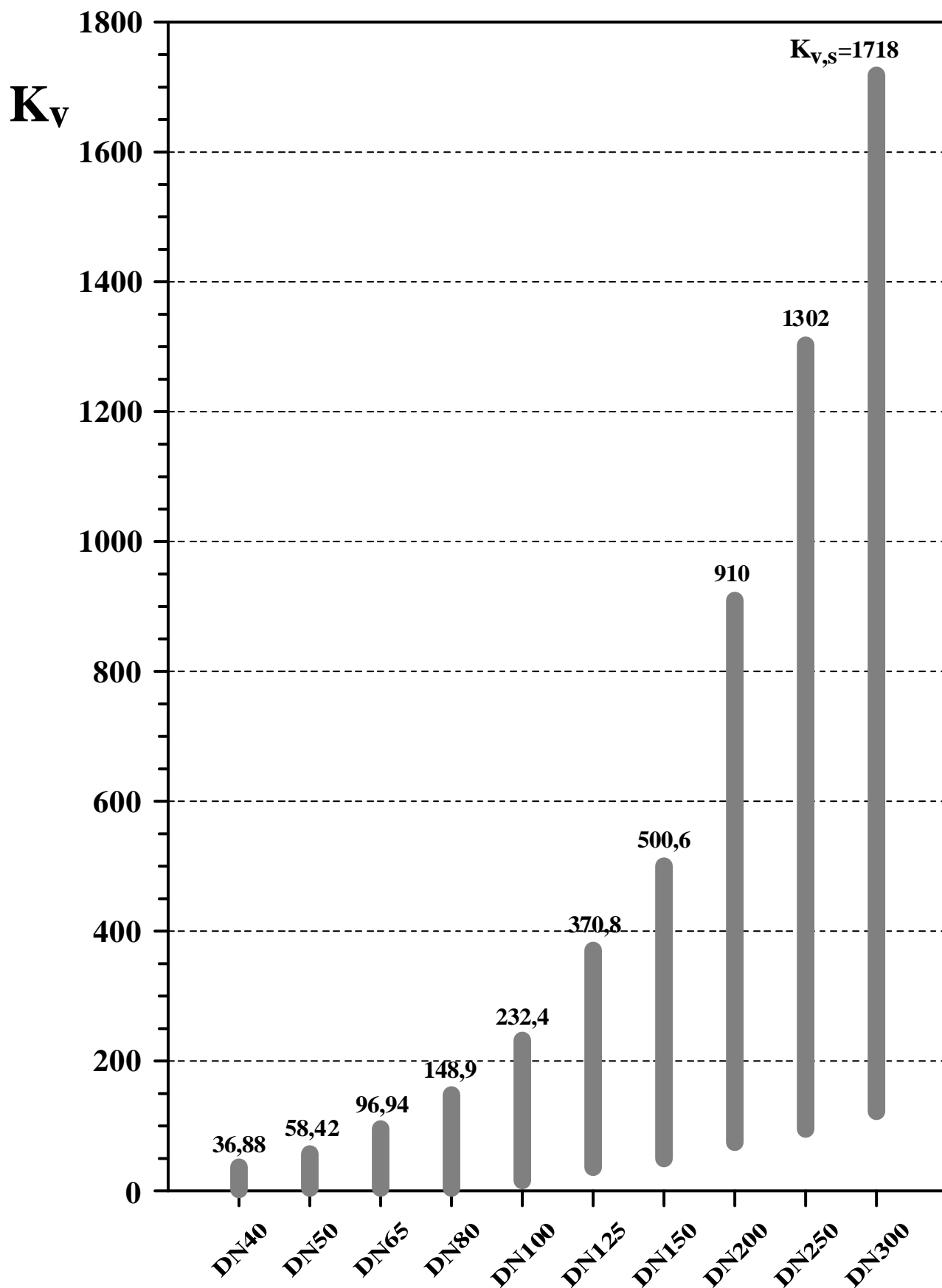


Zawór regulujący Fig. 227



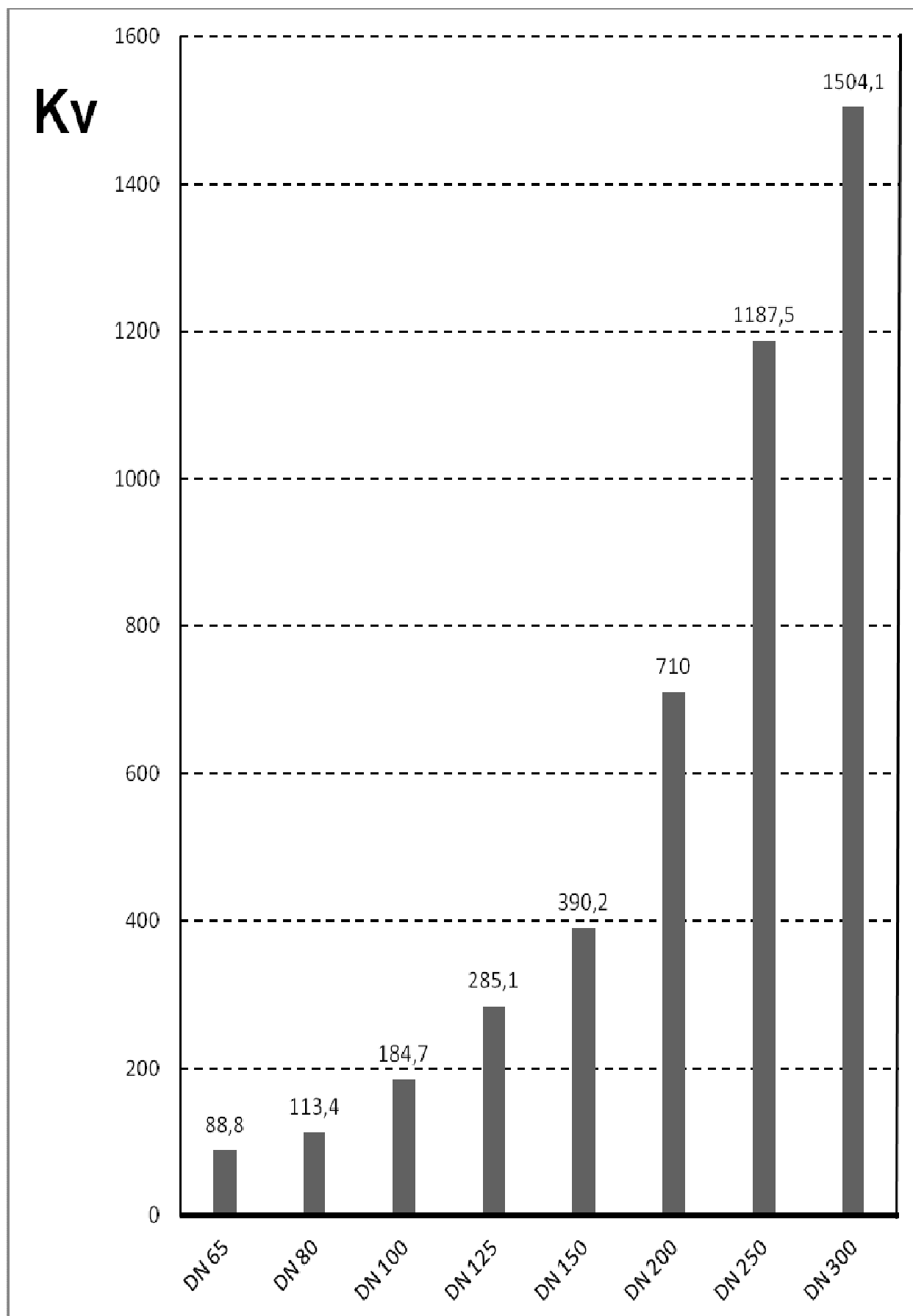


Zawór balansowy Fig. 443

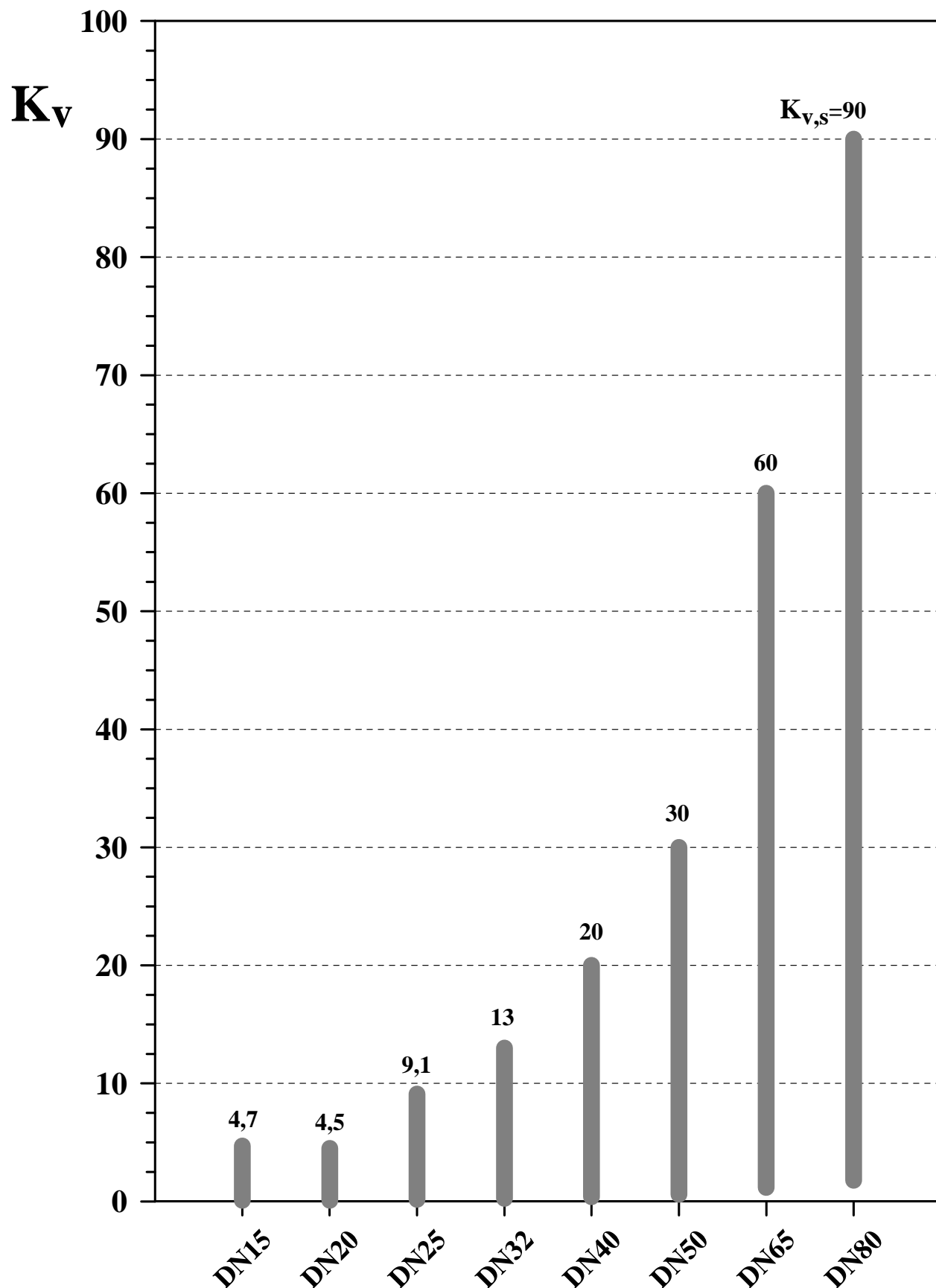




Zawór balansowy Fig. 447

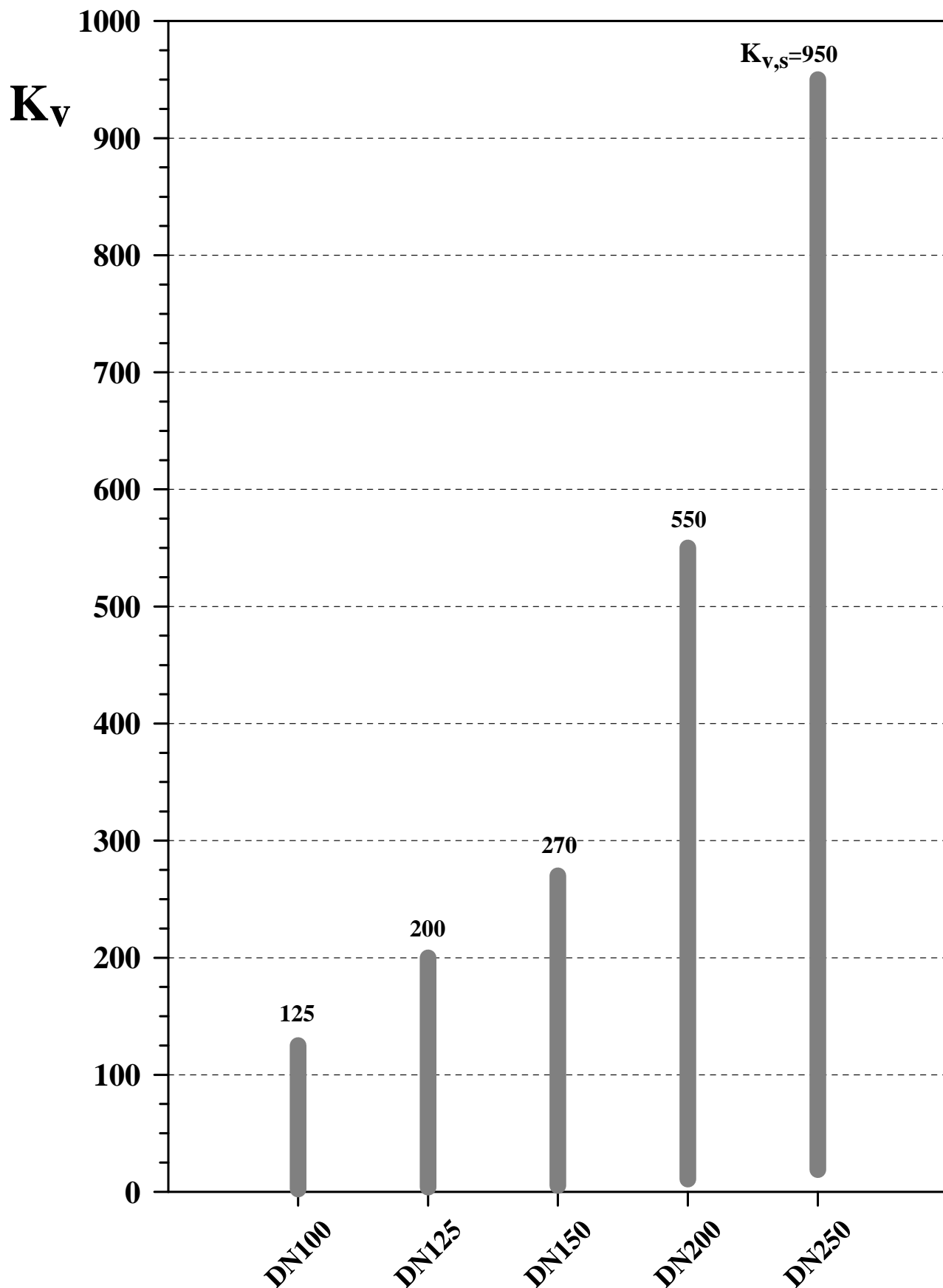


Zakresy zmian współczynnika K_v dla zaworów od DN15 do DN80

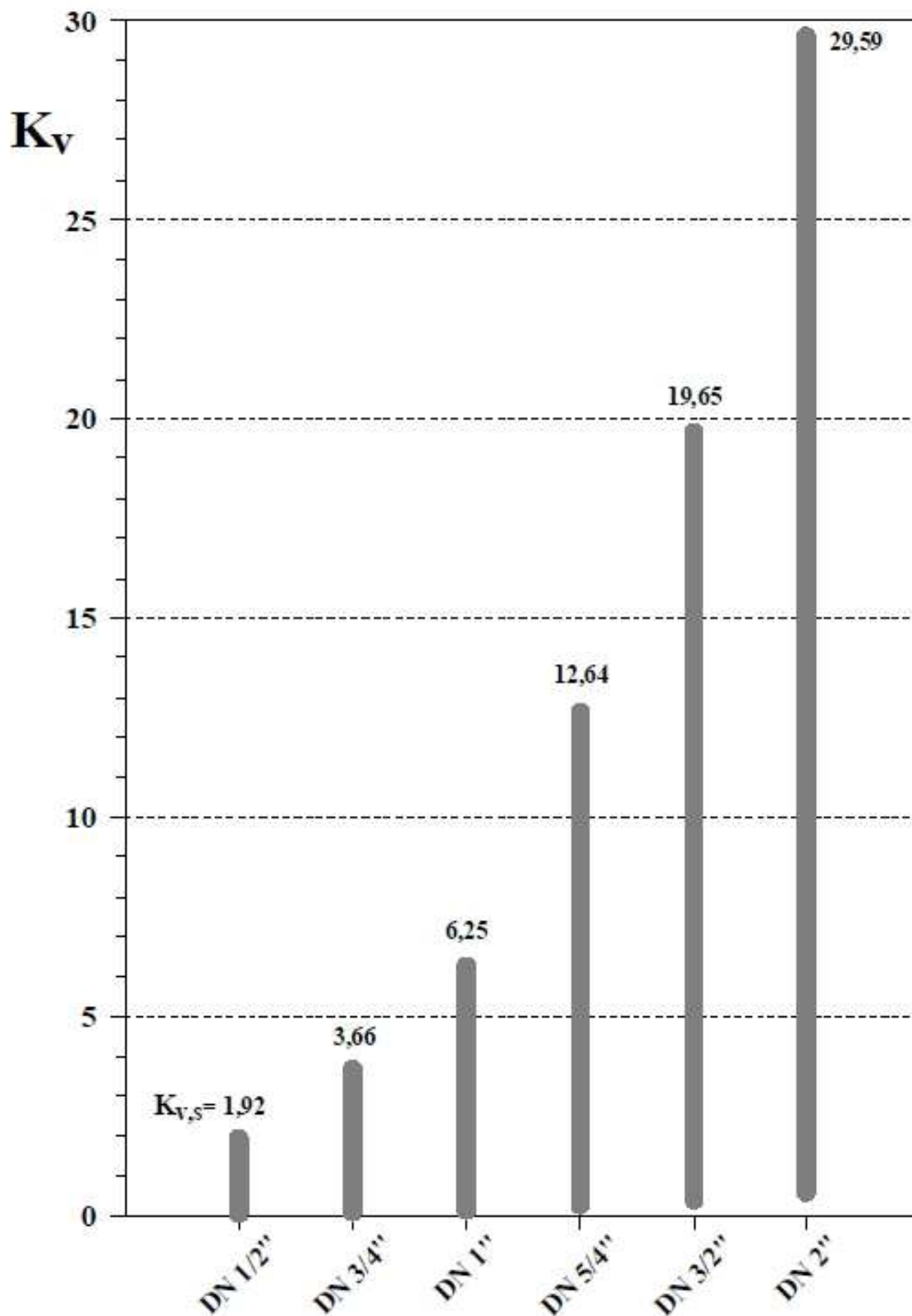




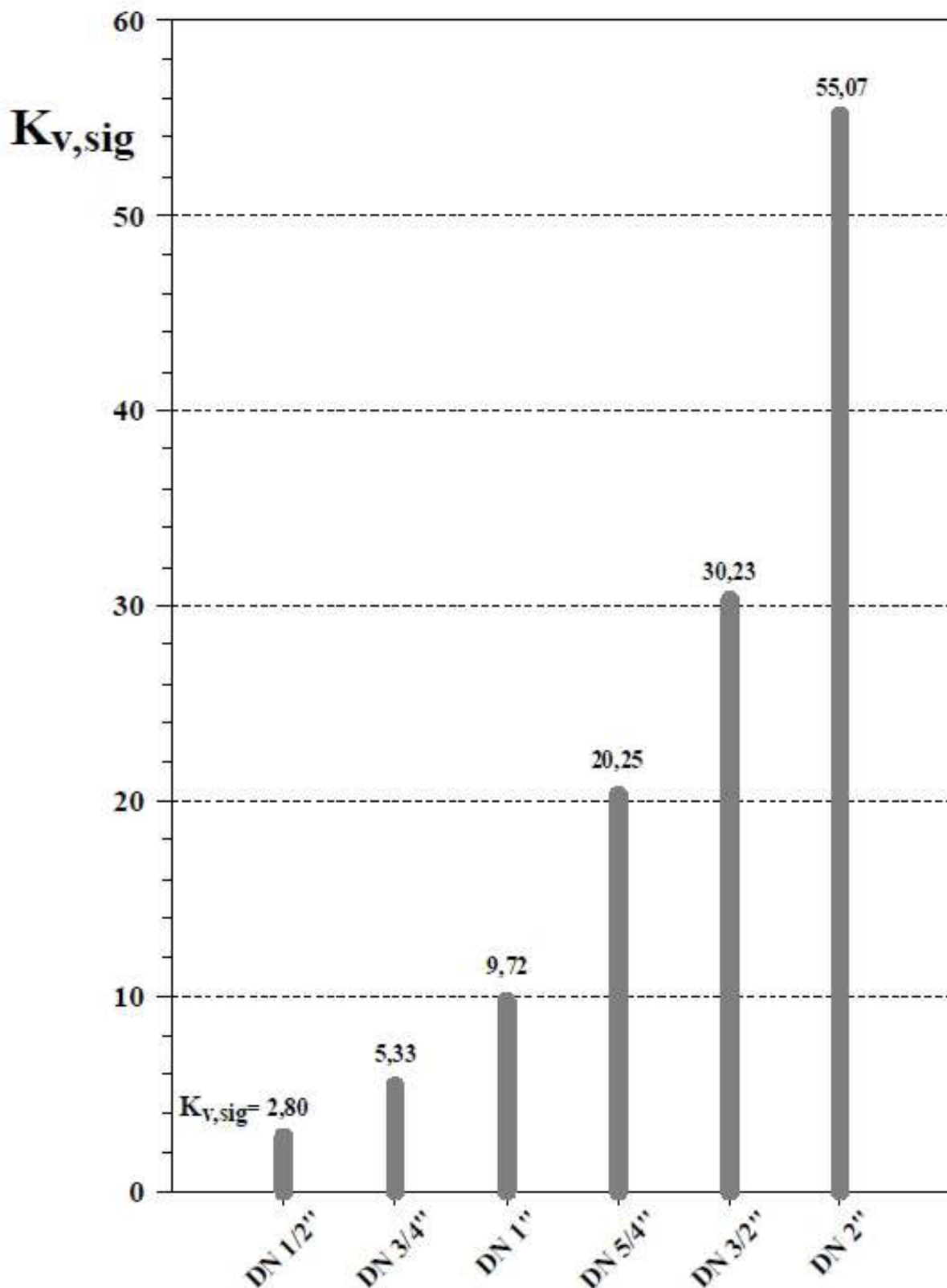
Zakresy zmian współczynnika K_v dla zaworów od DN100 do DN250



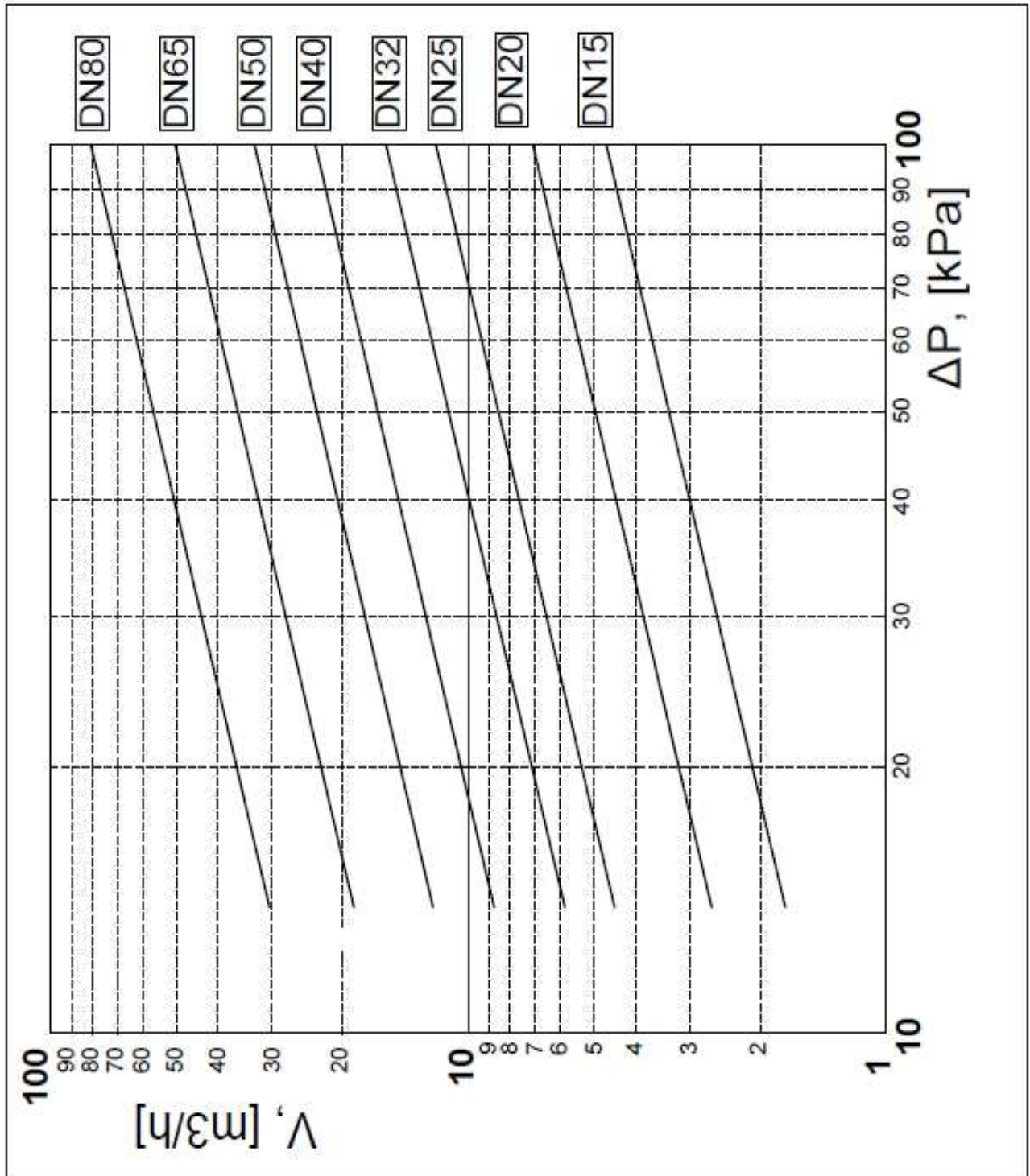
Zakresy zmian współczynnika K_v dla typoszeregu



Wartości współczynnika $K_{v,sig}$ dla typoszeregu

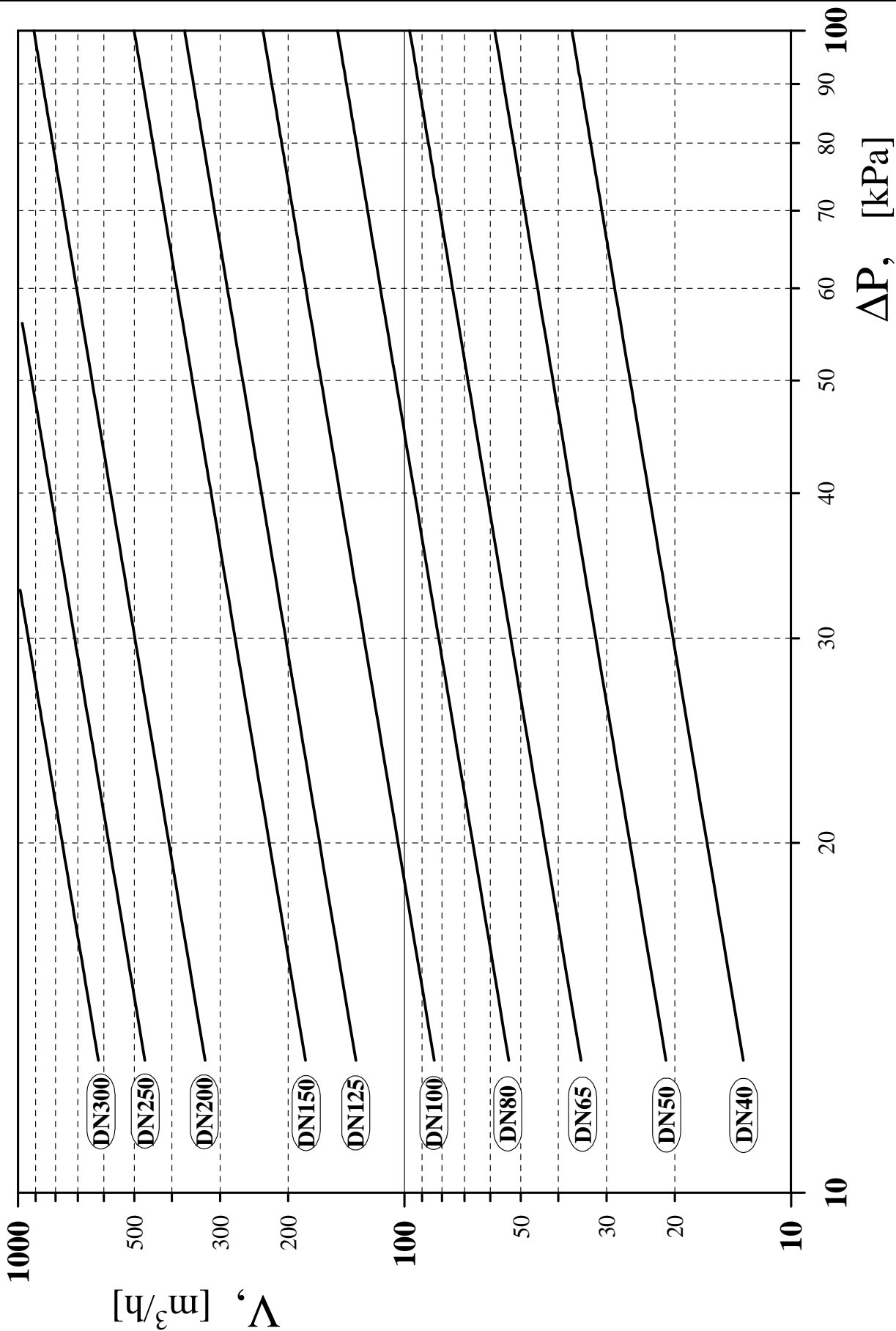


Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów (woda)



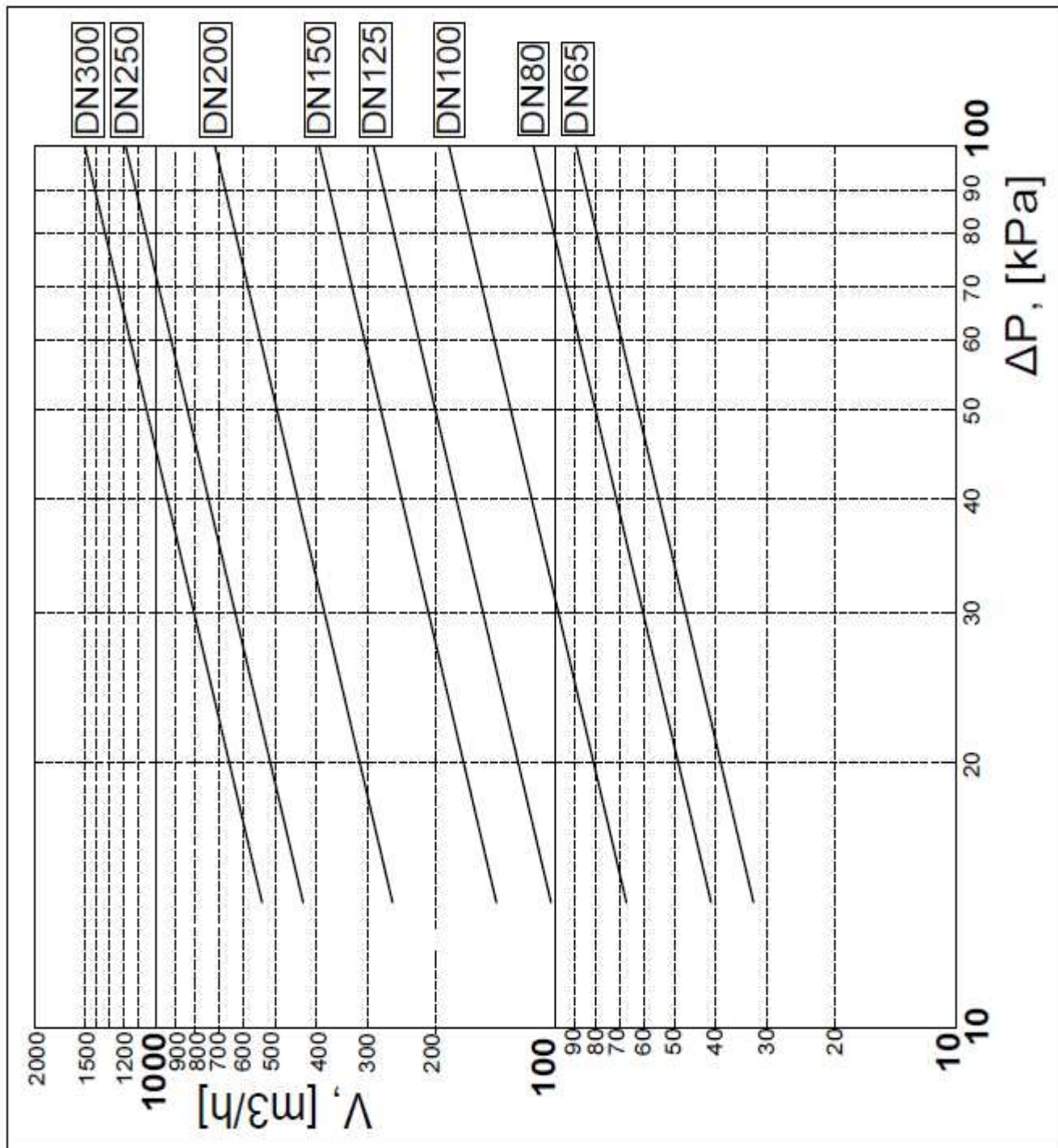


Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów (woda)

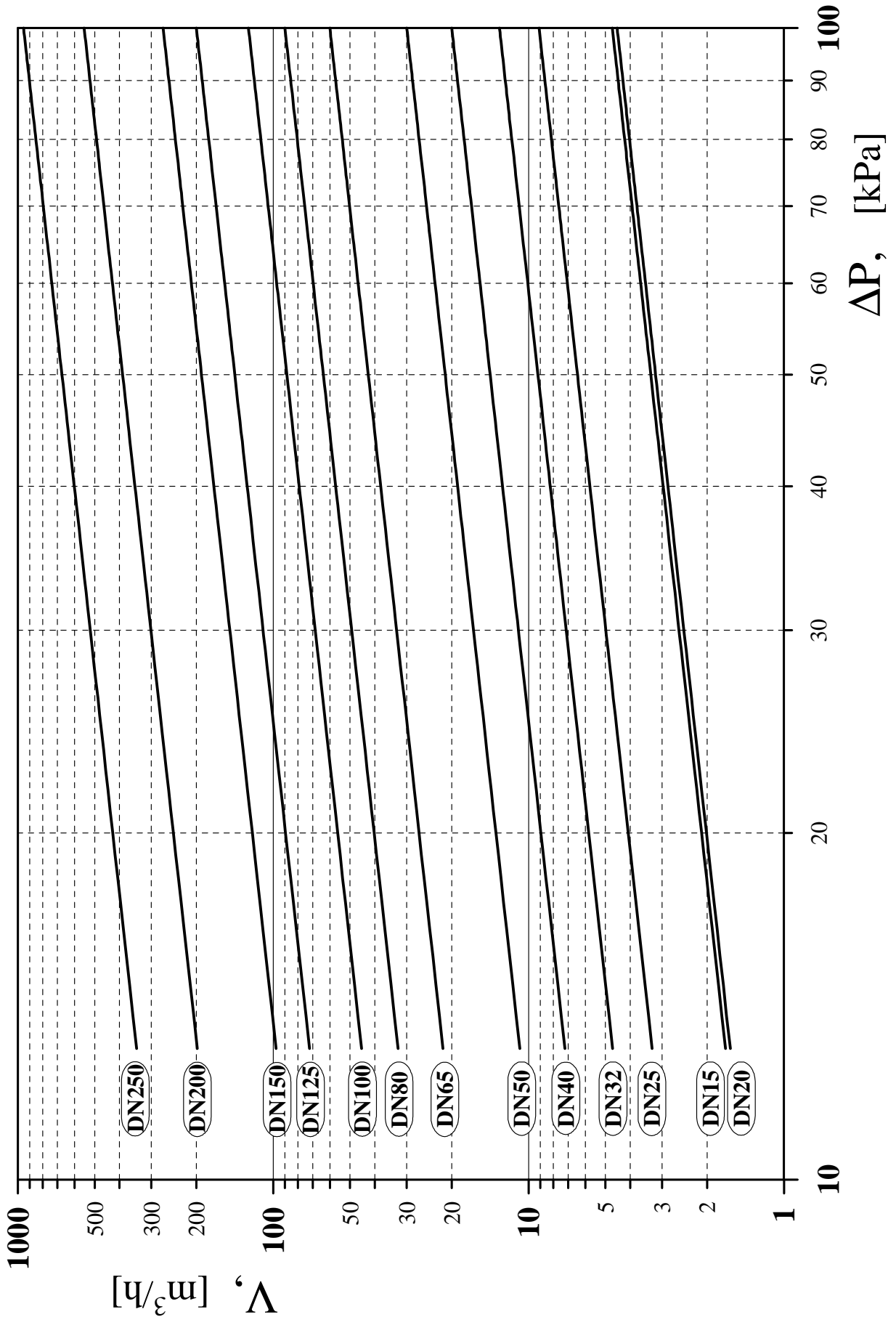




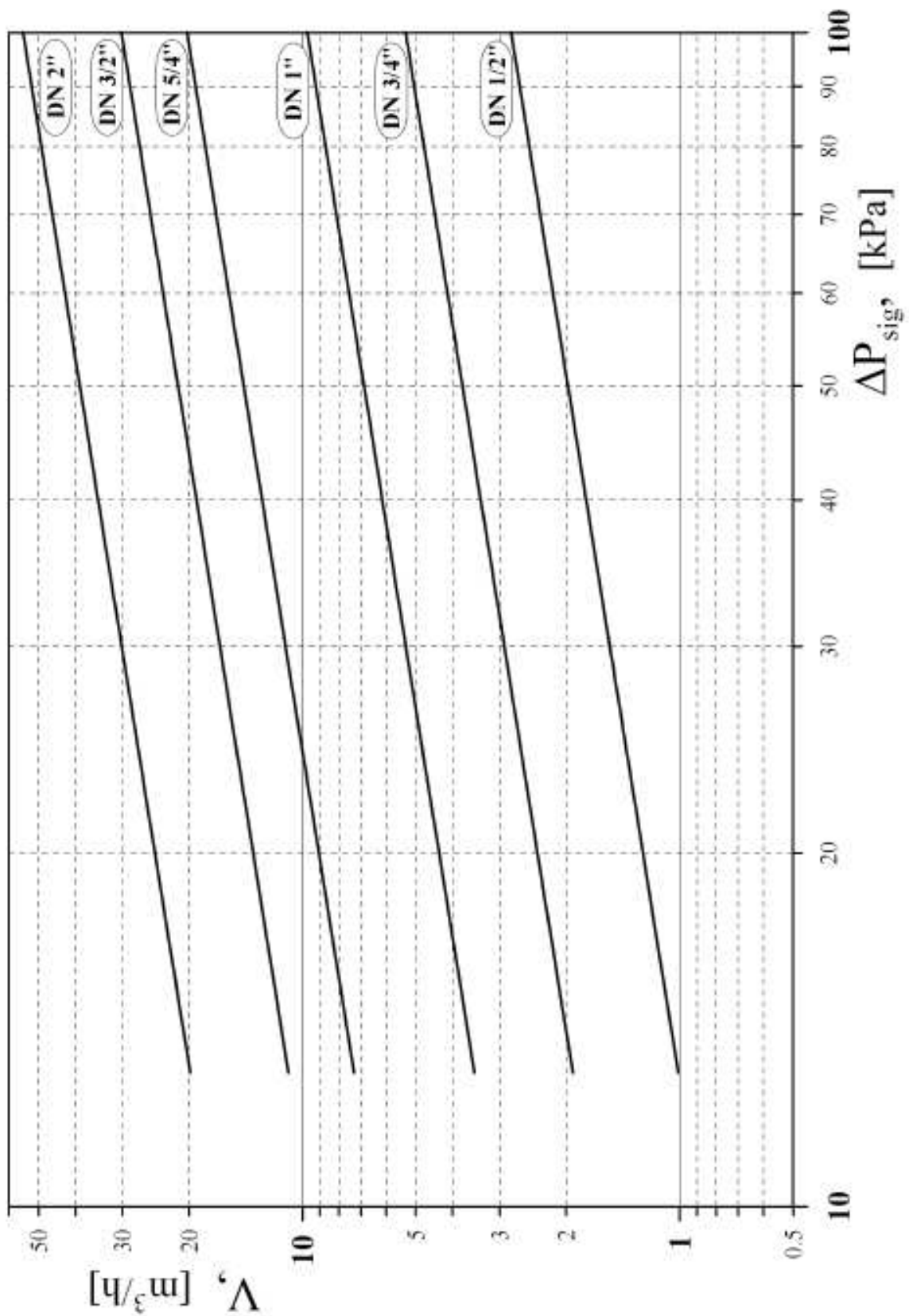
Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów (woda)

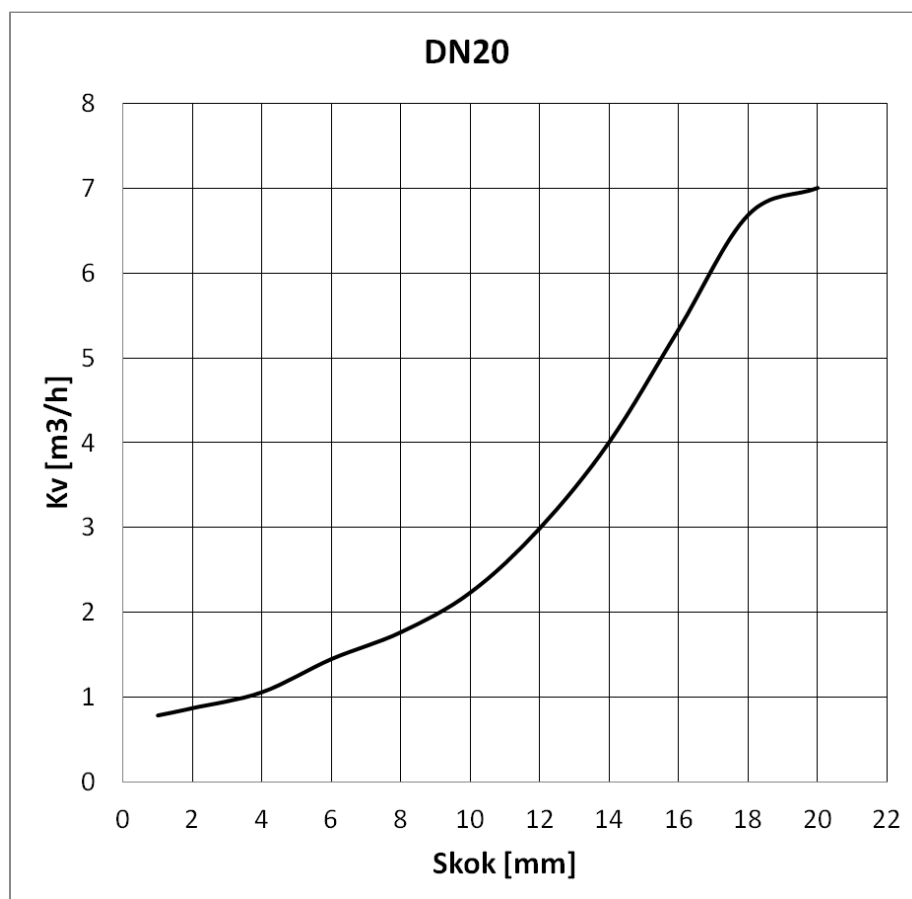
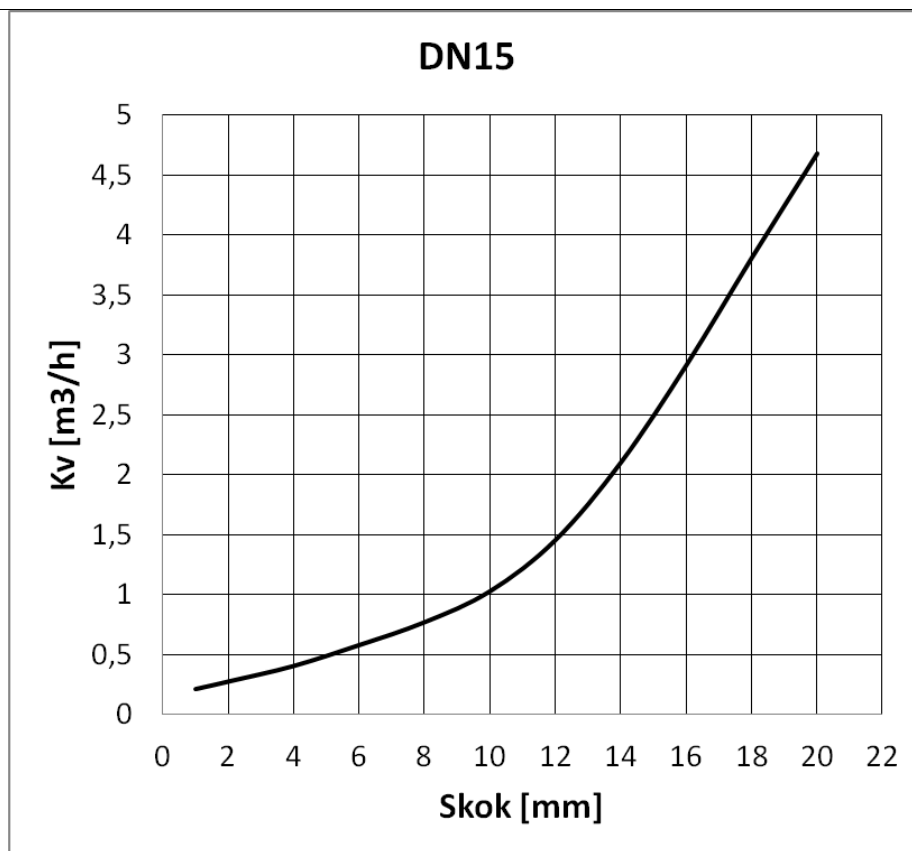


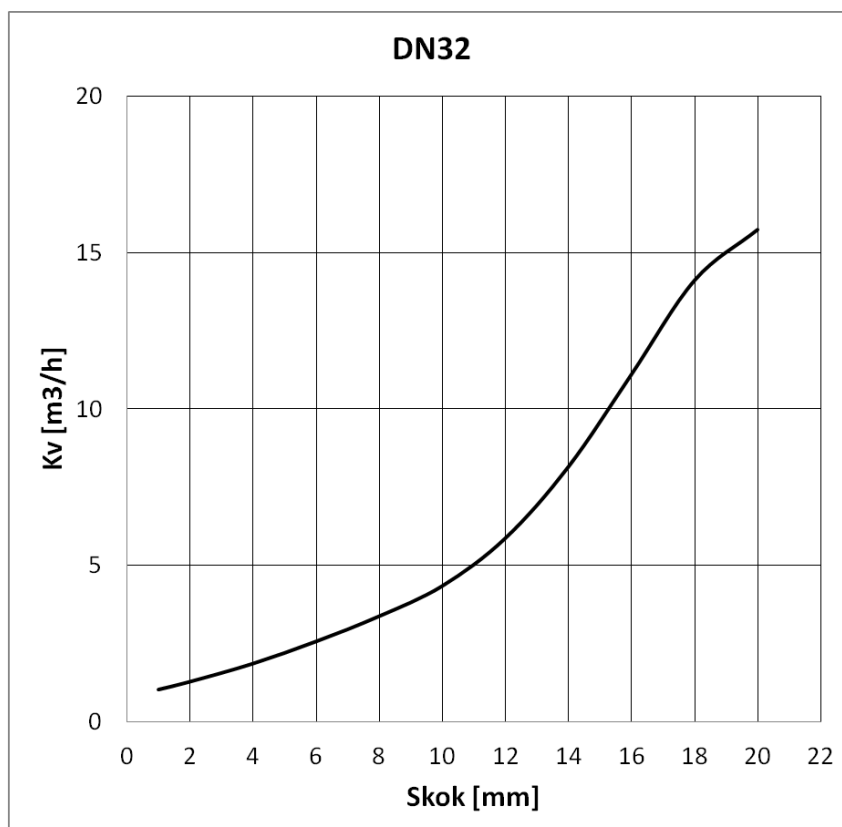
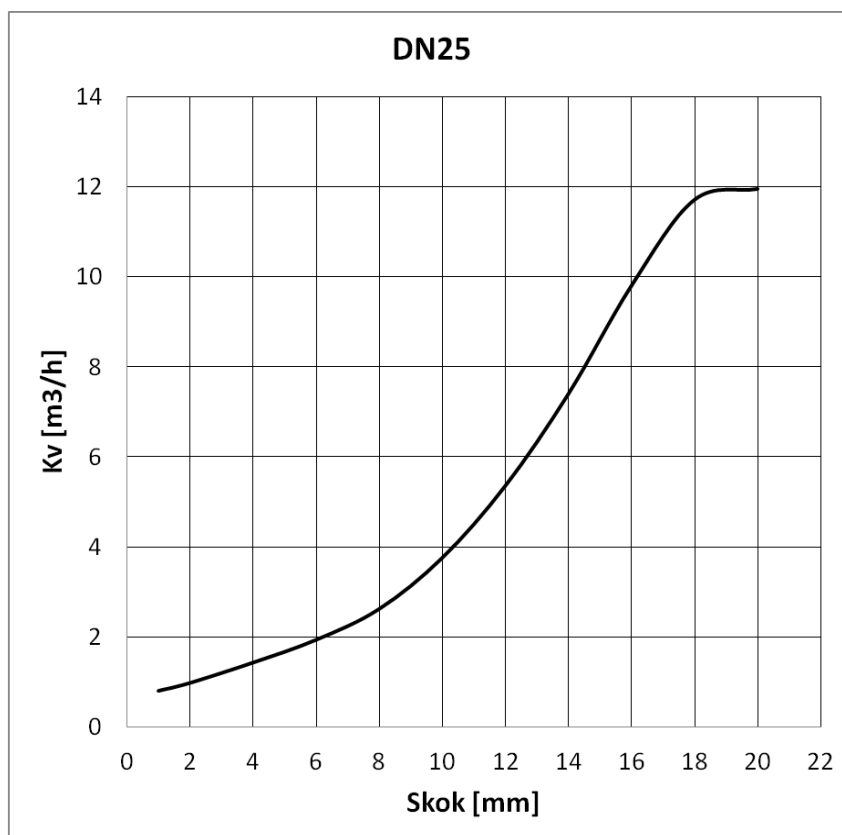
Charakterystyki hydrauliczne dla typoszeregu zaworów (woda)

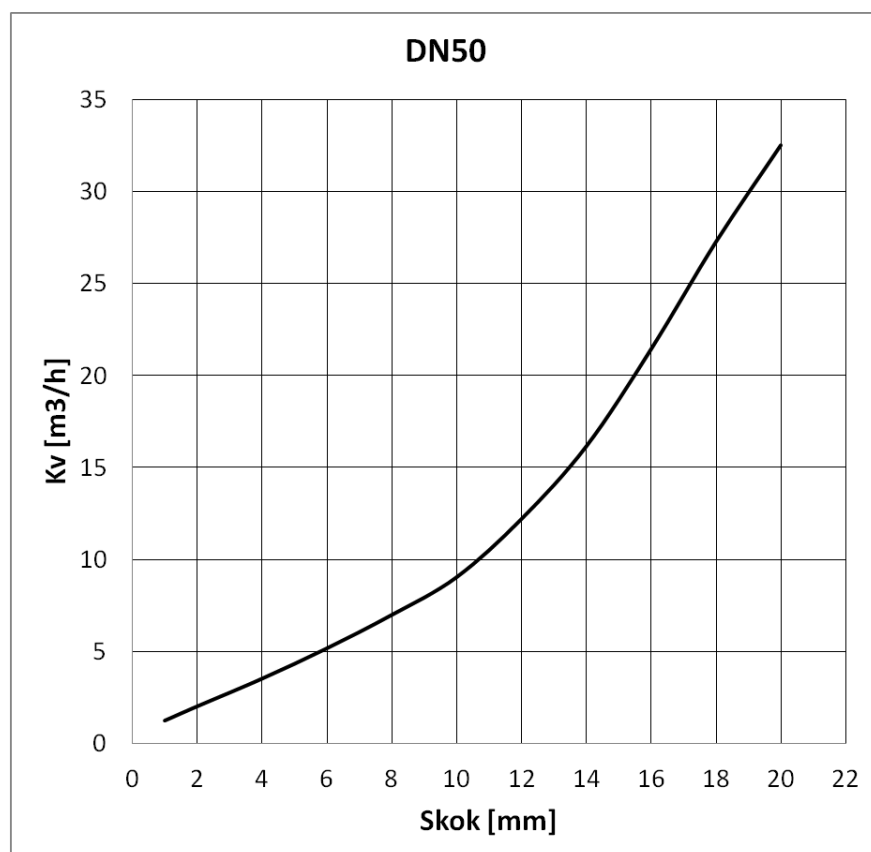
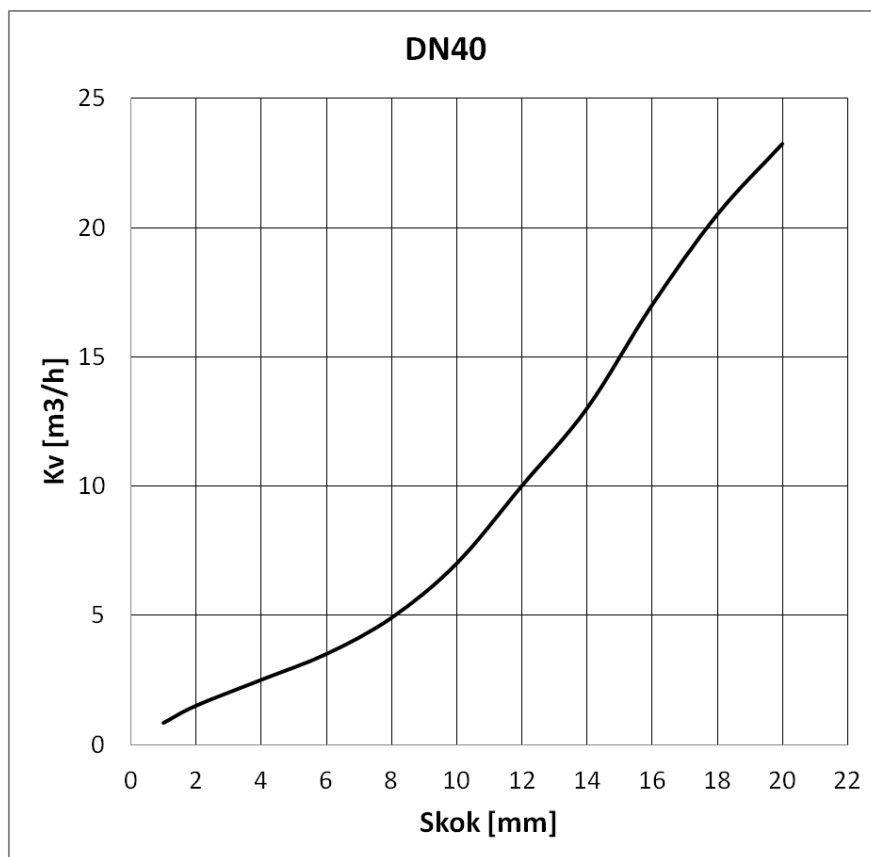


Charakterystyki hydrauliczne (pomiarowe) dla typoszeregu zaworów (woda)



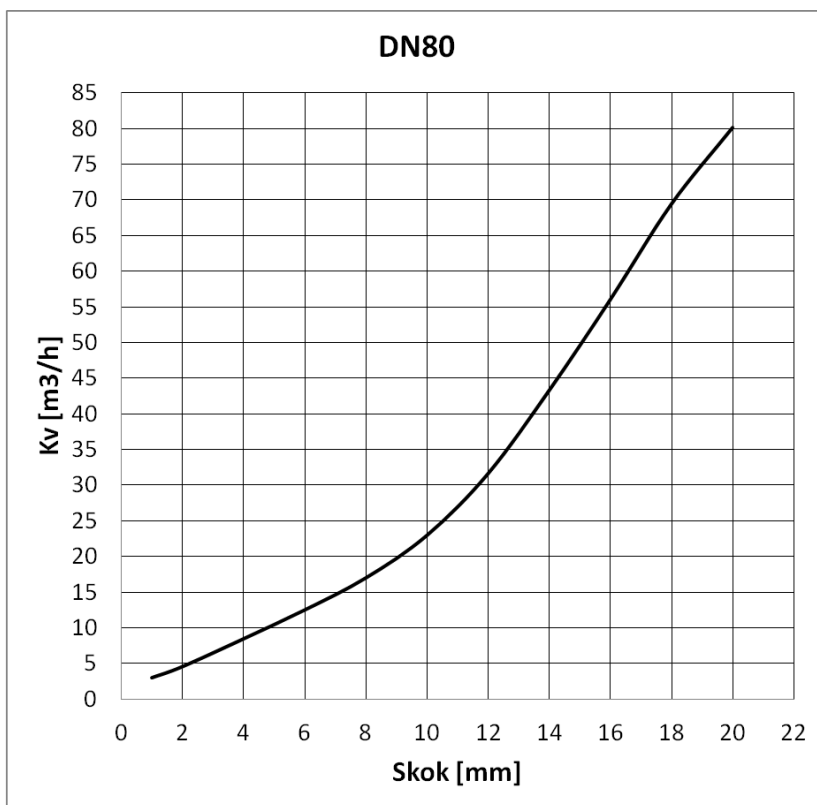
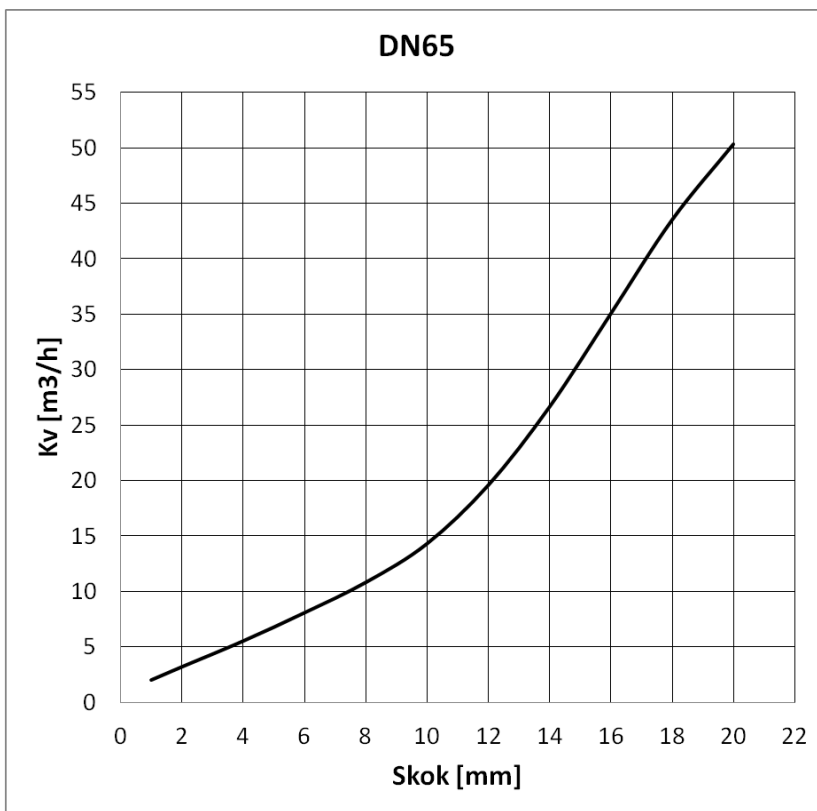
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN15 i DN20

Współczynnik przepływu K_v zaworów DN25 i DN32

Współczynnik przepływu K_v zaworów DN40 i DN50

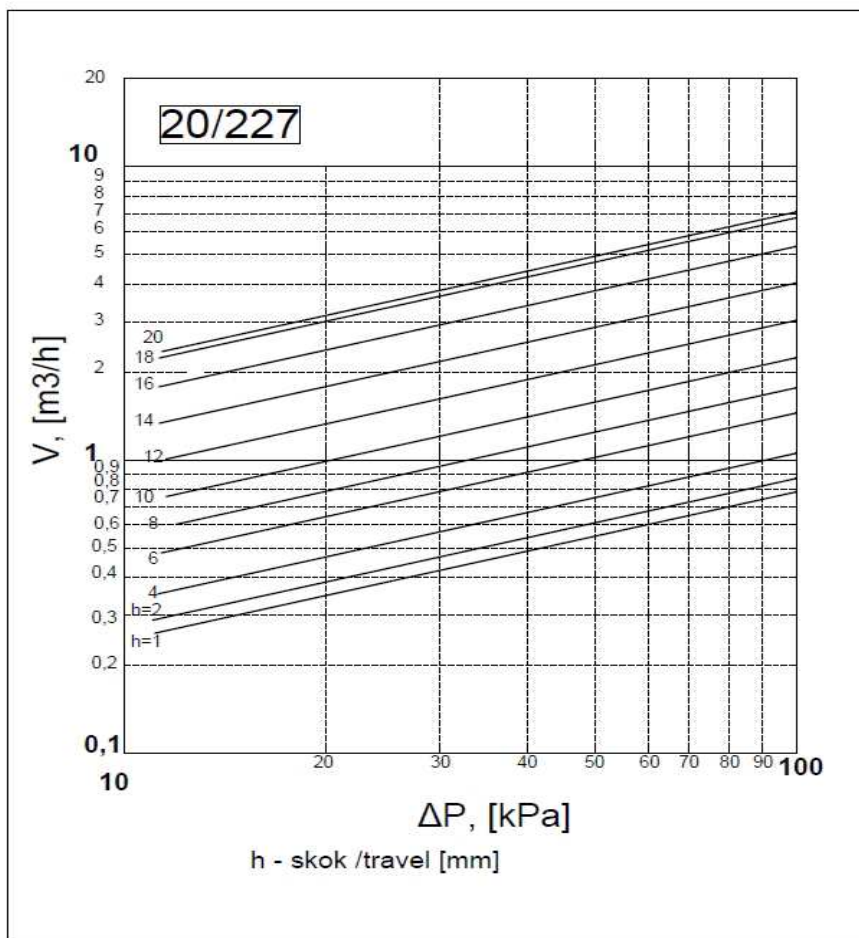
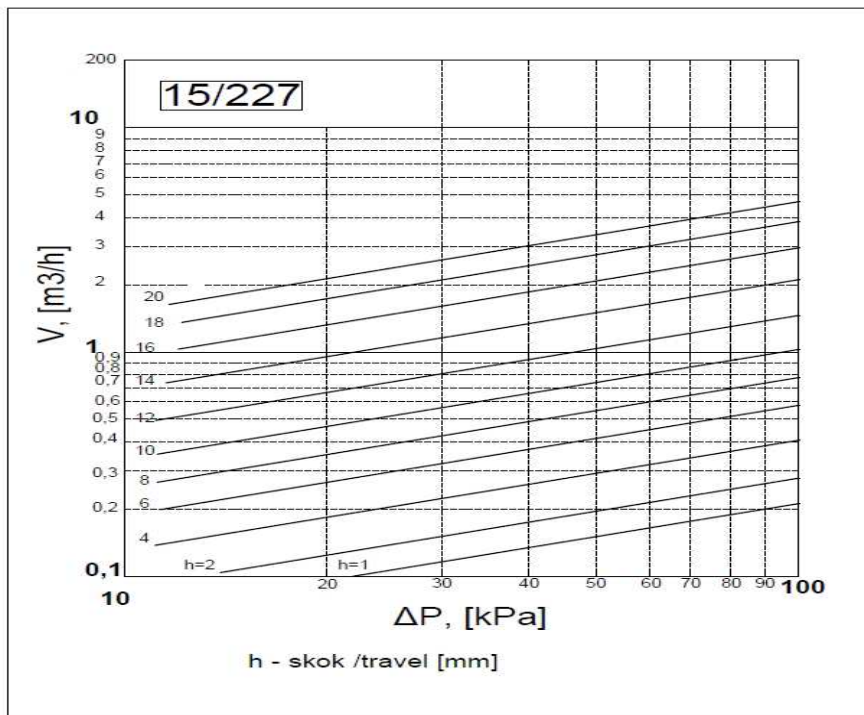


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80



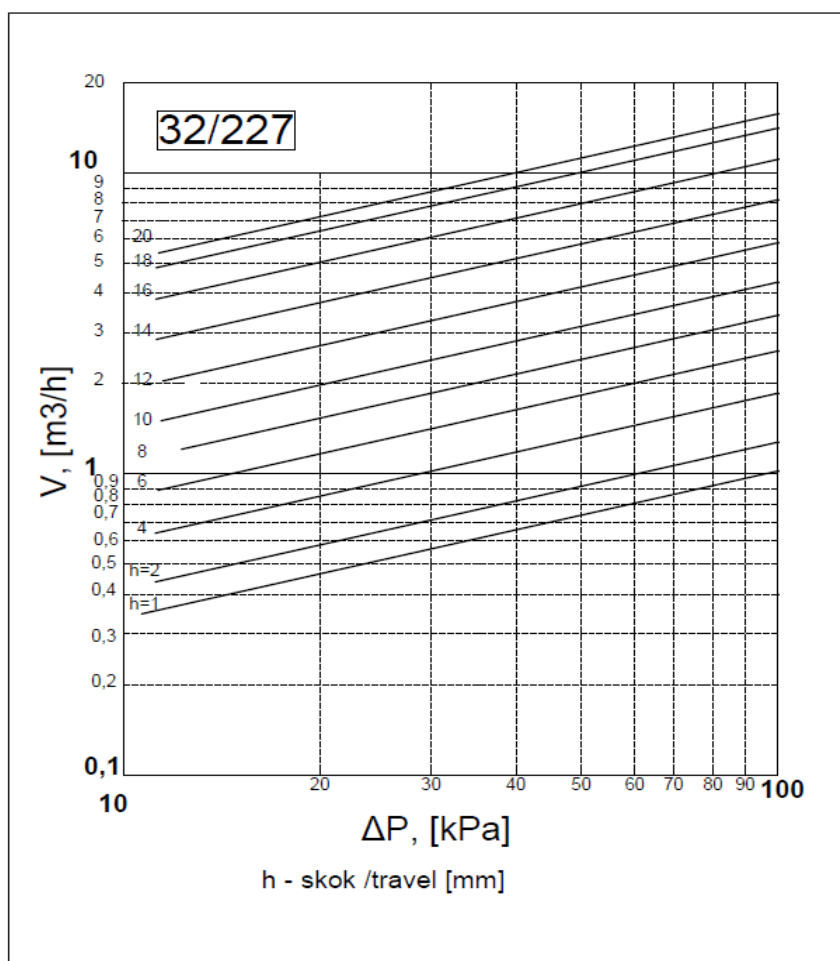
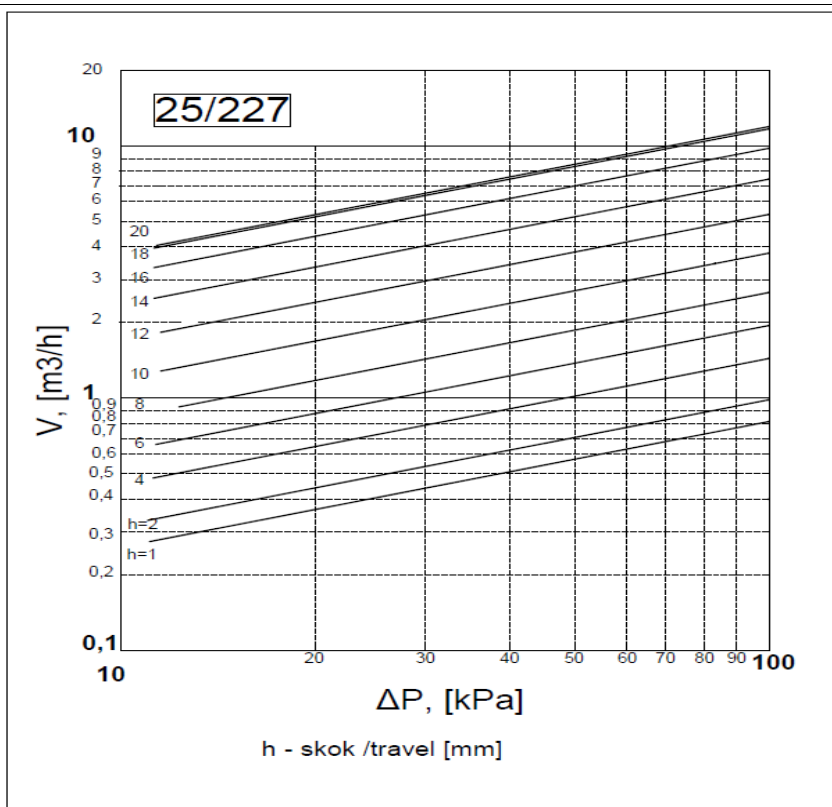


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN15 i DN20 (woda)



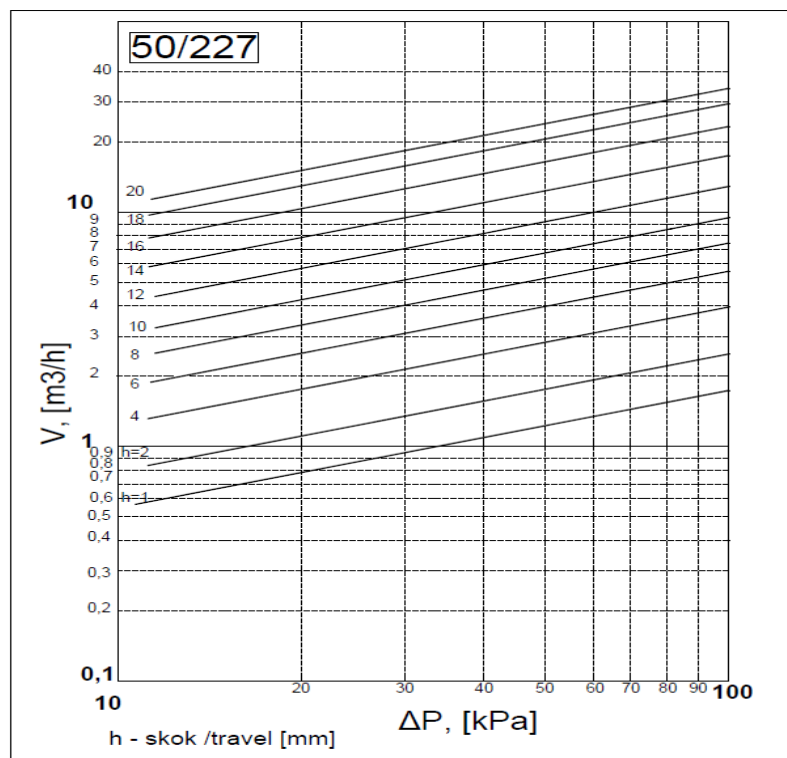
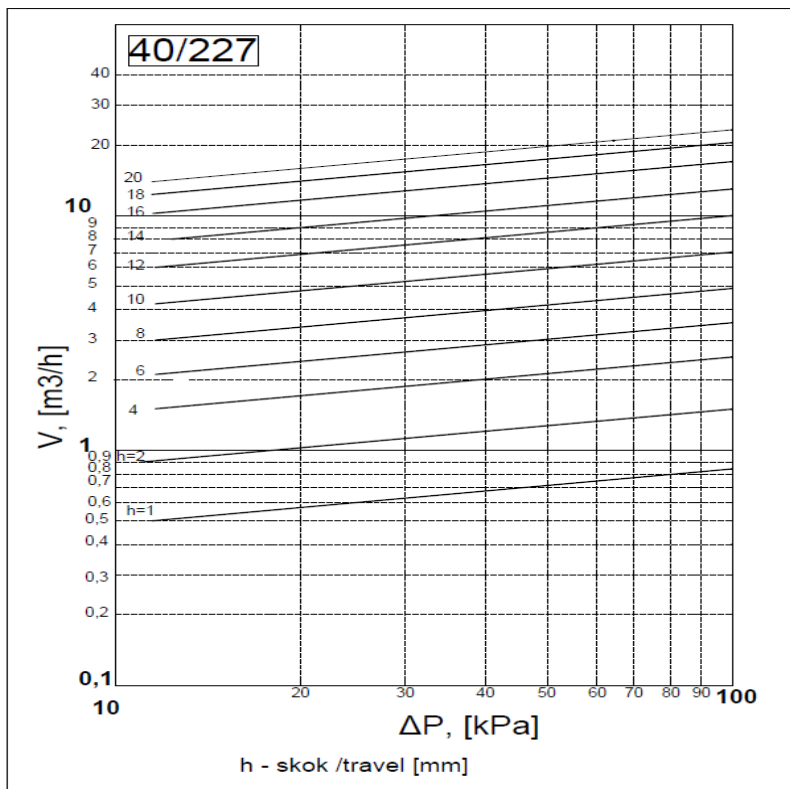


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN25 i DN 32 (woda)



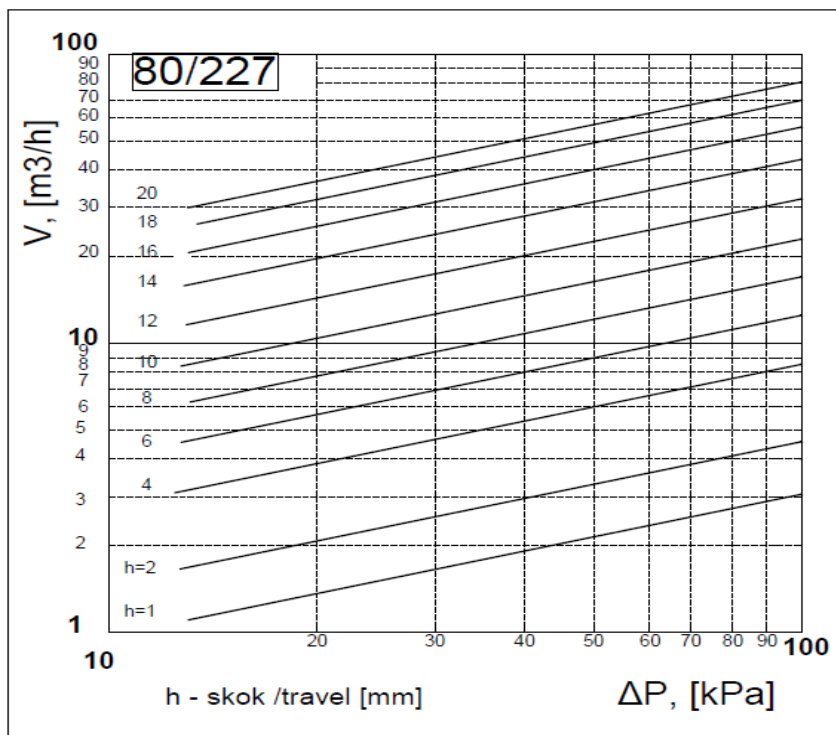
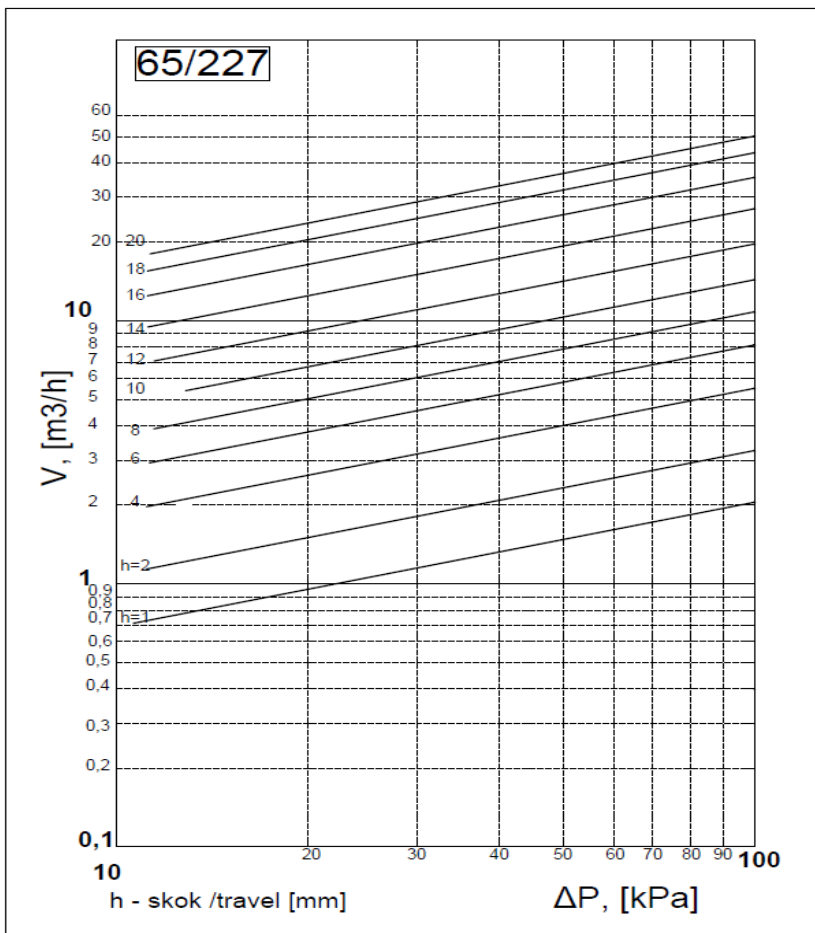


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN40 i DN50 (woda)

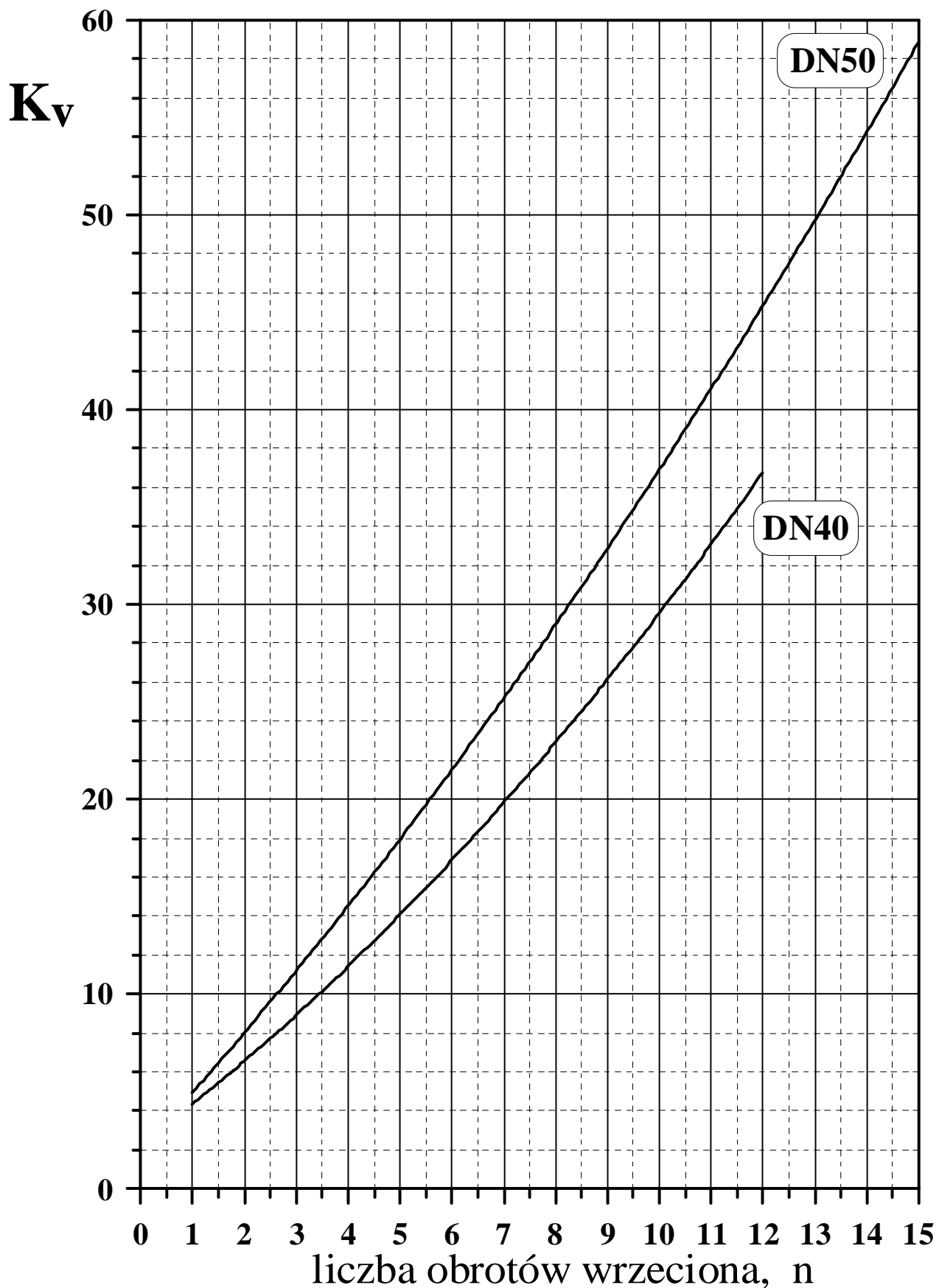


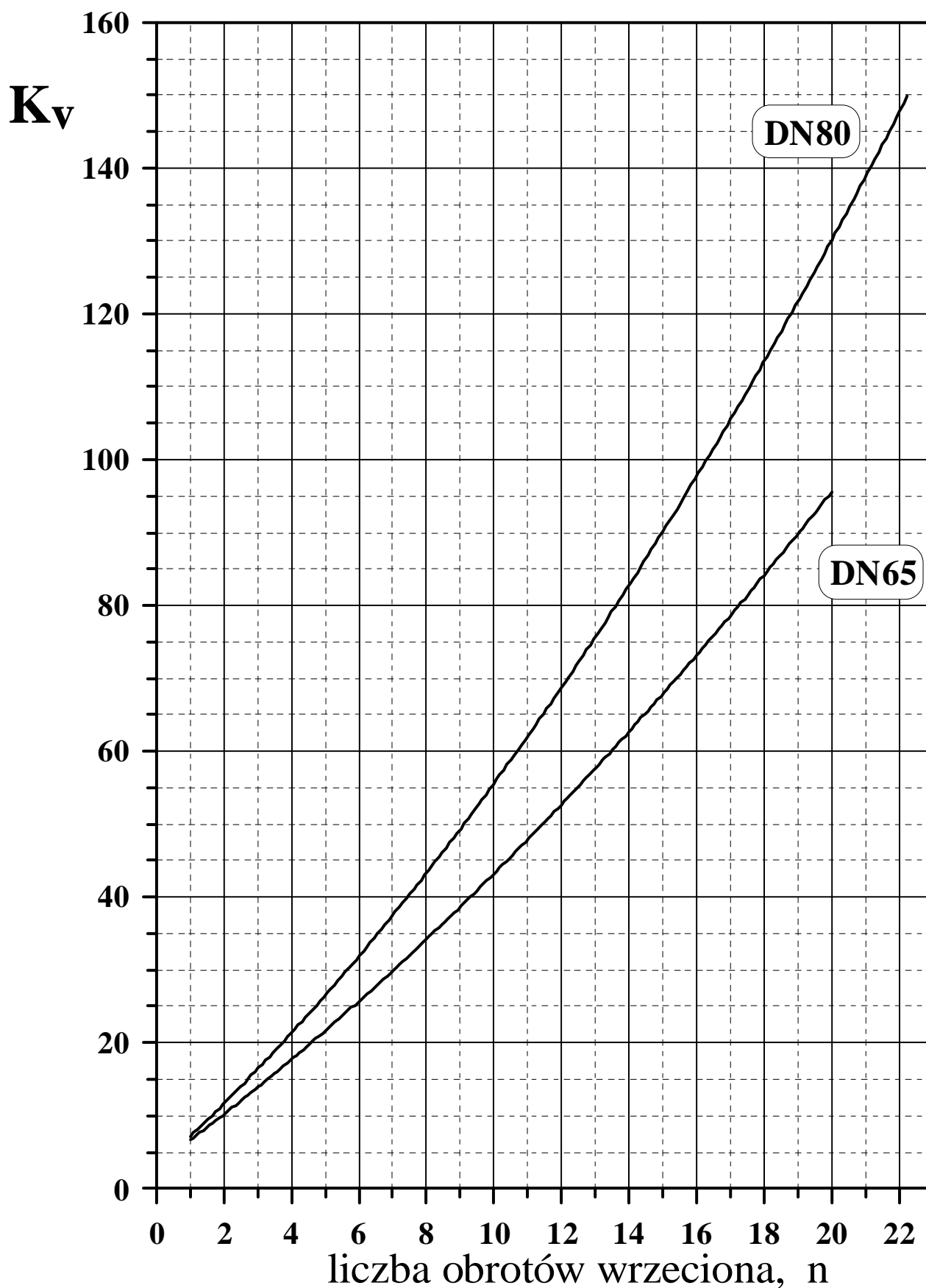


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65 i DN80 (woda)



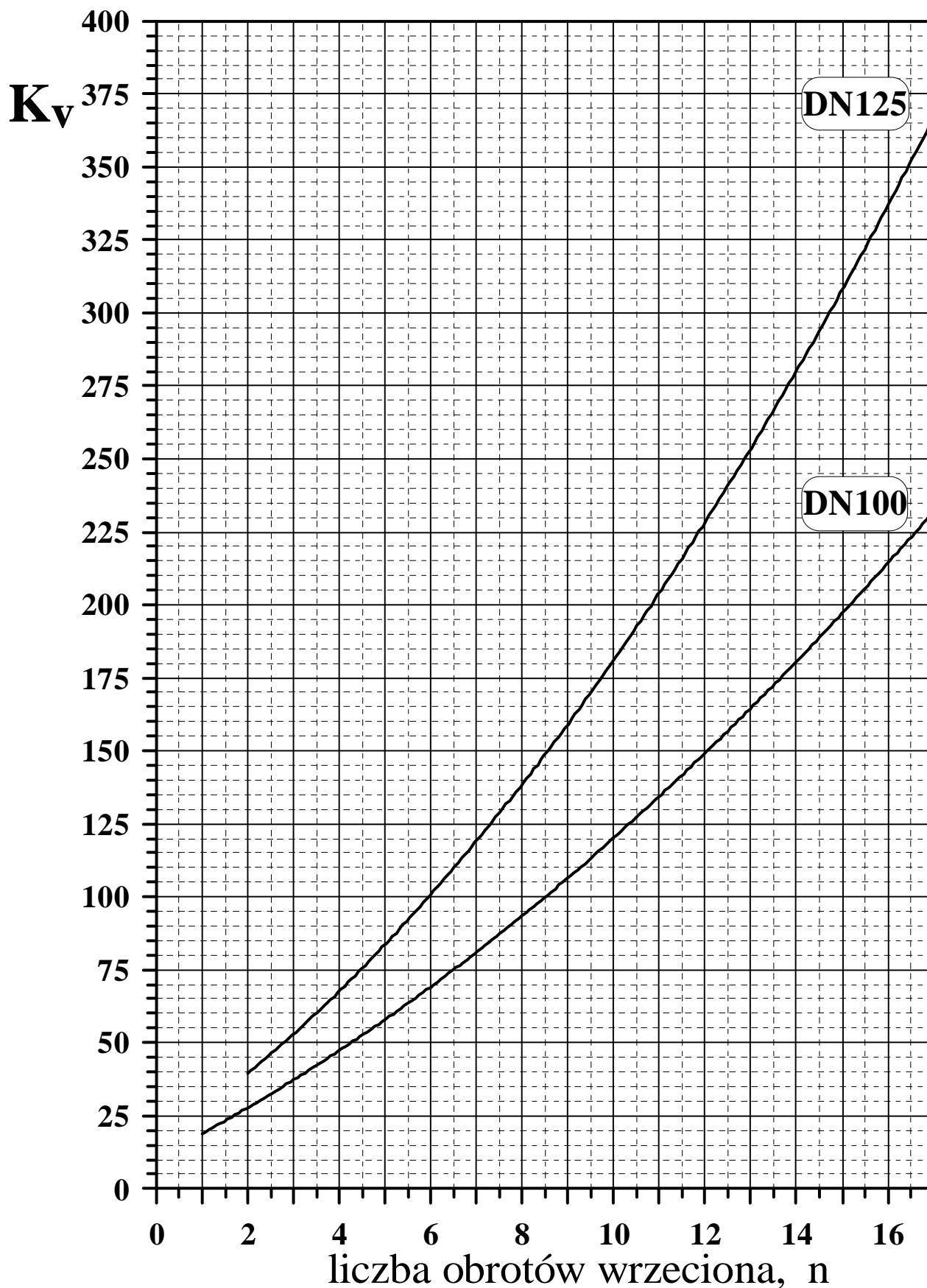
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN40 i DN50



Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80

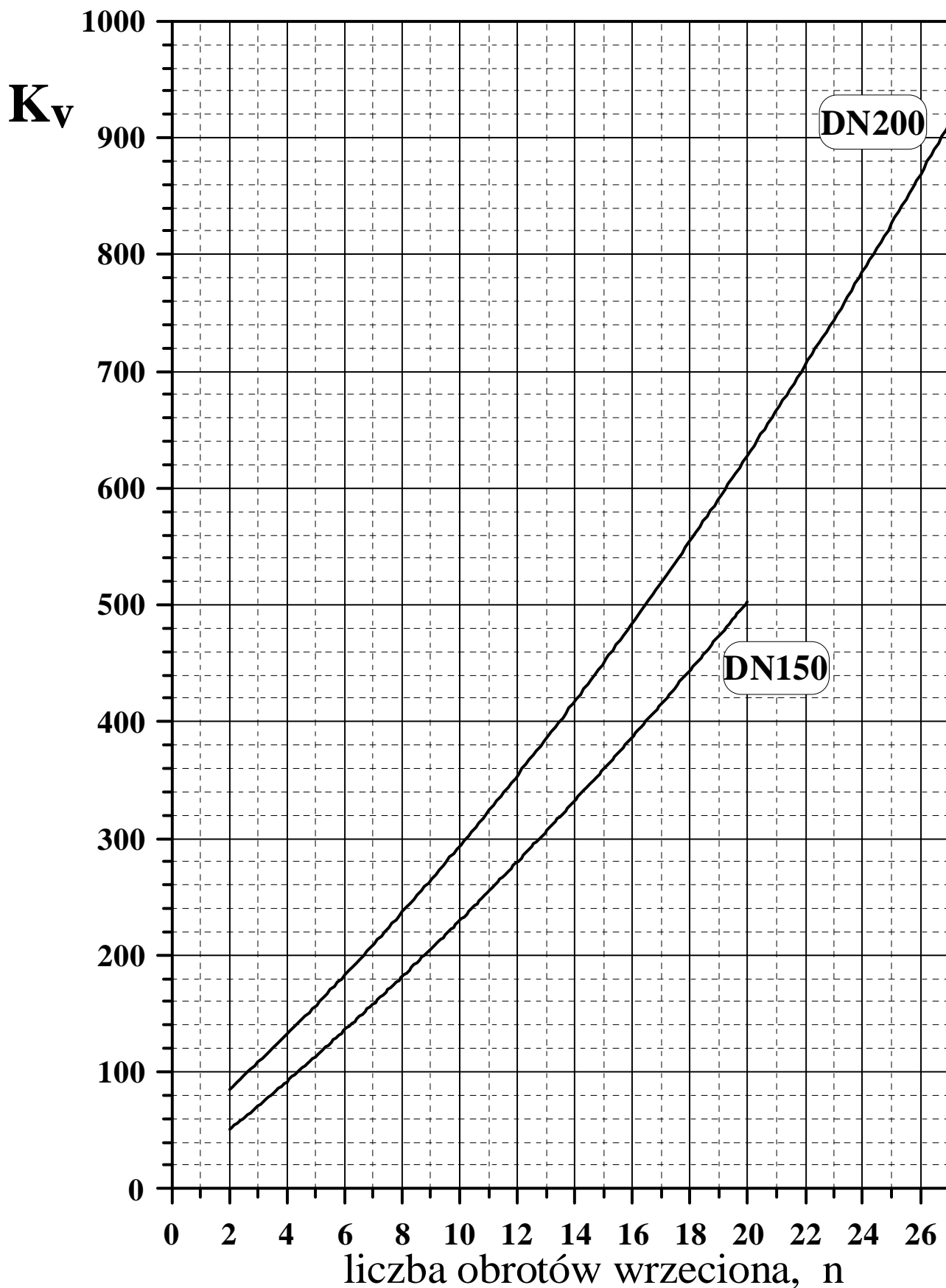


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN100 i DN125



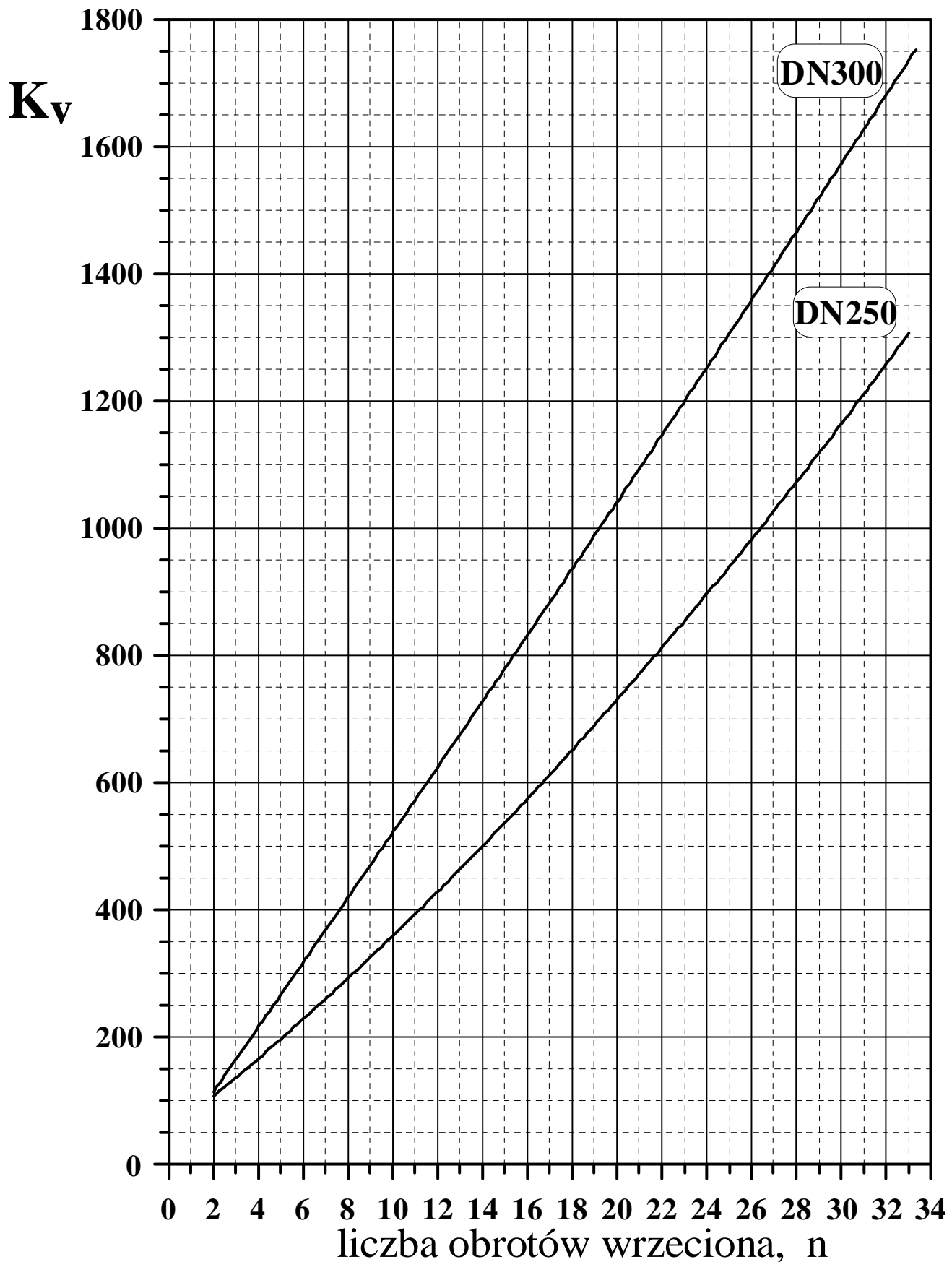


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN150 i DN200

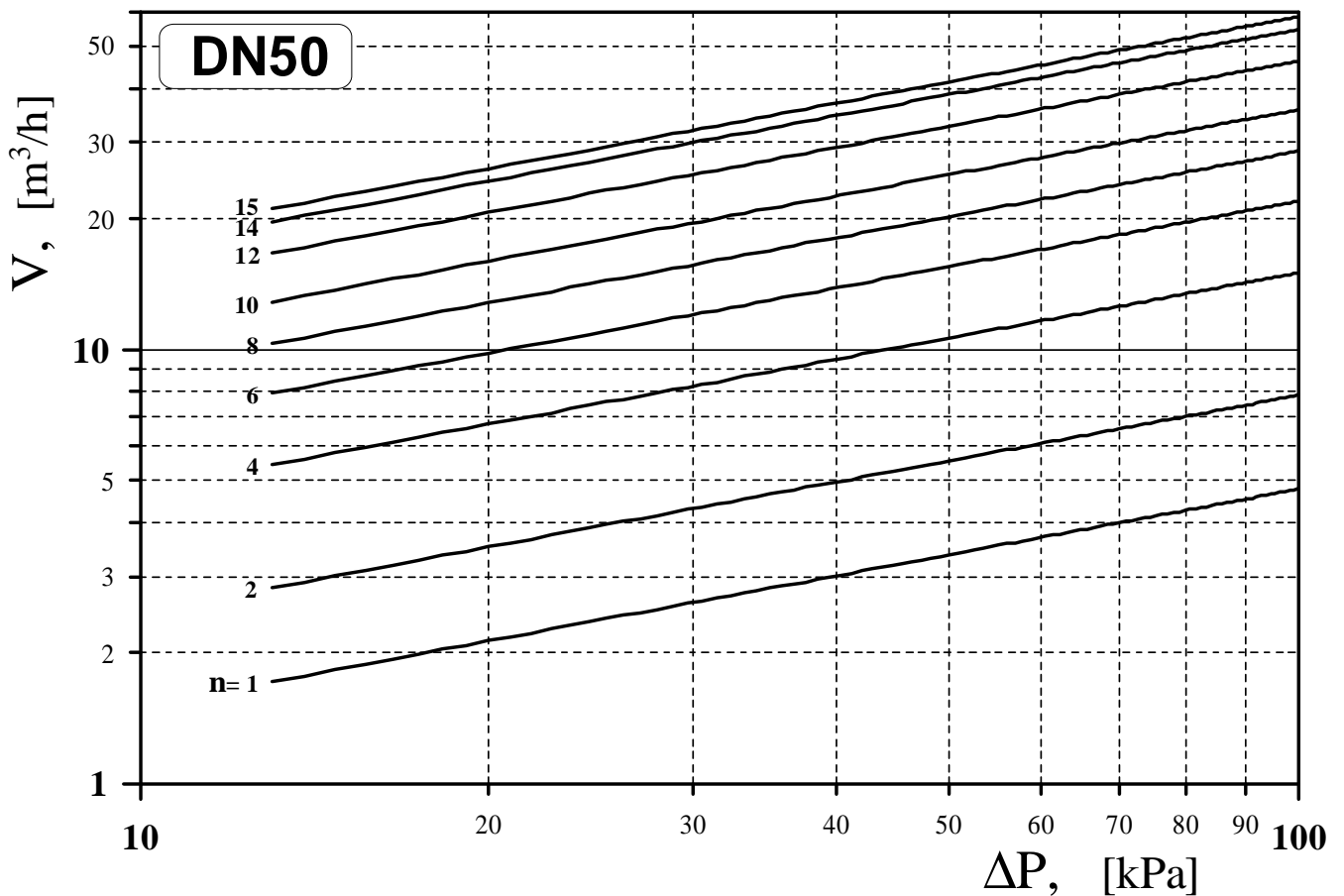
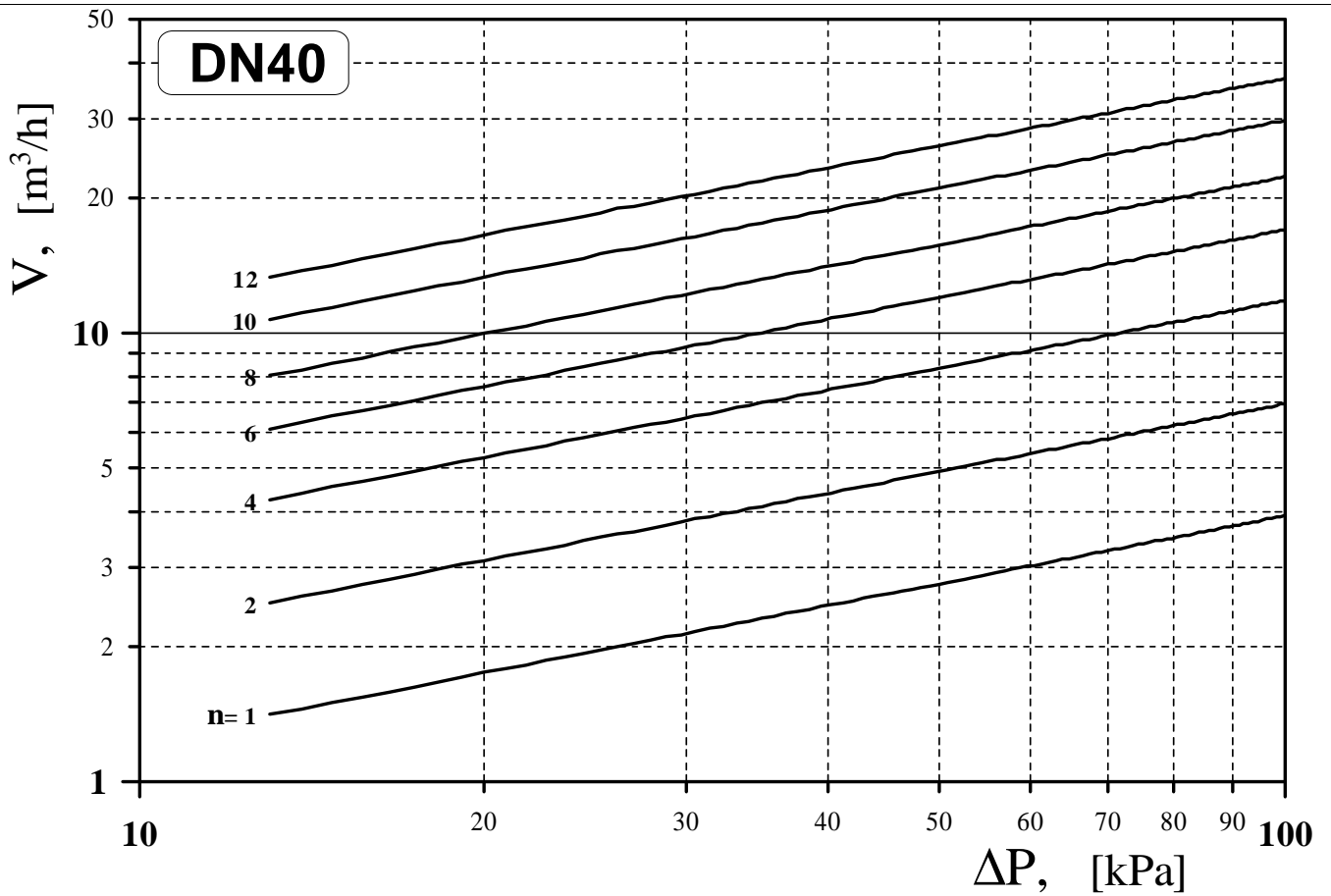




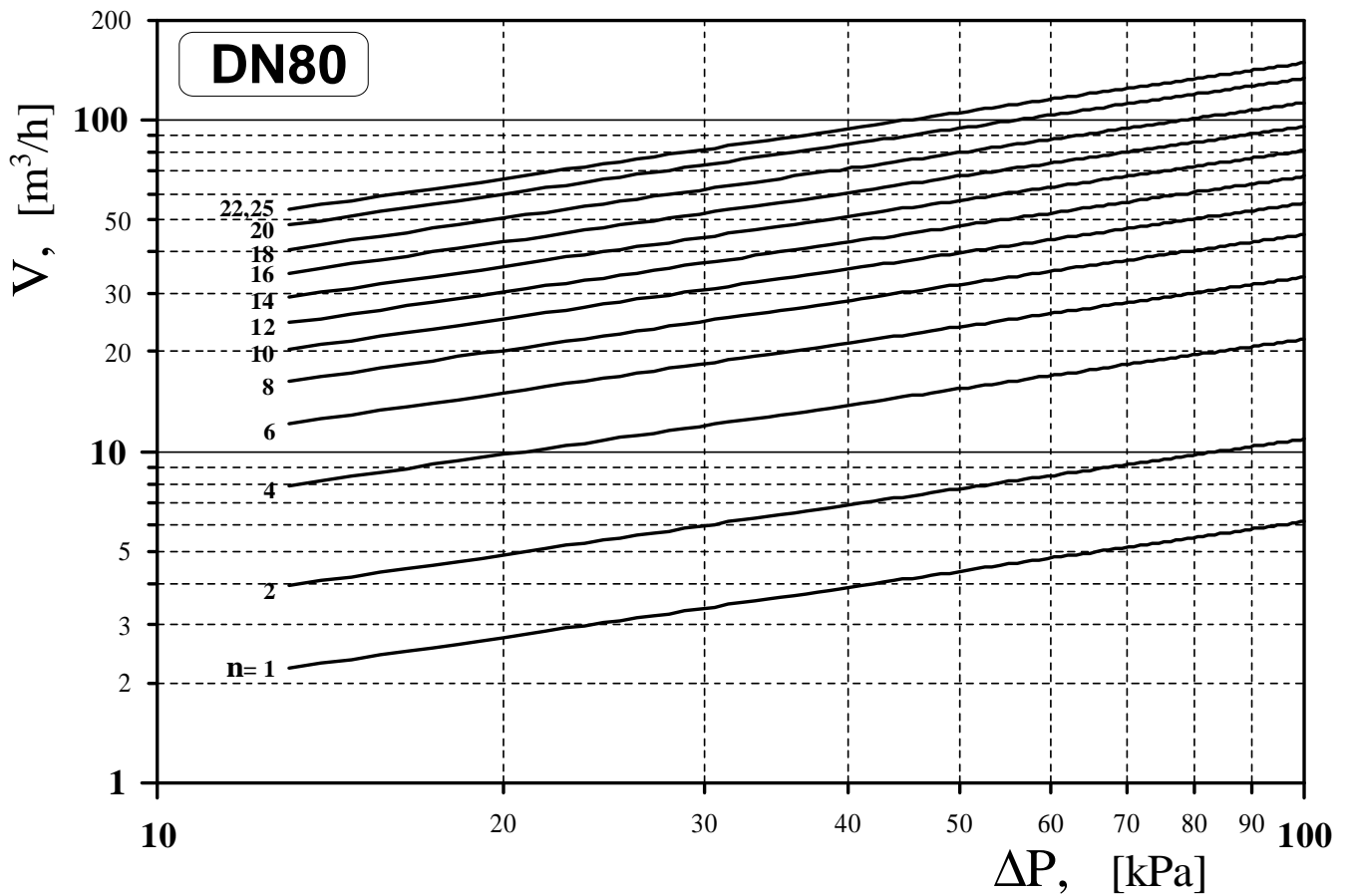
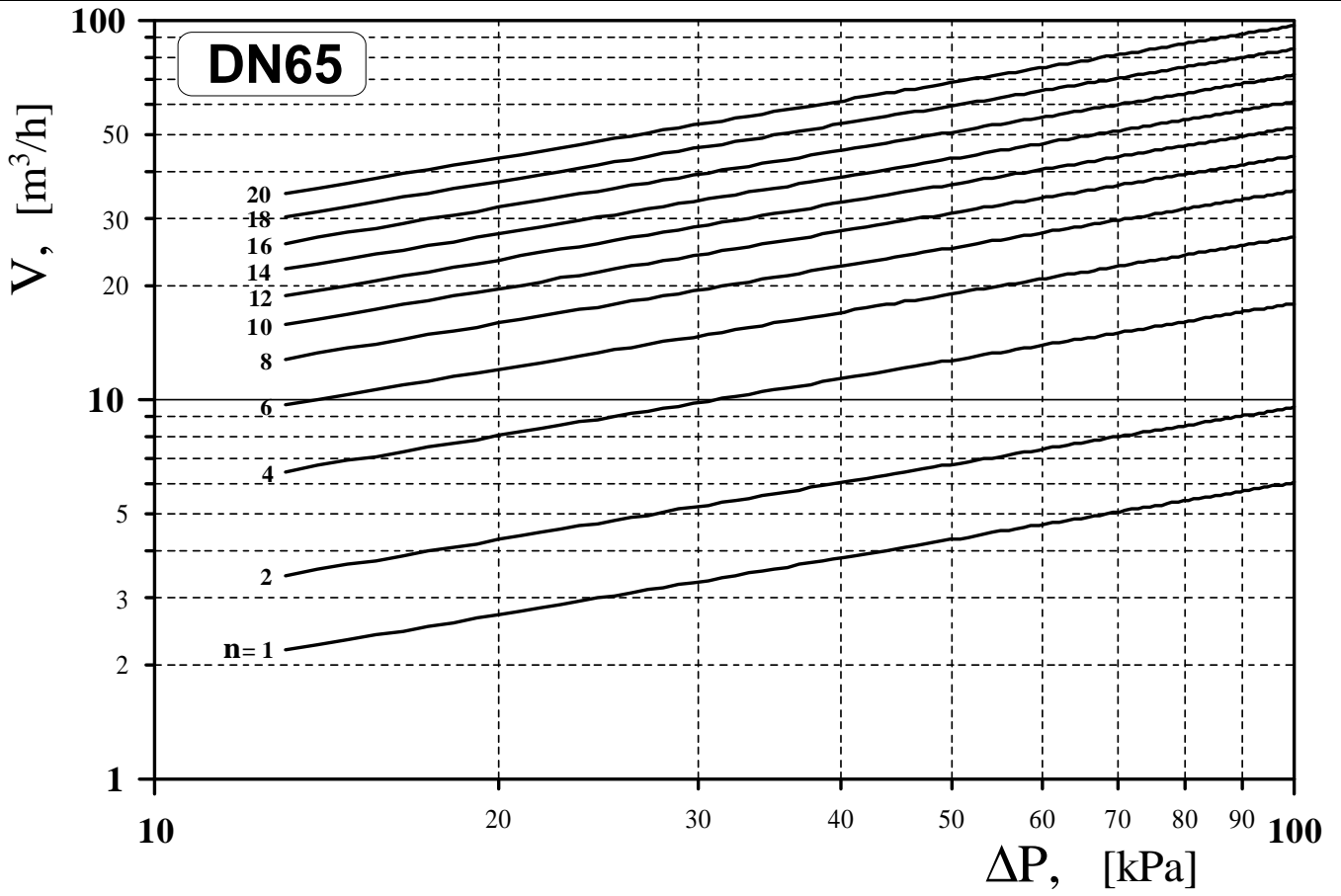
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN250 i DN300



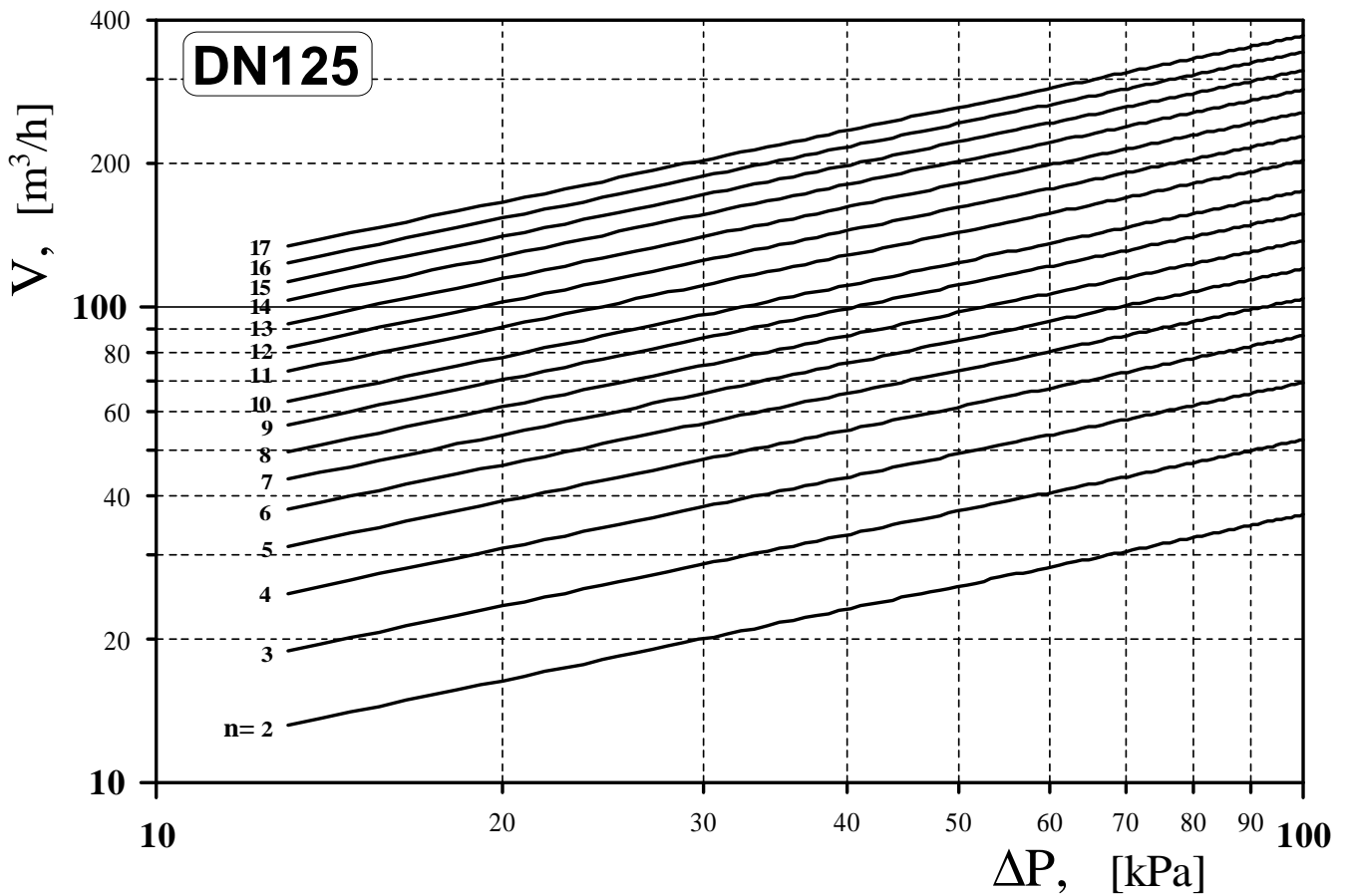
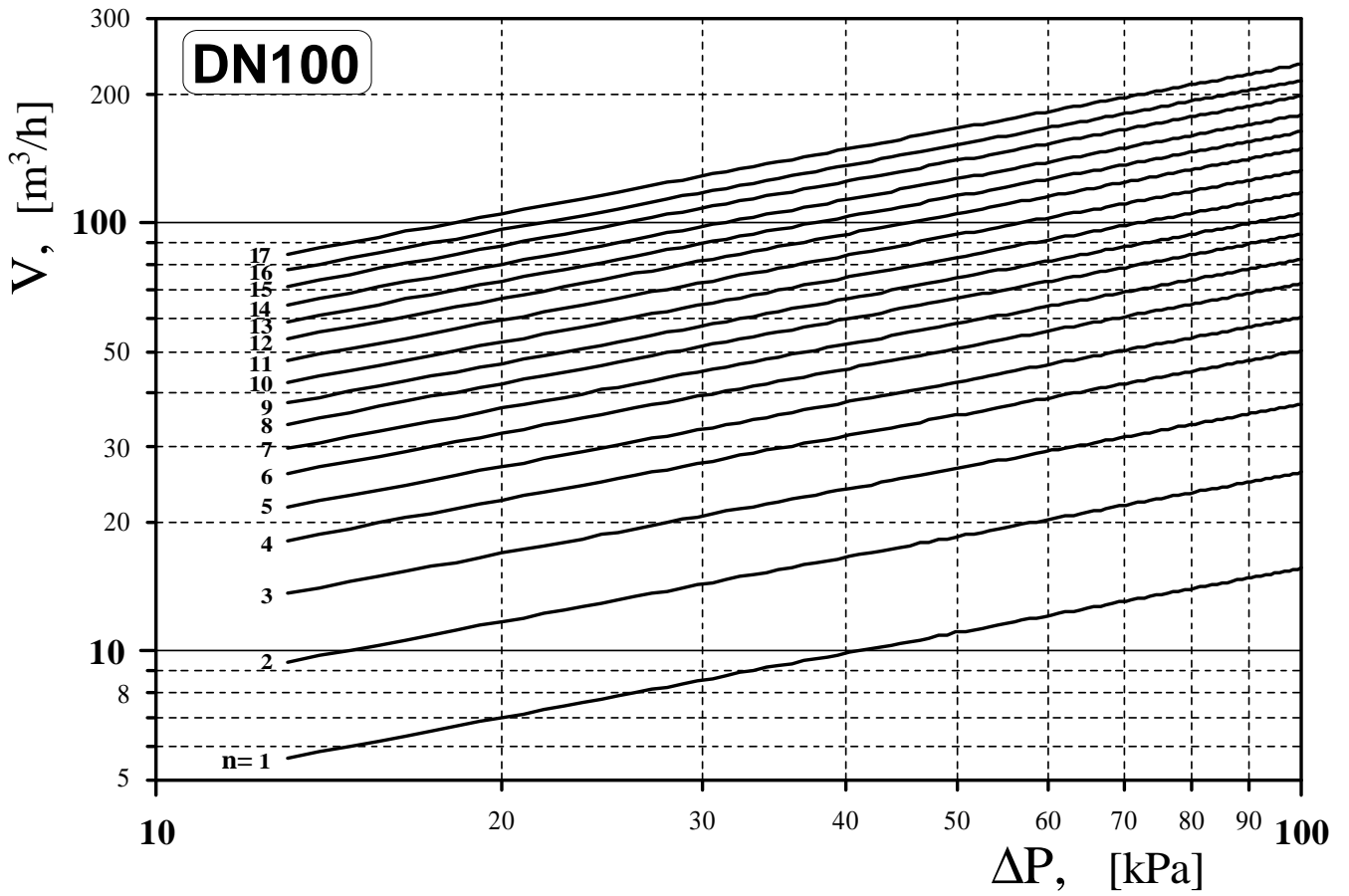
Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN40 i DN50 (woda)



Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65 i DN80 (woda)

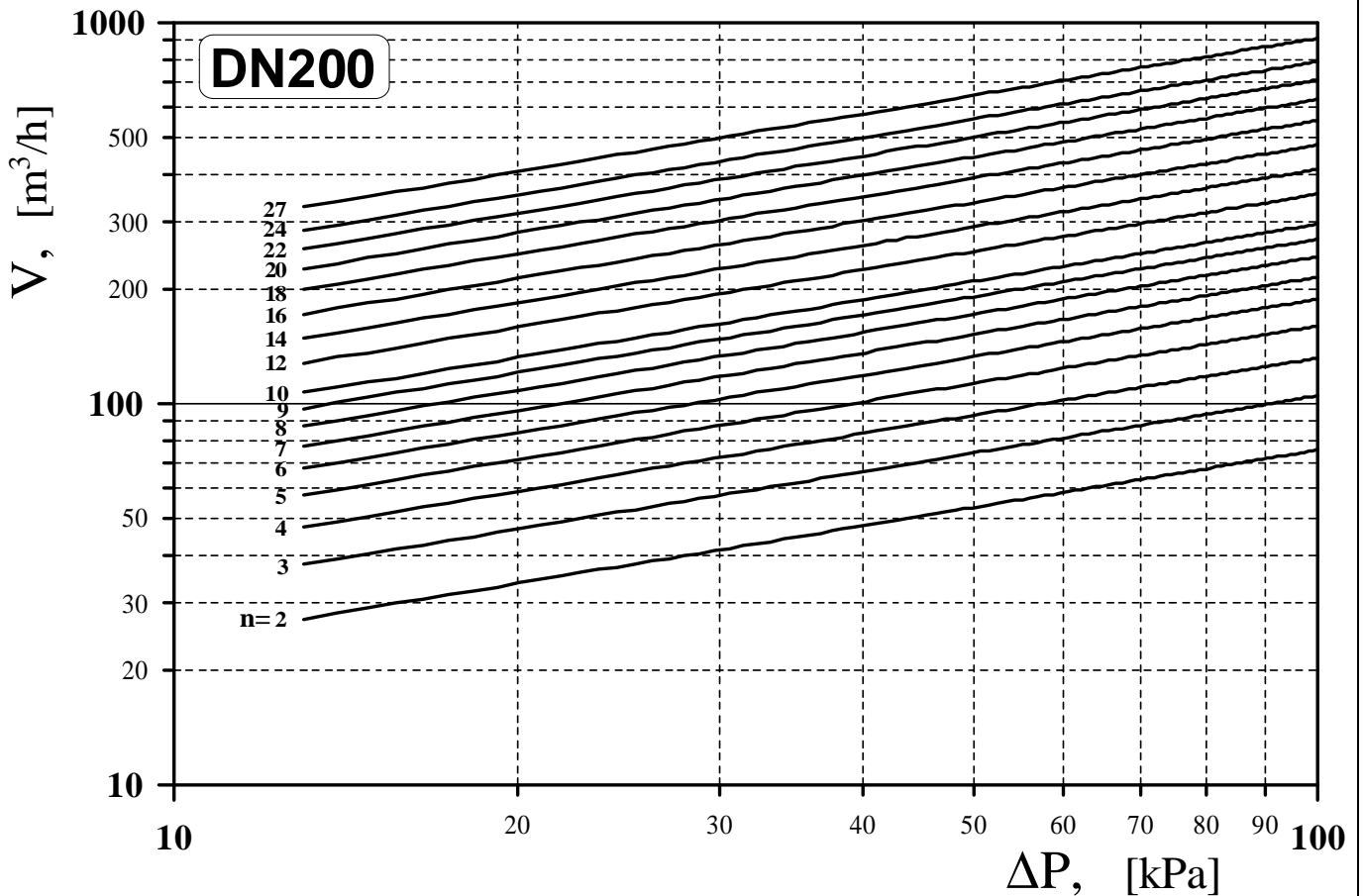
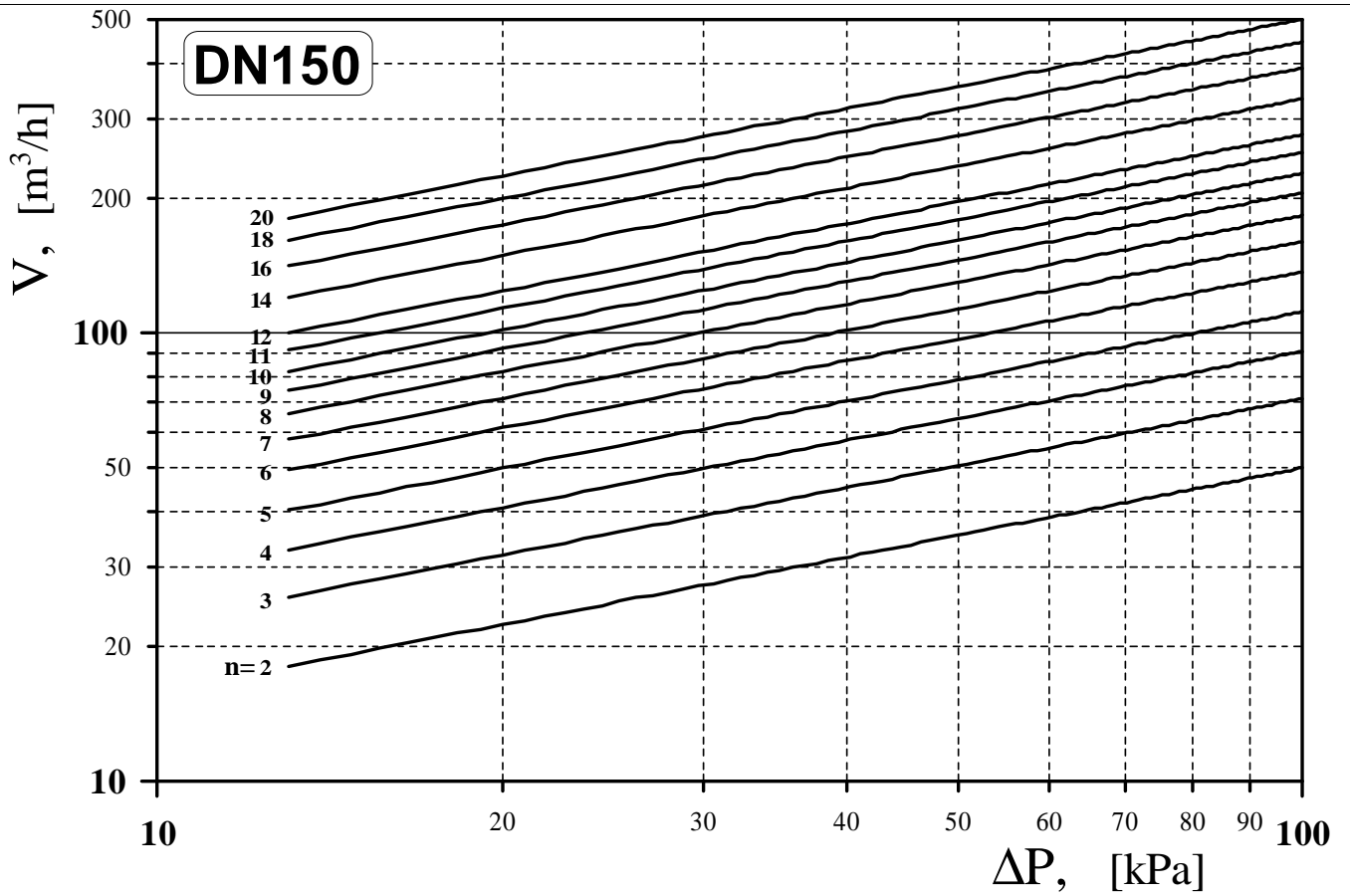


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN100 i DN125 (woda)



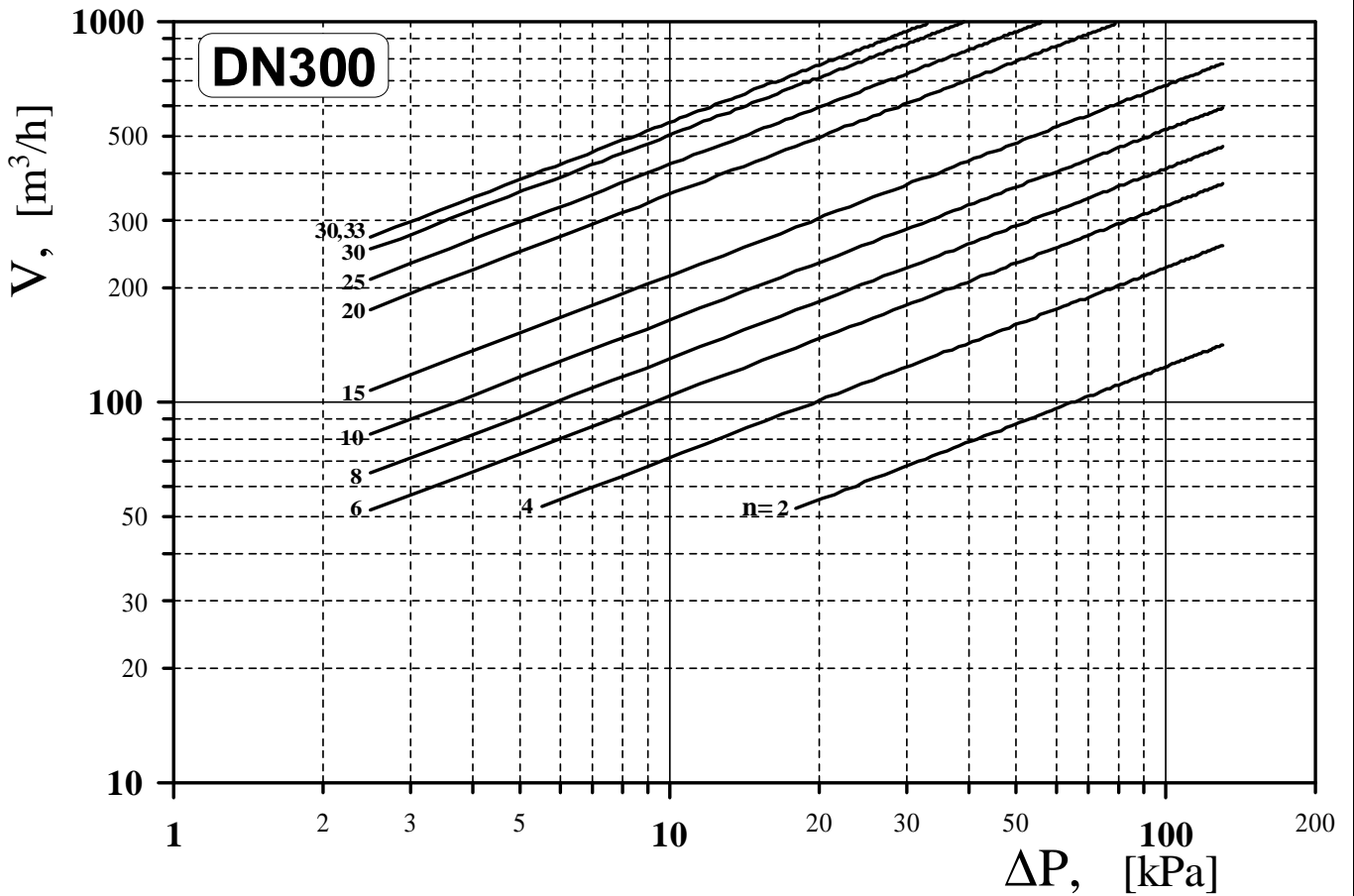
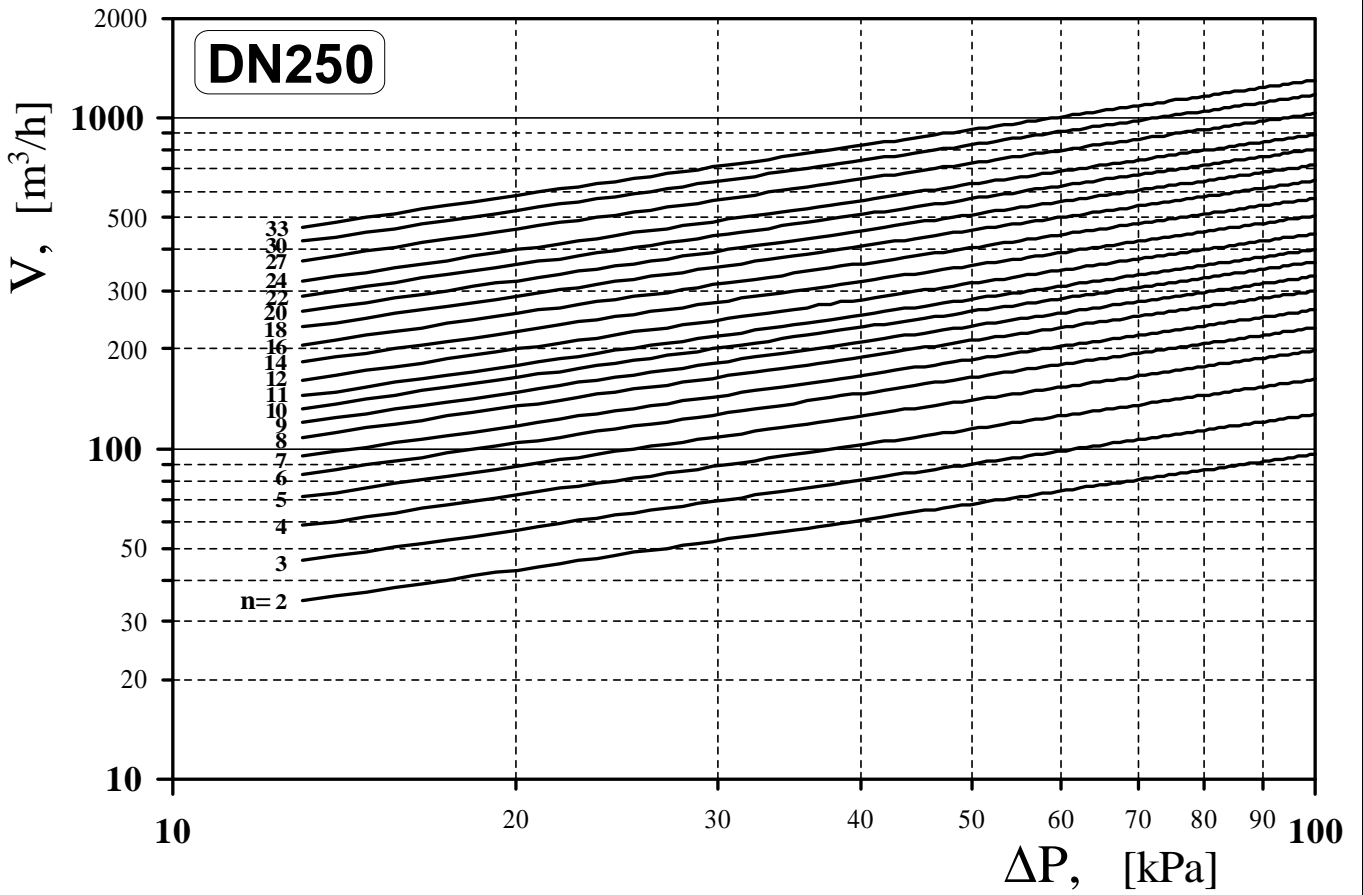


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN150 i DN200 (woda)



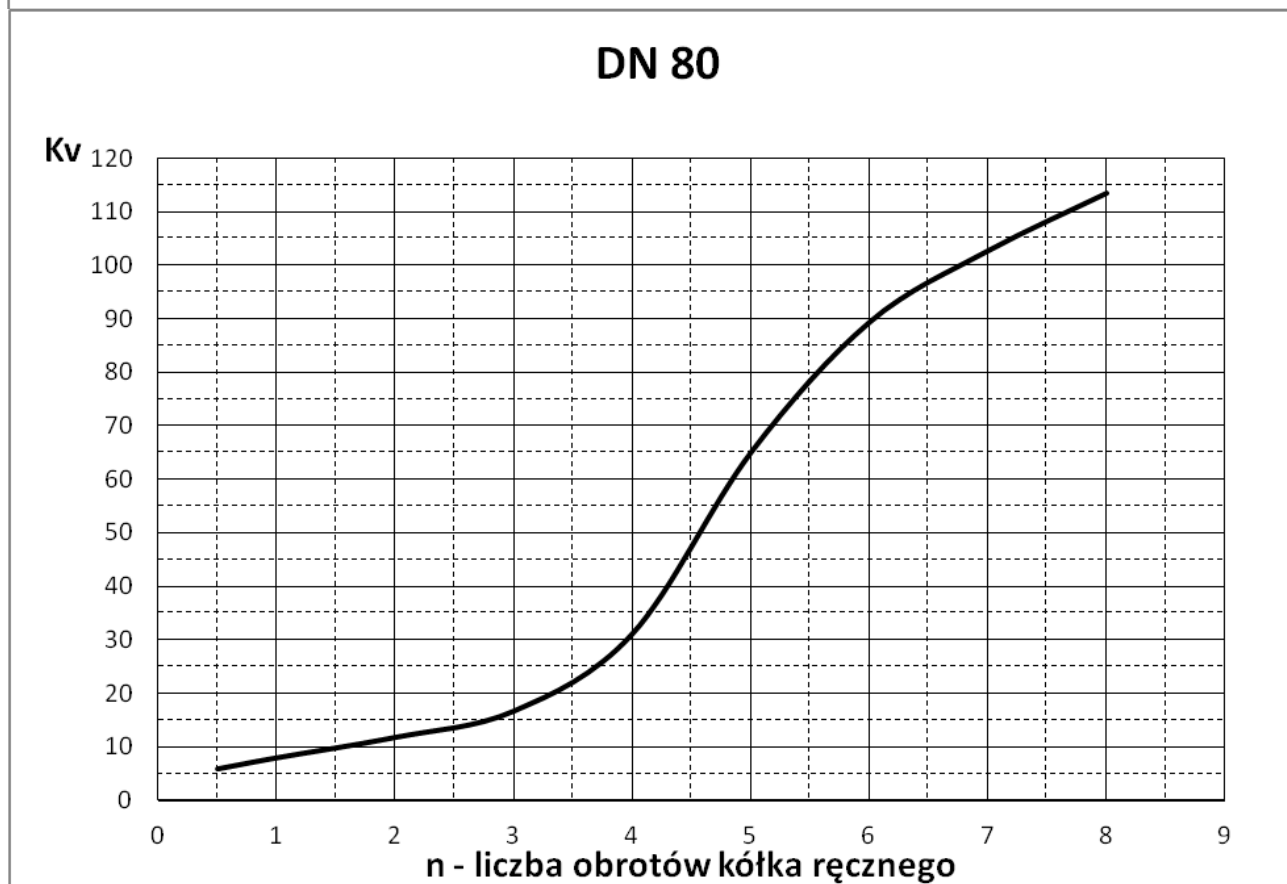
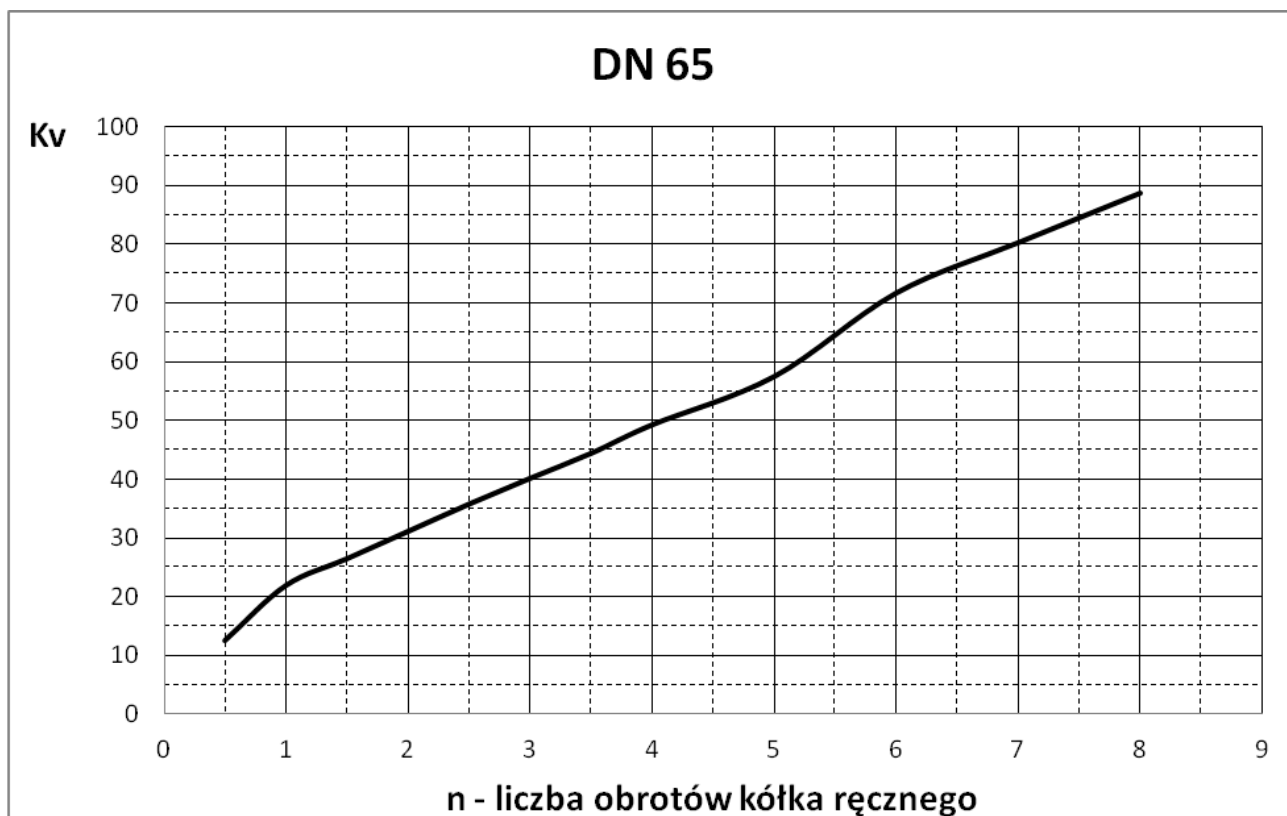


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN250 i DN300 (woda)



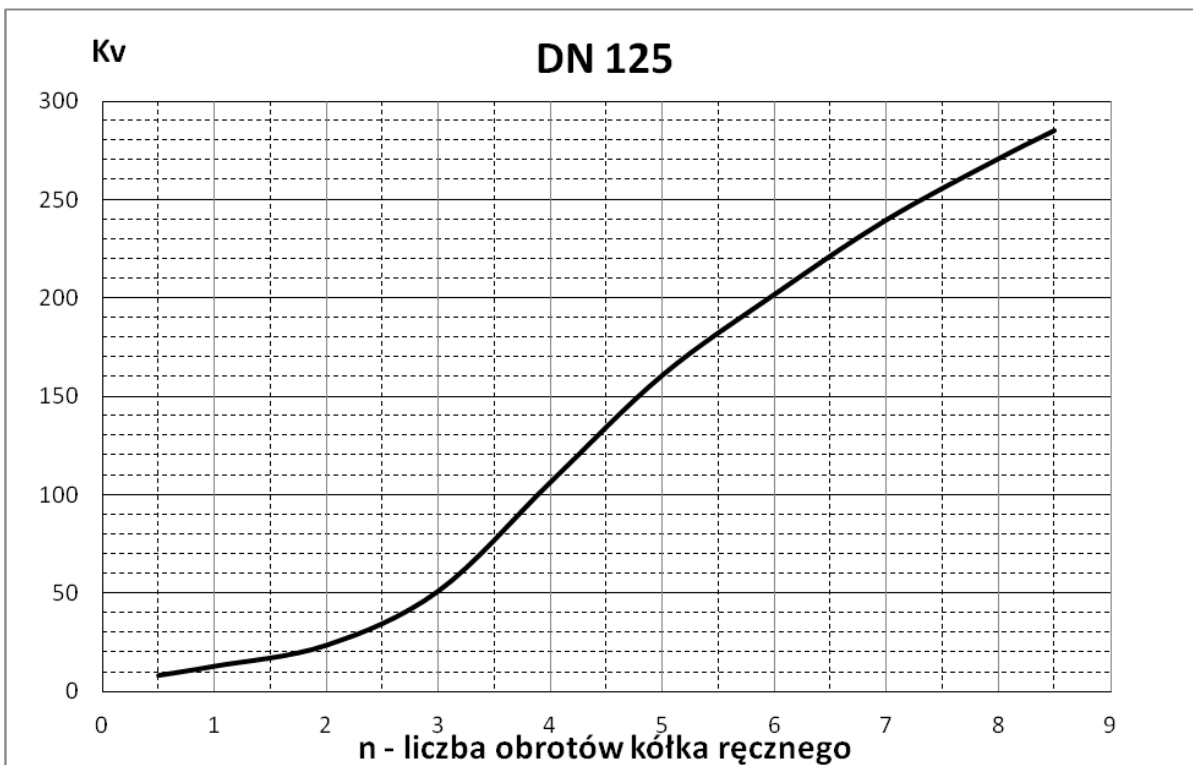
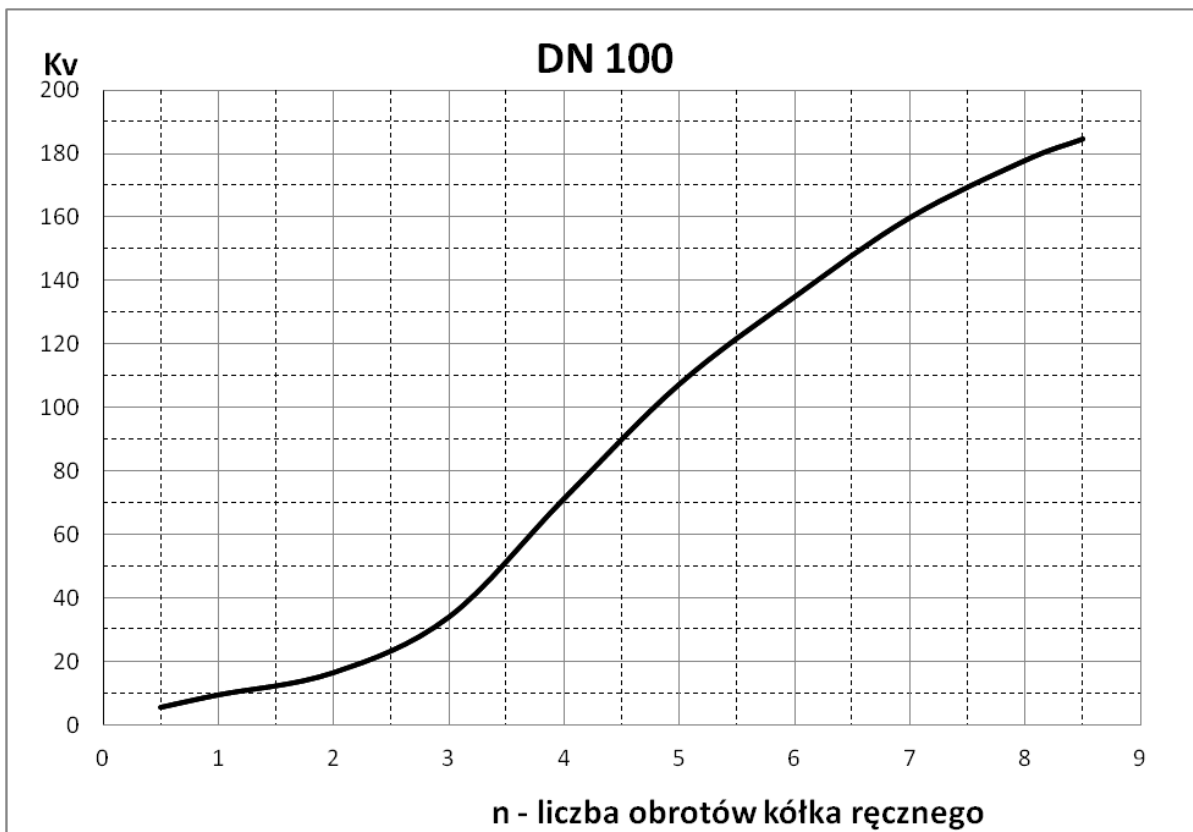


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80



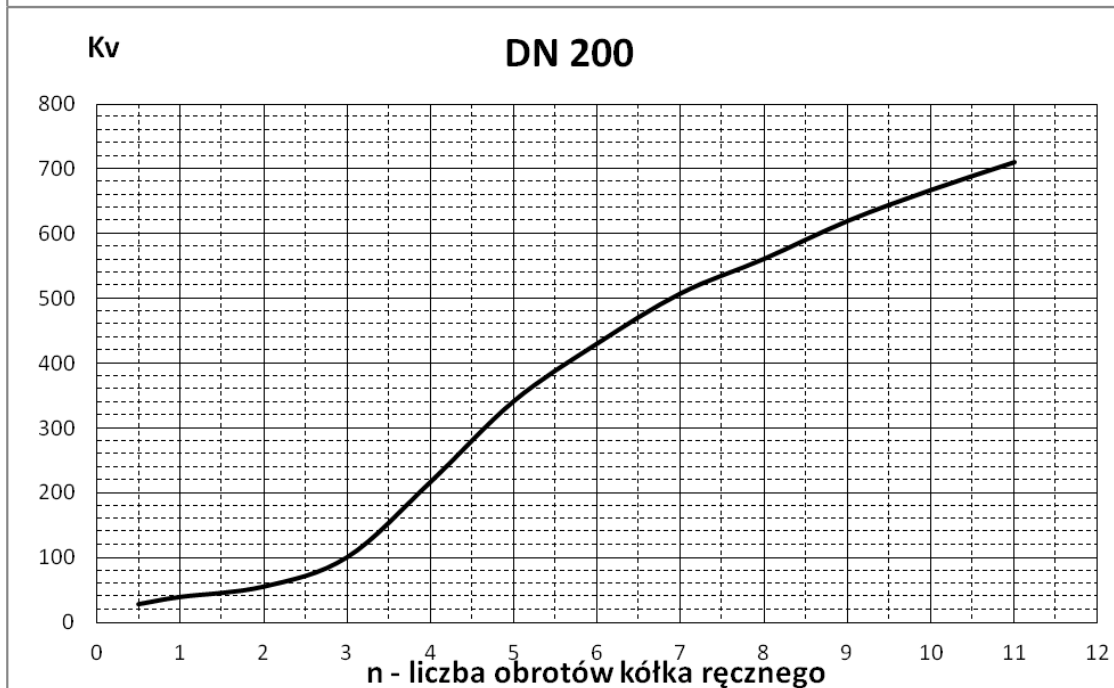
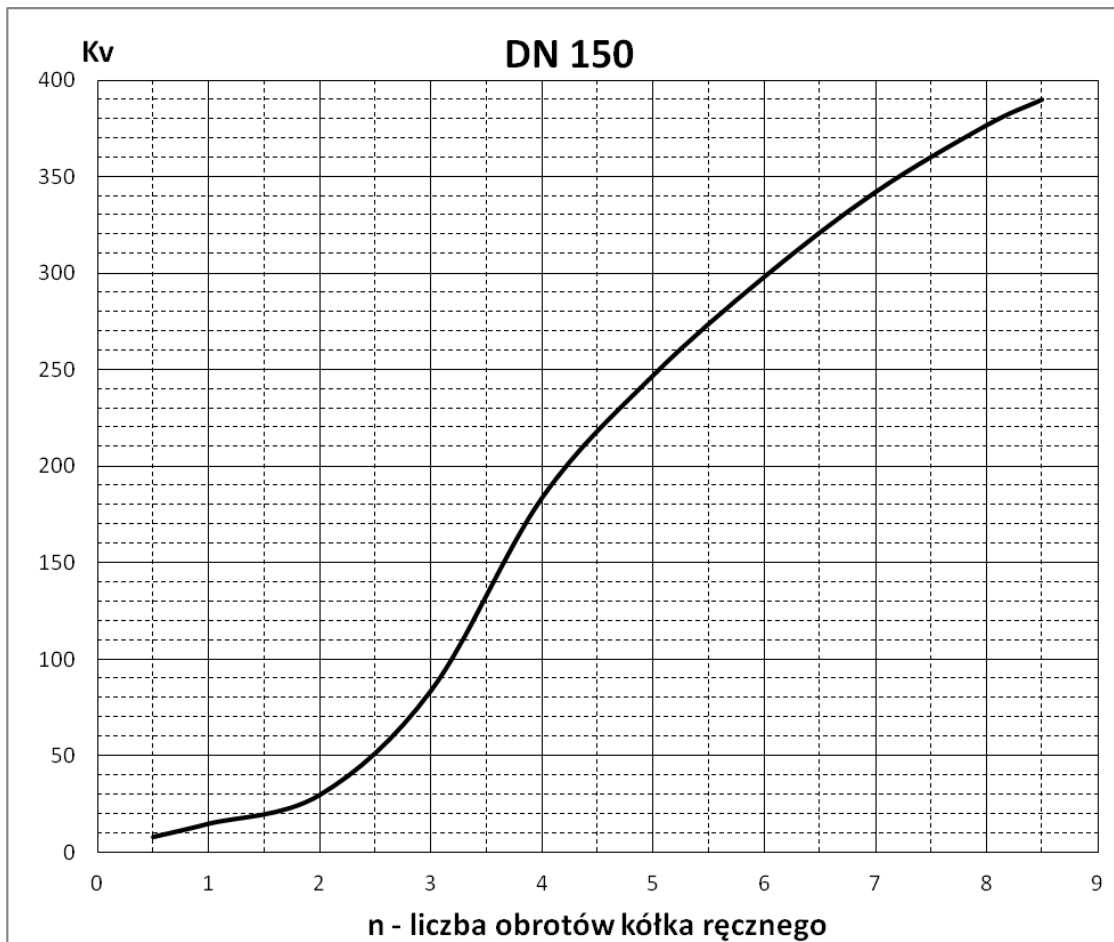


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN100 i DN125



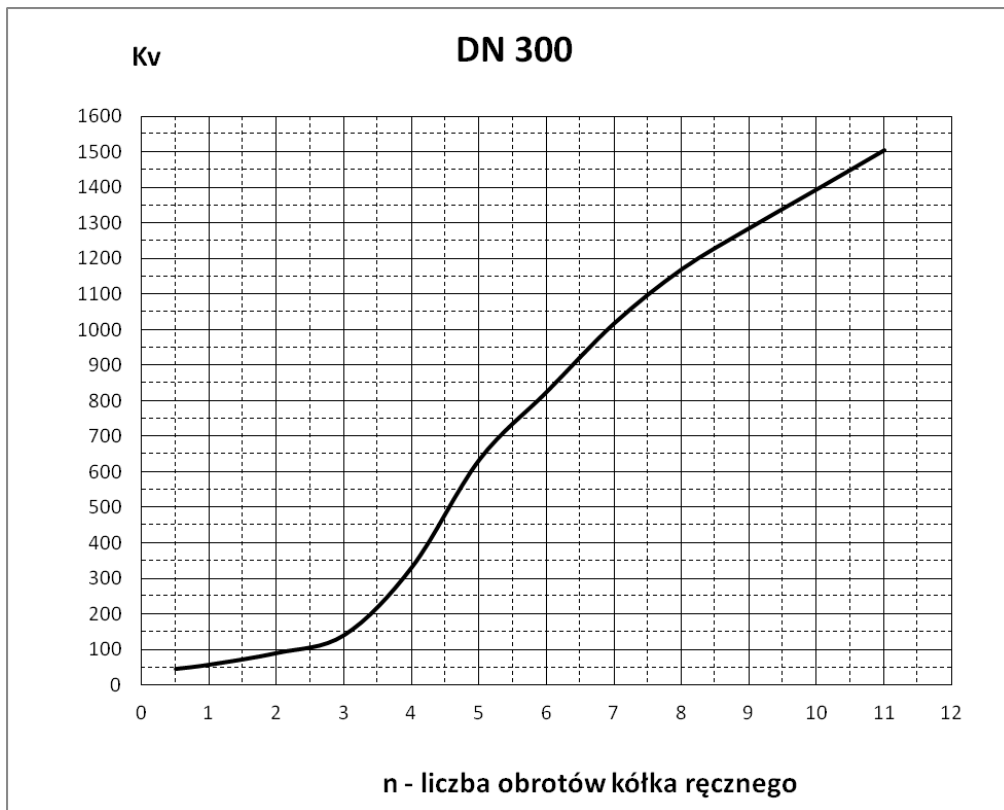
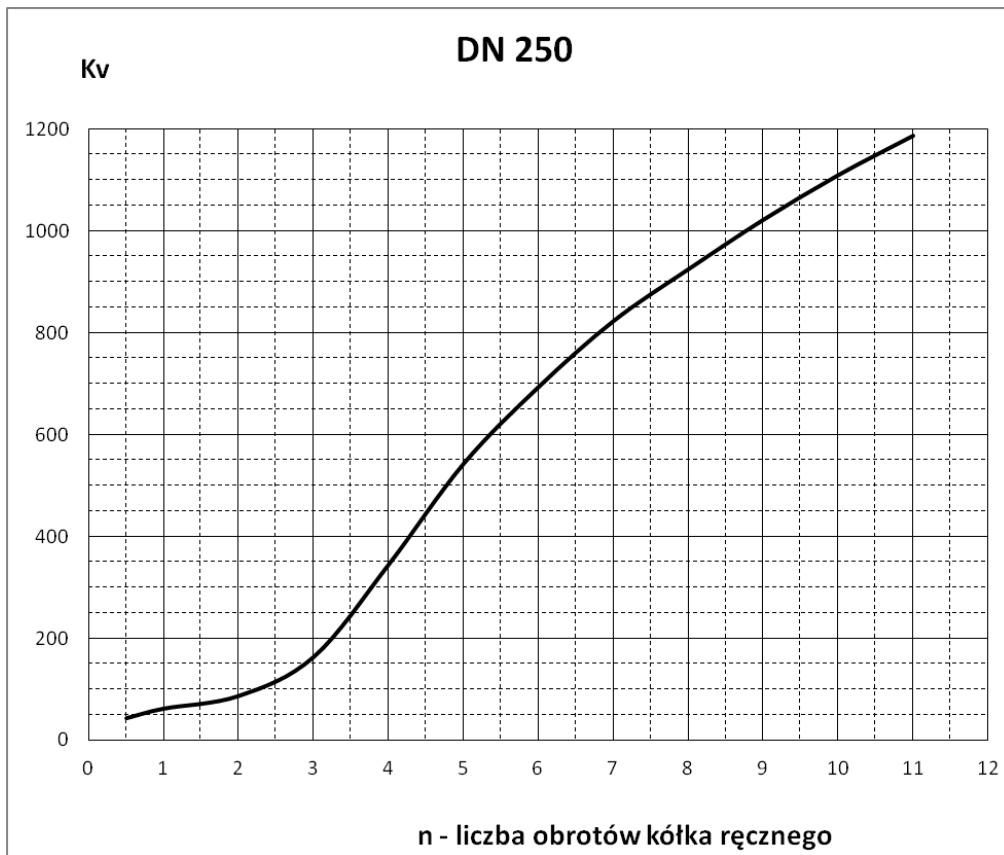


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN150 i DN200

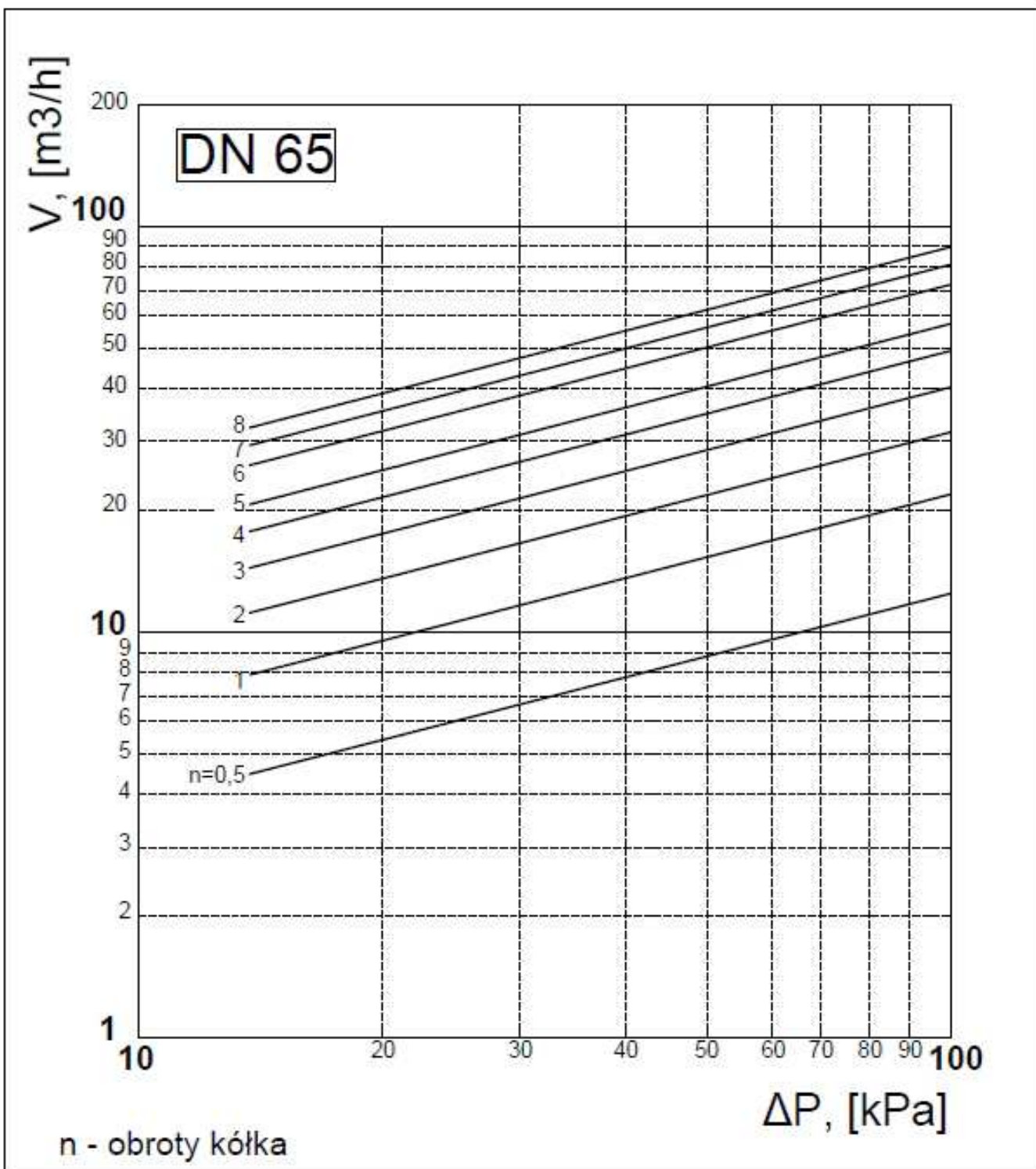




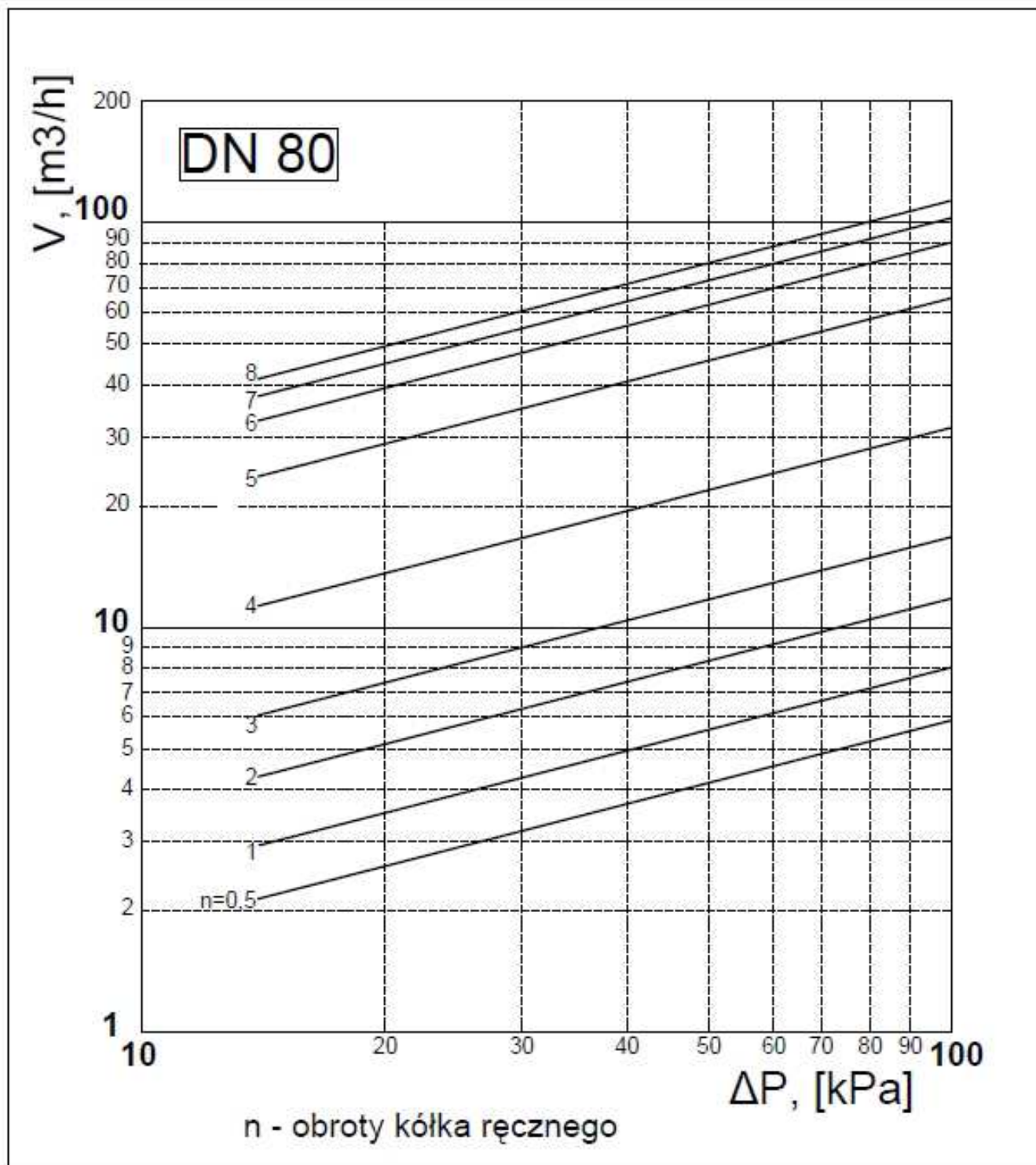
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN250 i DN300



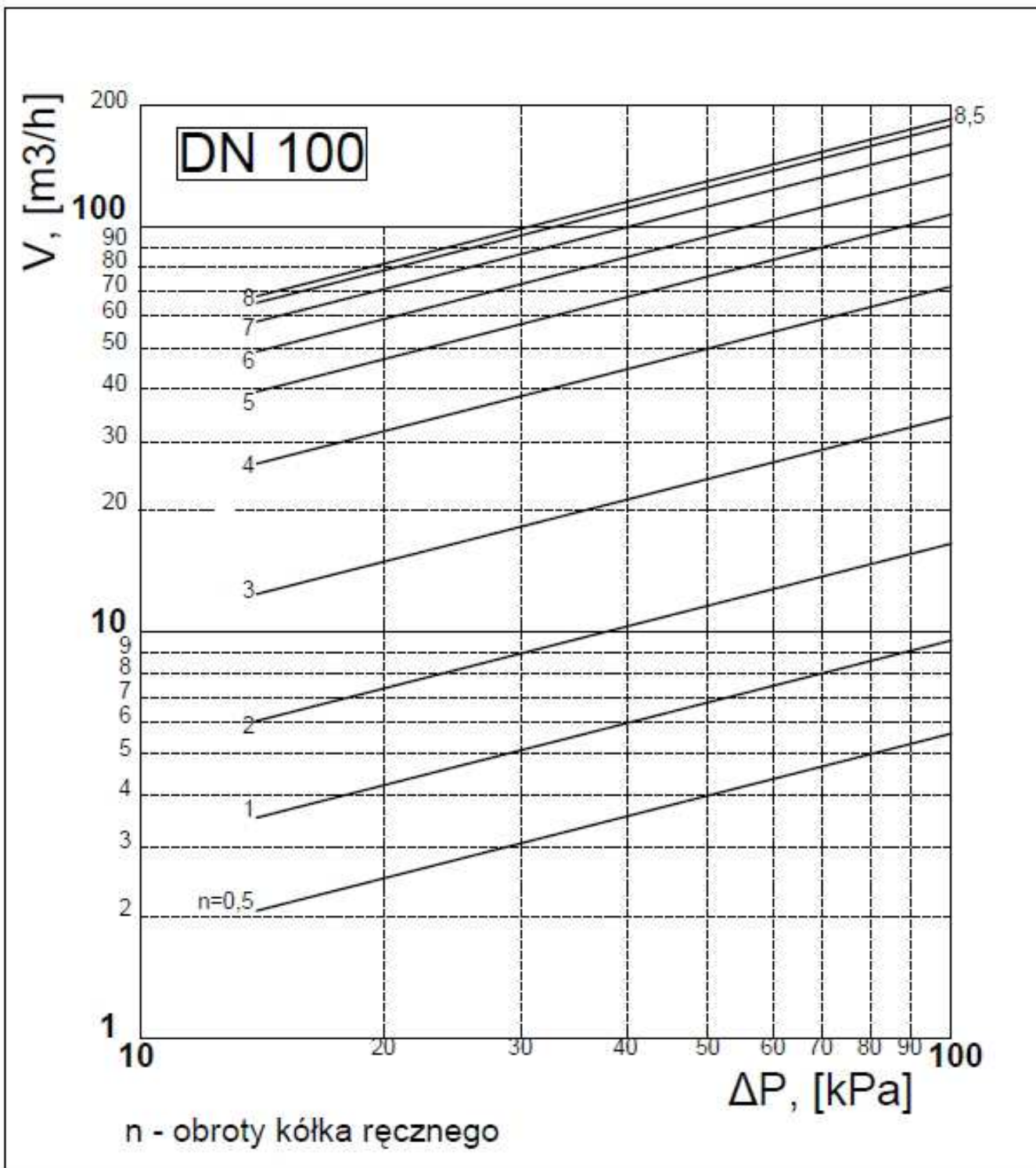
Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN65 (woda)



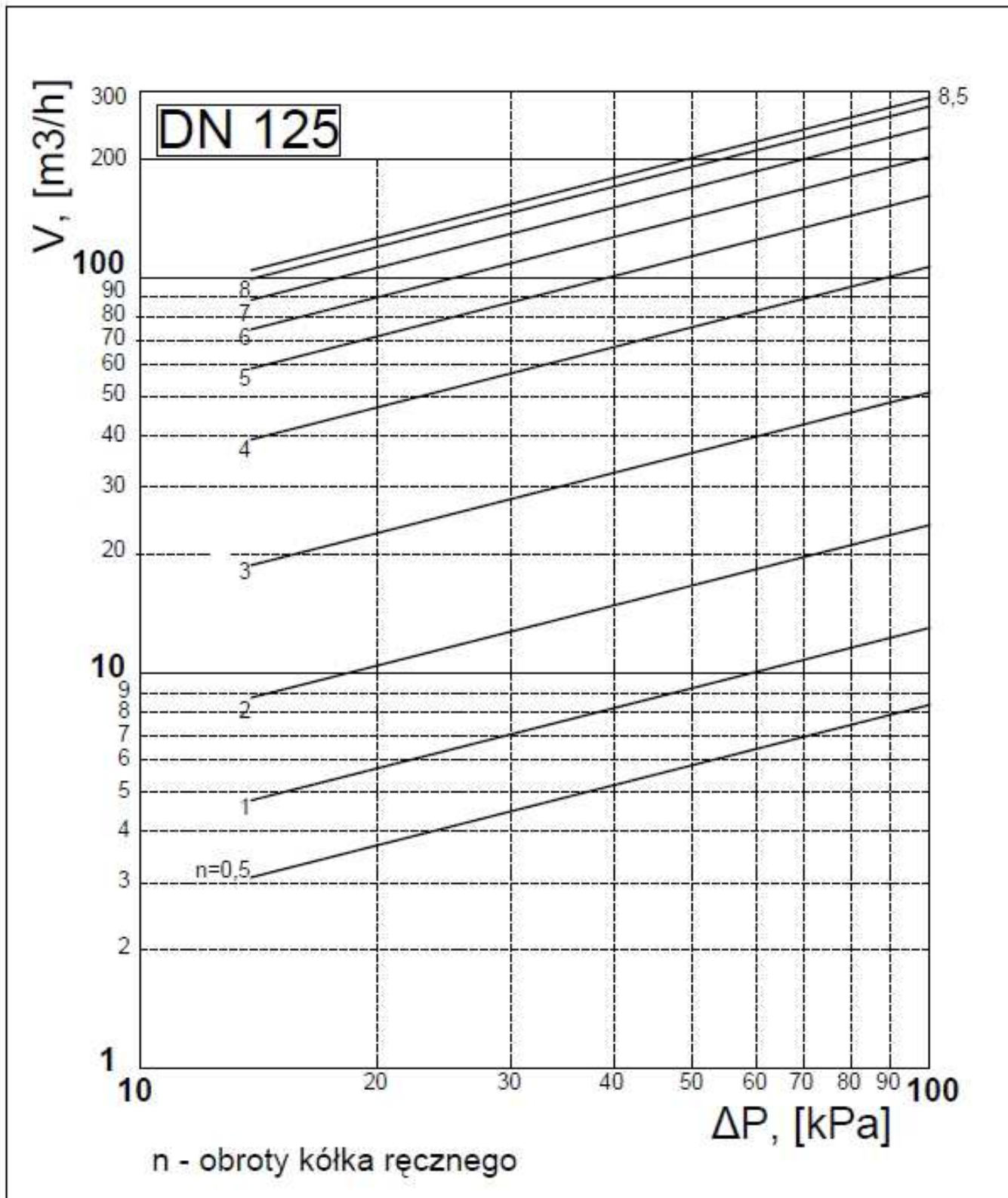
Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN80 (woda)



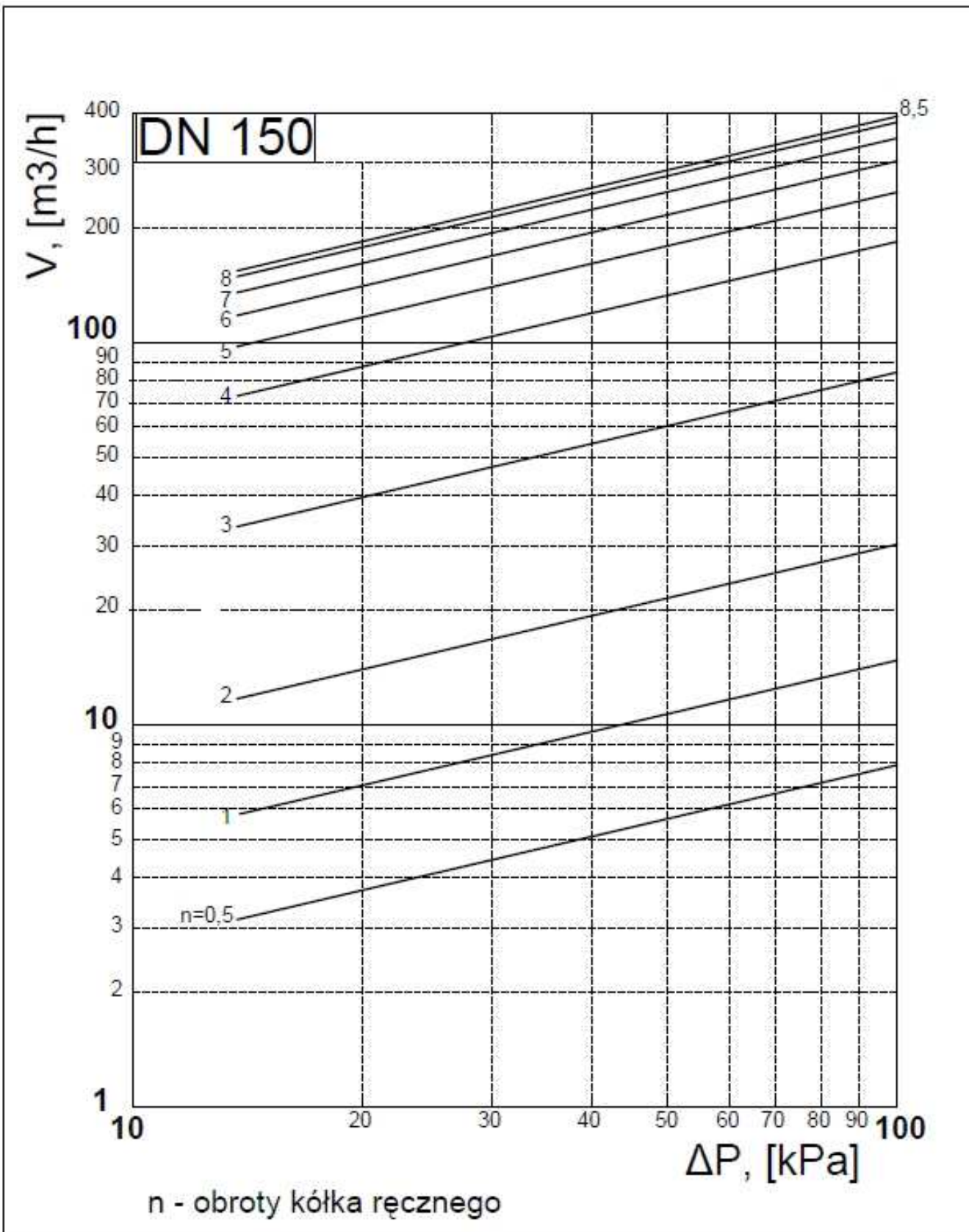
Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN100 (woda)



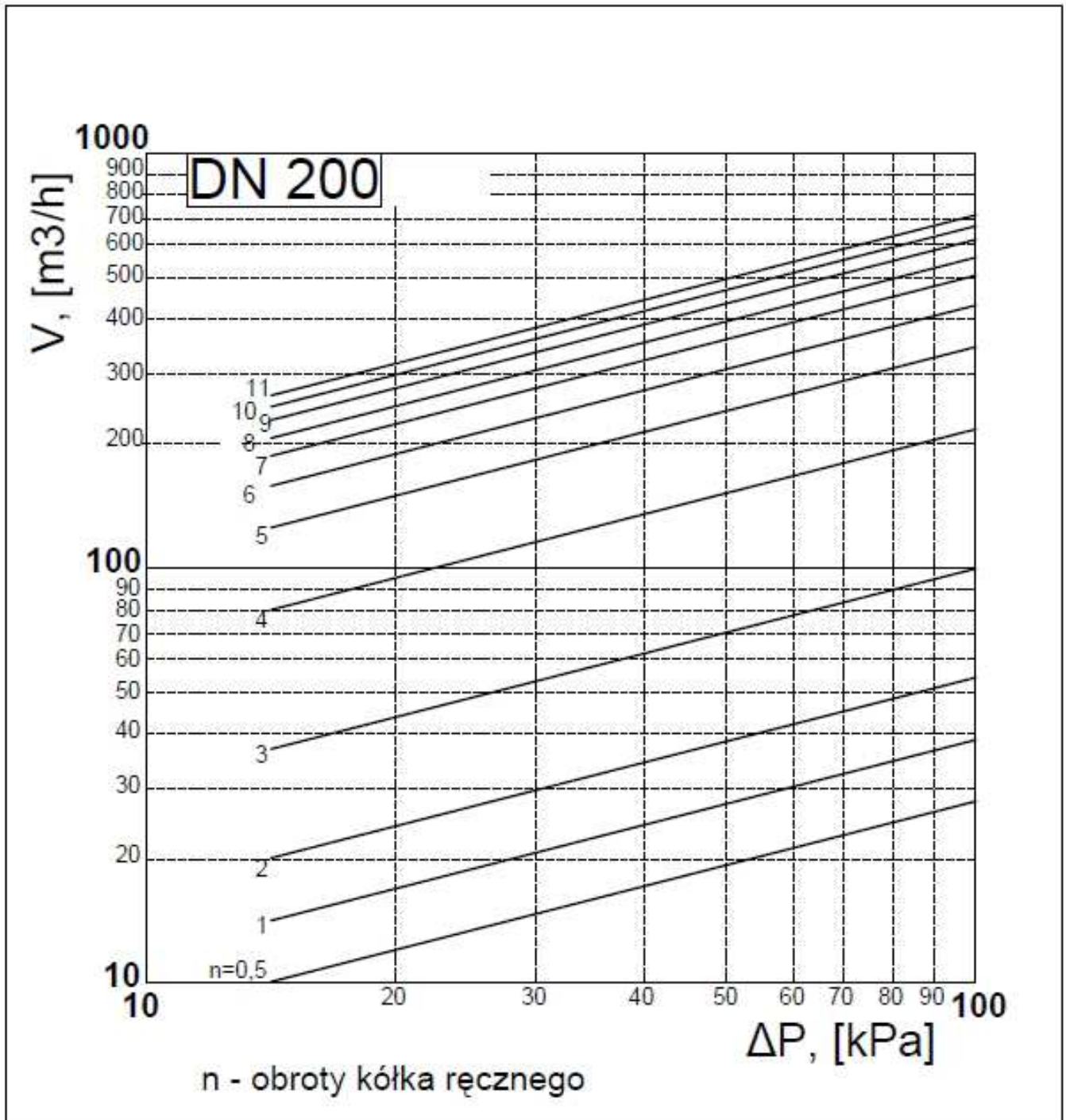
Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN125 (woda)



Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN150 (woda)

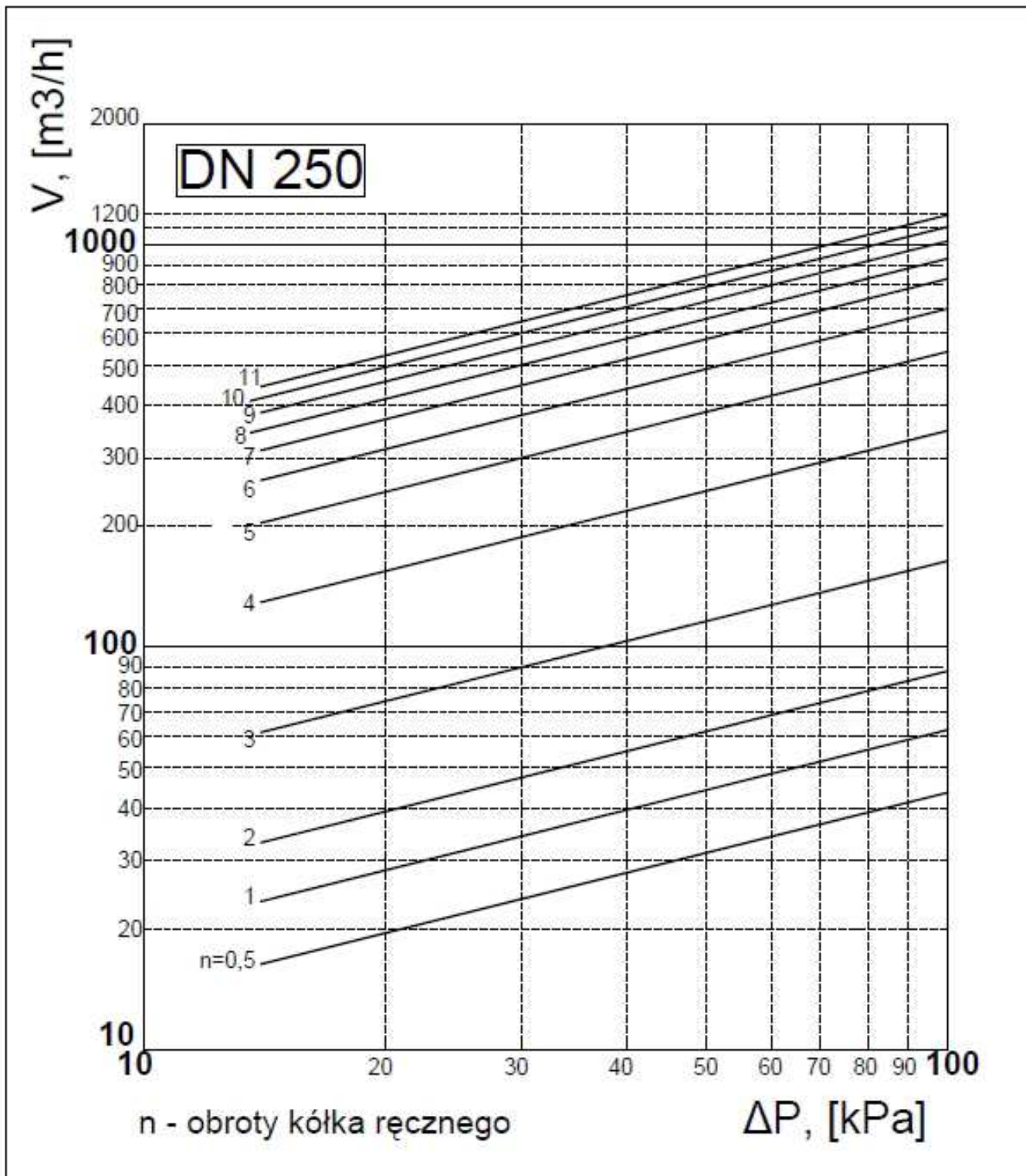


Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN200 (woda)

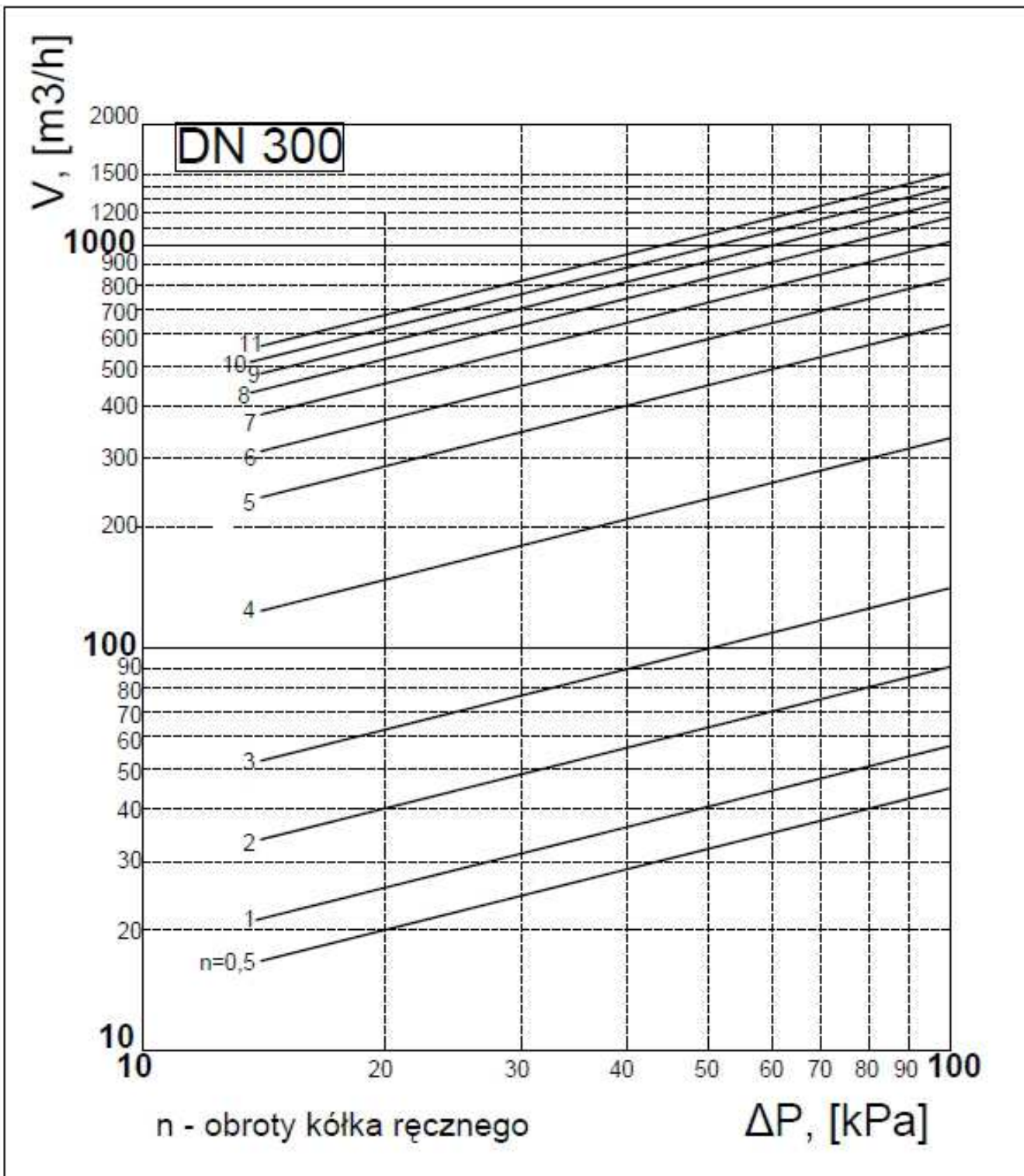




Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN250 (woda)

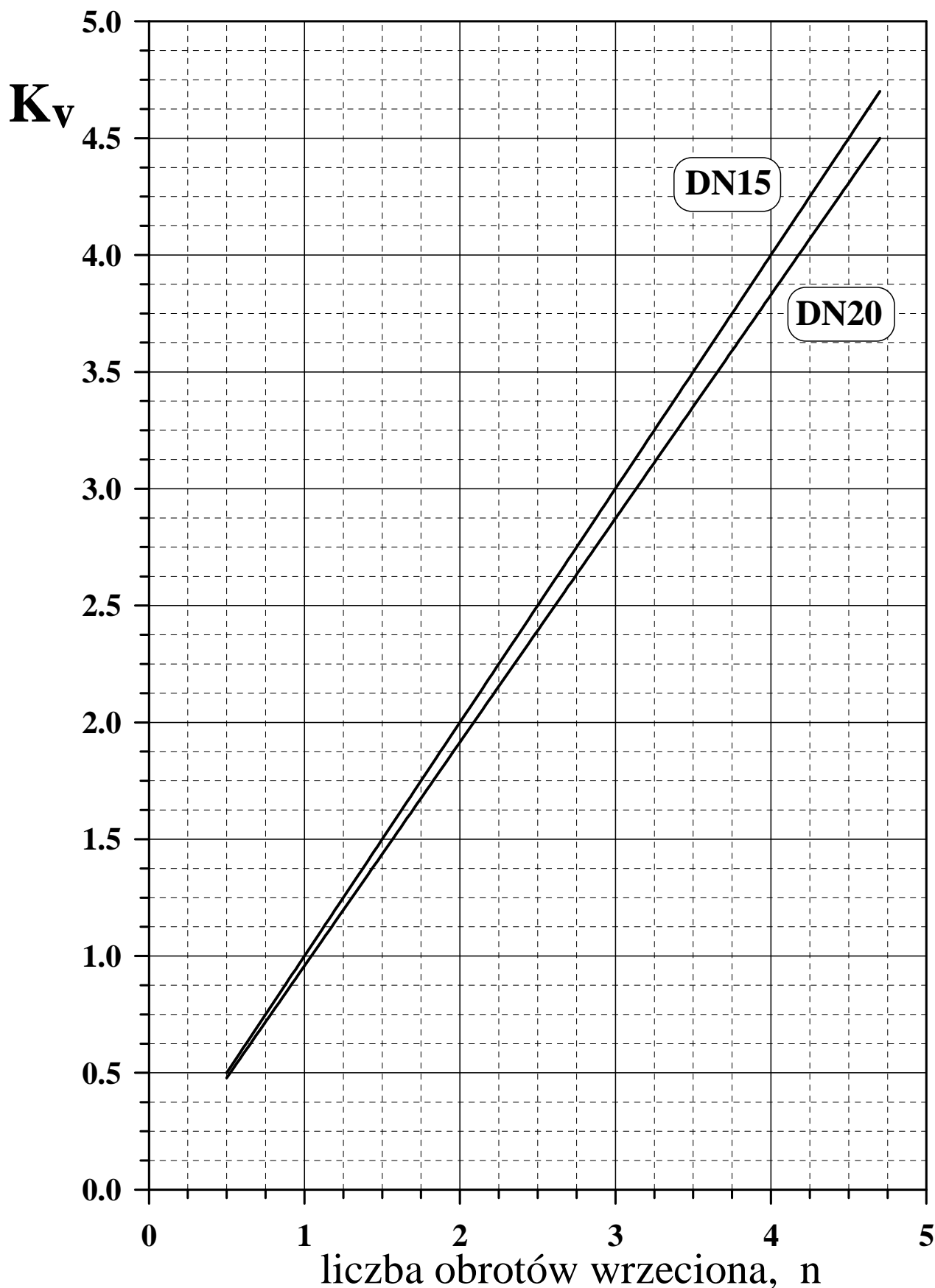


Charakterystyka hydrauliczna zaworu DN300 (woda)



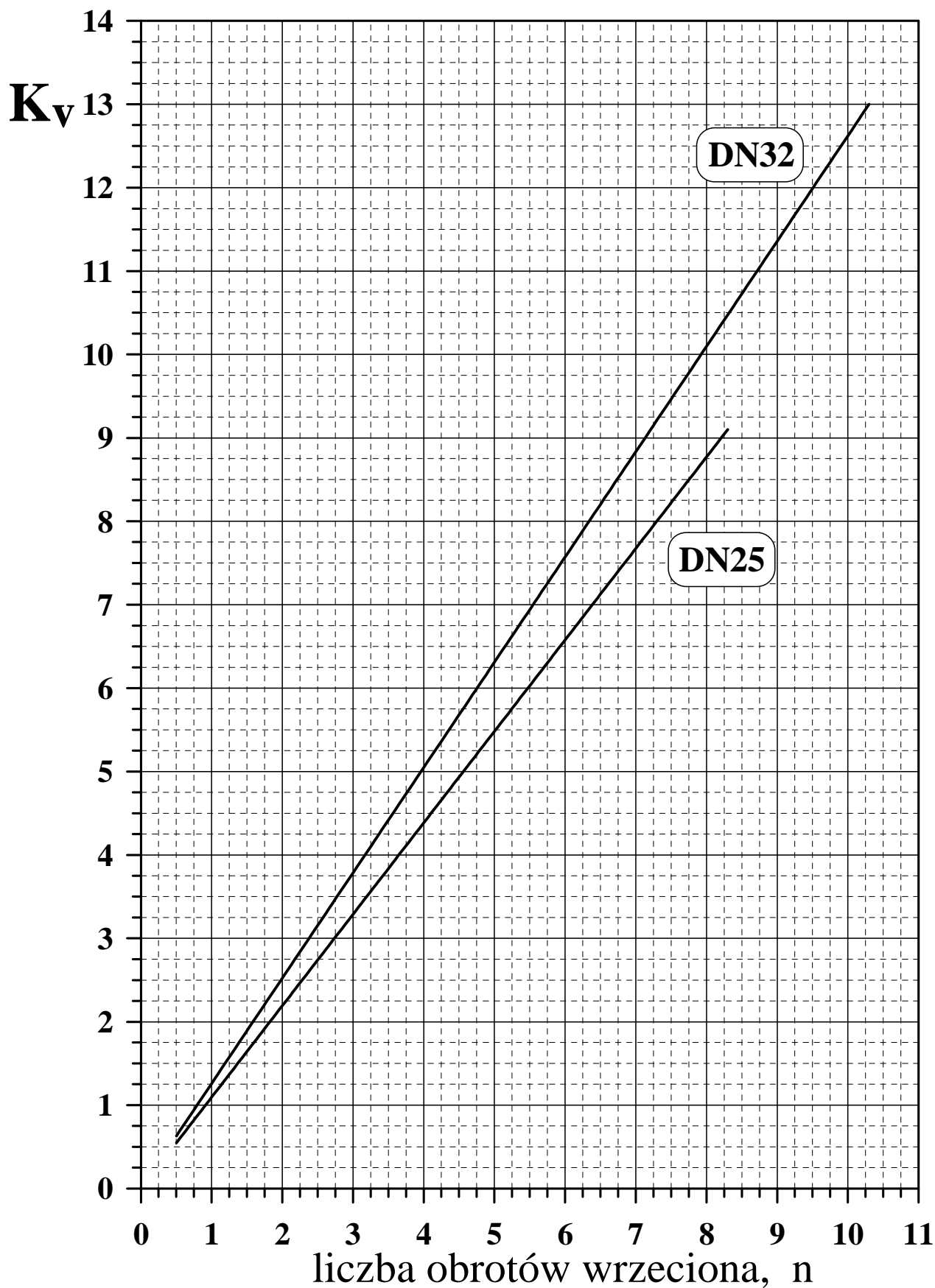


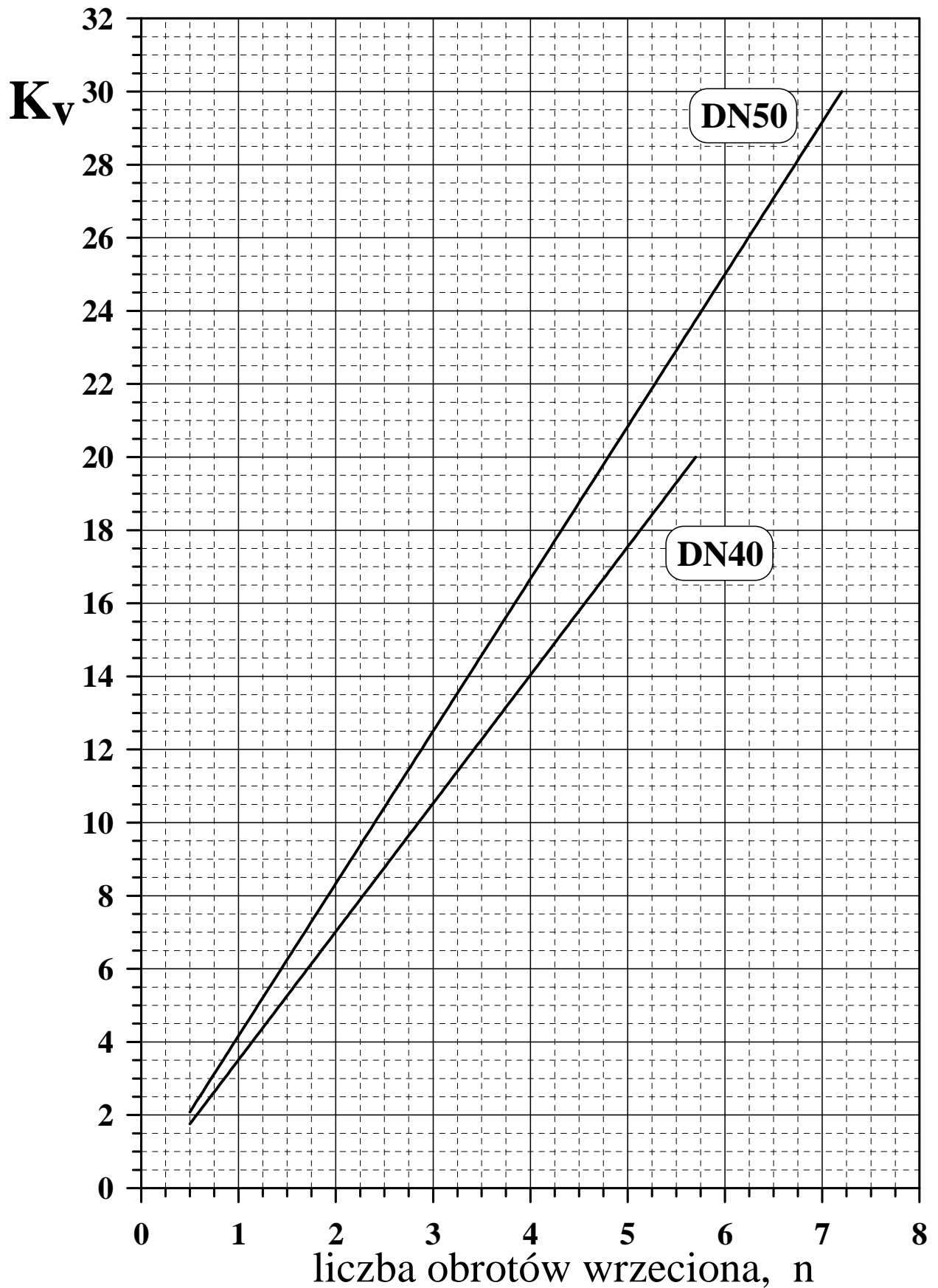
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN15 i DN20.



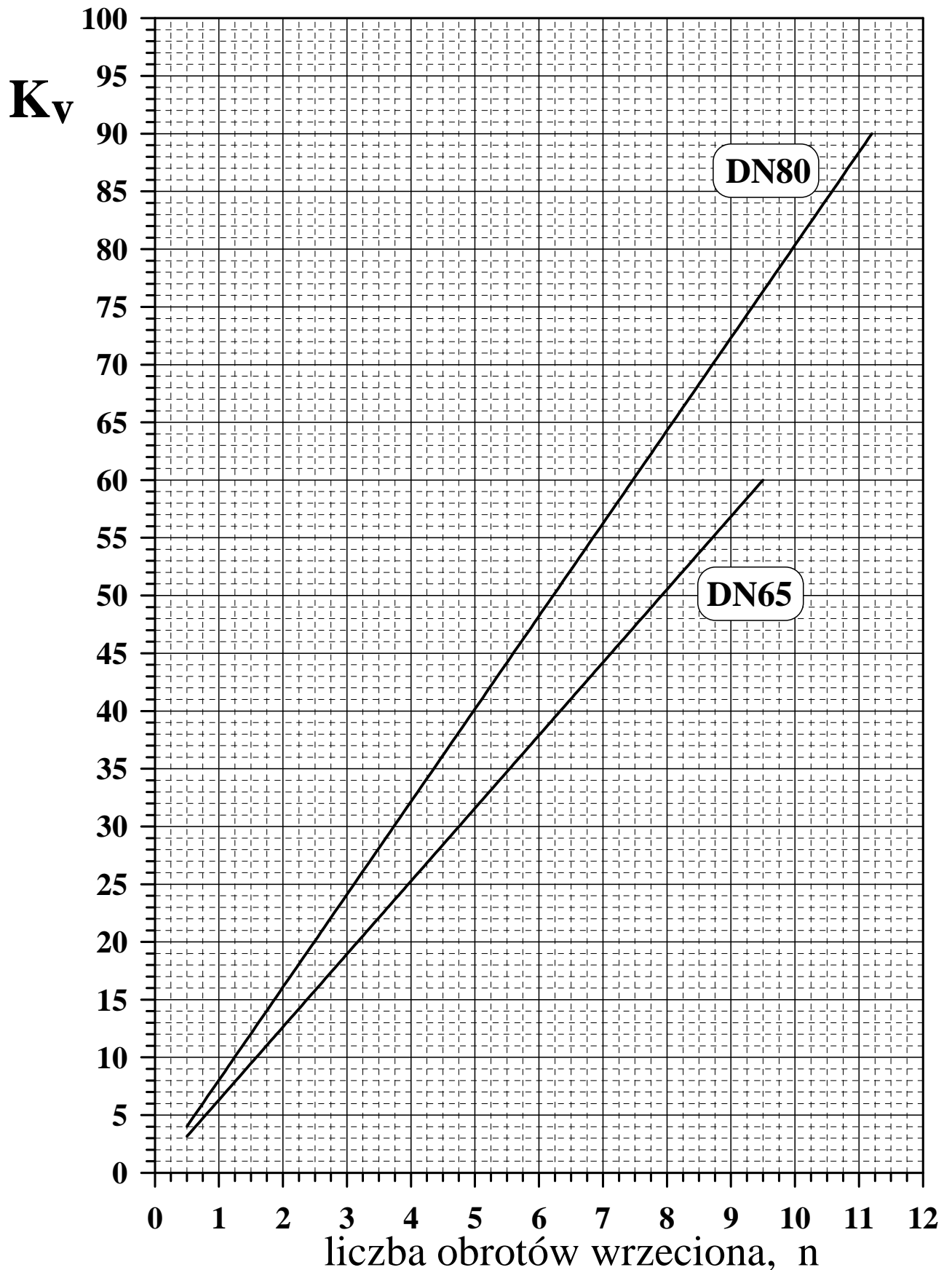


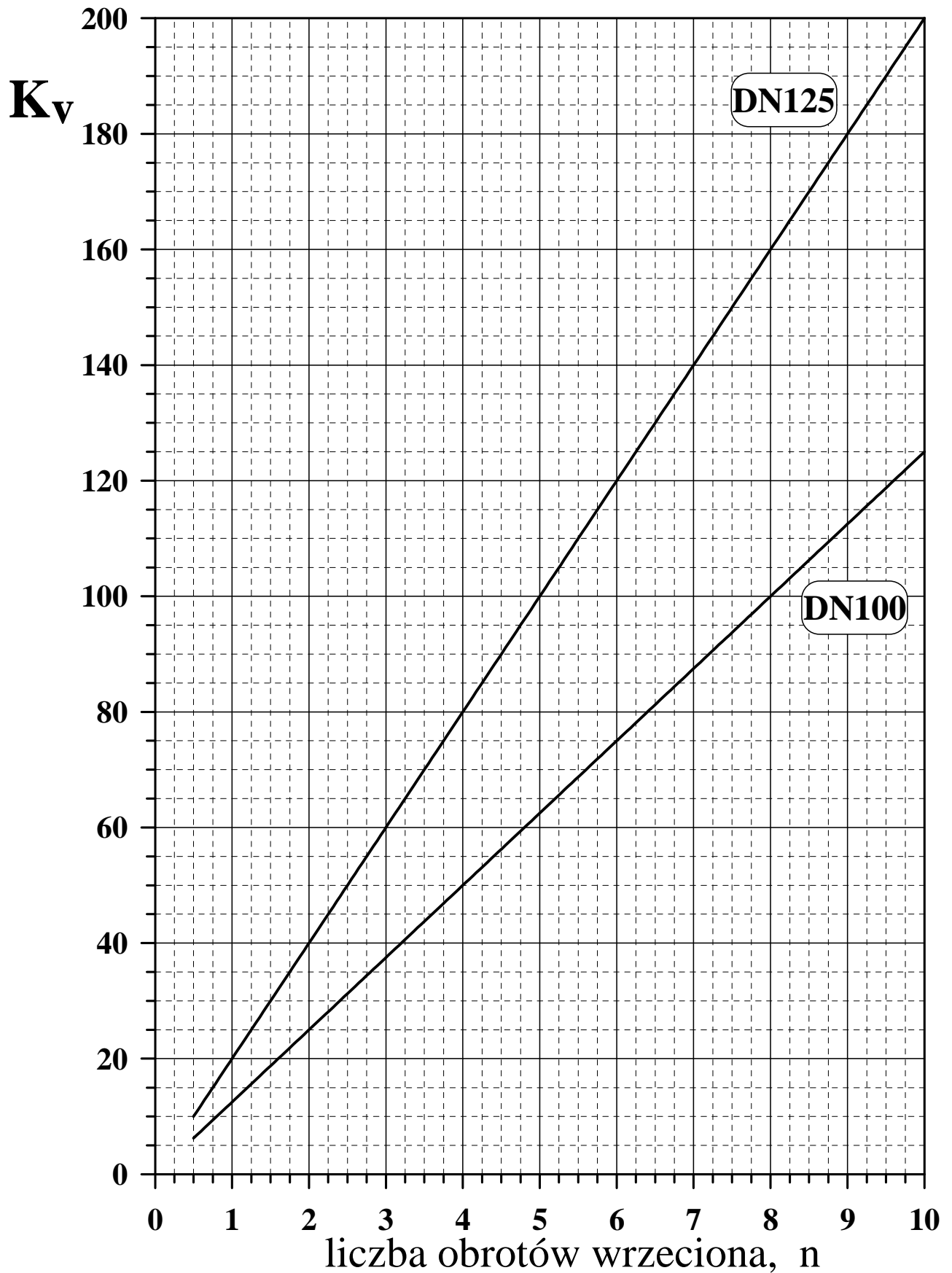
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN25 i DN32.



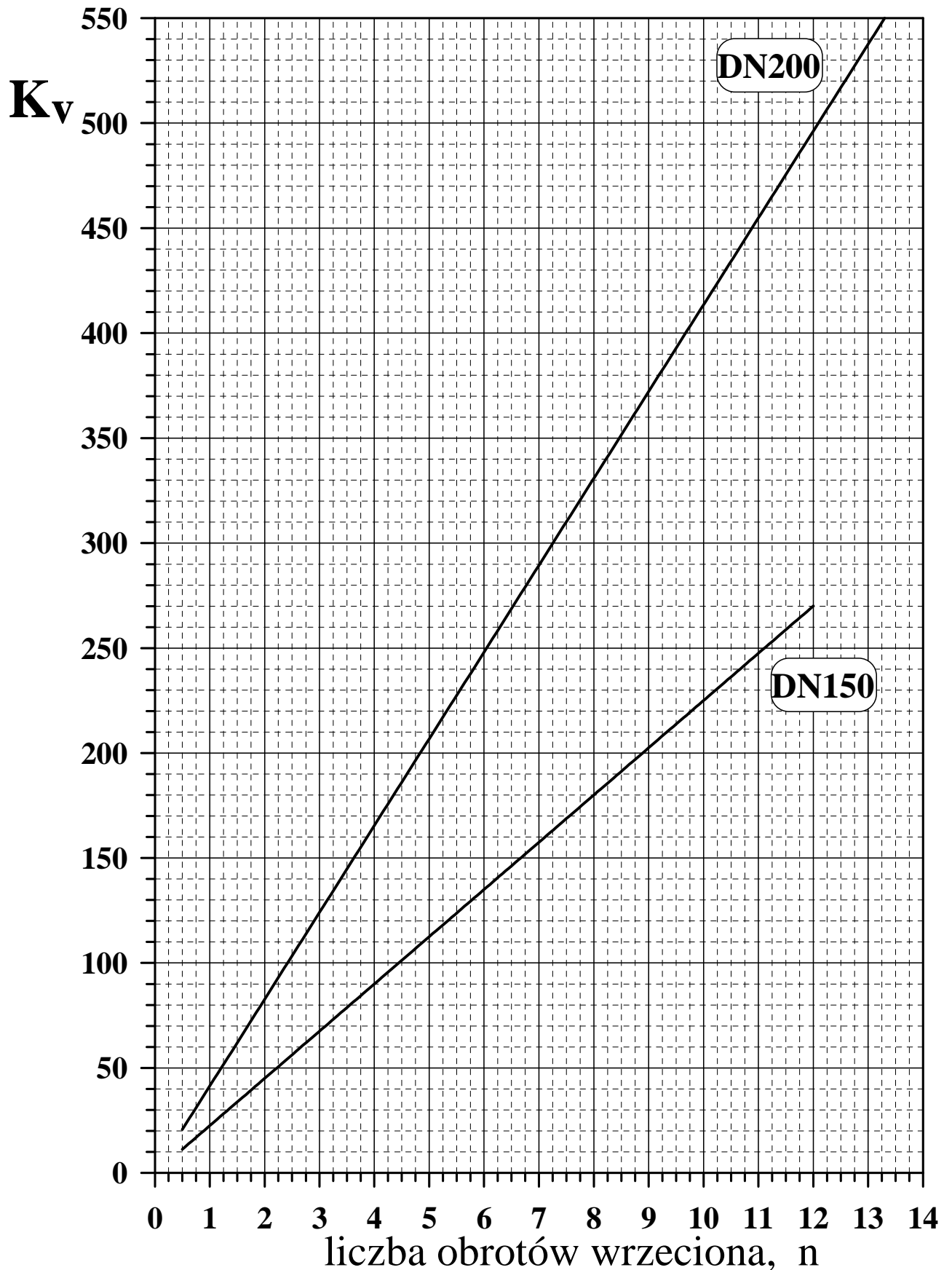
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN40 i DN50.

Współczynnik przepływu K_v zaworów DN65 i DN80.

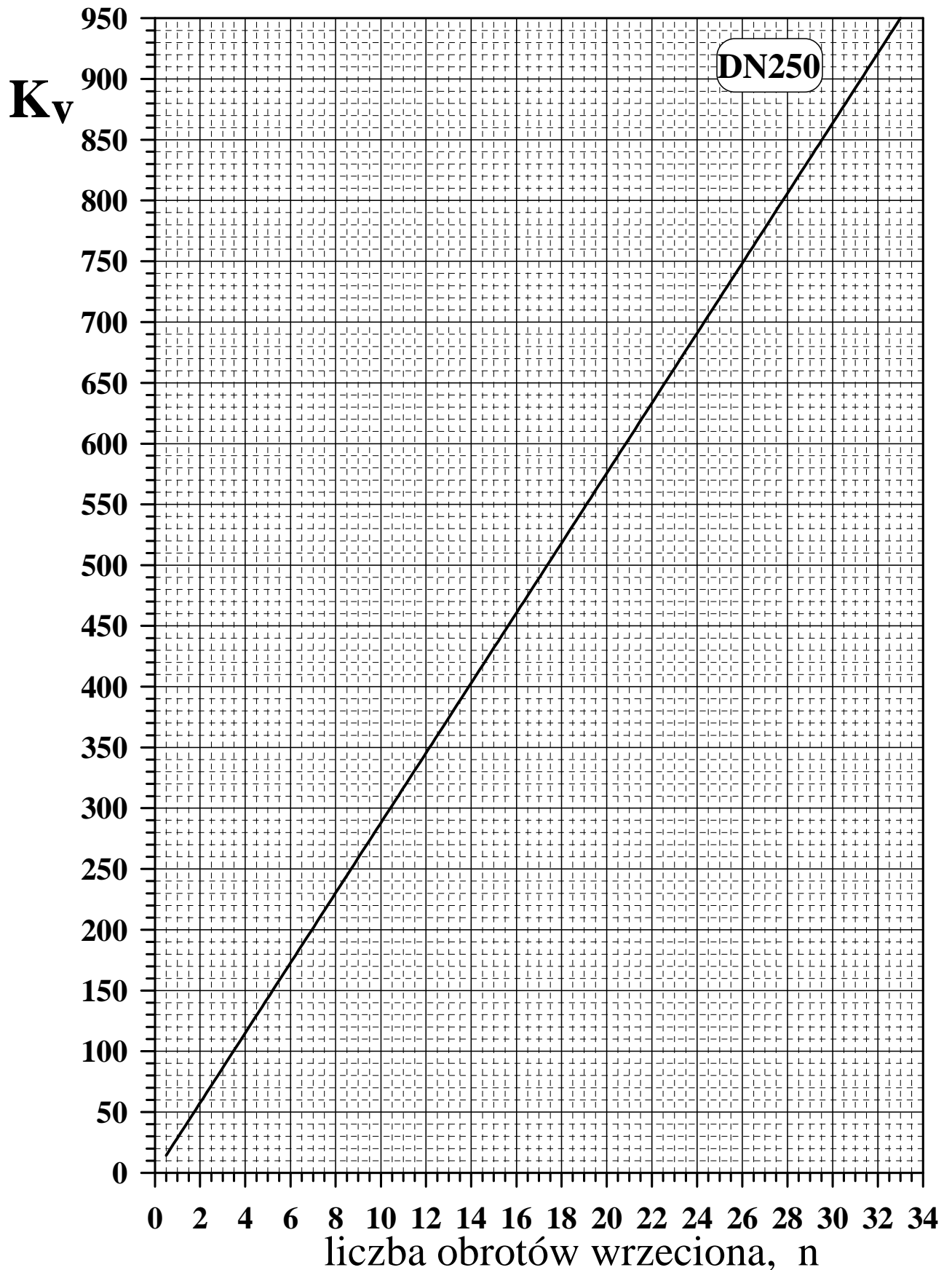


Współczynnik przepływu K_v zaworów DN100 i DN125.

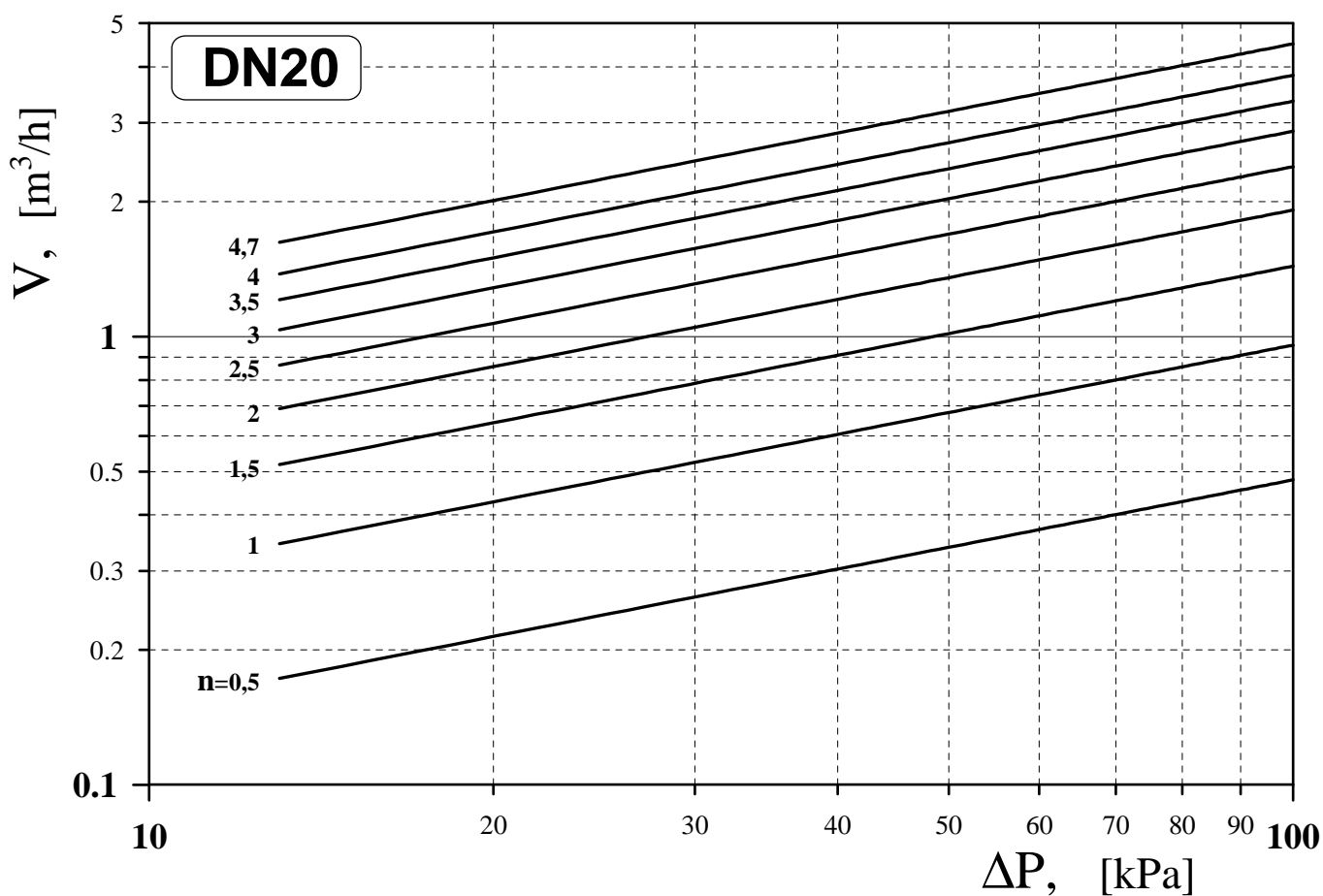
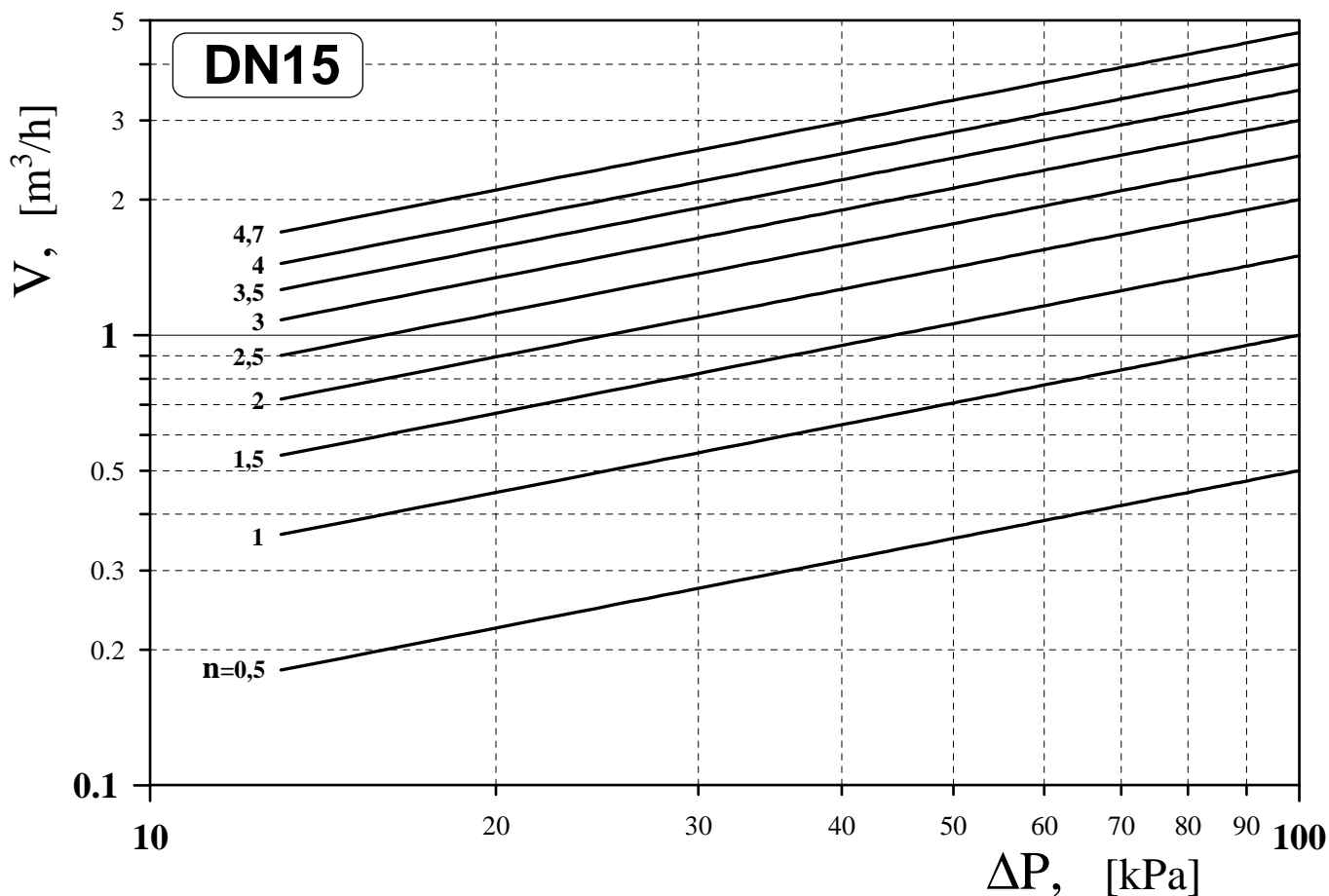
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN150 i DN200.



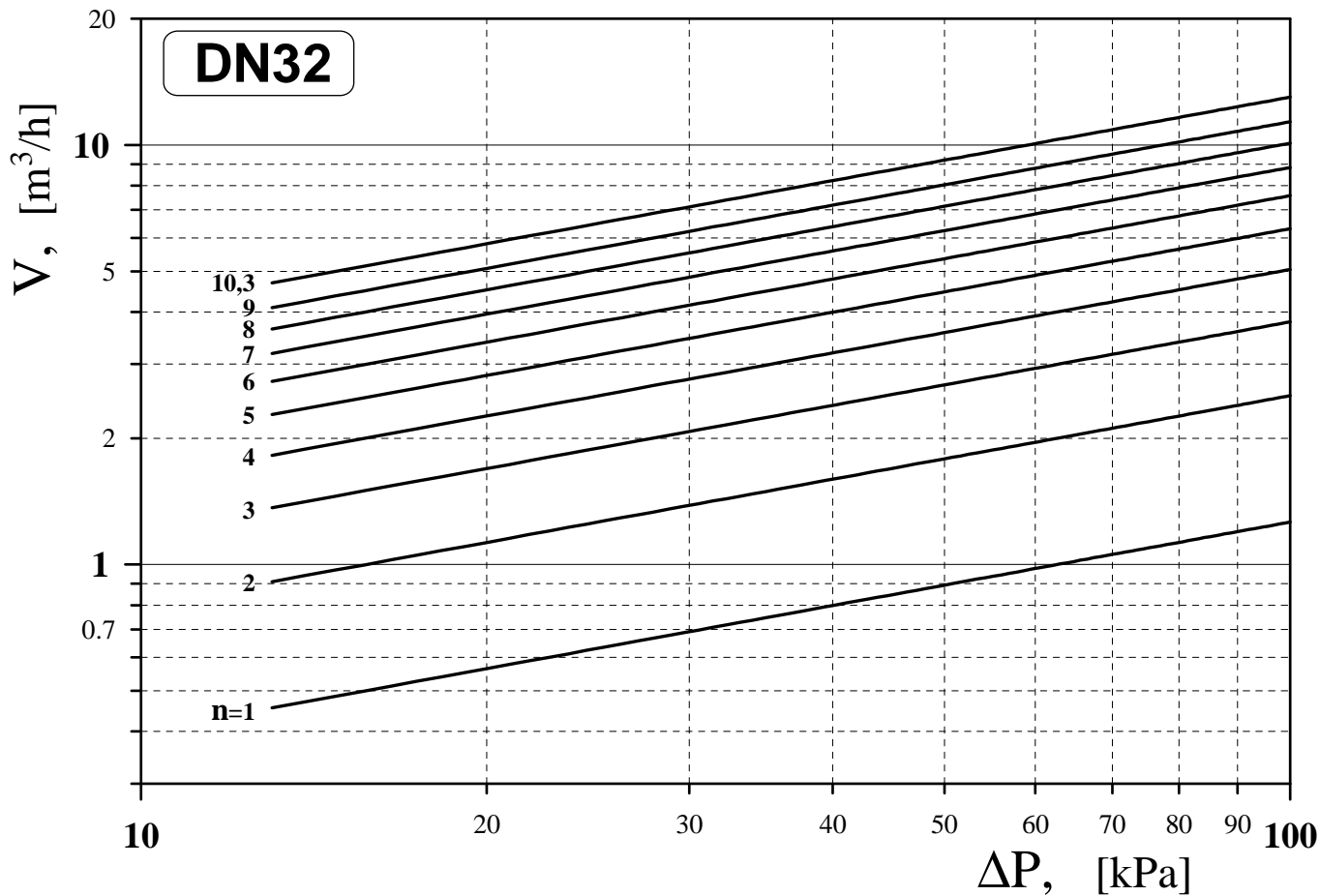
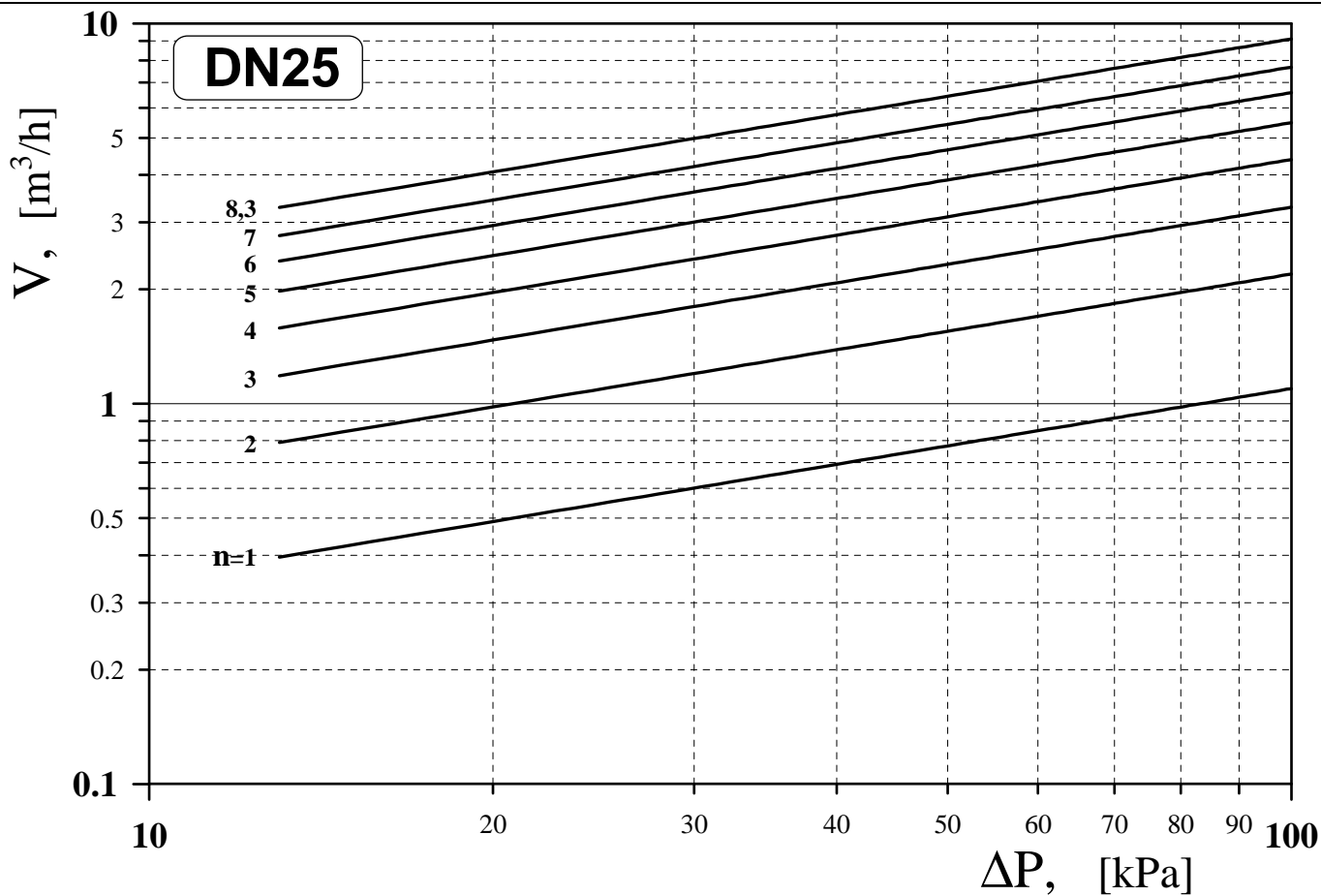
Współczynnik przepływu K_v zaworów DN250.



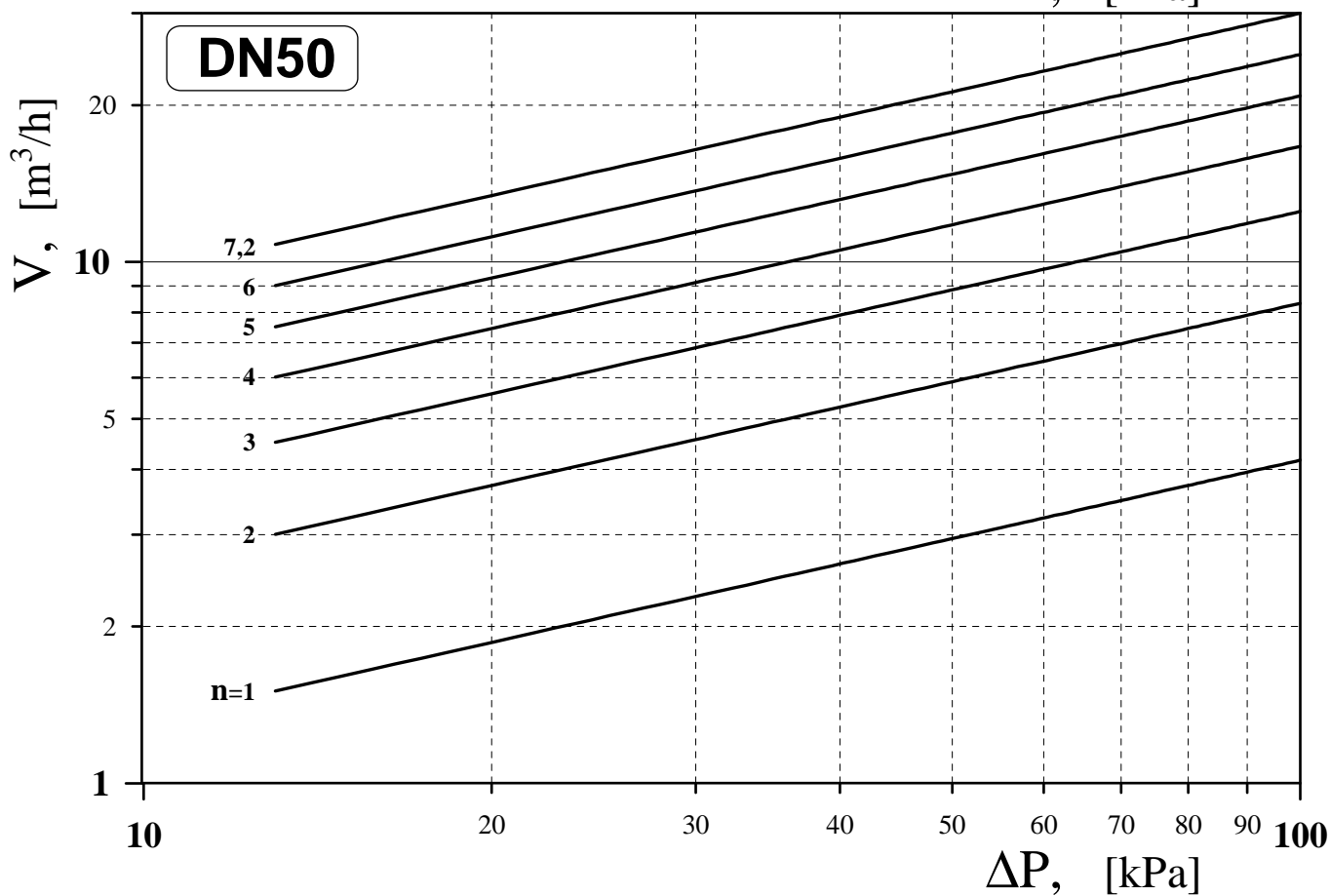
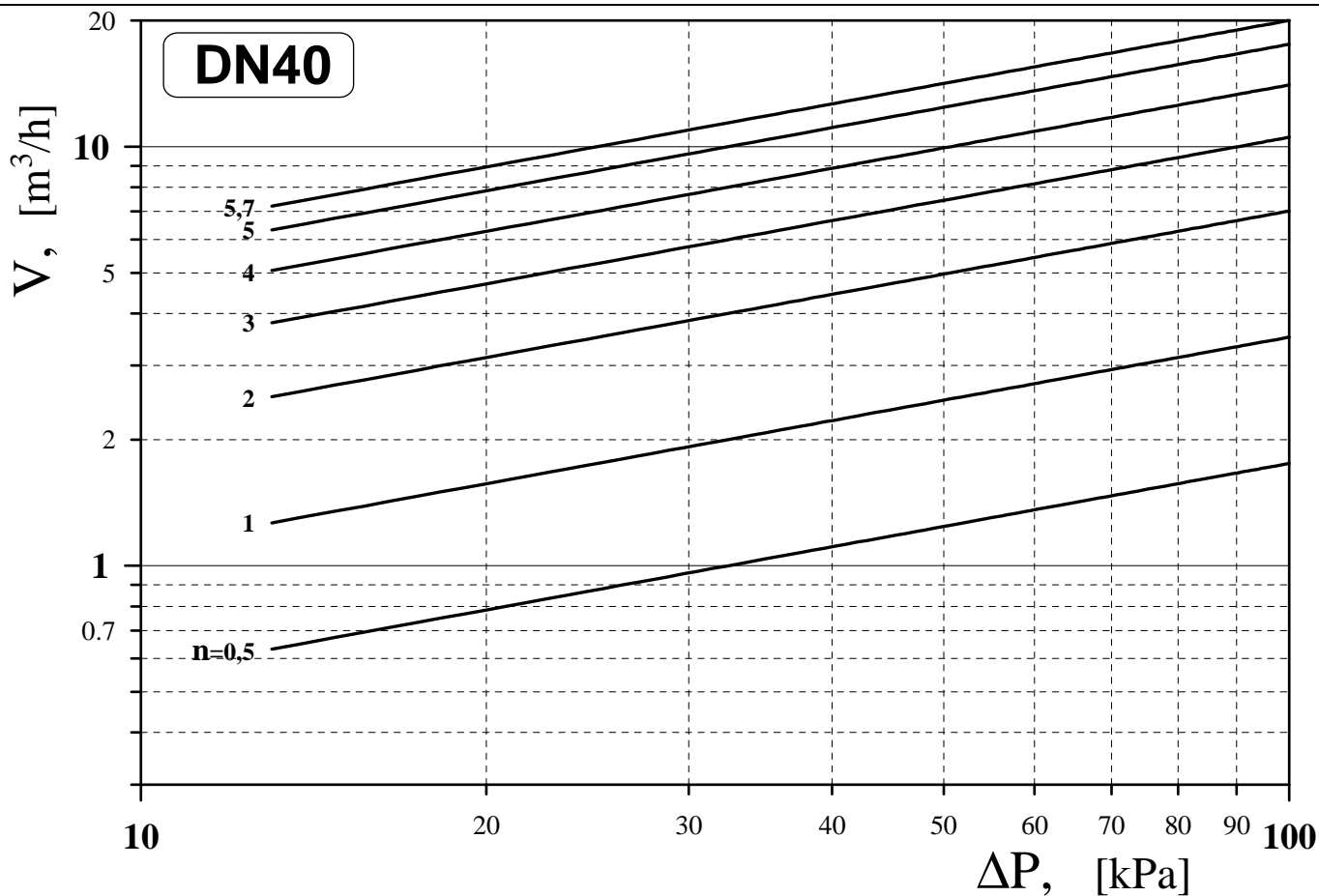
Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN15 i DN20 (woda)



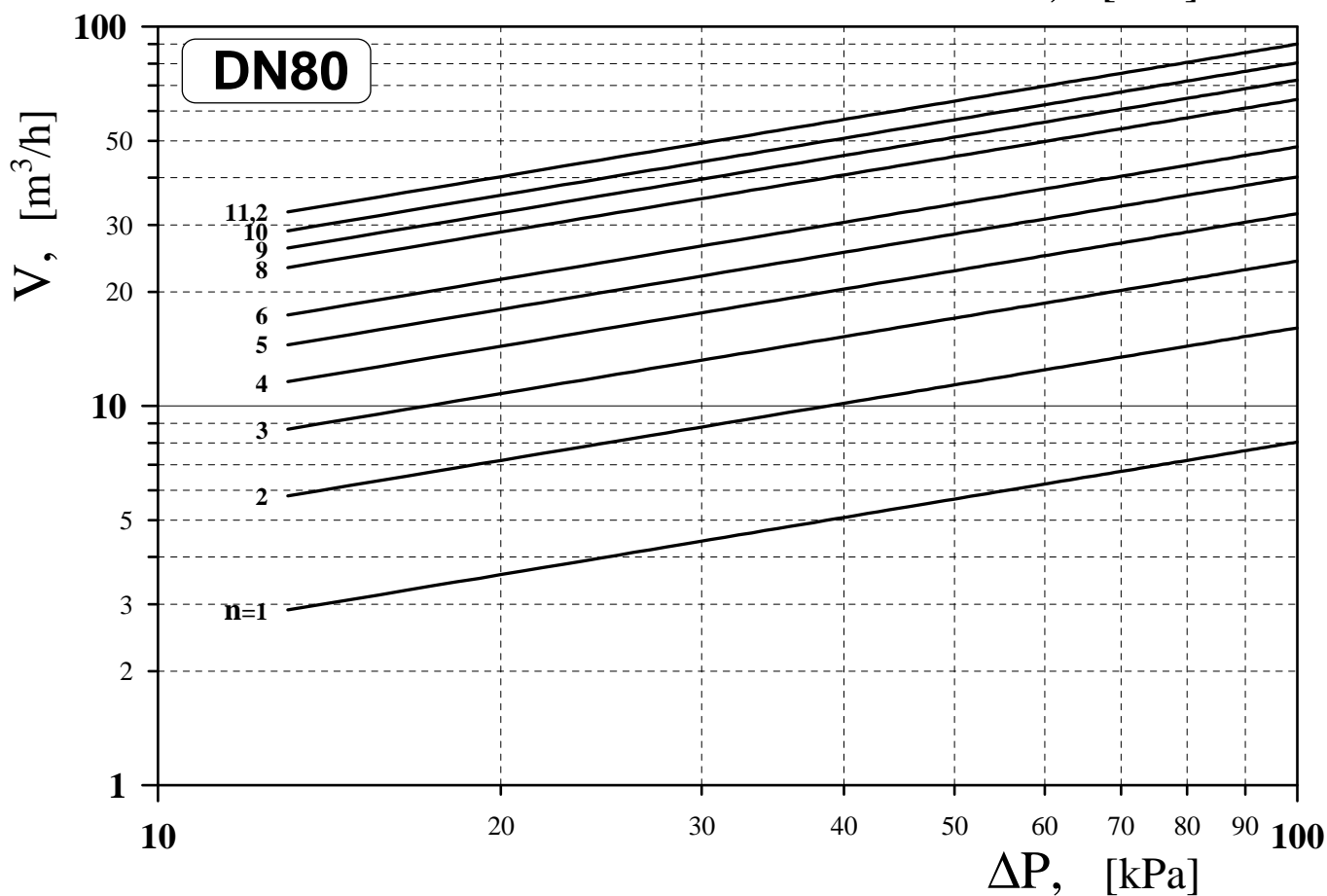
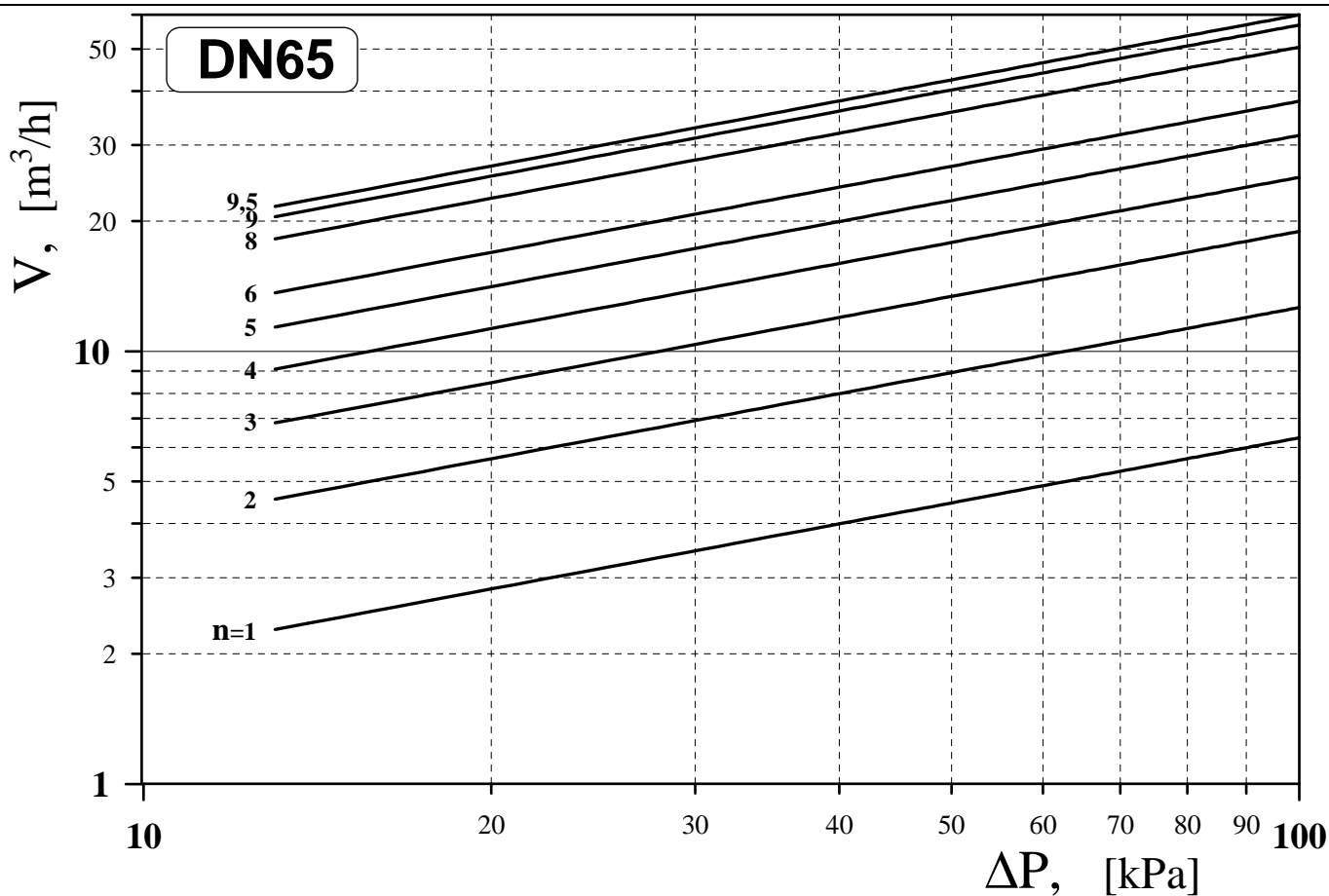
Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN25 i DN32 (woda)



Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN40 i DN50 (woda)

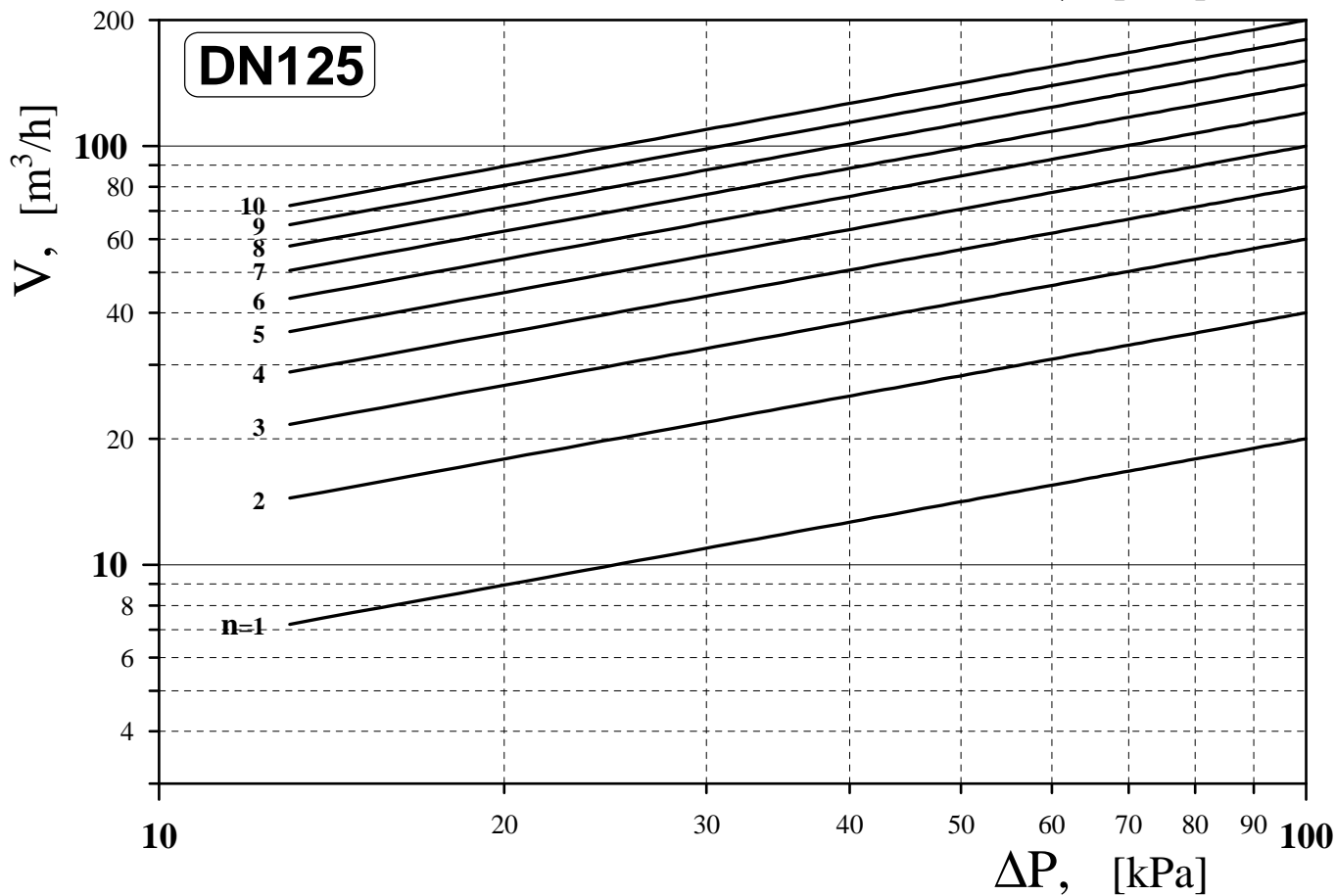
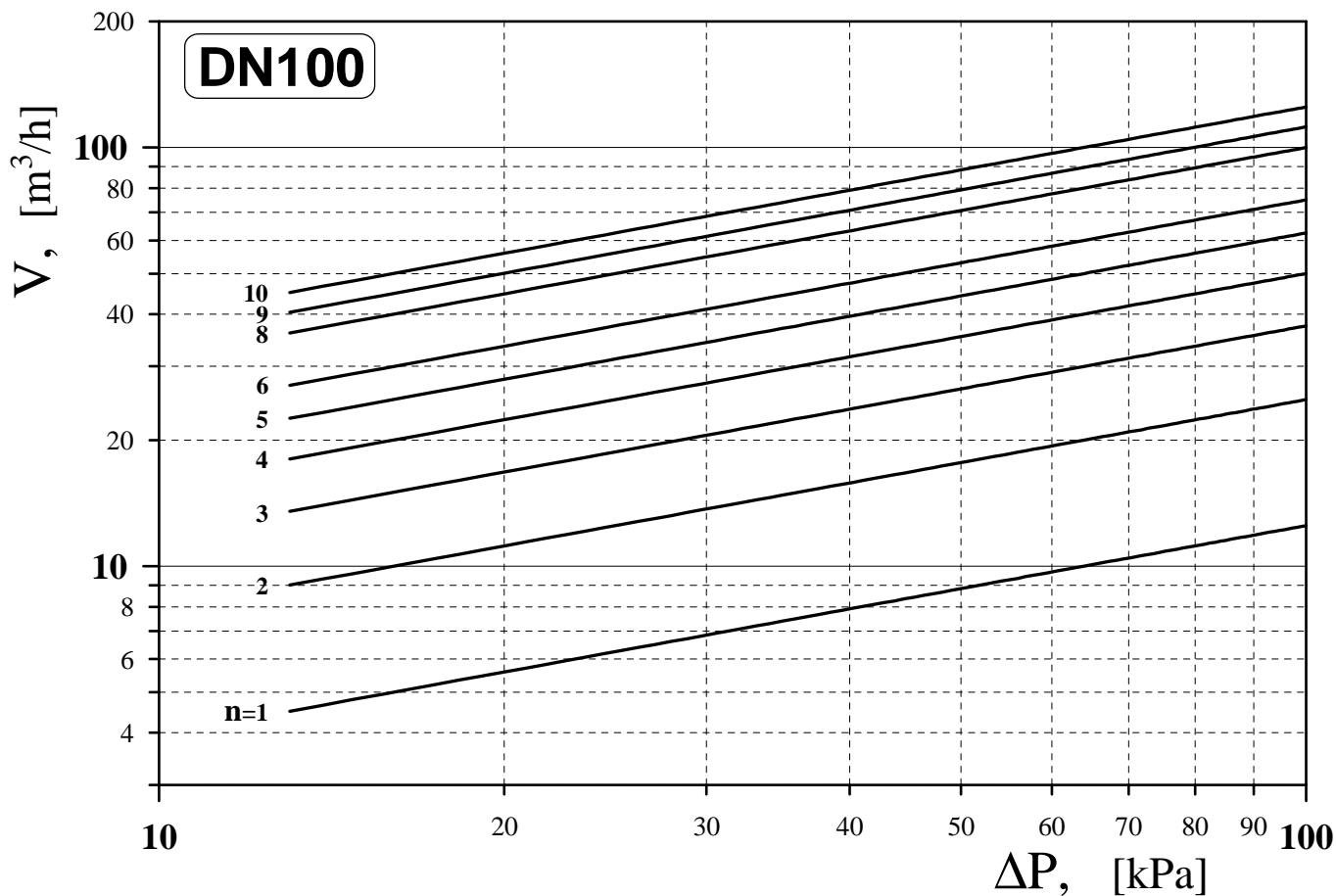


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN65 i DN80 (woda)



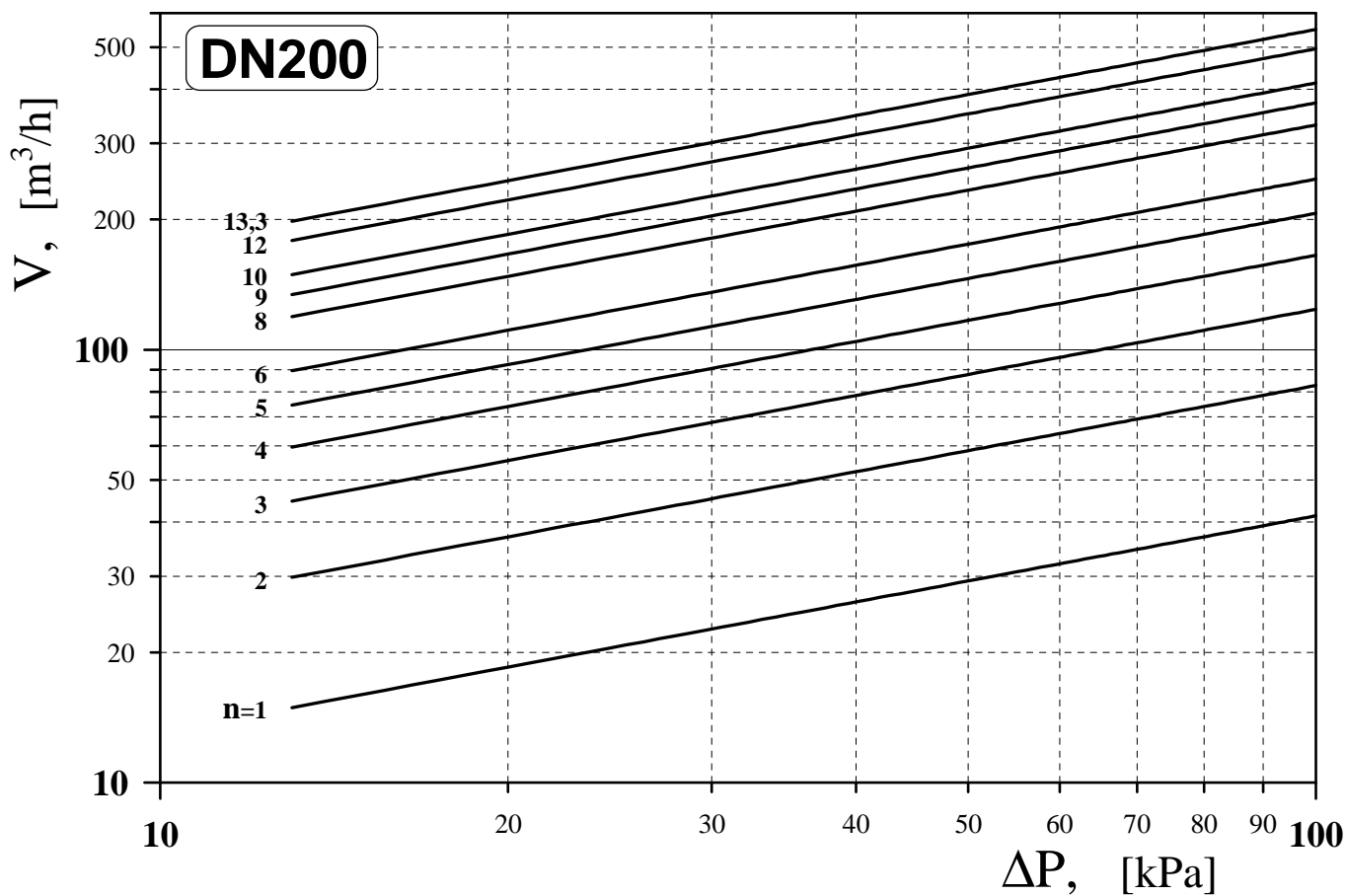
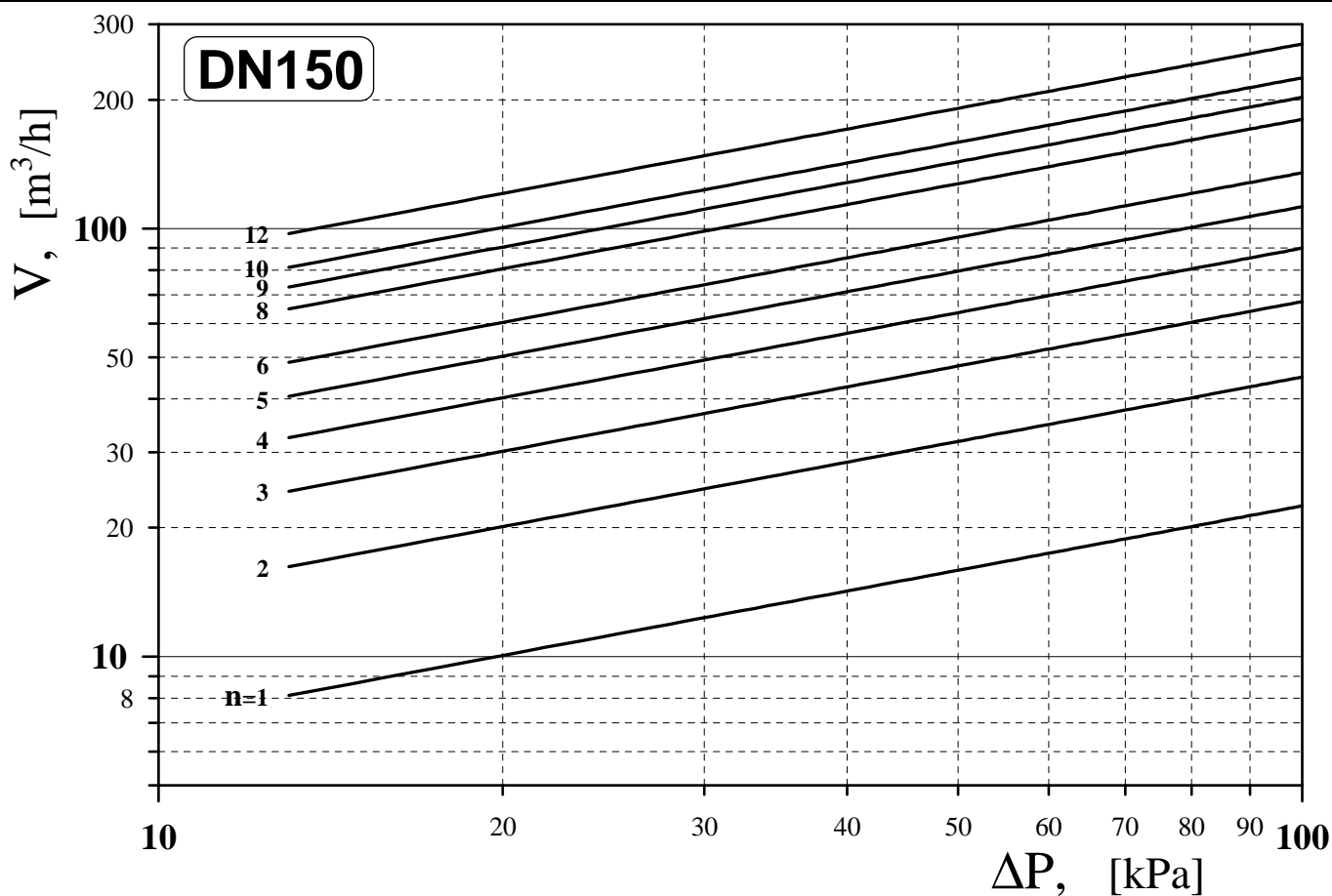


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN100 i DN125 (woda)



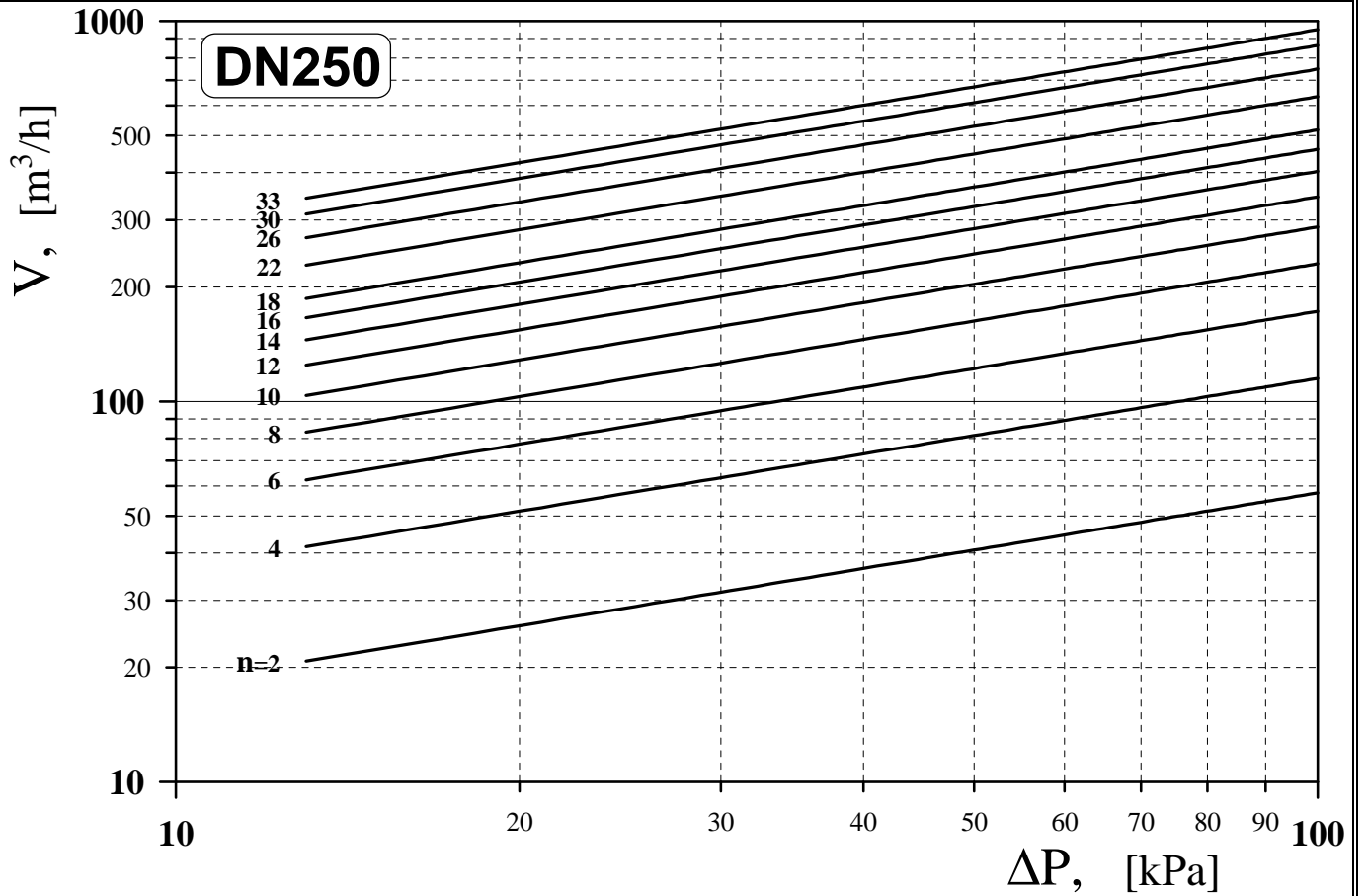


Charakterystyki hydrauliczne zaworów DN150 i DN200 (woda)





Charakterystyki hydrauliczne zaworu DN250 (woda)





Ogólne dane ilościowe dla typoszeregu zaworów

wymiar nominalny	K_{vsig} (m ³ /h/bar)	K_v (m ³ /h/bar)	HLF (-)	K (-)
1/2"	2,80	1,92	2,14	29,3
3/4"	5,33	3,66	2,12	26,5
1"	9,72	6,25	2,42	22,8
1 1/4"	20,25	12,64	2,57	16,9
1 1/2"	30,23	19,65	2,37	12,8
2"	55,07	29,59	3,46	14,6

$$\text{Strumień płynu płynącego przez zawór, [l/s]: } v = \frac{K_{vsig} \sqrt{\Delta P_{sig}}}{36}$$

$$\text{Spadek ciśnienia (zawór w pełni otwarty), [kPa]: } \Delta P = HLF \cdot \Delta P_{sig}$$

$$\text{Spadek ciśnienia (zawór w pełni otwarty), [mH}_2\text{O]: } \Delta P = K \frac{v^2}{2g}$$

K_{vsig} – współczynnik przepływu określony dla elementu pomiarowego zaworu

K_v – współczynnik przepływu określony dla całego zaworu

HLF – współczynnik oporu grzyba zaworu

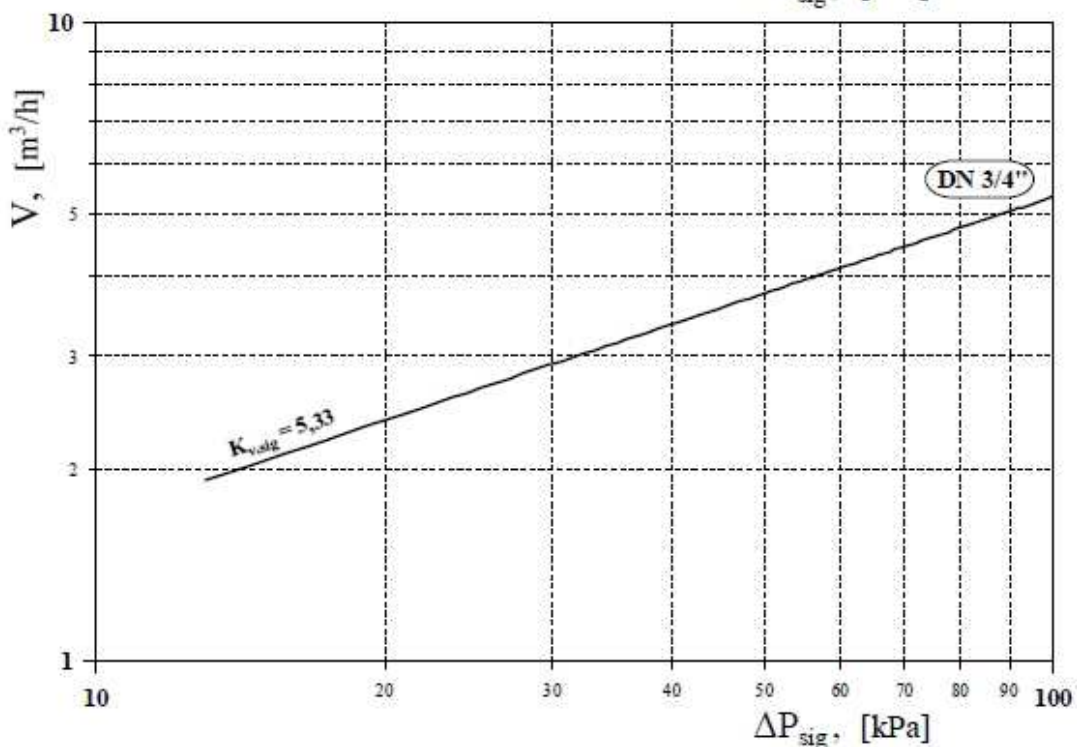
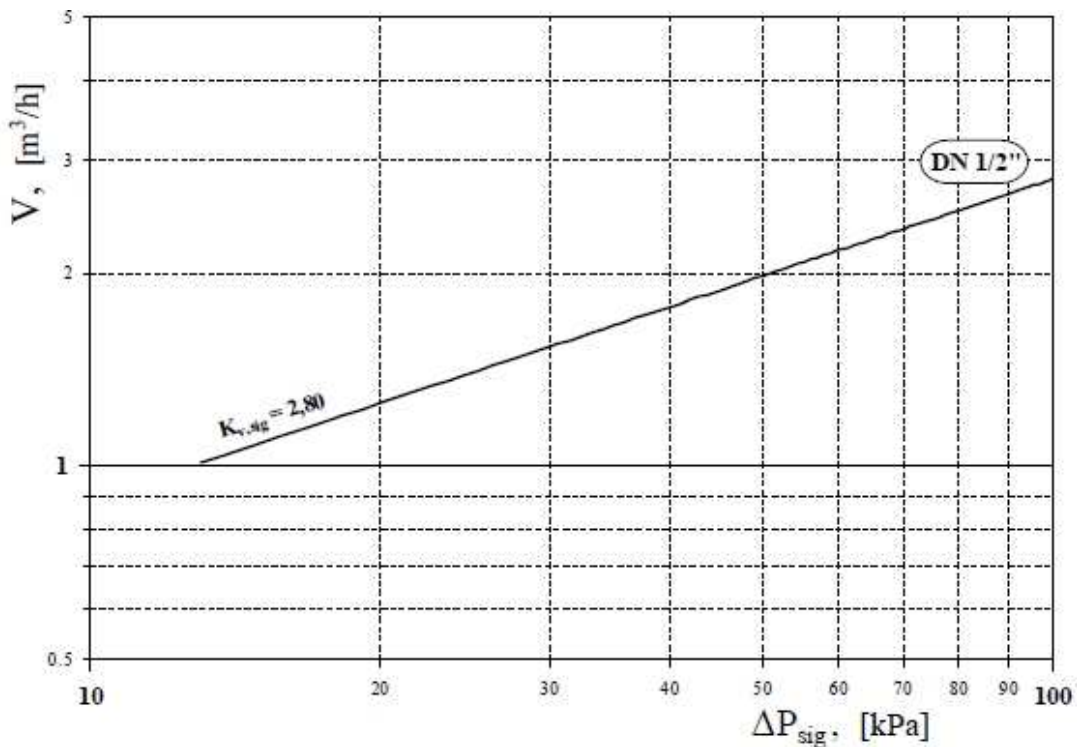
K - współczynnik oporu grzyba zaworu

v – prędkość przepływu płynu

g – przyspieszenie ziemskie

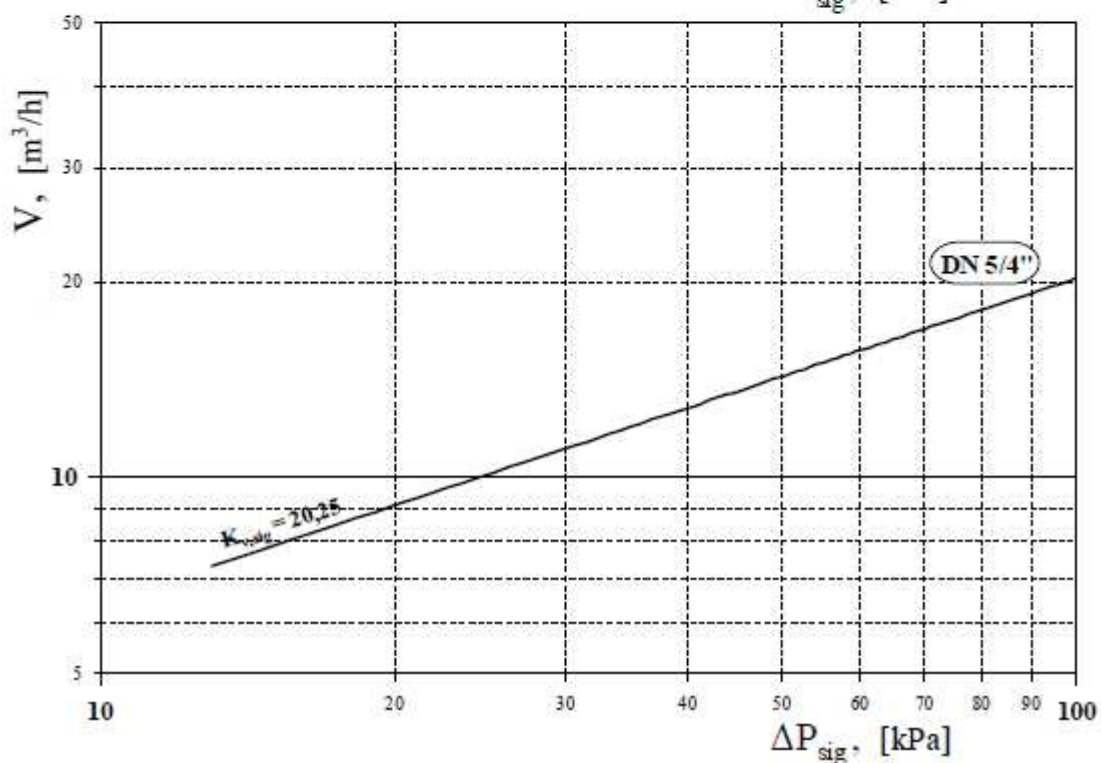
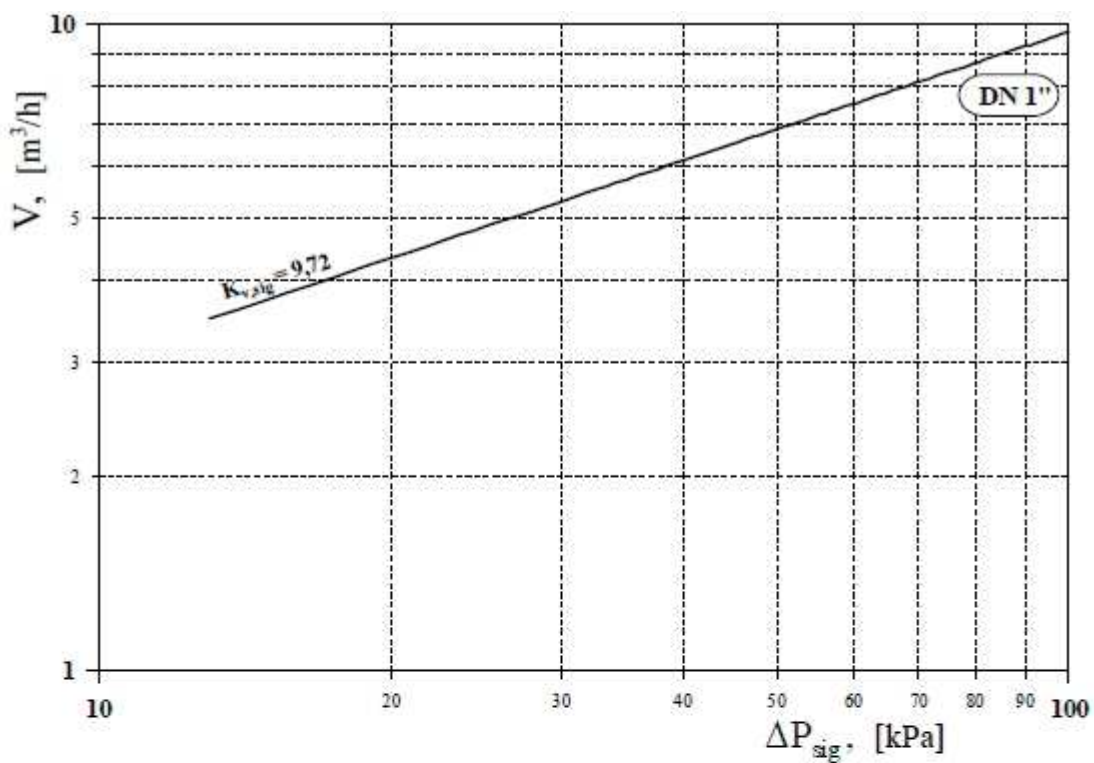
ΔP_{sig} – spadek ciśnienia płynu mierzony na elemencie pomiarowym zaworu

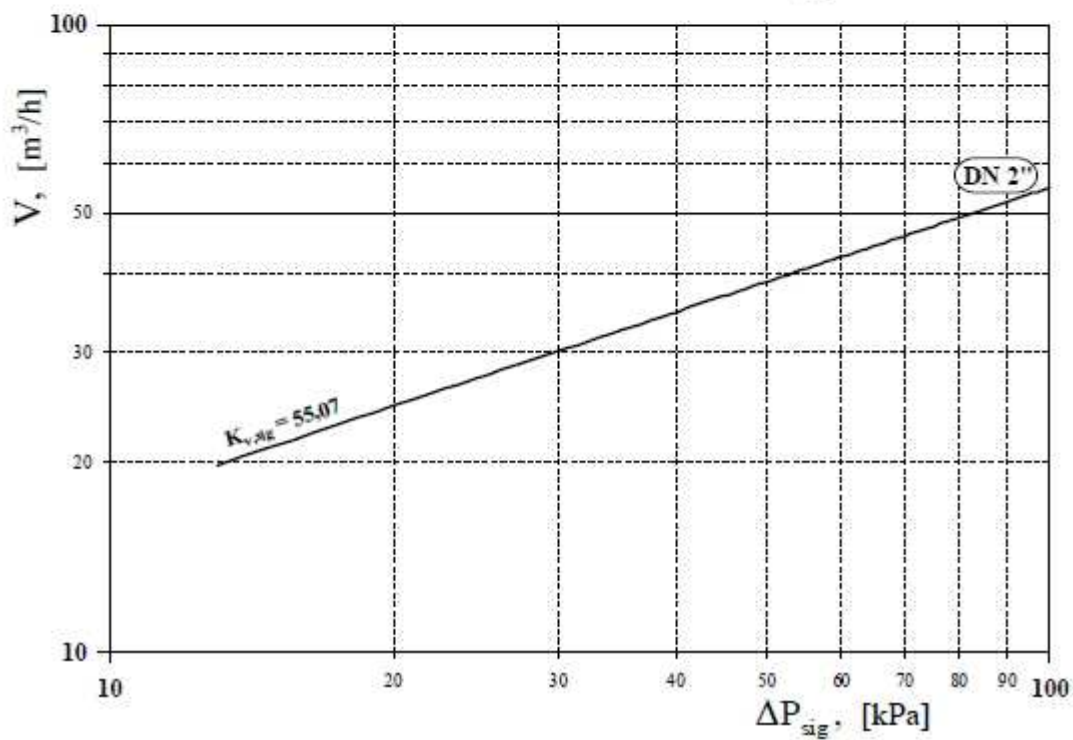
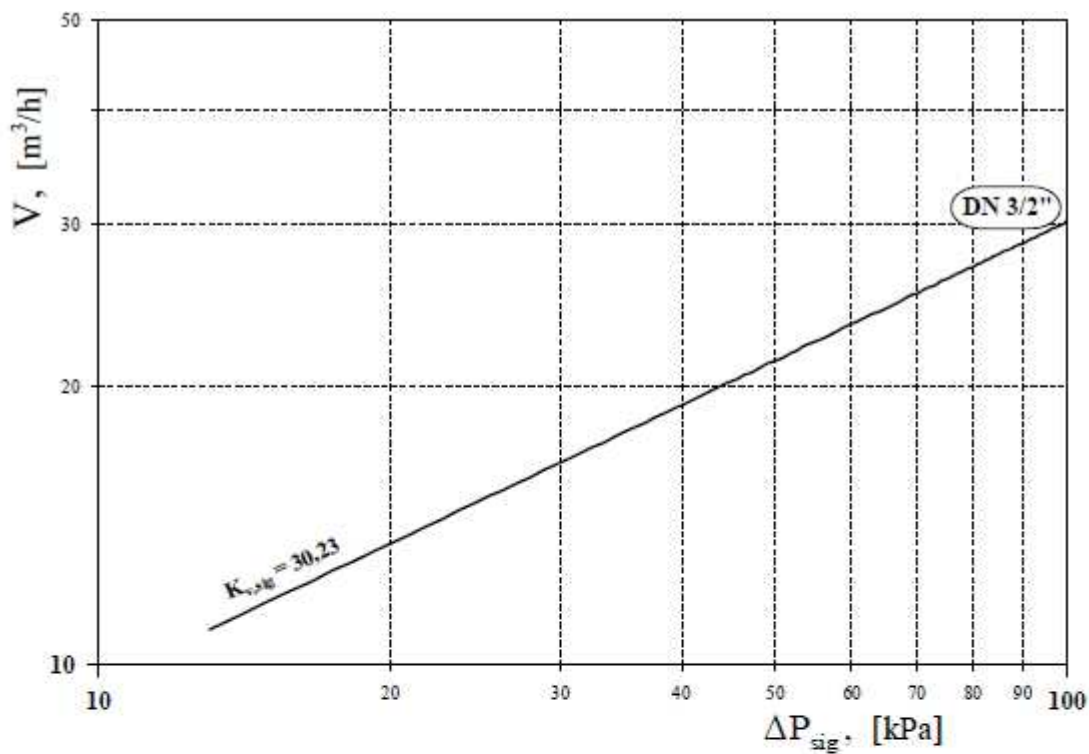
Charakterystyki sygnałowe zaworów DN 1/2" i DN 3/4"; dla ΔP_{sig}





Charakterystyki sygnałowe zaworów DN 1" i DN 1¼"; dla ΔP_{sig}



Charakterystyki sygnałowe zaworów DN 1½" i DN 2"; dla ΔP_{sig} 

**Dobór na podstawie wymaganej wartości K_v** **Temat:**

Dobrać zawór regulujący do instalacji przepompowywania oleju, mając dane:

- wymagany strumień nominalny oleju $V = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
- gęstość oleju $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$;
- lepkość oleju $\nu = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$;
- średnica nominalna rurociągu $D_{n,r} = 80 \text{ mm}$;
- ciśnienie zasilania instalacji $\Delta P_c = 1,2 \text{ MPa}$;
- dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze $\Delta P_d = (0,3 \pm 0,5) \Delta P_c = 0,48 \text{ MPa}$.

Procedura doboru:

1. Spośród kart doboru zaworu na podstawie wymaganej wartości K_v (Arkusze: 2.x.x) wybieramy kartę dotyczącą rozpatrywanego płynu. Warunkom zawartym w temacie odpowiada [Arkusz: 2.2.1](#).
2. Na jego podstawie ustalamy wartość skorygowanego dla cieczy lepkich współczynnika przepływu. Zgodnie z danymi zawartymi w Temacie, wartość tego współczynnika wyniesie 1,6.
3. Analiza [Arkuszy: 3.1.x](#), dotyczących zakresów zmian współczynnika K_v dla kolejnych typoszeregów zaworów wskazuje, że mogą być zastosowane zawory regulujące serii Fig. 227 o wielkości nominalnej DN15 lub DN20.
4. Ponieważ jednak wymiar nominalny obu możliwych do zastosowania zaworów jest mniejszy od średnicy nominalnej rurociągu na którym mają one być zabudowane, należy uwzględnić obecność wstawek redukujących wymiar rury w obszarze jej połączenia z zaworem.
5. Do dalszych obliczeń wykorzystujemy zatem [Arkusz: 2.8.1](#), uzyskując na jego podstawie informacje co do konieczności uwzględnienia wpływu wstawek na wartość K_v dobieranych zaworów. Wartości $K_{v,s}$ zaworów Fig. 227 o wymiarze DN15 i DN20 odczytujemy z [Arkusza: 3.1.1](#), obejmującego ich typoszereg.
6. W przypadku zaworu o wymiarze DN20 otrzymana na podstawie [Arkusza: 2.8.1](#) wartość warunku $W=0,74 < 1$ oznacza, że wpływ obecności wstawek na wartość K_v nie musi być uwzględniony.
7. W przypadku zaworu o wymiarze DN15 otrzymana wartość warunku $W=1,37 > 1$ oznacza, że wpływ obecności wstawek na wartość K_v powinien być uwzględniony.
8. Wykorzystując w dalszym ciągu [Arkusz 2.8.1](#), dla zaworu DN15, otrzymamy skorygowaną wartość współczynnika przepływu, równą 1,7.
9. Wartość nastawy obu zaworów ustalamy według ich indywidualnych charakterystyk ([Arkusz: 4.1.1](#)).
10. Powinna ona wynosić odpowiednio:
 - dla zaworu Fig. 227 DN15, $h=13 \text{ mm}$ skoku grzybka,
 - dla zaworu Fig. 227 DN20, $h=7 \text{ mm}$ skoku grzybka

Ostatecznego wyboru wielkości zaworu należy dokonać w oparciu o wymagania konstrukcyjne oraz warunki i koszt jego zabudowy.

Dobór na podstawie założonej wartości autorytetu zaworu α **Temat:**

Dobrać zawór regulujący w instalacji ogrzewania wodnego dla przepływu obliczeniowego $V = 15 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz całkowitych oporów przepływu przez instalację $\Delta P_i = 35 \text{ kPa}$. Średnica nominalna rur instalacji wynosi DN40. Autorytet zaworu przyjąć wstępnie jako równy $\alpha = 0,5$.

Procedura doboru:

1. Dyspozycyjną stratę ciśnienia wody na zaworze obliczamy na podstawie równania

$$\Delta P_d = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \Delta P_i = 35 \text{ kPa} = 0,035 \text{ MPa}$$

2. Wartość współczynnika przepływu K_v ustalamy na podstawie [Arkusza: 2.1.1.](#) Dla danych z przykładu (obieg wodny) wynosi ona

$$K_v = 25,3 \text{ m}^3/\text{h}.$$

3. Analiza [Arkuszy: 3.1.x.](#) dotyczących zakresów zmian współczynnika K_v dla kolejnych typoszeregów zaworów wskazuje, że może być zastosowany zawór serii Fig. 443 o wielkości nominalnej DN40 ($K_{v,s} = 36,88$).
4. Nastawę przyjętego zaworu dla uzyskania wymaganego strumienia przepływu wody ustalamy na podstawie [Arkusza: 4.3.1.](#) Wynosi ona

$$n = 8,8 \text{ obrotu wrzeciona zaworu}$$

5. Rzeczywisty spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze wynika z równania

$$\Delta P_{d,s} = \frac{1}{10} \left(\frac{V}{K_{v,s}} \right)^2 = 0,0165 \text{ MPa}$$

6. Wymagane ciśnienie dyspozycyjne zasilania instalacji

$$\Delta P_{d,i} = \frac{\Delta P_d}{\alpha} = 60 \text{ kPa} = 0,06 \text{ MPa}$$

7. Rzeczywisty autorytet dobranego zaworu

$$\alpha = \frac{\Delta P_{d,s}}{\Delta P_{d,i}} = 0,275$$



Dobór przez obliczenie dyspozycyjnego spadku ciśnienia na zaworze

Temat:

Dobrać zawór regulujący dla wodnego obiegu grzewczego o temperaturze wlotowej $t_{wl}=95\text{ }^{\circ}\text{C}$ i wylotowej $t_{wyl}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uzyskiwane ciśnienie dyspozycyjne na zasilaniu obiegu wynosi $\Delta P_{d,i}=30\text{ kPa}$, natomiast opory przepływu wody przez instalację $\Delta P_i=15\text{ kPa}$. Zapotrzebowanie na ciepło w obiegu grzewczym wynosi $Q=300\text{ kW}$.

Procedura doboru:

1. Zapotrzebowanie na strumień obiegowej wody grzewczej wynika z bilansu ciepła i może być określone na podstawie równania

$$G = \frac{Q}{c_p(t_{wl} - t_{wyl})}$$

2. Przyjmując dla wody $c_p=4,19\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ oraz wyrażając Q w [kW], otrzymamy przy zastosowaniu równania

$$G = \frac{0,86 Q}{t_{wl} - t_{wyl}} = 10,32\text{ t/h}$$

3. Ustalenie wielkości strumień objętościowy wody obiegowej wymaga przeliczenia, z uwzględnieniem jej gęstości w miejscu montażu zaworu. Np. dla temperatury wlotowej $\rho_w=0,962\text{ t/m}^3$ i wtedy

$$V = \frac{G}{\rho_w} = 10,73\text{ m}^3/\text{h}$$

4. Dyspozycyjny spadek ciśnienia na zaworze wynika z równania

$$\Delta P_d = \Delta P_{d,i} - \Delta P_i = 15\text{ kPa} = 0,015\text{ MPa}$$

5. Wartość współczynnika przepływu ustalić należy wg [Arkusza: 2.1.1.](#) Dla wody wniesie ona

$$K_v=27,7\text{ m}^3/\text{h}.$$

6. Analiza [Arkuszy: 3.1.x.](#) dotyczących zakresów zmian współczynnika K_v dla kolejnych typoszeregów zaworów wskazuje, że może być zastosowany zawór regulujący serii Fig. 443 o wielkości nominalnej DN40 ($K_{v,s}=36,88$).

7. Wymaganą nastawę przyjętego zaworu ustalamy na podstawie [Arkusza: 4.3.1.](#) Wynosi ona

$$n=9,5\text{ obrotu wrzeciona zaworu}$$

8. Rzeczywisty spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze wynika z równania

$$\Delta P_{d,s} = \frac{1}{10} \left(\frac{V}{K_{v,s}} \right)^2 = 0,0084\text{ MPa} = 8,4\text{ kPa}$$

9. Autorytet dobranego zaworu

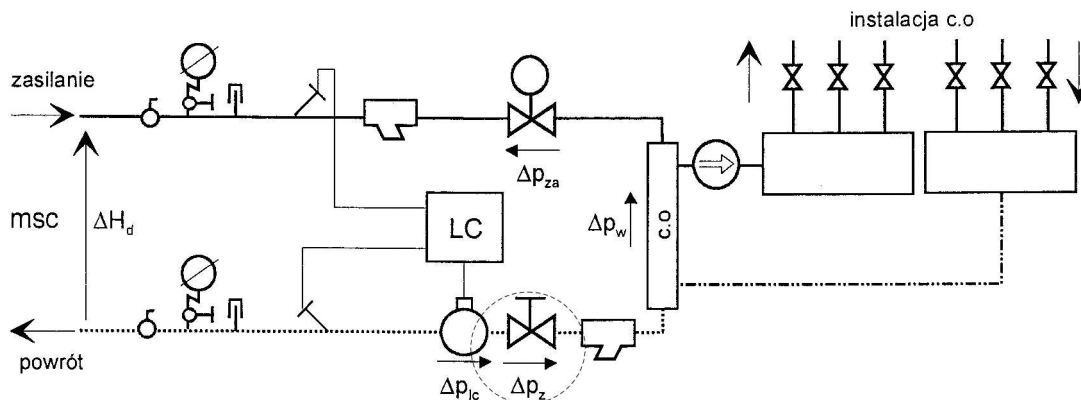
$$\alpha = \frac{\Delta P_{d,s}}{\Delta P_{d,i}} = 0,28$$



Ograniczanie przepływu wody sieciowej przez węzeł

Temat:

Dobrać zawór regulujący strumień wody sieciowej w instalacji węzła cieplnego przyłączonego bezpośrednio, którego schemat pokazano poniżej

**Procedura doboru:**

1. W pierwszej kolejności należy określić straty ciśnienia na liniowych i miejscowych oporach węzła. Dla rozpatrywanego schematu przykładowo przyjęto:

- strumień wody sieciowej $V=17,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
- strata ciśnienia w wymienniku c.o. (rurki) $\Delta P_w=5,7 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia na wodomierzu licznika ciepła $\Delta P_{lc}=9,0 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia na filtrach (odmulaczach) $\Delta P_f=2,5 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia w zaworze regulującym automatyki (pełne otwarcie) $\Delta P_{za}=11,2 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia na oporach liniowych i pozostałej armaturze $\Delta P_{l+a}=1,9 \text{ kPa}$;
- dyspozycyjne ciśnienie zasilania węzła w miejscu jego włączenia $\Delta P_{d,i}=70 \text{ kPa}$

2. Dyspozycyjny spadek ciśnienia na dobieranym zaworze wynika z zależności

$$\Delta P_d = \Delta P_z = \Delta P_{d,i} - (\Delta P_w + \Delta P_{lc} + \Delta P_f + \Delta P_{za} + \Delta P_{l+a}) = 39,7 \text{ kPa} = 0,0397 \text{ MPa}$$

3. Wartość współczynnika przepływu K_v ustalamy na podstawie [Arkusza: 2.1.1.](#) Dla danych z przykładu wynosi ona

$$K_v=27,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

4. Analiza [Arkuszy: 3.1.x.](#), dotyczących zakresów zmian współczynnika K_v zaworów regulujących wskazuje, że zastosowany może być zawór Fig. 443 o wymiarze nominalnym DN40. Ostatecznego wyboru zaworu należy dokonać w oparciu o jego wymagania montażowo-konstrukcyjne.

5. W rozpatrywanym przykładzie przyjęto zawór Fig. 443 o wymiarze nominalnym DN40, dla którego $K_{v,s}=36,88 \text{ m}^3/\text{h}$.

6. Wymaganą nastawę zaworu ustalamy na podstawie [Arkusza: 4.3.1.](#) Wynosi ona

$$n=7,5 \text{ obrotów}$$

7. Spadek ciśnienia na dobranym, całkowicie otwartym, zaworze wyniesie

$$\Delta P_{d,s} = \frac{1}{10} \left(\frac{V}{K_{v,s}} \right)^2 = 0,0225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kPa}$$

8. Rzeczywisty autorytet dobrego zaworu będzie równy

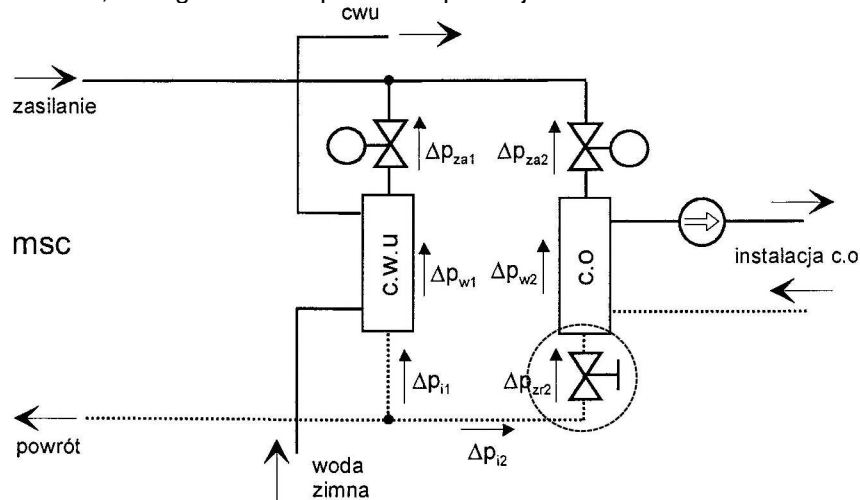
$$\alpha = \frac{\Delta P_{d,s}}{\Delta P_{d,i}} = 0,32$$



Równoważenie gałęzi równoległych węzła

Temat:

Dobrać zawór równoważący w węźle cieplnym wymiennikowym z szeregowo-równoległym przygotowaniem c.w.u., którego schemat pokazano poniżej

**Procedura doboru:**

1. Określamy straty ciśnienia na liniowych i miejscowych oporach w obu częściach węzła. Dla rozpatrywanego schematu przykładowo przyjęto:

- strumień wody sieciowej w wymienniku c.o. $V=10 \text{ m}^3/\text{h}$;
- strata ciśnienia po stronie sieciowej w wymienniku c.w.u. węzła $\Delta P_{w1}=16,8 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia w zaworze regulującym automatyki c.w.u. (pełne otwarcie) $\Delta P_{za1}=21,2 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia na oporach liniowych i armaturze gałęzi c.o. węzła $\Delta P_{i1}=1,1 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia po stronie sieciowej w wymienniku c.o. $\Delta P_{w2}=4,5 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia w zaworze regulującym automatyki c.o. (pełne otwarcie) $\Delta P_{za2}=19 \text{ kPa}$;
- strata ciśnienia na oporach liniowych i armaturze gałęzi c.o. węzła $\Delta P_{i2}=0,9 \text{ kPa}$;

2. Spadek ciśnienia w gałęzi c.w.u.

$$\Delta P_{cwu} = \Delta P_{w1} + \Delta P_{za1} + \Delta P_{i1} = 39,1 \text{ kPa}$$

3. Spadek ciśnienia w gałęzi c.o.

$$\Delta P_{co} = \Delta P_{w2} + \Delta P_{za2} + \Delta P_{i2} = 24,4 \text{ kPa}$$

4. Spadek ciśnienia na dobieranym zaworze powinien odpowiadać stopniu niezrównoważenia gałęzi

$$\Delta P_d = \Delta P_{zr2} = \Delta P_n = |\Delta P_{cwu} - \Delta P_{co}| = 14,7 \text{ kPa} = 0,0147 \text{ MPa}$$

5. Wartość współczynnika przepływu K_v ustalamy na podstawie [Arkusza: 2.1.1.](#) Dla danych z przykładu wynosi ona

$$K_v=26,1 \text{ m}^3/\text{h}.$$

6. Analiza [Arkuszy: 3.1.x.](#), dotyczących zakresów zmian współczynnika K_v zaworów regulujących wskazuje, że zastosowany może być np. zawór Fig. 443 o wymiarze nominalnym DN40, dla którego $K_{v,s}=36,88 \text{ m}^3/\text{h}$.

7. Wymaganą nastawę zaworu ustalamy na podstawie [Arkusza: 4.3.1.](#) Wynosi ona $n=9,0$ obrotu.

8. Spadek ciśnienia na dobranym, całkowicie otwartym, zaworze wyniesie

$$\Delta P_{d,s} = \frac{1}{10} \left(\frac{V}{K_{v,s}} \right)^2 = 0,0074 \text{ MPa} = 7,4 \text{ kPa}$$

9. Rzeczywisty autorytet dobranego zaworu w gałęzi c.o. węzła będzie równy

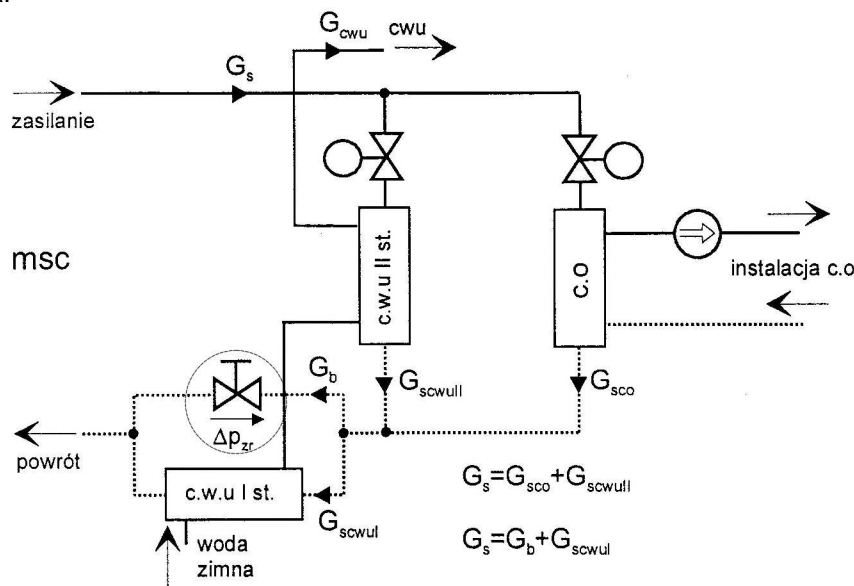
$$\alpha = \frac{\Delta P_{d,s}}{\Delta P_{d,s} + \Delta P_{co}} = 0,23$$



Regulowany upust wody sieciowej (bocznikowanie przepływu)

Temat:

Dobrać zawór bocznikujący przepływ dla I stopnia c.w.u. w węźle cieplnym, którego schemat pokazano poniżej. Strumień wody zasilającej węzeł wynosi $G=25$ t/h. Dopuszczalny strumień wody przepływającej przez wymiennik I stopnia c.w.u. ma wynosić $G_{cwul}=10$ t/h, przy jej oporach przepływu $\Delta P_{cwul}=20$ kPa.

**Procedura doboru:**

1. Strumień wody, który należy skierować bocznikiem

$$G_b = G - G_{cwul} = 15 \text{ t/h}$$

2. Objętościowy strumień wody kierowany bocznikiem należy obliczyć przy uwzględnieniu jej temperatury (gęstości) przed I stopniem c.w.u. Przyjmując $t=70$ °C ($\rho_w=0,978$ t/m³) otrzymamy

$$V = V_b = \frac{G_b}{\rho_w} = 15,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Spadek ciśnienia na dobieranym zaworze będzie analogiczny jak na wymienniku ciepła I stopnia c.w.u, a zatem

$$\Delta P_d = \Delta P_{zr} = \Delta P_{cwul} = 20 \text{ kPa} = 0,02 \text{ MPa}$$

4. Wartość współczynnika przepływu K_v ustalamy na podstawie [Arkusza: 2.1.1.](#) Dla danych z przykładu wynosi ona

$$K_v = 33,9 \text{ m}^3/\text{h}.$$

5. Analiza [Arkuszy: 3.1.x.](#), dotyczących zakresów zmian współczynnika K_v zaworów regulujących wskazuje, że zastosowany może być np. zawór Fig. 443 o wymiarze nominalnym DN50, dla którego $K_{v,s}=58,24$ m³/h.

6. Wymaganą nastawę zaworu ustalamy na podstawie [Arkusza: 4.3.1.](#) Wynosi ona $n=9,25$ obrotu.

7. Spadek ciśnienia na dobranym, całkowicie otwartym, zaworze wyniesie

$$\Delta P_{d,s} = \frac{1}{10} \left(\frac{V}{K_{v,s}} \right)^2 = 0,0066 \text{ MPa} = 6,6 \text{ kPa}$$

8. Ustalenie autorytetu dobrego zaworu wymaga znajomości całkowitych oporów przepływu wody sieciowej przez węzeł.