

LEPKOŚĆ

Lepkość jest miarą oporu przepływu cieczy, chociaż jedna z definicji mówi, że jest to miara zdolności cieczy do pokrywania powierzchni (szczególnie tych w skojarzeniach ciernych).

Wysoka wartość lepkości oznacza utrudnienia płynięcia - prosimy sobie wyobrazić np. gęsty syrop.

Niska lepkość oznacza łatwy przepływ cieczy - jak woda czy benzyna.

Do pomiaru lepkości służy urządzenie zwane lepkościomierzem lub wiskozymetrem. Lepkość jest własnością o fundamentalnym znaczeniu i zależnie od zastosowanej metody badań jest wyrażana w mm^2/s (centistokesach) lub mPas (centypuazach). Lepkość rośnie wraz ze spadkiem temperatury. Dzięki właściwej lepkości oleju silnik poprawnie pracuje ale w przypadku niskich temperatur i wzrostu lepkości oleju mogą być problemy z jego uruchomieniem.

Lepkość jest bardzo ważnym parametrem dla przemysłu naftowego gdzie rutynowo bada się oleje smarowe, oleje opałowe i napędowe, paliwa do silników odrzutowych oraz asfalty. Te produkty są jednak przystawionym wierzchołkiem góry lodowej, gdyż lepkość ma znaczenie również w przypadku farb, powłok, sosów, zup itp. - lista nie ma praktycznie końca.

Do pomiaru lepkości najczęściej stosuje się kapilary szklane.

SZKLANE KAPILARY WISKOZYMETRYCZNE



Angielska firma **Poulten Selfe & Lee Ltd.** założona w 1850 roku jest jednym z najbardziej uznanych na świecie producentów szklanych kapilar. W ofercie firmy znajdują się m.in. następujące kapilary:

- ASTM Ubbelohde,
- z podwieszonym poziomem - typ BS/IP/SL
- krótkie z podwieszonym poziomem - typ BS/IP/SL(S)
- miniaturowe z podwieszonym poziomem - typ BS/IP/MSL
- U rurka z przepływem wstecznym - typ BS/IP/RF
- Cannon-Fenske Opaque do cieczy nieprzezroczystych (przepływ wsteczny)
- Zeitfuchs Cross-Arm
- Cannon-Fenske Routine do cieczy przezroczystych
- U-rurka - typ BS/U
- U-rurka miniaturowa - typ BS/U/M
- Pinkievich



Kapilary firmy PSL wykonane są z najwyższej jakości szkła borosilikatowego o bardzo małej rozszerzalności. Precyzja wykonywania przewężeń pomiarowych w kapilarach wynosi $\pm 0,01\text{mm}$. Każda kapilara jest kalibrowana w laboratorium PSL posiadającym akredytację UKAS zgodnie z **ISO 17025** i dostarczana jest z certyfikatem kalibracji. Laboratorium kalibracyjne PSL wykorzystuje własną skalę lepkości bazującą na pierwotnym, uznawanym międzynarodowo wzorcu lepkości wody destylowanej $1.0034\text{mm}^2/\text{s}$ w temperaturze 20°C . Kalibracje wykonywane są z bardzo niewielkim stopniem niepewności.



O najwyższej jakości kapilar firmy Poulten Selfe & Lee Ltd. świadczy fakt, że są one stosowane jako kapilary wzorcowe przez Główny Urząd Miar w Warszawie. Bardzo dużą popularność na rynku polskim kapilary PSL zawdzięczają nie tylko wyjątkowo wysokiej jakości ale też atrakcyjnej cenie. Firma Inkom posiada kapilary Ubbelohde i CannonFenske w ciągłej sprzedaży.

KAPILARY Z PODWIESZONYM POZIOMEM

Prawdopodobnie najpowszechniej stosowane kapilary, bardzo łatwe w życiu. Mają zastosowanie do niutonowskich cieczy przezroczystych o lepkości do 100 000 cSt. Zaletą ich jest to, że stała kapilary jest taka sama we wszystkich temperaturach. Ciecz może być wprowadzana do kapilary przed umieszczeniem w łaźni albo po umieszczeniu.

1. Kapilary ASTM Ubbelohde

- Długość nominalna 283 mm
- Wielkość próbki ok. 18 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1643/01	0	0,001	0,3 - 1
1643/02	0C	0,003	0,6 - 3
1643/03	0B	0,005	1 - 5
1643/04	1	0,01	2 - 10
1643/05	1C	0,03	6 - 30
1643/06	1B	0,05	10 - 50
1643/07	2	0,1	20 - 100
1643/08	2C	0,3	60 - 300
1643/09	2B	0,5	100 - 500
1643/10	3	1,0	200 - 1000
1643/11	3C	3,0	600 - 3000
1643/12	3B	5,0	1000 - 5000
1643/13	4	10	2000 - 10000
1643/14	4C	30	6000 - 30000
1643/15	4B	50	10000 - 50000
1643/16	5	100	20000 - 100000



2. Kapilary z podwieszonym poziomem - typ BS/IP/SL

- Długość nominalna 330 mm
- Wielkość próbki 22-40 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

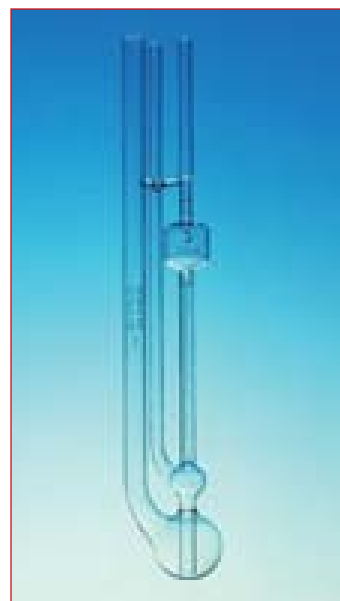
Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1625/01	1	0,01	3,5 - 10
1625/02	1A	0,03	6 - 30
1625/03	2	0,1	20 - 100
1625/04	2A	0,3	60 - 300
1625/05	3	1,0	200 - 1000
1625/06	3A	3,0	600 - 3000
1625/07	4	10	2000 - 10000
1625/08	4A	30	6000 - 30000
1625/09	5	100	20000 - 100000



3. Kapilary z podwieszonym poziomem, krótkie - typ BS/IP/SL(S)

- Długość nominalna 250 mm
- Wielkość próbki ok. 10 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

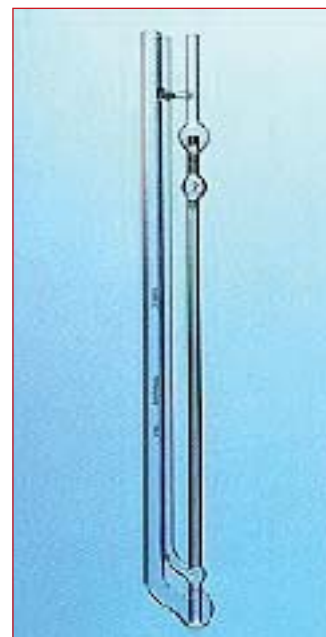
Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1628/01	1	0,0008	1,05 min
1628/02	2	0,003	2,1 - 3
1628/03	3	0,01	3,8 - 10
1628/04	4	0,03	6 - 30
1628/05	5	0,1	20 - 100
1628/06	6	0,3	60 - 300
1628/07	7	1,0	200 - 1000
1628/08	8	3,0	600 - 3000
1628/09	9	10,0	2000 - 10000



4. Kapilary miniaturowe z podwieszonym poziomem - typ BS/IP/MSL

- Długość nominalna 330 mm
- Wielkość próbki ok. 4 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1631/01	1	0,003	0,6 - 3
1631/02	2	0,01	2 - 10
1631/03	3	0,03	6 - 30
1631/04	4	0,1	20 - 100
1631/05	5	0,3	60 - 300
1631/06	6	1,0	200 - 1000
1631/07	7	3,0	600 - 3000



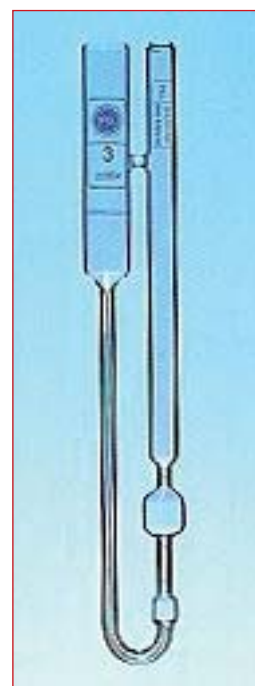
KAPILARY Z PRZEPLYWEM ODWROTNYM

Mają zastosowanie do pomiaru lepkości niutonowskich cieczy przezroczystych i nieprzezroczystych do lepkości do 300 000 cSt. Ciecz przepływa przez odcinek kapilary pomiędzy kreskami pomiarowymi wcześniej zwilżony przez próbkę.

5. U rurka z przepływem odwrotnym - typ BS/IP/RF

- Długość nominalna 275 mm
- Wielkość próbki 12-25 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1637/01	1	0,003	0,6 - 3
1637/02	2	0,01	2 - 10
1637/03	3	0,03	6 - 30
1637/04	4	0,1	10 - 50
1637/05	5	0,3	20 - 100
1637/06	6	1,0	60 - 300
1637/07	7	3,0	100 - 500
1637/08	8	10,0	200 - 1000
1637/09	9	30,0	600 - 3000
1637/10	10	100,0	20000 - 100
1637/11	11	300,0	60000 - 300000

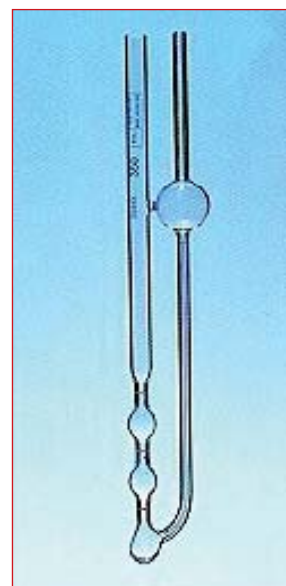


6. Kapilary Cannon-Fenske Opaque, przepływ odwrócony

- Długość nominalna 295 mm
- Wielkość próbki ok. 12 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Kapilary Cannon-Fenske Opaque mają stałą objętość próbki w temperaturze napełniania zatem stała kapilary różni się w zależności od temperatury testu. Kapilary Cannon - Fenske Opaque są kalibrowane w 40°C a stała dla górnego i dolnego zbiorniczka jest podawana w 40 i 100°C.

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1641/01	25	0,002	0,4 - 2
1641/02	50	0,004	0,8 - 4
1641/03	75	0,008	1,6 - 8
1641/04	100	0,015	3 - 15
1641/05	150	0,035	7 - 35
1641/06	200	0,1	20 - 100
1641/07	300	0,25	50 - 250
1641/08	350	0,5	100 - 500
1641/09	400	1,2	240 - 1200
1641/10	450	2,5	500 - 2500
1641/11	500	8,0	1600 - 8000
1641/12	600	20,0	4000 - 20000



7. Kapilary Zeitfuchs Cross-Arm

- Długość nominalna 295 mm
- Wielkość próbki do 3 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Stałe kalibracji kapilar Zeitfuchs Cross-Arm i U rurka są niezależne od temperatury.

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1663/01	1	0,003	0,6 - 3
1663/02	2	0,01	2 - 10
1663/03	3	0,03	6 - 30
1663/04	4	0,1	20 - 100
1663/05	5	0,3	60 - 300
1663/06	6	1,0	200 - 1000
1663/07	7	3,0	600 - 3000
1663/08	8	10,0	2000 - 10000
1663/09	9	30,0	6000 - 30000
1663/10	10	100,0	20000 - 100000



KAPILARY MODYFIKOWANE OSTWALDA

Mają zastosowanie do pomiaru lepkości cieczy przezroczystych.

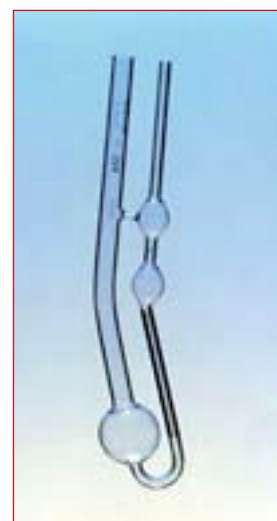
Typ 1: Kapilary o stałej objętości w temperaturze napełniania

8. Kapilary Cannon-Fenske Routine

- Długość nominalna 250 mm
- Wielkość próbki 7 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Kapilary Cannon-Fenske Routine mają stałą objętość próbki w temperaturze napełniania zatem stała kapilary różni się w zależności od temperatury testu. Kapilary Cannon - Fenske Routine są kalibrowane w 40°C a stała dla górnego i dolnego zbiorniczka jest podawana w 40 i 100°C.

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1634/01	25	0,002	0,4 - 2
1634/02	50	0,004	0,8 - 4
1634/03	75	0,008	1,6 - 8
1634/04	100	0,015	3 - 15
1634/05	150	0,035	7 - 35
1634/06	200	0,1	20 - 100
1634/07	300	0,25	50 - 250
1634/08	350	0,5	100 - 500
1634/09	400	1,2	240 - 1200
1634/10	450	2,5	500 - 2500
1634/11	500	8,0	1600 - 8000
1634/12	600	20,0	4000 - 20000

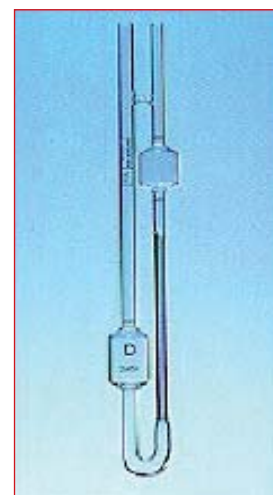


Typ 2: Kapilary o stałej objętości w temperaturze testu

9. U rurka - typ BS/U

- Długość nominalna 300 mm
- Wielkość próbki 13 -40 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1619/00	O	0,001	0,3 - 0,1
1619/01	A	0,003	0,9 - 3
1619/02	B	0,01	2 - 10
1619/03	C	0,03	6 - 30
1619/04	D	0,1	20 - 100
1619/05	E	0,3	60 - 300
1619/06	F	1,0	200 - 1000
1619/07	G	3,0	600 - 3000
1619/08	H	10,0	2000 - 10000



10. U rurka miniaturowa - typ BS/U/M

- Długość nominalna 250 mm
- Wielkość próbki 4 ml
- Certyfikat kalibracji UKAS

Numer katalogowy	ROZMIAR	STAŁA	Zakres pomiarowy cSt lub mm ² /s
1622/01	M1	0,001	0,2 - 1
1622/03	M2	0,005	1 - 5
1622/03	M3	0,015	3 - 15
1622/04	M4	0,04	8 - 40
1622/05	M5	0,1	20 - 100



Kapilary Pinkevitch dostępne są na zamówienie.

Przykładowo:
 Pinkevitch rozmiar 2
 Stała 0.027
 Zakres 1.7 to 8.5



Firma PSL produkuje również inne kapilary, nie umieszczone w tym katalogu.

Prosimy o kontakt z naszą firmą jeśli potrzebujecie Państwo kapilary innego typu.

Polecamy również:

- ◇ **Automatyczne lepkościomierze firmy Walter Herzog**
- ◇ **Łaźnie wiskozymetryczne firmy Tamson**
- ◇ **Certyfikowane wzorce lepkości firmy Paragon Scientific Ltd.**
- ◇ **Akcesoria do pomiaru lepkości (uchwyty, pompka próżniowa, stojak, stoper)**
- ◇ **Termometry lepkościowe firmy Arno Amarell (dostępne ze świadectwami uwierzytelnienia)**



PRZYKŁAD CERTYFIKATU DLA KAPILARY ASTM UBVELOHDE

ACCREDITED TO ISO 17025		
CERTIFICATE OF CALIBRATION		
ISSUED BY THE PSL CALIBRATION LABORATORY		
DATE OF ISSUE	30 April 2008	CERTIFICATE NUMBER 13464



Poulten Selfe & Lee Ltd
Russell House,
Burnham Business Park,
Burnham-on-Crouch,
Essex CM0 8TE, England



Tel: +44 (0) 1621 787100
Fax: +44 (0) 1621 787175
email: info@poulten-selfe-and-lee.com
www.rheotek.com

Client:	Poulten Selfe and Lee Ltd. Russell House Burnham Business Park Burnham-on-Crouch Essex CM0 8TE	Page:	1 of 2 pages
Type:	UBVELOHDE	Date of Calibration:	29 April 2008
Marked:	PSL ASTM-IP 2C	Approved Signatory:	<i>B. Zimble</i> B.J. Zimble S.P. Sims R.A. Lucas
Viscometer No.	50984	Laboratory Supervisor	B.J. Zimble
		Quality Manager	S.P. Sims
		Product Specialist	R.A. Lucas

This viscometer has been calibrated against reference viscometers traceable to ASTM D 2162 held at the Laboratory and the constant C was found to be

0.3165 (mm²/s)/s

The calibration was carried out at a temperature of 40°C with the upper portion of the air tube set vertical in accordance with the general procedure given in ISO 3104, ISO 3105, BS 188, IP Method 71 and ASTM Method D 445.

The kinematic viscosity ν (mm²/s) of a liquid may be calculated from a mean measured flow time t (seconds) using the formula

$$\nu = Ct$$

The above formula applies when the flow time in this viscometer is not less than 200 seconds.

UNITS: The SI unit of viscosity is the metre squared per second (m²/s). The recommended sub-multiple is the mm²/s, where 1 mm²/s = 1 cSt (centistokes) = 10⁻⁶m²/s.

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a level of confidence of approximately 95%. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with UKAS requirements.

Issue2 Feb04 GENU

Batch No. 18766

This certificate is issued in accordance with the laboratory accreditation requirements of the United Kingdom Accreditation Service. It provides traceability of measurement to recognised national standards, and to the units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national standards laboratories. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

PRZYKŁAD CERTYFIKATU DLA KAPILARY ASTM UBBELOHDE

CERTIFICATE OF CALIBRATION

UKAS Accredited Calibration Laboratory No. 0247

PAGE 2 OF 2 PAGES

NOTES**1. Basis**

The value of **C** give overleaf is based upon a value for the kinematic viscosity of distilled water at 20.00°C of 1.0034 mm²/s.

2. Gravity Correction

If the viscometer is used where the gravity differs significantly from the PSL value of 9.812m/s², a correction should be applied to the reported value of **C** thus

$$C_x = \frac{g_x}{9.812} \times C$$

where g_x is the local acceleration due to gravity expressed in m/s².

3. Measurement of Kinematic Viscosity

Description of the use of viscometers are to be found in the standard methods of test set out on page one of this certificate.

4. Measurement Uncertainty

Order of C (mm ² /s)	Direct Flow Viscometers Ubbelohde and suspended level uncertainty	Reverse Flow Viscometers uncertainty
	(%)	(%)
0.003	±0.15	±0.23
0.01	±0.17	±0.22
0.03	±0.20	±0.24
0.1	±0.22	±0.26
0.3	±0.23	±0.27
1.0	±0.24	±0.30
3.0	±0.28	±0.34
10.0	±0.28	±0.33
30.0 and above	±0.32	±0.36

The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k=2, providing a level of confidence of approximately 95%. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with UKAS requirements. These values do not take into account any uncertainty in the widely adopted value of 1.0034 mm²/s for the kinematic viscosity of freshly distilled water at 20.00°C, though this is unlikely to exceed±0.17% [ISO TR3666-1998].

5. Effect of Temperature

For all those viscometers which have the volume of sample adjusted at the bath temperature, (and in the case of all suspended level viscometers), the constant **C** is independent of temperature, within the limits of uncertainty given above in note 4. These include the following types of viscometers:

U-Tube Viscometers - types BS/U, BS/U/M, BS/IP/RF;
Suspended Level Viscometers - types BS/IP/SL, BS/IP/SL(S), BS/IP/MSL;
ASTM Ubbelohde, Cannon-Ubbelohde, Cannon-Ubbelohde (Dilution), Cannon-Ubbelohde Semi-Micro, DIN Ubbelohde and Zeitfuchs Cross-Arm Viscometers.

For viscometers which have a fixed volume charged at ambient temperature, the constant **C** will vary with temperature. These include the following types of viscometers:

Cannon-Fenske Routine, Cannon-Fenske Opaque, Pinkevitch and Cannon-Manning Semi-Micro Viscometers.

Information regarding the correction to constant **C**, when one of the above viscometers is used at a temperature other than the temperature of calibration, is given in ISO 3105 : 1995.