

# Co je viskóznější, čokoláda nebo med?

D. Kaňka

Lepařovo gymnázium Jičín; lg.kanka@gymjc.cz

J. Cihlář, školitel; ÚSMH AV ČR

## Abstrakt:

Cílem tohoto miniprojektu bylo změření dynamické viskozity a následné porovnání jednotlivých, běžně dostupných surovin (hořké čokolády, medu a dvou olejů). Pokus byl proveden za pomoci viskozimetru Thermo Scientific HAAKE Viscotester iQ. U olejů byla vypočtena i kinematická viskozita, kvůli čemuž musela být změřena hustota olejů (elektrickým hustoměrem Mettler Toledo Density2Go). Experimentálně bylo zjištěno, že největší viskozitu měla rozpuštěná hořká čokoláda a nejmenší měl slunečnicový olej.

## 1 Úvodní teoretická část

Jistě jste si všimli, že ne všechny kapaliny tečou stejně ochotně, že je zkrátka jedna kapalina poněkud „tekutější“ než ta druhá (např. voda a med). A právě o tom, která běžně dostupná látka je nejtekutější, je tento miniprojekt.

Viskozita neboli vazkost je fyzikální veličina, která charakterizuje proudění kapaliny a její vnitřní tření. Jednoduše řečeno nám viskozita říká to, jak jednoduše kapalina teče – čím je viskozita větší, tím hůře kapalina teče. Tato vlastnost kapaliny je dána velikostí přitažlivých sil jednotlivých částic kapaliny. To způsobuje vnitřní tření v kapalině. (3) Vnější faktorem, který velmi ovlivňuje viskozitu, je teplota. S rostoucí teplotou totiž vazkost kapalin klesá. (2) (Na rozdíl od plynů, jejichž viskozita roste se zvyšující se teplotou.). Pokud je viskozita kapaliny pro určitou teplotu konstantou, tj. je splněna přímá úměrnost mezi smykovým třením a smykovou rychlostí (viz následující vzorec), jedná se o newtonskou kapalinu, pokud ne, je to kapalina neneutronovská.(1)

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

$\tau$  je třecí (tečné) napětí,  $\dot{\gamma}$  je smyková rychlost (popisuje vlastně rychlost deformace kapaliny) a  $\eta$  je dynamická viskozita – pro newtonské kapaliny konstanta

Dále rozlišujeme viskozitu dynamickou a kinematickou. Dynamická viskozita nám určuje vnitřní tření kapaliny a její jednotkou je Pa·s, zatímco kinematická viskozita je poměrem viskozity dynamické a hustoty kapaliny, její jednotkou je m<sup>2</sup>/s.

## 2 Vlastní experiment



Cílem experimentu bylo změřit hodnoty dynamické viskozity pro různé látky. K dispozici byla hořká čokoláda, med, slunečnicový olej a olivový olej. Viskozita byla určována pomocí viskozimetru Thermo Scientific HAAKE Viscotester iQ. Všechny vzorky byly měřeny za stejné teploty, konkrétně 40 °C. Jelikož geometrie přístroje nezaznamenala viskozitu oleje pro menší smykovou rychlost, bylo měření prováděno za

různých smykových rychlostí. Pro čokoládu a med to bylo 30 a 50 s<sup>-1</sup>, pro oleje 1000 a 1500 s<sup>-1</sup>. U každého vzorku byly vyzkoušeny dvě různé smykové rychlosti, aby se zjistilo, o kolik se bude výsledek lišit, jelikož se jedná o neneutronovské kapaliny, jejichž viskozita se mění právě i se smykovou rychlostí. Vždy byla provedena tři měření pro každou smykovou rychlost. Pro vzorky, u nichž byla zjištěna hustota elektrickým hustoměrem, byla vypočítána i viskozita kinematická. Naměřené hodnoty spolu s výsledky a směrodatnou odchylkou shrnuje následující tabulka.

Měřená látka	Podmínky	Hustota (kg/m <sup>3</sup> )	Kinematická viskozita (10 <sup>-6</sup> * m <sup>2</sup> /s)	Dynamická viskozita (Pa*s) směrodatná odchylka	Dynamická viskozita (Pa*s) aritmetický průměr	Dynamická viskozita naměřené hodnoty (Pa*s)		
Fin Carré dark chocolate	40 °C, 30 s <sup>-1</sup>	-	-	0,03	6,94	6,91	6,98	6,94
	40 °C, 50 s <sup>-1</sup>		-	0,16	5,98	5,78	6,17	5,98
med	40 °C, 30 s <sup>-1</sup>	-	-	0,13	1,58	1,76	1,54	1,44
	40 °C, 50 s <sup>-1</sup>		-	0,02	1,28	1,31	1,28	1,25
Artemis greek olive oil	40 °C, 1000 s <sup>-1</sup>	915	40,7650	0,0002	0,0373	0,0374	0,0370	0,0375
	40 °C, 1500 s <sup>-1</sup>		41,1658	0,0001	0,0377	0,0378	0,0376	0,0376
olej slunečnicový	40 °C, 1000 s <sup>-1</sup>	916	32,8603	0,0002	0,0301	0,0304	0,0300	0,0299
	40 °C, 1500 s <sup>-1</sup>		33,1878	0,0000	0,0304	0,0304	0,0304	0,0304

Tabulka 1: Tabulka s naměřenými hodnotami, výslednou viskozitou (dynamickou, popřípadě kinematickou) a směrodatnou odchylkou. Pro srovnání, dynamická viskozita vody je<sup>1</sup> zhruba 0,653·10<sup>-3</sup> Pa·s.

## Diskuze

Měřením se ukázalo, že čokoláda vykazuje známky neneutronovské kapaliny, která se vyznačuje tím, že se mění její viskozita s měnící se smykovou rychlostí.

Med, který se běžně řadí k newtonským kapalinám (5), vykazoval taktéž větší rozdíly, což mohlo být způsobeno krystalky, které byly v medu i po zahřátí na 40 °C stále patrné.

<sup>1</sup>z webu Vodovodinfo – Viskozita vody: <https://www.vodovod.info/index.php/extra/tabulky/177-viskozita-vody>

Oleje, na rozdíl od toho, vykazaly velmi malé rozdíly viskozit mezi smykovými rychlostmi a dají se tudíž řadit k newtonským kapalinám. Pro porovnání s tabulkovými hodnotami, pro olivový olej při teplotě 37,8 °C je uvedena<sup>2</sup> kinematická viskozita zhruba  $43,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , v pokusu naměřená hodnota se pohybovala okolo  $41 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  při 40 °C.

### 3 Závěrečné shrnutí

Výsledkem pokusu bylo seřazení a porovnání kapalin dle jejich viskozit. Jako nejviskóznější se ukázala rozpuštěná hořká čokoláda, naopak nejméně viskózním byl slunečnicový olej.

Jelikož je rozpuštěná čokoláda vlastně suspenze a obsahuje nejrůznější částičky nerozpustných látek, což viskozitu zvyšuje, měla největší naměřenou viskozitu. Rozdílné viskozity slunečnicového a olivového oleje jsou způsobené jejich odlišným složením.

### Poděkování

Na závěr bych chtěl poděkovat Ing. Jaroslavu Cihlářovi Ph.D., který mi vše vysvětlil, ukázal a celou dobu mě vedl ke zdárnému konci této zkušební vědecké práce, a Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR za poskytnuté prostory a pomůcky.

### Zdroje

- (1) HOLUBOVÁ Renata. Základy reologie a reometrie kapalin. Olomouc, 2014. Univerzita Palackého v Olomouci
- (2) Rheonics – Viscosity (online): <https://cs.rheonics.com/viscosity/>
- (3) WikiSkripta – Viskozita (online): <https://www.wikiskripta.eu/w/Viskozita>
- (4) Manuál k přístroji rotační viskozimetr Haake Viscotester iQ, VTiQ\_Navod k pouziti\_CZ\_(Version\_1.6\_Sept\_2016)
- (5) Zdravé včely – Fyzikální vlastnosti medu: [Fyzikální vlastnosti medu :: Technologie a hygiena včelích produktů \(webnode.cz\)](http://www.vceli.cz/technologie-a-hygiena-vcelich-produktu/)

<sup>2</sup> z webu Converter – Kinematická viskozita: <http://www.converter.cz/tabulky/kinematicka-viskozita.htm>