

**Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo**

**Določanje viskoznosti s kapilarnim viskozimetrom  
Poročilo laboratorijske vaje**

Rok oddaje: Ponedeljek, 18. 4. 2016

Uroš R

15. junij 2016

## Kazalo

<b>1</b>	<b>Definicija naloge in uvod</b>	<b>3</b>
1.1	Definicija . . . . .	3
1.2	Viskoznost . . . . .	3
1.2.1	Dinamična in kinematična viskoznost . . . . .	3
1.3	Nenewtonski in newtonski fluidi . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Izpeljava matematičnega modela</b>	<b>4</b>
2.1	Hagen - Poiseuillov tok . . . . .	4
2.2	Osnovni matematični model . . . . .	6
2.3	Razširjen matematični model toka . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Eksperimentalni del</b>	<b>7</b>
3.1	Opis preizkuševališča . . . . .	7
3.2	Praktični potek preizkusa . . . . .	8
3.3	Gostota fluida . . . . .	8
3.4	Merjenje časa pretoka fluida . . . . .	8
3.5	Določitev viskoznosti in indeksa viskoznosti olj . . . . .	9
3.5.1	Empirična korekcijska konstanta . . . . .	9
3.5.2	Viskoznost . . . . .	9
3.6	Določitev indeksa viskoznosti . . . . .	10
3.6.1	Določitev indeksa viskoznosti za olje 1 . . . . .	10
3.6.2	Določitev indeksa viskoznosti za olje 8 . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Zaključek</b>	<b>12</b>
	<b>Literatura</b>	<b>14</b>

## 1. Definicija naloge in uvod

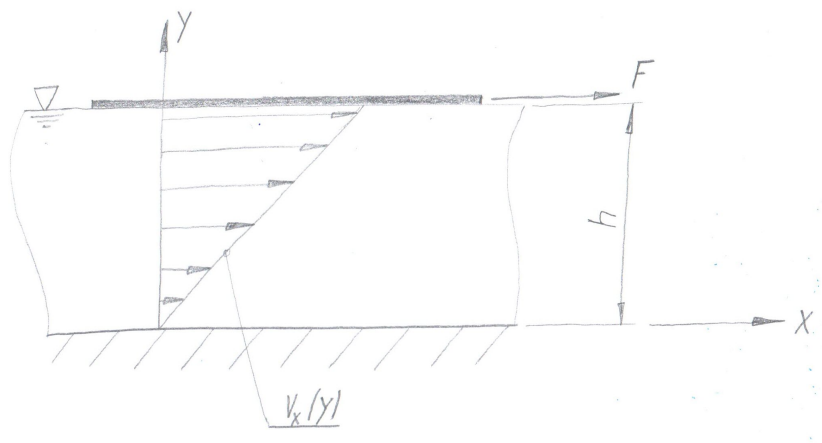
### 1.1 Definicija

1. V laboratoriju izmerite kinematično viskoznost dveh maziv pri 40 °C in 100 °C.
2. Določite dinamično viskoznost obeh maziv pri 40 °C in 100 °C.
3. Izračunajte indeks viskoznosti (VI) za obe mazivi po standardu DIN ISO 2909.
4. Komentirajte rezultate.

### 1.2 Viskoznost

Viskoznost je lastnost fluida, ki opisuje njegov odpor proti pretakanju. Viskoznost je možno enostavno ponazoriti s Couettovim tokom, ki temelji na sledečih predpostavkah oz. sestavinah:

- Sistem je sestavljen iz dveh plošč, med katerimi je možna relativna hitrost,
- Med ploskvama je fluid
- Tok je laminaren
- Porazdelitev hitrosti glede na višino je linearna



Slika 1: Ponazoritev Couettovega toka

#### 1.2.1 Dinamična in kinematična viskoznost

Matematično je dinamična viskoznost korekcijski parameter med povezavo gradienta hitrosti v fluidu in strižne napetosti. Težava dinamične viskoznosti je, da je odvisna od gostote fluida in tako je onemogočena kvantitativna primerjava viskoznosti posameznih fluidov. V ta namen je dinamična viskoznost normirana na gostoto. Rezultat je kinematična viskoznost. Poimenovanja sledijo iz enot - kinematična viskoznost ne vsebuje "dinamskih" enot - enote mase, dinamična pa ja.

Matematično lahko povezavo zapišemo z enačbo 1.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (1)$$

### 1.3 Nenevtonski in newtonski fluidi

V čast Isaacu Newtonu, ki se je med svojim delom ukvarjal tudi z dinamiko fluidov, je poimenovana lastnost fluida, ki opisuje kako se fluid obnaša glede na hitrost deformacije fluida. Newtonske tekočine so tako tiste, ki imajo linearno razmerje med strižno napetostjo in hitrostjo deformacije fluida. Kakršenkoli drugačen hitrostni gradient implicira, da je fluid nenevtonski. To lastnost popišemo s korekcijskim faktorjem  $k$  v enačbi 2, ki povezavo empirično določa [1].

$$\frac{F}{A} = \eta \left( \frac{d v_x}{d y} \right)^k \quad (2)$$

Kjer je :

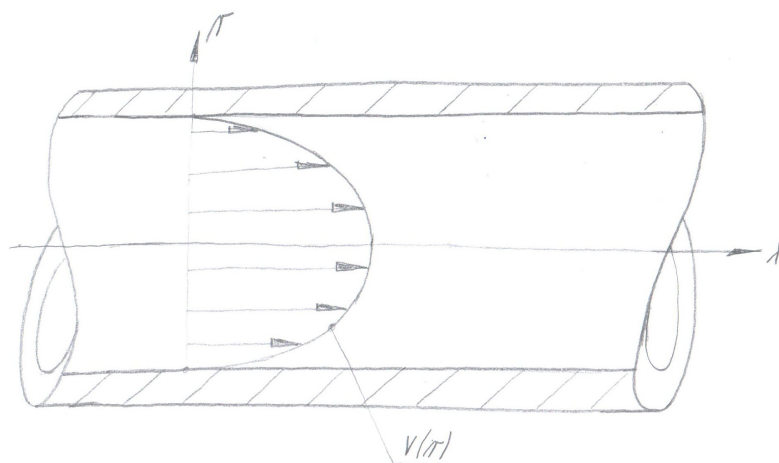
$k = 1 \Rightarrow$  Newtonski fluid

$k \neq 1 \Rightarrow$  Nenevtonski fluid

## 2. Izpeljava matematičnega modela

Matematični model temelji na principu dinamike fluidov, konkretnije na t.i. Hagen-Poiseuilovi izpeljanki Navier-Stokesovih enačb.

### 2.1 Hagen - Poiseuillov tok



Slika 2: Ponazoritev Hagen-Poiseuilovega toka

Z izbiro ustreznega koordinatnega sistema lahko cevni tok obravnavamo kot simetričen. Izberemo cilindrični koordinatni sistem  $r - \theta - x$ , pri čemer  $r$  pomeni radialno koordinato,  $\theta$  obodno koordinato,  $x$  pa višinsko oz. vzdolžno koordinato.

Na diferencialnem delcu fluida opazujemo ravnovesje sil. Zaradi simetričnosti geometrije in obremenitev lahko težavo poenostavimo ter opazujemo presek  $dx \times dr$ . Enačba se tako iz vektorske poenostavi v skalarno obliko. Predpostavimo, da je tok **nestisljiv, laminaren in stacionaren** ter poteka samo v smeri  $x$ . Po Newtonovem 2. zakonu lahko zapišemo ravnovesno enačbo.

$$\sum F_{i_x} = 0 \Rightarrow F_p + F_\eta = 0 \quad (3)$$

Kjer  $F_p$  pomeni tlačno silo v smeri dolžinske koordinate,  $F_{eta}$  pa viskozne sile v isti smeri.

$$\Delta p \pi r^2 + 2\pi r l \eta \frac{d v_x(r)}{dr} \quad (4)$$

Enačba 4 je navadna diferencialna enačba z ločljivima spremenljivkama. Po ločitvi dobimo zapis:

$$\int_{v(r)}^0 d v_x(r) = \int_r^R \frac{-\Delta p}{2l\eta} r dr = 0 \quad (5)$$

Meje potekajo od splošne funkcije hitrosti do 0, katera je prisotna tik ob robu stene, na radiju  $R$ . Po integraciji dobimo

$$v(r) = \frac{-\Delta p}{4l\eta} (R^2 - r^2) \quad (6)$$

Da bi ugotovili ekstrene funkcije, funkcijo odvajamo ter zapišemo pogoj za obstoj ekstrema, ter pogoj za obstoj da je ta ekstrem maksimum.

$$\frac{d v_x(r)}{dr} = \frac{-\Delta p r}{2l\eta} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{d^2 v_x(r)}{dr^2} = \frac{-\Delta p}{2l\eta} < 0 \quad (8)$$

Edina smiselna fizikalna razlaga je, da je to točka kjer je  $r = 0$ . Tam hitrost znaša

$$v_{max} = \frac{\Delta p R^2}{4l\eta} \quad (9)$$

**Pretok** fluida lahko izračunamo preko enačbe 10, kjer je normala  $\vec{n}$  enaka 1 (enodimenzionalni vektor).

$$\dot{V} = \int_A \vec{v} \vec{n} dA = \int_A v dA \quad (10)$$

Z izbiro cilindričnega koordinatnega sistema se integralu doda Jakobijeva determinanta transformacije, ki je za transformacijo iz ortonormiranega koordinatnega sistema v cilindrični koordinatni sistem enaka  $r$ .

$$\dot{V} = \int_A v_x(r) dA = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^R r v_x(r) dr = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^R r \frac{-\Delta p}{4l\eta} (R^2 - r^2) dr = \frac{\pi \Delta p R^4}{8l\eta} \quad (11)$$

Povprečna hitrost znaša po 1. statističnem momentu zvezne spremenljivke:

$$\bar{v}_x = \frac{\int_A v_x(r) \cdot 1 dA}{\int_A dA} = \frac{\pi \Delta p R^4}{8l\eta} \cdot \frac{1}{\pi R^2} = \frac{v_{max}}{2} \quad (12)$$

Napoved tipa toka določa razmerje med vztrajnostnimi in viskozni silami, t.j. Reynoldsovo število.

$$Re = \frac{\bar{v} d}{\nu} = \frac{2R\rho\bar{v}}{\eta} \quad (13)$$

Za notranji tok v cevi brez notranjih motilcev toka je empirično bilo pokazano, da je meja kjer preide tok iz laminarnega v nestabilno področje pri  $Re \approx 2300 - 4000$  [2].

## 2.2 Osnovni matematični model

Iz enačbe 10 lahko izvedemo matematični model za določitev dinamične viskoznosti olja  $\eta$ .

$$\eta = \frac{\pi R^4 \rho g h}{8 V l} t \quad (14)$$

Ker so kapilarni viskozimetri standardizirani instrumenti je praktično, da se vse konstante ter morebitni korekcijski faktorji zapišejo v obliki konstante  $k$ . Tako enačba 14 zapiše poenostavljeno kot:

$$\eta = k \rho t \Rightarrow \nu = k t \quad (15)$$

## 2.3 Razširjen matematični model toka

Predpostavljeno je bilo, da je delovna temperatura olja  $40^\circ C$ . Ker je temperatura pri kateri se je vrednotila gostota nižja, zaradi možnosti napake pri določanju gostote, je potrebna uporaba korekcijske enačbe za opis volumske temperaturne dilatacije fluidov. Korekcijska enačba opisuje makroskopsko dilatacijo fluida zaradi povečane temperature, ki je posledica več dostopnih energijskih nivojev nosilcev energije, posledično pa večjemu potrebnemu volumnu, ki ga molekula zasede, da so izpolnjeni kvazi-statični pogoji fluida - molekule so locirane na neki medsebojni povprečni razdalji.

$$V = V_0(1 + \beta(T - T_0)) \Rightarrow \rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)} \quad (16)$$

Ob združitvi enačb 15 in 16 je mogoče izpeljati matematični model naprave za merjenje viskoznosti.

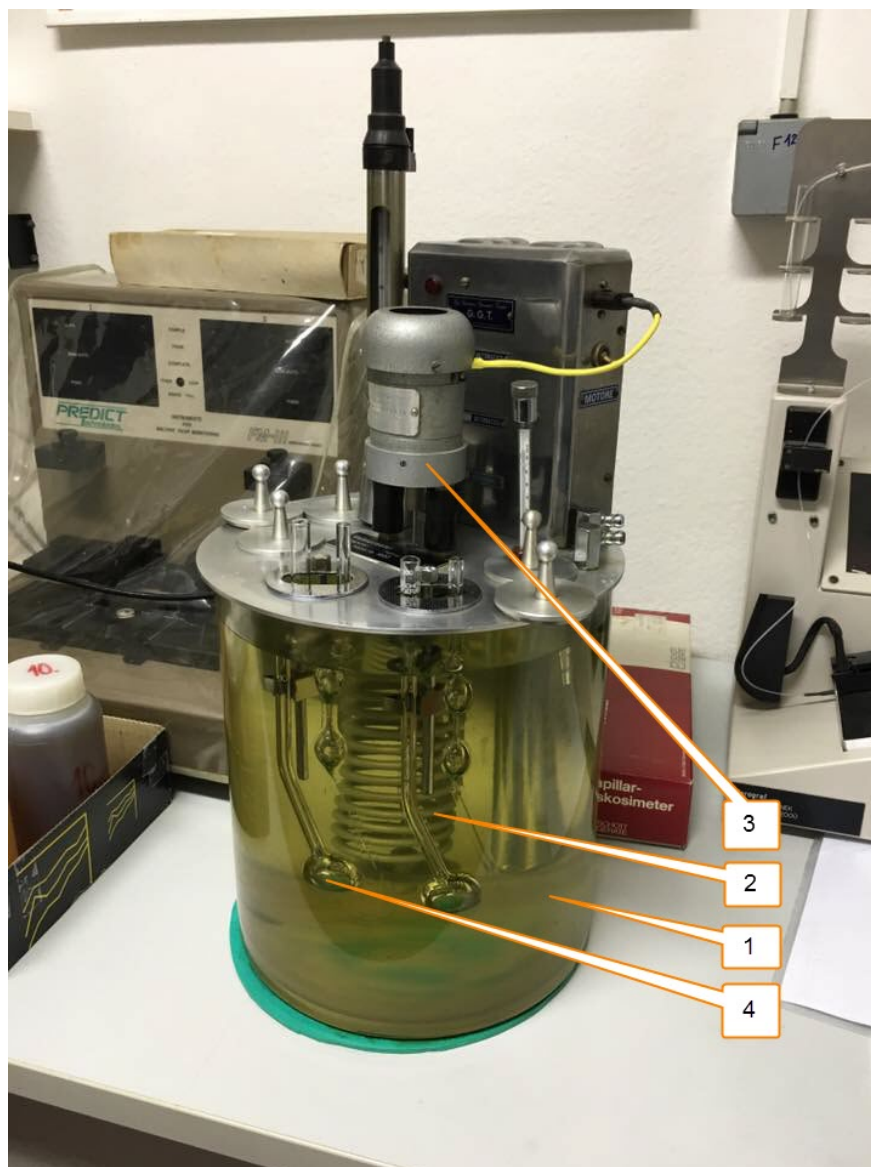
$$\eta = k \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)} t \Rightarrow \nu = kt \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)} \quad (17)$$

### 3. Eksperimentalni del

#### 3.1 Opis preizkuševališča

Preizkuševališče je sestavljeno iz sledečih elementov:

1. Rezervoar z medijem za prenos toplote,
2. Grelec,
3. Motor s propelerjem,
4. Namenska kapilara za merjenje viskoznosti.



Slika 3: Sestavni deli preizkuševališča

### 3.2 Praktični potek preizkusa

1. Preizkuševališče se ogreje na delovno temperaturo,
2. V vejo preizkuševalne U-cevi (s kapilaro) se vlije ali vsesa olje,
3. Olje v kapilari se vstavi v ogreto preizkuševališče,
4. Ko temperaturni gradient ne obstaja se olje posesa do zgornje oznake v U-cevi na delu s kapilaro,
5. S pomočjo gravitacije se počaka da se meniskus fluida zniža do spodnje oznake.
6. Čas zniževanja se beleži ter uporabi v modelu (enačba 14).

### 3.3 Gostota fluida

Za določitev kinematične viskoznosti je bila potrebna določitev gostote fluida. Gostota je bila merjena pri temperaturi  $25^{\circ}\text{C}$ , zato je bila potrebna pretvorba preko empiričnih faktorjev na temperaturo  $40^{\circ}\text{C}$ , za katero je bila kasneje določena tudi viskoznost olja. Paziti je bilo potrebno, da ni bila merjena še masa menzure.

Določevanje je potekalo po definiciji iz [3]. Podan je primer izračuna za olje 1.

$$\bar{\rho} = \frac{m}{V} = \frac{31,08 \cdot 10^{-3}}{35,8 \cdot 10^{-6}} = 868 \text{ kg/m}^3 \quad (18)$$

Izmerjene mase in volumni za temperaturo  $25^{\circ}\text{C}$  so podani v tabeli 1.

	Olje 1	Olje 8
Masa [g]	34,41	31,08
Volumen [ml]	42,1	35,8
Gostota [ $\text{kg/m}^3$ ]	<b>817</b>	<b>868</b>

Tabela 1: Izmerki mase in volumnov ter izračunana gostota

Preko enačbe 16 je gostota pri  $25^{\circ}\text{C}$  pretvorjena na gostoto pri  $40$  in  $100^{\circ}\text{C}$ . Podan je primer za olje 1 pri  $40^{\circ}\text{C}$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)} \Rightarrow \rho_{1, 40} = \frac{817}{1 + 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot (40 - 25)} = 809 \text{ kg/m}^3 \quad (19)$$

Kjer je  $\beta = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$  volumski dilatacijski koeficient olja. Izračun za posamezne temperature dá vrednosti predstavljene v tabeli 2.

	Olje 1	Olje 8
Gostota pri $25^{\circ}\text{C}$	817	868
Gostota pri $40^{\circ}\text{C}$	809	860
Gostota pri $100^{\circ}\text{C}$	779	827

Tabela 2: Gostota pri povišani temperaturi

### 3.4 Merjenje časa pretoka fluida

Časi so bili merjeni ročno preko štoparic, sprožilec štoparic je bil podatek o tem da je meniskus fluida prešel vnaprej standardno določeno oznako na viskozimetru. Zaradi dejstva, da je tovrstna meritev lahko zelo subjektivno pogojena so bili časi merjeni na treh štopricah po tri serije meritev za vsako olje. Izmerki in rezultati so prikazani v tabeli 3.



	Olje 1 (40 °C)	Olje 8 (40 °C)	Olje 1 (100 °C)	Olje 8 (100 °C)
Meritev 1 [s]	271,9	254,8	402,17	592,27
Meritev 2 [s]	274,3	257,6	402,89	593,23
Meritev 3 [s]	273,3	256,5	-	-
Povprečna meritev [s]	<b>273,2</b>	<b>256,3</b>	<b>402,53</b>	<b>592,75</b>

Tabela 3: Meritve časov pretoka pri temperaturi

### 3.5 Določitev viskoznosti in indeksa viskoznosti olj

#### 3.5.1 Empirična korekcijska konstanta

Konstanta  $k$  v enačbi 15 predstavlja korekcijo enačbe za določene intervale kinematične viskoznosti. Pri določevanju te konstante so bili v pomoč že narejeni izmerki ter predvidevanja katero je bilo testirano olje. Izbrane so bile vrednosti konstant podanih v tabeli 4.

Temperatura [°C]	Olje 1 [ $mm^2/s^2$ ]	Olje 8 [ $mm^2/s^2$ ]
40	0,1088	0,2595
100	0,01441	0,01441

Tabela 4: Vrednosti empiričnih konstant glede na tip olja ter pričakovano viskoznost (temperaturo)

#### 3.5.2 Viskoznost

Preko izmerkov časov v tabeli 3, matematičnega modela predstavljenega z enačbo 15 in ustrezne empirične konstante iz tabele 4 je možna določitev obeh vrst viskoznosti. Rezultati so predstavljeni v tabeli 5 in 6.

Temperatura [°C]	Olje 1 [ $mm^2/s$ ]	Olje 8 [ $mm^2/s$ ]
40	29,72	66,51
100	5,8004	8,5415

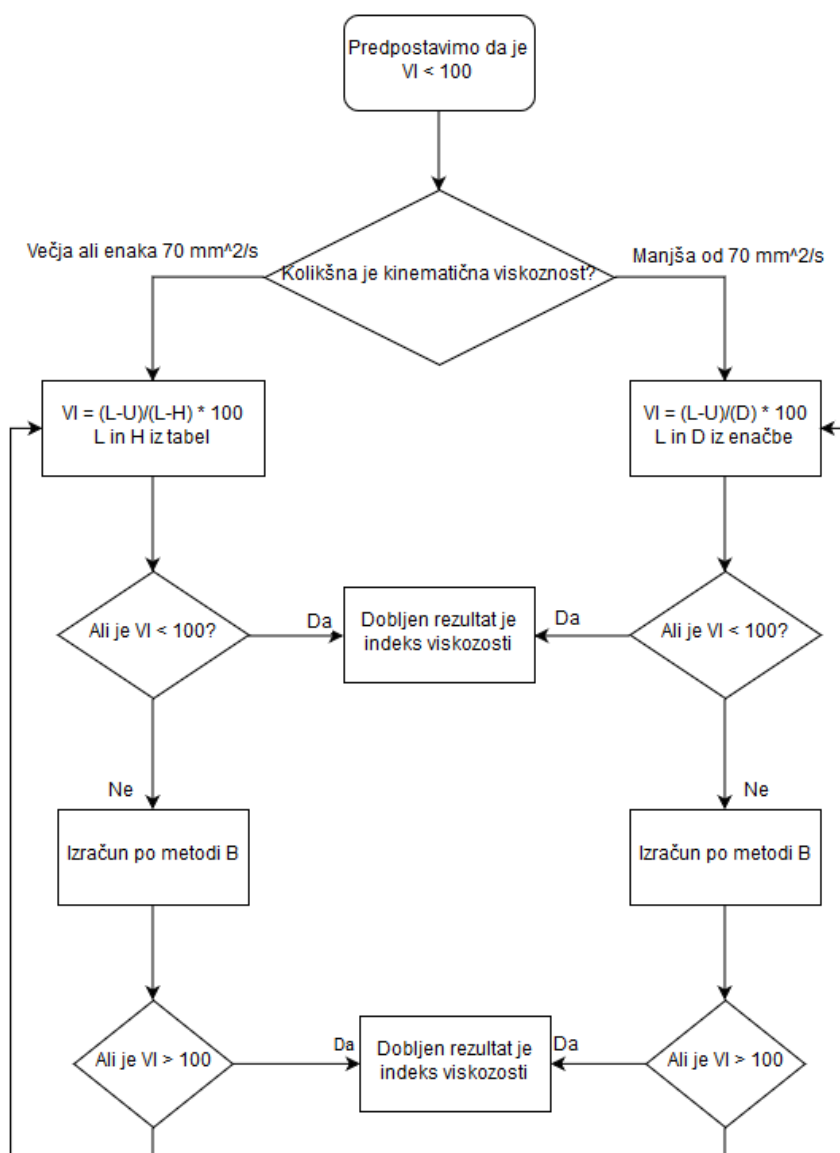
Tabela 5: Izračunane kinematične viskoznosti

Temperatura [ $^{\circ}C$ ]	Olje 1 [ $mPa s$ ]	Olje 8 [ $mPa s$ ]
40	24,0	57,2
100	4,52	7,06

Tabela 6: Izračunane dinamične viskoznosti

### 3.6 Določitev indeksa viskoznosti

Standard DIN ISO 2909 predpisuje metodologijo za določitev indeksa viskoznosti predstavljeno na sliki 4.



Slika 4: Diagram poteka za določevanje indeksa viskoznosti

#### 3.6.1 Določitev indeksa viskoznosti za olje 1

Po standardu izračunamo najprej indeks viskoznosti s predpostavko, da je manjši ali enak 100. Pri čemer je  $L = 54,42$ ,  $U = 29,72$ ,  $H = 36,26$  Merjeno viskoznost pri  $100^{\circ}C$  zaokrožimo na  $5,80 \text{ mm}^2/s$ .

$$VI = \left[ \frac{L - U}{L - H} \cdot 100 \right] = \left[ \frac{54,42 - 29,72}{54,42 - 36,26} \cdot 100 \right] = 136 \quad (20)$$

Oglati oklepaji pomenijo zaokroževanje. Glede na izračun je možno sklepati, da metoda **ni ustrežna**, saj ne upošteva predpostavke, da je indeks viskoznosti manjši od 100. Zato je potrebna korekcija, ki je izpeljana z enačbo 21.

$$N = \frac{\log(H) - \log(U)}{\log(Y)} = \frac{\log(36,26) - \log(29,72)}{\log(5,80)} = 0,11314 \Rightarrow \quad (21)$$

$$VI = \left[ \frac{10^N - 1}{0,00715} + 100 \right] = \left[ \frac{10^{0,11314} - 1}{0,00715} + 100 \right] = 142 \quad (22)$$

### 3.6.2 Določitev indeksa viskoznosti za olje 8

Ker parametri L, U in H olja 8 pri 100 °C v tabeli ni neposredno podana jo je mogoče z linearno interpolacijo izračunati med vrednostma 8,50 in 8,60 kot približki prave vrednosti. Interpolirane vrednosti so

$$L_{8,5415} = 112,5 \quad (23)$$

$$H_{8,5415} = 46,7 \quad (24)$$

$$U_{8,5415} = 65,80 \quad (25)$$

$$VI = \left[ \frac{L - U}{L - H} \cdot 100 \right] = \left[ \frac{112,5 - 66,51}{112,5 - 65,80} \cdot 100 \right] = 98 \quad (26)$$

Ker je dobljen rezultat manjši od 100 je bil model za določitev indeksa pravilen.

## 4. Zaključek

Gostota je pri višjih temperaturah nižja, kar je opisano glede na enačbo 16, ter se sklada z meritvami in vsakdanjo intuicijo.

Čase pretokov lahko medsebojno primerjamo le če so bili pogoji izvajanja enaki, pri meritvah na temperaturi  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  so časi pretokov bistveno daljši, vendar so očitno tudi pogoji drugačni (drug viskozimeter), saj pri istem viskozimetru ni možno ugotoviti višjih časov (saj viskoznost s temperaturo pada).

Menim, da je obseg izmerkov pri posameznem pretoku dovolj obsežno, saj je ocenjena ponovljivost izdelanih izmerkov pri  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$   $0,88\%$ <sup>1</sup> za olje 1; ter  $1,1\%$  za olje 8, kar bi tudi pričakoval od takšnih meritev. Sumljivo natančna se mi zdi meritev pri  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , saj sta ponovljivosti približno  $0,18\%$ , kar je izboljšava za cel velikostni razred. Bolj podrobna statistična analiza se mi zdi nesmiselna, saj je populacija izmerkov premajhna.

Če grobo ocenim vrednosti viskoznosti lahko trdim da so v rangu pričakovanih za običajna maziva. Če primerjam izračunana indeksa viskoznosti lahko trdim, da je olje 1 bolj viskozno stabilno glede na temperaturo. Dejstvo da se ne motim je tudi primerjava dinamičnih viskoznosti. Olju 1 se dinamična viskoznost, ob spremembi temperature iz  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  na  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , zmanjša približno 5 krat, olju 8 pa 8 krat, kar nakazuje da rezultata indeksa viskoznosti sledita definiciji indeksa.

Iz te vaje sem pridobil ključno informacijo za določitev vrste olja. Glede na [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] in [12] (Podatki so zbrani v tabeli 7) ter predhodno pridobljeno znanje (vaja 1 - 4-ball, vaja 4 - analitična ferografija in vaja 5 merjenje obrabe in trenja) sklepam da je olje 1 PAO 6 (sintetično bazno olje) in olje 8 Olma Redol VG 68.

---

<sup>1</sup> $P = \frac{\max(t) - \min(t)}{t} \cdot 100\%$

Tip olja	SN 150	PAO 6	VG 150 + VG 220	IVT fluid	Olma Redol VG 150	PAO 65	Olma Redol VG 68	SAE 15W-40	SAE 80W-90
$\nu(40^{\circ}\text{C})$ [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]	33,8	30,5	150 do 220	34	150	614	68	98	139
$\nu(100^{\circ}\text{C})$ [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]	5	5,9	20 do 26	7,2	13,1	65	8,5	14	14,5
VI	92	137	-	183	85	179	90	139	103

Tabela 7: Primerjava karakteristik možnih olj

## Literatura

- [1] L. Škerget: *Mehanika tekočin*. Univerza v Ljubljani: Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru: Tehniška fakulteta, 1994.
- [2] *Krautov Strojniški priročnik*. Littera Picta, 2007.
- [3] G. E. Mase: *Schaum's outlines: Continuum mechanics*. McGraw-Hill Education; 1 edition, 1969.
- [4] *15W40 podatki*, Dostopno na [http://www.valvolineurope.com/english/products/engine\\_oils/valvoline\\_motor\\_oil/cid%28626%29/valvoline\\_motor\\_oil\\_15w-40/product-information](http://www.valvolineurope.com/english/products/engine_oils/valvoline_motor_oil/cid%28626%29/valvoline_motor_oil_15w-40/product-information).
- [5] *15W40 podatki*, Dostopno na [http://www.mobil.com/USA-English/Lubes/PDS/NAUSENCVLMOMobilubeHDPplus80W-90\\_85W-140.aspx](http://www.mobil.com/USA-English/Lubes/PDS/NAUSENCVLMOMobilubeHDPplus80W-90_85W-140.aspx).
- [6] *ISO VG 150 podatki*, Dostopno na [https://www.lubriplate.com/PDFs/PDS/6\\_4B-Syn-Lube-Series-150-1000.aspx](https://www.lubriplate.com/PDFs/PDS/6_4B-Syn-Lube-Series-150-1000.aspx).
- [7] *PAO6 podatki*, Dostopno na <http://www.cpchem.com/bl/pao/en-us/tdslibrary/Synfluid%20PAO%206%20cSt.pdf>.
- [8] *PAO65 podatki*, Dostopno na <http://www.tri-iso.com/exxonmobil-chemical/spectrasyn-elite-65.html>.
- [9] *SN150 podatki*, Dostopno na [https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjV7a\\_99ZDMAhUJtRQKHc1WBUIQFggpMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.shell.com%2Fbusiness-customers%2Ftrading-and-supply%2Ftrading%2Ftrading-material-safety-data-sheets%2F\\_jcr\\_content%2Fpar%2Fexpandablelist%2Fexpandablesection.file%2F1447426951521%2F40ea3a196212344ae0c4ff79e7a2139e%2Fbo-sn-150-stil-en.pdf&usq=AFQjCNGHecnnlkkje-tE5atZlQg6rIngqg&sig2=jWPTZWpgnN635QmhpGGqmA&bvm=bv.119745492,d.d24&cad=rja](https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjV7a_99ZDMAhUJtRQKHc1WBUIQFggpMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.shell.com%2Fbusiness-customers%2Ftrading-and-supply%2Ftrading%2Ftrading-material-safety-data-sheets%2F_jcr_content%2Fpar%2Fexpandablelist%2Fexpandablesection.file%2F1447426951521%2F40ea3a196212344ae0c4ff79e7a2139e%2Fbo-sn-150-stil-en.pdf&usq=AFQjCNGHecnnlkkje-tE5atZlQg6rIngqg&sig2=jWPTZWpgnN635QmhpGGqmA&bvm=bv.119745492,d.d24&cad=rja).
- [10] *SN150 podatki*, Dostopno na <http://base.shamrockoils.com/group-i-oil/sn-150>.
- [11] *Olma Redol VG 68 in Redol VG 150 podatki*, Dostopno na [http://www.olma.si/files/documents/pds/si/Olmaredol\\_VG\\_68,100,150,220,320,460,680\\_TL.pdf](http://www.olma.si/files/documents/pds/si/Olmaredol_VG_68,100,150,220,320,460,680_TL.pdf).
- [12] *IVT fluid podatki*, Dostopno na <http://www.caltex.com.au/FPL%20PDS/CVT%20Fluid%20Multi-vehicle.pdf>.
- [13] TINT: *Diapozitivi za vaje pri predmetu tribologija*.