

**Vliv fyzikálních a chemických faktorů na
viskozitu kosmetických přípravků
a přípravků bytové chemie
v závislosti na použitém zahušťovadle**

Kristýna Ondříšková



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna ONDŘÍŠKOVÁ**
Osobní číslo: **T09159**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**

Téma práce: **Vliv fyzikálních a chemických faktorů na viskozitu kosmetických přípravků a přípravků bytové chemie v závislosti na použitém zahušřovadle**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Kosmetické prostředky a prostředky bytové chemie (základní pojmy, jejich složení)**
2. **Reologie kosmetických prostředků**
3. **Zahušřovadla (základní pojmy, jejich dělení a mechanismus působení)**
4. **Specifikace zahušřovadel od firmy CP Kelco, Dow Corning a Evonik**

II. Praktická část

1. **Měření viskozity připravených vzorků o různých koncentracích obsahující vybraná zahušřovadla při různé teplotě a pH**
2. **Shrnutí výsledků teoretické a praktické části**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

LANGMAIER, Ferdinand. Základy kosmetických výrob. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2001, 160 s. ISBN 80 - 7318-016-2.

MITSUI, Takeo. New cosmetic science. Amsterdam: Elsevierscience B.V, 1997. ISBN 0444826548.

MEZGER, Thomas G. The rheology handbook. Hannover: Vincentz Network, 2006. ISBN 3-87870-174-8.

MUKHERJEE, Sanchayan a Paul RANJAN. Fundamentals of Mechanical Sciences : Engineering Thermodynamics and Fluid mechanics. New Delhi: All right reserved, 2009. ISBN 978-81-203-3756-5.

CHHABRA, R.P. a J.F. RICHARDSON. Non-newtonian flow and applied rheology: Engineering applications. Oxford, UK: All rights reserved, 2008. ISBN 978-0-7506-8532-0.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Romana Jelínková

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



L.S.



doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ORDOVSKOVA KRISTINA

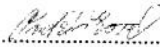
Obor: TVT/TK

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 16.5.2012


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací;

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce se v první části zabývá složením a reologií kosmetických prostředků. Popisuje chování newtonských a neneutonských tekutin a metody měření viskozity. Specifikuje vybraná komerční zahušťovadla od firmy CP Kelco, Dow Corning, Evonik i Lubrizol a podává informace o mechanismu jejich působení. Ve druhé části práce byl zjišťován vliv teploty a pH na viskozitu tekutého mýdla, jehož viskozita byla upravená pomocí příslušných modifikátorů o třech různých koncentracích.

Klíčová slova:

kosmetické prostředky, newtonské a neneutonské tekutiny, viskozita, viskozimetr, zahušťovadlo, teplota, pH

ABSTRACT

This study in the first part deals with the composition and rheology of cosmetic products. It describes the behavior of newtonian and non-newtonian fluids and methods of measuring viscosity. It specifies the selected commercial thickeners from CP Kelco, Dow Corning, Evonik and Lubrizol company and provides information on the mechanism of their effect. In the second part of this work it has been investigated the influence of temperature and pH on the viscosity of liquid soap, whose viscosity was modified with thickeners for three different concentrations.

Keywords:

cosmetic, newtonian and non-newtonian fluids, viscosity, viscometr, thickener, temperature, pH

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Romaně Jelínkové za velmi cenné rady při zpracovávání a odborné vedení v praktické části práce. Dále Ing. Pavlíně Vltavské, Ph.D. a Ing. Petře Ševčíkové za spolupráci při laboratorní činnosti.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY A PŘÍPRAVKY BYTOVÉ CHEMIE.....	13
1.1 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY	13
1.2 ZÁKLADNÍ MATERIÁLY KOSMETICKÝCH PŘÍPRAVKŮ	13
1.3 PŘÍPRAVKY PRO BYTOVOU CHEMII	14
1.4 HLAVNÍ SLOŽKY DETERGENTŮ	14
2 REOLOGIE V KOSMETICE.....	15
2.1 VISKOZITA NEWTONSKÉ KAPALINY	15
2.2 VISKOZITA NENEWTONSKÉ KAPALINY	17
2.3 METODY MĚŘENÍ VISKOZITY	19
2.3.1 Pádový tělískový viskozimetr	19
2.3.2 Průtokové (kapilární) viskozimetry.....	20
2.3.3 Rotační viskozimetry	21
2.4 VLIV FYZIKÁLNĚCHEMICKÝCH FAKTORŮ NA VISKOZITU	21
2.4.1 Vliv teploty a tlaku na viskozitu kapalin.....	21
2.4.2 Vliv pH na viskozitu kapalin.....	22
3 ZAHUŠŤOVADLA	23
3.1 PŘÍRODNÍ ZAHUŠŤOVADLA	23
3.1.1 Sukcinoglykan.....	23
3.1.2 Xanthanová guma.....	23
3.2 SYNTETICKÁ ZAHUŠŤOVADLA	24
3.3 TENZIDOVÉ ZAHUŠŤOVACÍ SYSTÉMY.....	24
3.4 ZAHUŠŤOVADLA PRO POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY (PAL)	24
3.4.1 Hydrofilní a hydrofobní zahušťovadla	24
3.4.2 Chování toku	25
3.4.3 Závislost viskozity zahušťovadel na teplotě	25
3.4.4 Mechanismus zahušťování	26
4 CHARAKTERISTIKA KOMERČNÍCH ZAHUŠŤOVADEL.....	27
4.1 BIESTERFELD SILCOM S.R.O.	27
4.2 CP KELCO	27
4.2.1 KELZAN [®] AP (Advanced Performance)	28
4.2.2 KELZAN [®] ST	28
4.2.3 KELZAN [®] ASX.....	28
4.3 DOW CORNING	28
4.3.1 DOW CORNING [®] RM 2051	28
4.4 EVONIK	29
4.4.1 ANTIL [®] SOFT SC (Sorbitan Sesqui caprylate).....	30
4.4.2 ANTIL [®] 120 Plus (PEG-120 Methyl Glucose Dioleate).....	30
4.4.3 ANTIL [®] 200 (PEG-200-Hydrogenated Glyceryl Palmate, PEG-7 Glyceryl Cocoate)	30
4.4.4 ANTIL [®] HS 60 (Cocamidopropyl Betain; Glyceryl Laurate).....	31

4.4.5	TEGOSOFT [®] APM (PPG-3 Myristyl Ether)	31
4.4.6	REWODERM [®] LI S 80 (PEG-200-Hydrogenated Glyceryl Palmate, PEG-7 Glyceryl Cocoate).....	31
4.5	LUBRIZOL.....	32
4.5.1	Carbopol [®] Ultrez 21 (C10-30 alkyl akrylát Crosspolymer).....	32
4.5.2	Carbopol [®] Ultrez 20 (C10-30 alkyl akrylát Crosspolymer).....	32
4.5.3	Carbopol [®] Ultrez 10 (karbomer).....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST		33
5	MĚŘENÍ VIZKOZITY VYBRANÝCH ZAHUŠŤOVADEL	34
5.1	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....	34
5.2	POUŽITÉ PŘÍSTROJE, ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY	34
5.3	PŘÍPRAVA TENZIDOVÝCH VZORKŮ OBSAHUJÍCÍ RŮZNÁ ZAHUŠŤOVADLA.....	34
5.4	METODIKA MĚŘENÍ VIZKOZITY.....	36
5.4.1	Stanovení závislosti viskozity na teplotě	37
5.4.2	Stanovení závislosti viskozity na pH	37
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	38
6.1	ZÁVISLOST VIZKOZITY VYBRANÝCH ZAHUŠŤOVADEL NA TEPLITĚ	38
6.2	ZÁVISLOST VIZKOZITY VYBRANÝCH ZAHUŠŤOVADEL NA pH	44
ZÁVĚR		50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		52
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		56
SEZNAM OBRÁZKŮ		58
SEZNAM TABULEK.....		59

ÚVOD

V oblasti kosmetiky a spotřební chemie spotřebitelé čelí stále většímu nátlaku reklamních agentur propagujících nejrůznější druhy výrobků. Nejen z reklamních důvodů, ale především z důvodů požadavků dnešní společnosti si spotřebitelé uvědomují nutnost dodržování správné hygieny. Dnes se tedy kosmetický průmysl spolu s farmaceutickým řadí k nejdynamičtějším a nejziskovějším odvětvím na trhu. Největší část kosmetického průmyslu tvoří prostředky v péči o kůži a dále pak vlasová kosmetika, toaletní prostředky, parfémy a nejmenší zastoupení představuje kosmetika dekorativní. Mezi prostředky v péči o kůži patří široká škála výrobků, jako jsou pleťové krémy, odličovače a přípravky v péči o tělo a ruce, kam řadíme tekutá mýdla, klasická mýdla, sprchové gely a tělová mléka jakožto nepoužívanější výrobky. Nedílnou součástí každé domácnosti jsou výrobky bytové chemie, kam řadíme především prací a čisticí prostředky, jejichž hlavní složkou jsou mýdla nebo jiné povrchově aktivní látky. U všech těchto výrobků klade spotřebitel nároky nejen na jeho senzorycké vlastnosti, jako je barva, vůně, konzistence nebo pocit na kůži, ale i na vlastnosti reologické. Jednou z reologických vlastností je viskozita, která je definována jako odpor materiálu vůči tečení. Viskozita výrobků hraje roli nejen při aplikaci, ale také při technologických postupech zpracování, míchání a dopravě.

Viskozitu kosmetických přípravků a přípravků bytové chemie je možné upravovat pomocí různých druhů zahušťovadel. Nejběžnějším a nejlevnějším modifikátorem je chlorid sodný, který však ve větším množství může dráždit pokožku. Proto dnes na trhu existuje nepřeborné množství zahušťovadel různého složení, většinou však jde o polymery, ať už jsou přírodní či syntetické. Mohou být jak hydrofilního, tak hydrofobního charakteru, tzn. že jsou obsaženy jak v běžných tekutých mýdlech, kde převažuje vodní složka, tak v krémech s větším podílem složky tukové. Mechanismus zahušťování se však u hydrofilních a hydrofobních modifikátorů liší.

Zahušťovací schopnosti modifikátoru, a tedy i celková viskozita výrobku může být ovlivněna řadou faktorů, kterými jsou teplota, čas, tlak, pH, molekulová hmotnost a koncentrace. U přípravků bytové chemie hraje podstatnou roli stabilita modifikátoru vůči pH. Oproti běžným kosmetickým prostředkům je jejich pH nižší, proto je nutné vybírat taková zahušťovadla, která jsou stabilnější vůči kyselému prostředí. Kromě zahušťovacích schopností modifikátory vykazují i jiné vlastnosti, které mohou být pro spotřebitele nežádoucí. Řadíme sem například lepkavý pocit na kůži. Je tedy nutné zvolit modifikátor

s takovými vlastnostmi, které budou pro daný výrobek optimální. Určit, jak se viskozita mění vlivem fyzikálních a chemických faktorů, nám umožňují různé druhy viskozimetrů. Na základě změřených hodnot pak můžeme posoudit, který z modifikátorů vykazuje nejlepší stabilitu například při různém pH či teplotě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY A PŘÍPRAVKY BYTOVÉ CHEMIE

1.1 Kosmetické přípravky

Kosmetický přípravek (KP) je definován dle § 25 odst. 2 zákona č. 258/2000 Sb. jako látka nebo prostředek určený pro styk se zevními částmi lidského těla (pokožka, vlasový systém, nehty, rty, zevní pohlavní orgány), zuby a sliznicí dutiny ústní s cílem výlučně nebo převážně je čistit, parfémovat, měnit jejich vzhled, chránit je, udržovat je v dobrém stavu nebo korigovat lidské pachy, nejde-li o léčivo [1].

1.2 Základní materiály kosmetických přípravků

Rozhodnout, které z výchozích látek při výrobě kosmetických prostředků by měly být považovány za základní a které za pomocné, je poněkud obtížné. Proto jsou všechny shrnuty do jedné skupiny základních materiálů s tím, že jejich význam je různý [2].

Řadíme sem především tuky, oleje, vosky a jim podobné látky přírodního nebo syntetického původu. Tyto látky se souhrnným názvem označují jako emolienty. Při pokojové teplotě jsou schopny příznivě působit na vzhled a mechanické vlastnosti pokožky a vlasů, a vyvolávat tak pocit dobrého promaštění. Tenzidy se využívají pro snížení volné mezipovrchové energie systému pokožky (vlasu) – aby se dosáhlo dobrého smáčení daného povrchu kosmetickou kompozicí (tj. co nejmenšího smáčecího úhlu mezi výrobkem a pokožkou (vlasem)). Pro vyšší stabilitu disperzních systémů jsou, především u emulzí, do kosmetických kompozic aplikovány emulgátory. V případě přítomných komponent, které jsou špatně rozpustné ve vodě, se do KP přidávají peptizátory jako látky, které zvyšují jejich rozpustnost. Hydratační a ochranné účinky pokožce dodávají humektanty (glycerol, sorbitol atd.) a filmotvorné látky. K získání optimální trvanlivosti jsou ve výrobcích přítomny antioxidanty, např. tokoferoly (vitamín E). Látky, které jsou schopny v KP stabilizovat jednu nebo více komponent, se označují jako stabilizátory. V tomto smyslu mohou být jako stabilizátory označeny i antioxidanty, resp. synergenty, které zřetelně zvyšují účinnost antioxidantů. Nejen pro spotřebitele, ale i pro výrobce představuje určité riziko mikrobiální kontaminace (zvláště jde-li o přípravky aplikované kolem očí, sliznic atd.), která vede ke změně barvy přípravků, flokulaci výrobku, vývoji plynu, změně (tokových) reologických vlastností a pH. Z těchto důvodů je nutné do přípravků zakomponovat antimikrobika (kyselina benzoová, salicylová, sorbová,

benzylalkohol atd.). Mezi další materiály KP pak řadíme antistatika, barviva, sluneční filtry, biokosmetické a fytokosmetické komponenty [2].

1.3 Přípravky pro bytovou chemii

Přípravky pro bytovou chemii jsou látky určené především pro prací nebo čisticí procesy. Obsahují mýdla nebo jiné povrchově aktivní látky a označují se jako detergenty. Mezi výrobky považované za detergenty řadíme také změkčovadla pro praní (zjemnění tkanin – aviváže) a pomocné prací prostředky (pro máchání, bělení) [3].

1.4 Hlavní složky detergentů

Z chemického hlediska je detergent směs tenzidů a dalších látek, která má detergenční vlastnosti. Obsahuje látky změkčující vodu (soda, fosfáty, zeolity), bělicí látky (perboritan sodný), látky upravující pH, plniva (chlorid sodný, síran sodný, zeolit), enzymy (lipázy, proteázy, amylázy), prostředky na ochranu vláken (fosfonáty), antiredepoziční přísady (karboxymethylcelulóza), opticky zjasňující látky a parfémy. Detergenty jsou schopny odstraňovat nečistoty ze substrátu ponořeného do vodného média za použití mechanické energie v přítomnosti látek, které snižují adhezi nečistoty k substrátu (procesu detergence) [3],[4].

Obecně se kosmetické přípravky i přípravky pro bytovou chemii vyskytují v různých formách. Mezi klasické formy KP patří roztoky, lotiony, emulze, suspenze, pěny, masti, pasty a pudry. Detergenty se také mohou vyskytovat v různých konzistencích – kapalina, pasta, prášek, lisovaný výrobek apod. U kapalných výrobků je při jejich aplikaci nezbytně důležitá viskozita, která je vždy upravena pomocí různých zahušťovadel [3].

Tomu, jakými fyzikálními a chemickými faktory je ovlivněna viskozita kapalin a jaká je specifikace určitých modifikátorů viskozity, se budu podrobněji věnovat v kapitole 2 a 3.

2 REOLOGIE V KOSMETICE

Termín reologie pochází z řeckého slova „rheos“ (tekoucí, proudící) a „logos“ (studovat). Je to tedy věda zabývající se deformací a tokem kapaliny. Reologické experimenty však nezahrnují pouze chování toku kapalin, ale také deformaci tuhých látek [4].

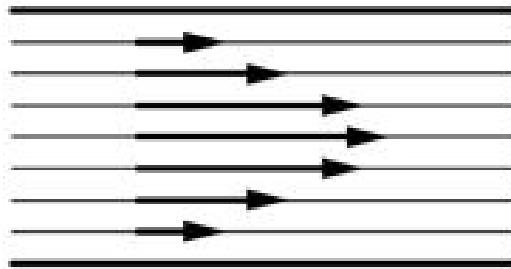
Základní veličinou charakterizující tokové chování je viskozita. Viskozita určuje míru vnitřního odporu materiálů vůči vnějšímu zatížení, jinak řečeno odpor proti toku. Další reologickou vlastností je elasticita. Kapaliny jako voda nebo tekutý parafin prokazují viskozitu, ale ne elasticitu. Tyto typy materiálů se řídí *Newtonovým zákonem* a označují se jako newtonské tekutiny. V kosmetických přípravcích se obvykle vyskytují newtonské tekutiny, ale některé disperzní systémy jako tělová mléka a krémy prokazují celkové reologické vlastnosti (tedy viskozitu i elasticitu). Tyto materiály se pak nazývají viskoelastické a řadíme je mezi tekutiny neneutonské [6].

Reologické vlastnosti jsou rozhodující pro kapaliny a částečně tekuté látky v kosmetických prostředcích. Určují vlastnosti výrobků – konzistenci, stabilitu a jejich biologickou dostupnost [7].

2.1 Viskozita newtonské kapaliny

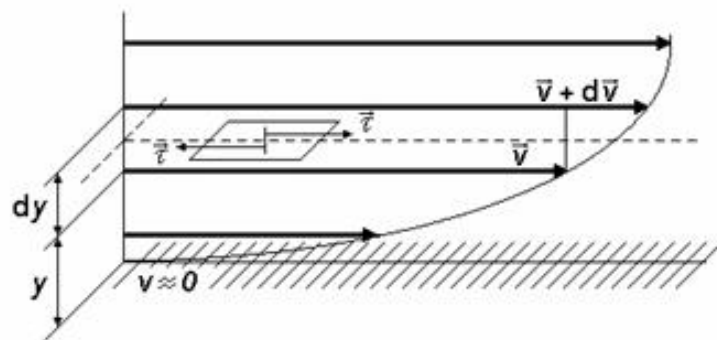
Newtonská tekutina může být reprezentována jako tok mezi dvěma rovnoběžnými plochami, které jsou od sebe libovolně vzdáleny [6].

Při toku newtonské kapaliny úzkou trubicí se vrstva kapaliny přiléhající ke stěnám prakticky nepohybuje a uprostřed kapaliny je rychlost toku naopak největší (obr. 1). Proudění, při kterém proudová vlákna probíhají souběžně a kapalina se nepromíchává, nazýváme laminární proudění. Při velkých rychlostech toku kapaliny se laminární proudění mění na turbulentní charakterizované vznikem vírů v pohybující se kapalině [8], [9].



Obr.1. Rozložení vektoru rychlosti kapaliny při laminárním proudění [10]

Viskozita je důsledkem smykového (tečného) napětí – τ vznikajícího mezi jednotlivými vrstvami kapaliny při jejich pohybu v důsledku třecí síly. U laminárního proudění tečné napětí spolu s rostoucí rychlostí kapaliny roste od vrstvy k vrstvě. Změnu rychlosti lze vyjádřit pomocí gradientu rychlosti dv/dy , který je kolmý na směr toku (obr. 2) [8].



Obr.2. Rychlostní profil v proudící kapalině [11]

Závislost tečného napětí na gradientu rychlosti ve směru osy y vyjadřuje Newtonův zákon:

$$\tau = \eta \cdot \frac{dv}{dy} \quad (1)$$

τ je tečné napětí, $dv/dy = D$ je rychlostní gradient určený ve směru kolmém ke směru proudění a η je konstanta úměrnosti nazývaná *dynamická viskozita*. Jednotkou dynamické viskozity je $Pa \cdot s$ (pascalsekunda) [8].

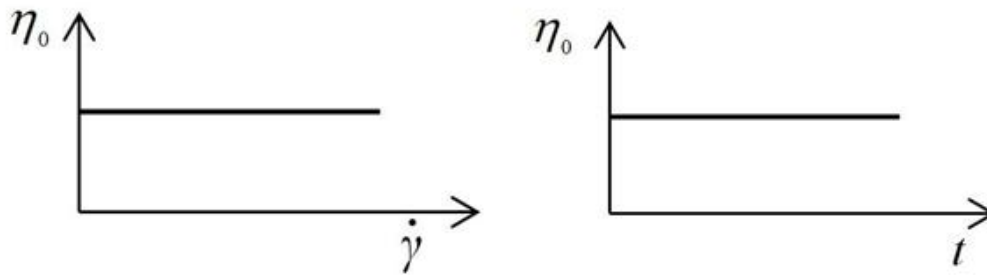
Rychlostním gradientem D lze vyjádřit časovou změnu smykové deformace, která je dána vztahem:

$$\gamma = \frac{v}{y} \quad (2)$$

Rychlost smykové deformace je pak dána:

$$\frac{dv}{dy} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dy} \right) = \dot{\gamma}_{xy} \quad (3)$$

Viskozita newtonských látek je nezávislá na čase a rychlosti smykové deformace (viz obr. 3)



Obr. 3. Závislosti viskozity na rychlosti smykové deformace a na čase [7]

Podíl dynamické viskozity a hustoty kapaliny se nazývá *kinematická viskozita* ν . Jednotkou kinematické viskozity je $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (4)$$

Kinematická viskozita se často používá při stanovení viskozity z experimentálních měření na kapilárních viskozimetrech [8].

2.2 Viskozita neneutonské kapaliny

Tento typ tekutin se od newtonských liší složitějším chováním a závislostí viskozity na rychlosti smykové deformace (rychlosti, s jakou se mění tečné napětí). Taková závislost je charakteristická pro složitější systémy [8].

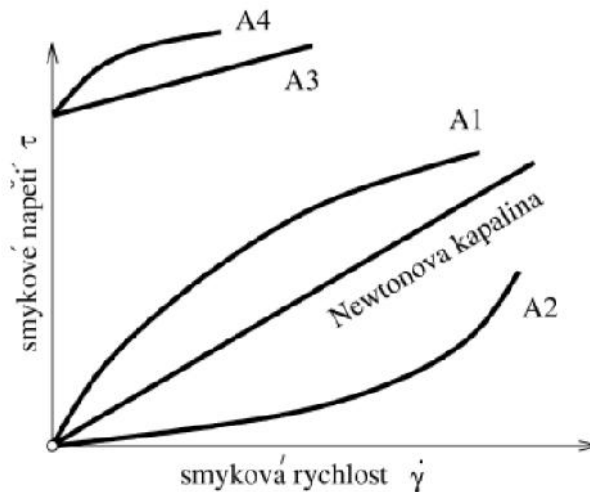
Při malých rychlostech smykové deformace se látky chovají newtonsky. Se zvyšováním rychlosti smykové deformace přestává být viskozita na této proměnné nezávislá. Tzn., že může klesat nebo stoupat [12].

Patří sem především roztoky a taveniny polymerů, suspenze, pasty apod. Platí pro ně analogicky dle Newtonova zákona rovnice:

$$\tau = \eta \cdot D \quad (5)$$

η je tzv. *zdánlivá viskozita*, která není konstantou, ale závisí na rychlosti deformace nebo tečném napětí. Mezi základní typy nenewtonských kapalin dle jejich chování řadíme:

- a) **Pseudoplastické kapaliny** – zdánlivá viskozita se u nich s rostoucím gradientem rychlosti zmenšuje. Představiteli této skupiny jsou suspenze s nekulovými tuhými částicemi, hrubší disperzní roztoky a vysokomolekulární polymery [13], [14].
- b) **Dilatantní kapaliny** – mají opačné chování oproti skupině pseudoplastických kapalin, tzn., že s rostoucí smykovou rychlostí viskozita roste. Příkladem dilatantní kapaliny může být směs vody a škrobu [15].
- c) **Binghamské kapaliny** – dochází u nich k toku až po překročení určitého prahového smykového napětí, tzv. meze toku. Patří sem především zubní pasty, želé, čistírenské kaly nebo vrtné směsi [16].
- d) **Tixotropní kapaliny** – zdánlivá viskozita klesá s prodlužující se dobou působení napětí. Příkladem tixotropních kapalin jsou rtěnky, barvy a laky [16].
- e) **Reopektické kapaliny** – během smykového namáhání s časem zdánlivá viskozita roste. Na rozdíl od tixotropních látek se s reopektickými látkami setkáváme jen zřídka. Řadí se mezi ně například suspenze sádry ve vodě nebo bentonitové roztoky [16].
- f) **Cassonovy plastické kapaliny** – do této skupiny nenewtonských kapalin řadíme např. krev [13].



Obr. 4. Tokové křivky kapalin [13]

A1 – pseudoplastická kapalina, **A2** – dilatantní kapalina, **A3** – Binghamova kapalina, **A4** – Cassonova kapalina.

2.3 Metody měření viskozity

K měření viskozity se nejčastěji používají viskozimetry pádové, průtokové a rotační. Dostatečně charakterizovat tokovou křivku nenewtonských kapalin dokáže pouze rotační a speciální kapilární viskozimetr. Podmínkou správného měření viskozity u nenewtonských kapalin je dobře stanovená geometrie toku a laminárnost proudění [14].

2.3.1 Pádový tělískový viskozimetr

Do této skupiny řadíme Stokesův (nejjednodušší) a Höpplerův viskozimetr. Stokesův viskozimetr je založen na měření rychlosti volného pádu kuličky (o známém poloměru a hmotnosti) v kapalině. Rychlost pádu kuličky nesmí být příliš velká a nádoba, v níž padá, musí být dostatečně široká, aby nedocházelo k turbulentnímu pohybu kapaliny. Pro rychlost pádu kuličky zde platí Stokesův zákon. Podle Stokesova zákona pro rychlost pádu kuličky platí vztah:

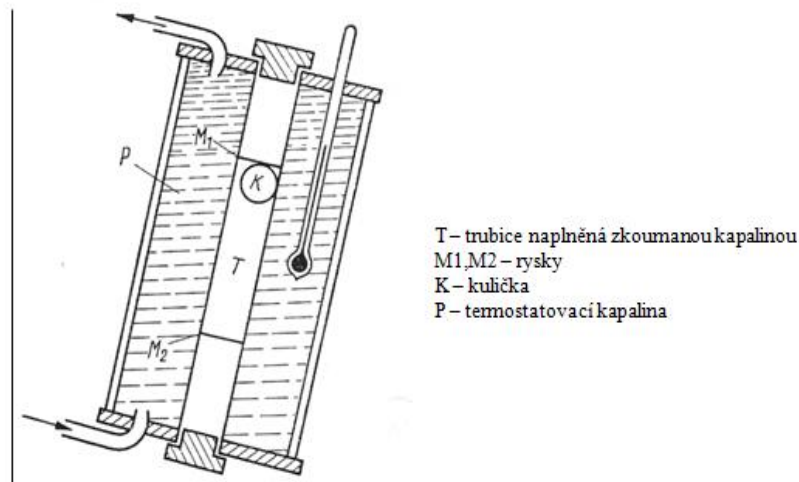
$$v = F / 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \quad (6)$$

pro F tedy platí:

$$F = 3/4 \cdot r^3 \cdot (\rho - \rho_0) \cdot g \quad (7)$$

ρ_0 , ρ jsou hustoty kapaliny a tělíska, r – poloměr tělíska, g – gravitační zrychlení

Höpplerův viskozimetr (obr. 5) je založen na podobném principu. Kulička zde padá skleněnou trubicí (o průměru málo větším, než je průměr kuličky), která je nakloněna o úhel 10° . Höpplerův viskozimetr je schopen viskozitu měřit s velkou přesností [14], [9].



Obr. 5. Höpplerův viskozimetr [14]

2.3.2 Průtokové (kapilární) viskozimetry

Měření viskozity pomocí kapilárního viskozimetru je založeno na Poisseuilově rovnici pro laminární tok kapaliny z kolmé trubice kruhového průřezu vlastní hmotností:

$$\eta = \pi \cdot r \cdot h \cdot \rho \cdot g / 8V \cdot l \quad (8)$$

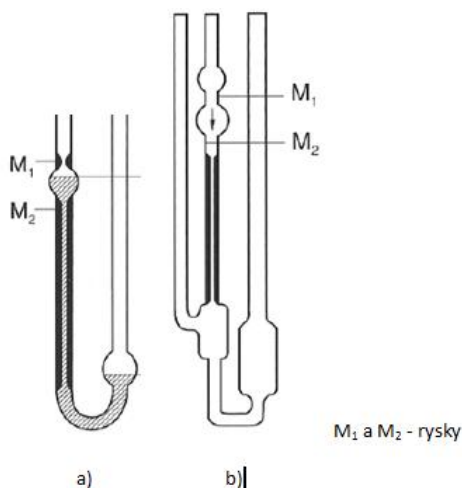
r je poloměr trubice, l – délka trubice, h – výška sloupce kapaliny, ρ - hustota kapaliny, g – tíhové zrychlení, t – doba toku, V – objem vyteklé kapaliny.

Měření se provádí relativně na základě srovnání s referentní kapalinou mající známou viskozitu ν_0 podle vztahu:

$$\nu = (t / t_0) \cdot \nu_0 \quad (9)$$

t , t_0 jsou doby výtoku zkoumané a referentní kapaliny. Tento systém je vhodný pro měření kapalin, jakými jsou mléko nebo tekutý parafin. Nejčastějšími typy jsou Ubbelohdeův či Ostwaldův viskozimetr (obr. 6). Tyto reometry patří mezi skleněné kapilární reometry, které jsou vyrobeny z jednotných čirých skel. Měření kapaliny je u obou omezeno

rozměrem dané kapiláry. Ubbelohdeho reometr má výhodu v tom, že obsahuje zásobní prostor pro kapalinu, a není tedy závislý na množství kapaliny, kterou je naplněn. Ostwaldův viskozimetr je nutné plnit stejným množstvím kapaliny [6], [17].



Obr. 6. Skleněné kapilární viskozimetry [18]

a) Ostwaldův viskozimetr, b) Ubbelohdeho viskozimetr

2.3.3 Rotační viskozimetry

Princip viskozimetru spočívá v určení viskozity z otáčivého momentu, který je potřebný pro otáčení předmětu ve zkoumané kapalině. Nejčastější geometrií rotačního viskozimetru je válec – válec, kde vnitřní se otáčí a vnější je pevný. Mezi další typy řadíme válec – kužel, deska – kužel nebo deska – deska. Obecně se rotační viskozimetr používá především u emulzí [14], [19].

2.4 Vliv fyzikálněchemických faktorů na viskozitu

2.4.1 Vliv teploty a tlaku na viskozitu kapalin

Viskozita kapalin závisí především na teplotě. Při stálém tlaku lze závislost viskozity na teplotě vyjádřit dle vztahu:

$$\eta = \exp\left(A + \frac{B}{T}\right) \quad (10)$$

T je termodynamická teplota [K] a A, B jsou empirické konstanty. S rostoucí teplotou viskozita kapalin klesá a s rostoucím tlakem vzrůstá. Vliv tlaku se však projevuje až při velmi vysokých hodnotách, proto je jeho závislost většinou zanedbatelná [8].

2.4.2 Vliv pH na viskozitu kapalin

Obecná závislost viskozity kapalin na pH se nedá stanovit, vždy záleží na druhu roztoku a především na tom, z jakých dalších komponent je složen. Protože jsou polysacharidy z rostlinných extraktů velmi důležitou přísadou kosmetických produktů, která má vliv na reologické vlastnosti roztoku, můžeme u nich stanovit závislost viskozity nejen na teplotě, ale i na pH. U roztoku polysacharidu, který byl extrahován z listů stromu černého kapradí (*Cyathea medullaris*, zvaného také jako Mamaku), bylo zjištěno, že vykazuje stejnou viskozitu v širokém rozmezí pH (3 – 9). K největšímu zahuštění tohoto roztoku došlo při silně zásaditém (pH 11) a silně kyselém (pH 1) prostředí. V kyselém prostředí však zahuštění roztoku nebylo tak výrazné jako v alkalickém. Tyto studie byly experimentálně provedeny na Maseyské univerzitě na Novém Zélandu. Stejnou závislost vykazuje i 5% roztok hydroxypropyl fosfátu škrobu (STRUKTURA[®] XL). Jde o zahušťovadlo vyráběné firmou National Starch, které dokáže jako přísada do různých emulzí a gelů vykazovat konstantní viskozitu těchto roztoků v široké škále pH (3 – 9). Můžeme tedy říci, že určité druhy ve vodě rozpustných polymerů poskytují konstantní viskozitu v širokém rozmezí pH. Toto tvrzení však pro kapaliny obecně neplatí [20], [21].

3 ZAHUŠŤOVADLA

Jednou z ingrediencí KP a přípravků bytové chemie jsou zahušťovadla. Umožňují zlepšit konzistenci, objem a viskozitu kosmetických přípravků, a tím poskytují větší stabilitu. Jde o polymery, které mohou být zcela přirozené (biopolymery), syntetické nebo polosyntetické. Jako zahušťovadla slouží i některé druhy tenzidů, pak hovoříme o tzv. tenzidových zahušťovacích systémech. Většina zahušťovadel má schopnost zadržovat vodu v kůži, a působí tak hydratačně. Získávají se z různých zdrojů a skládají se z velmi různých molekulárních struktur [22].

3.1 Přírodní zahušťovadla

Řada zahušťovadel se běžně nachází v přírodě. Jde především o polymery, které jsou schopny absorbovat vodu, a tím zvyšovat viskozitu. Patří sem především deriváty celulózy (hydroxyethylcelulózy), které se často používají v tekutých kosmetických prostředcích (šampóny nebo sprchové gely), dále pak sukcinoglykan, xanthanová guma a želatina [23], [24].

3.1.1 Sukcinoglykan

Jde o biopolymer, který vzniká fermentací *Rhizobium meliloti*. Jeho výhodou je velmi vysoká stabilita v kyselém prostředí a vysoká pseudoplasticita. Je tedy vhodný pro zahušťování prostředků s obsahem kyseliny citronové či amidosulfonové [24].

3.1.2 Xanthanová guma

Vysoce molekulární polysacharid, který se připravuje fermentací glykosidů pomocí *Xanthomonas campestris*. Stejně jako sukcinoglykan je pseudoplastická a navíc má univerzální použití. Je tedy kompatibilní s neionickými, anionickými a amfoterními tenzidy, dále pak s organickými kyselinami, alkáliemi, rozpouštědly, stabilizátory, parfémy, barvivy a abrazivy. Nevýhodou je však její degradace při styku se silnými minerálními kyselinami, silnými oxidačními látkami a srážlivost s kationickými tenzidy [24].

Přírodní zahušťovadla mohou obecně způsobovat lepkavý pocit na kůži a zakalení kosmetického prostředku. Do této skupiny řadíme i minerální zahušťovadla, jako jsou bentonit, oxid křemičitý a křemičitan hlinitý [23].

3.2 Syntetická zahušťovadla

Molekuly syntetických zahušťovadel patří mezi nejuniverzálnější. Nejčastějším syntetickým zahušťovadlem je karbomer, což je homopolymer kyseliny akrylové s vysokou molekulovou hmotností. Jde o bílý, nadýchaný prášek, který se používá k přípravě gelů a na rozdíl od jiných zahušťovadel nezpůsobuje lepavý pocit a přispívá ke stabilizaci emulzí. Pro kyselé systémy, které obsahují kationické tenzidy a silné kyseliny (citronová, fosforečná, maleinová nebo amidosulfonová) jsou vhodné např. kationické polyakrylamidy. Tato zahušťovadla jsou účinná v širokém rozmezí pH a odolná vůči vysokému obsahu solí. Tvoří však pouze nízkoviskozní systémy (cca 300 – 2600 mPa·s) [23].

3.3 Tenzidové zahušťovací systémy

Do této skupiny řadíme především oxyethylenové aminy (např. PEG 2 Oleylamin), které řadíme mezi neionické tenzidy. Používají se především jako smáčedla, emulgátory a odpeňovače. PEG 2 Oleylamin je vhodný pro zahuštění minerálních kyselin (chlorovodíkové, fosforečné atd.). Díky nízké HLB (hydrofilně – lipofilní rovnováha) hodnotě tvoří s vodou zakalené systémy a jeho samotným přidáním dochází pouze k malému zahuštění. Je tedy nutné ho vždy kombinovat s dalšími zahušťovadly, jako je např. chlorid sodný (dále NaCl) [24].

3.4 Zahušťovadla pro povrchově aktivní látky (PAL)

Nejběžnější způsob, jak zahušťovat PAL, je pomocí NaCl. Ve standardních PAL založených na *laurylethersulfátu sodném* (SLES) a *cocamidopropyl betainu* (CAPB) to funguje dobře. Zahušťovací efekt závisí především na přítomnosti aniontových PAL (především SLES) a funguje až do jejich maximální koncentrace. Příliš mnoho elektrolytů vede k destrukci sítě micel, a tím ke zrušení původní viskozity [25].

3.4.1 Hydrofilní a hydrofobní zahušťovadla

Zahušťovadla se pro PAL dělí na hydrofobní a hydrofilní. Hydrofobní zahušťovadla monomerního nebo oligomerního typu s nízkou molekulární hmotností se vyskytují především spolu s neionickými PAL (např. *glyceryl laurate* nebo *cocamide DEA*). Hydrofilní zahušťovadla polymerního typu s vysokou molekulární hmotností jsou založena na ethoxylovaných tukových derivátech (např. *PEG – 120 Methyl glucose diolate* nebo

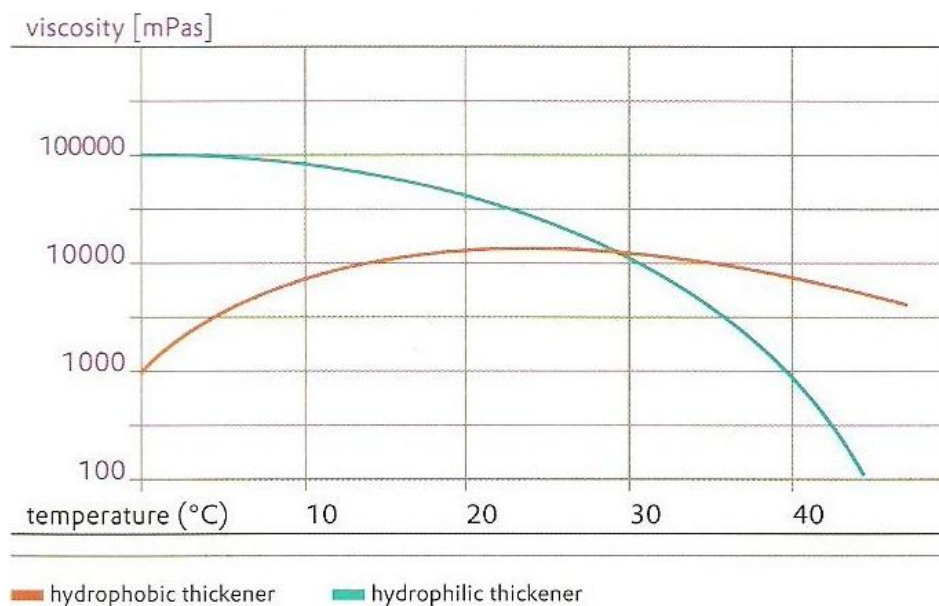
PEG – 200 Hydrogenated glyceryl palmate). Oba druhy jsou rozdílné v chování toku a v závislosti viskozity na teplotě [25].

3.4.2 Chování toku

Chování toku vyjadřuje závislost viskozity na smykové rychlosti, která může být změřena pomocí rotačního viskozimetru při různých rychlostech. U hydrofobních zahušťovadel se s rostoucí smykovou rychlostí viskozita snižuje. Hydrofilní zahušťovadla poskytují newtonské chování toku, což znamená, že viskozita je na smykové rychlosti nezávislá a zůstává konstantní [26].

3.4.3 Závislost viskozity zahušťovadel na teplotě

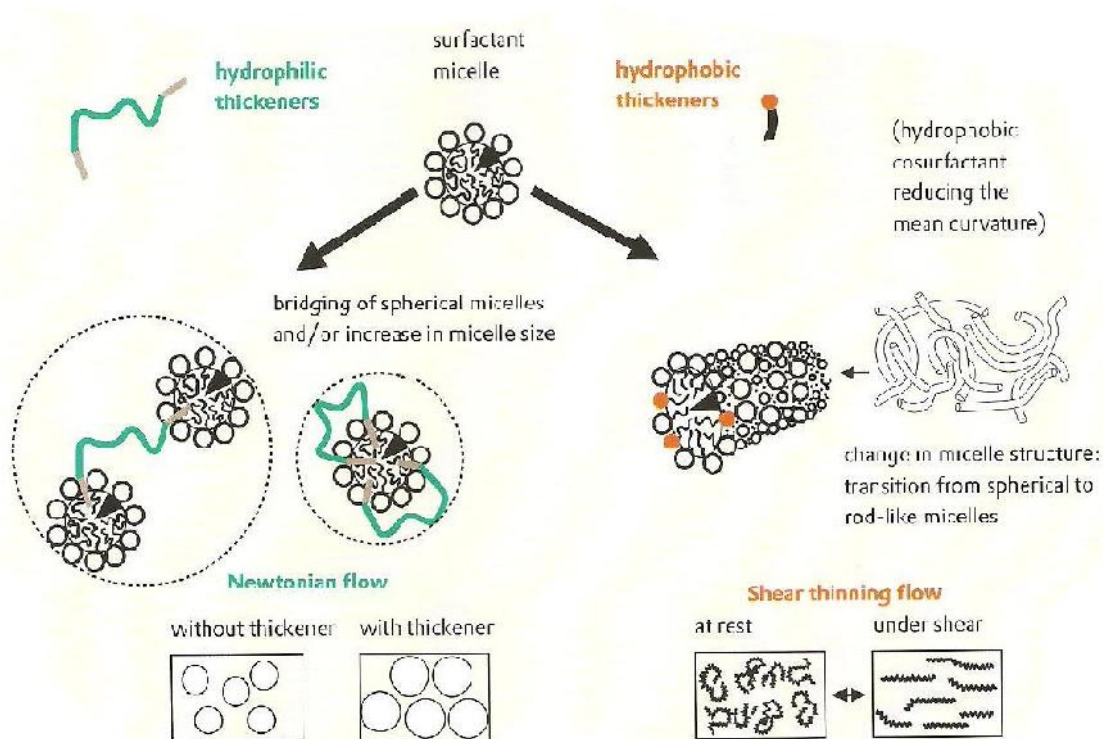
Při nízkých teplotách je viskozita hydrofobních zahušťovadel nízká. S rostoucí teplotou se však viskozita stává stabilní. Hydrofilní zahušťovadla vykazují silnou závislost viskozity na teplotě. Při nižších teplotách je viskozita vysoká, s rostoucí teplotou však viskozita výrazně klesá (viz obr. 7) [26].



Obr. 7. Závislost viskozity na teplotě pro hydrofilní a hydrofobní zahušťovadla [25]

3.4.4 Mechanismus zahušťování

Principem mechanismu zahušťování je schopnost upravit strukturu micel (shluků molekul tenzidů v kapalném médiu). V případě hydrofilních zahušťovadel jsou hydrofobní skupiny molekul pomocí PEG – řetězců začleněny do micel PAL, což vede k překlenutí kulovité micely nebo k jejímu zvětšení. Micely pak mají omezený prostor k pohybu, což vede ke zvětšení viskozity a newtonskému chování toku. Hydrofobní zahušťovadla jsou také začleňována do micel tenzidů, mění tedy tvar micel (z kulatého do tvaru tyčinek). V klidu jsou micely uspořádány náhodně, což vede k vysoké viskozitě. S rostoucí smykovou rychlostí se micely uspořádají paralelně, a tím se viskozita sníží. Tento proces je vratný, tzn., že se snižující se smykovou rychlostí jsou micely znovu uspořádány náhodně a viskozita opět roste (viz obr. 8) [25].



Obr. 8. Mechanismus zahušťování u hydrofobního a hydrofilního zahušťovadla [25]

4 CHARAKTERISTIKA KOMERČNÍCH ZAHUŠŤOVADEL

4.1 Biesterfeld Silcom s.r.o.

Firma Biesterfeld Silcom s. r. o. byla založena v roce 1992 jako Silcom s. r. o. Od svého zřízení se zabývá zprostředkováváním dovozu a dovozem speciálních chemikálií. V roce 2002 se jejím partnerem stala společnost Biesterfeld Special Chemie GmbH. Společnost Biesterfeld Special Chemie se řadí mezi přední světové distributory chemie a díky jejímu vstupu se výrazně rozšířil sortiment dodávaných produktů. Jedněmi z mnoha dodavatelů v oblasti kosmetiky a konkrétně zahušťovadel jsou firmy CP Kelco a Dow Corning [27].

4.2 CP Kelco

CP Kelco je inovátorem v oblasti produkce polysacharidů mikrobiální fermentací, extrakcí z půdy i mořských rostlin a úpravou surovin na bázi celulózy. Firma tedy poskytuje produkty z přírodních a obnovitelných surovin a jejich následná úprava je minimální. Tyto výrobky dávají řadu funkcí, jako je změna viskozity, zahušťování, stabilizace a zpevňování [28].

KELZAN[®] xanthanové gummy patří mezi exocelulární polysacharidy, které společnost CP Kelco vyrábí speciálním fermentačním procesem. Tento druh polysacharidů je produkován enzymatickým procesem během buněčného cyklu na stěně bakterie *Xanthomonas campestris*. Složení a struktura xanthanové gummy vyrobené komerčním způsobem a přírodně vzniklého polysacharidu je naprosto identická. CP Kelco nabízí širokou škálu xanthanových gum pro různá odvětví (viz Tabulka 1) [29].

Tab. 1. Typy xanthanových gum a jejich využití [29]

Název xanthanové gummy	Využití
KELZAN [®]	technické aplikace
KELZAN [®] AP, KELZAN [®] ASX, KELZAN [®] ST	kosmetické aplikace
KELTROL [®]	potravinářství a kosmetické aplikace
KELDENT [®]	ústní hygiena
XANTURAL [®]	farmaceutické aplikace

4.2.1 KELZAN[®] AP (Advanced Performance)

Tento druh xanthanové gumy byl firmou CP Kelco na trh uveden v roce 2010 s novými vylepšenými vlastnostmi. Jde o bílý prášek charakteristického zápachu. V čisticích prostředcích výrazně ovlivňuje viskozitní vlastnosti, a přináší tak určité výhody, jako je použitelnost při velmi nízkých koncentracích, zamezení usazování suspenzí, zabraňování oddělování jednotlivých fází v emulzích a snadná aplikace v mechanických dávkovačích. I za přítomnosti solí, kyselin a pevných látek dokáže efektivně a rychle hydratovat. Oproti klasickým xanthanovým gumám je schopný hydratovat až 3x rychleji. Vytváří také jemnější a kvalitnější emulze za nižšího dávkování, což vede ke snížení nákladů. KELZAN[®] AP lze použít i v kyselém (pH 5) či extrémně zásaditém prostředí (pH 13), a to i v systémech s nízkým podílem vodné fáze [29].

4.2.2 KELZAN[®] ST

KELZAN[®] ST je druh xanthanové gumy používaný pouze pro průmyslové účely, který je snadno dispergovatelný ve vodě a schopný tvořit transparentní roztoky [30].

4.2.3 KELZAN[®] ASX

KELZAN[®] ASX je xanthanová guma určená především pro wc čisticí prostředky a jiné kyselé produkty. Je slučitelná s anionickými tensidy a elektrolyty o vyšší koncentraci. Výhodou je její použití a rozprašovatelnost i při nižší koncentraci [31].

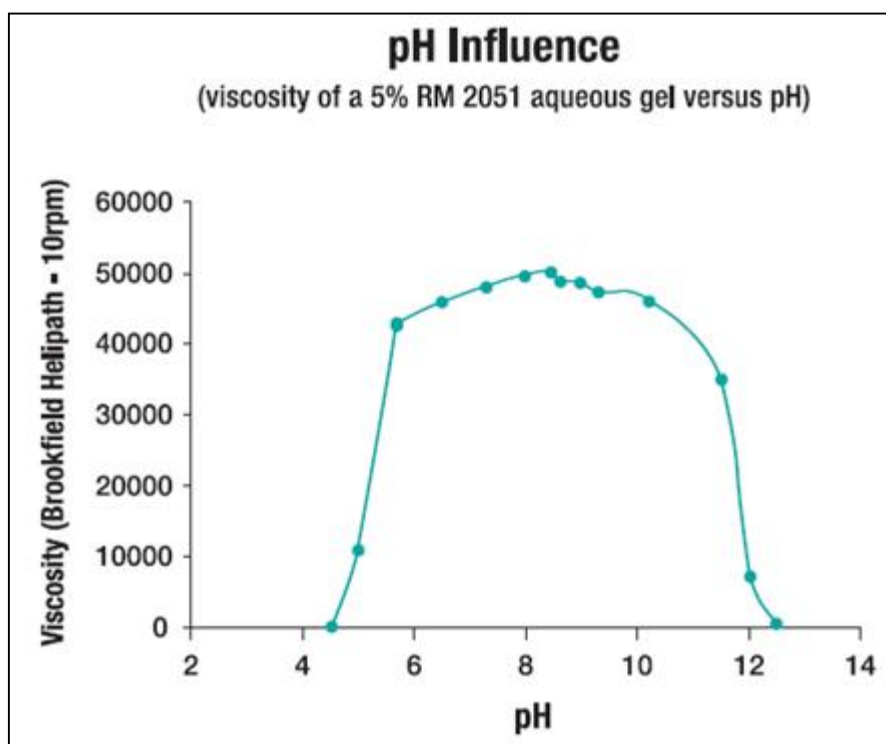
4.3 DOW CORNING

Společnost Dow Corning byla založena v roce 1943 za účelem zkoumat a rozvíjet výrobu silikonů. Po určité době se firma rozrostla a stala se globálním lídrem v oblasti technologie silikonu a inovace. Dnes nabízí více než 7 000 produktů a služeb [32].

4.3.1 DOW CORNING[®] RM 2051

Jde o viskózní neprůhlednou kapalinu jemně žluté barvy a charakteristického zápachu. Jde o směs obsahující polyakrylát sodný v dimethiconu (DOW CORNING[®] RM 200), surfaktanty, silikonový emulgátor (PEG/PPG – 18/18 Dimethicon) potřebný ke stabilizaci a trideceth – 6, který pomáhá přivádět polymer do kontaktu s vodnou fází. Jde tedy o emulzi typu v/o. Emulze může být připravena přidáním zahušťovadla RM 2051 do olejové fáze a následným promícháním s fází vodnou. Spojení olejové a vodné fáze může nastat dvěma

způsoby. Olejová fáze spolu se zahušťovadlem se může přidat do vodné fáze nebo se vodná fáze přidá do směsi oleje a zahušťovadla, což může být důsledkem snížení velikosti částic emulze. Zahušťovadlo také může být přidáno až po spojení olejové a vodné fáze. Z důvodu houstnutí následného systému se musí rychlost mixování zvyšovat bez ohledu na způsob přípravy. Efektivní rozsah pH (5,5 – 11) umožňuje jeho využití v různých kosmetických prostředcích, jako je vlasová a tělová kosmetika, opalovací prostředky atd. (viz obr. 9) [33].



Obr. 9. Závislost viskozity RM 2051 zahušťovadla na pH [33]

Výhodou je schopnost emulgovat a stabilizovat více jak 50 % olejových fází. RM 2051 je možné použít i při vyšším obsahu rozpouštědel (např. 30% etanolu, 50% glycerolu nebo propylen glykolu). Účinnost zahušťovadla se však s přítomností elektrolytů snižuje [33].

4.4 Evonik

Společnost Evonik Industries AG byla v rámci přejmenování založena v roce 2007. Jde o jednu z předních společností zaměřujících se na výrobu speciálních chemikálií. Evonik je německou společností, která vlastní výrobní závody ve 28 zemích, a působí tak po celém světě. Patří mezi přední světové dodavatele vysoce kvalitních surovin, přísad a aktivních látek pro celou řadu aplikací v oblasti pokožky a péče o vlasy, pracích prostředků a speciálních čističů. Mezi speciální chemikálie, které společnost vyrábí, patří také

výkonnostní aditiva, jako jsou zahušťovadla, např. ANTIL[®] SOFT SC, ANTIL[®] 120 Plus, ANTIL[®] 200, ANTIL[®] HS 60, TEGOSOFT[®] APM a REWODERM[®] LI S 80 atd. Jde o zahušťovadla jak hydrofilní, tak hydrofobní (viz Tabulka 2) [34].

Tab. 2. Rozdělení komerčních zahušťovadel dle jejich afinity k vodě

Hydrofilní zahušťovadla	Hydrofobní zahušťovadla
ANTIL [®] SOFT SC	ANTIL [®] 120 Plus
ANTIL [®] HS 60	ANTIL [®] 200
TEGOSOFT [®] APM	REWODERM [®] LI S 80

4.4.1 ANTIL[®] SOFT SC (Sorbitan Sesqui caprylate)

ANTIL[®] Soft SC je nové tekuté multifunkční zahušťovadlo založené na přírodní bázi. Je tedy dobře biologicky odbouratelné a kromě výborných zahušťovacích schopností vykazuje i příjemný a hladký pocit na pokožce. Zlepšuje pěnicí vlastnosti systému, krémovitost pěny a dokáže zahušťovat i PEG-free emulgátory. Splňuje také Ecocert, tedy podmínky určené pro biokosmetiku [35].

4.4.2 ANTIL[®] 120 Plus (PEG–120 Methyl Glucose Dioleate)

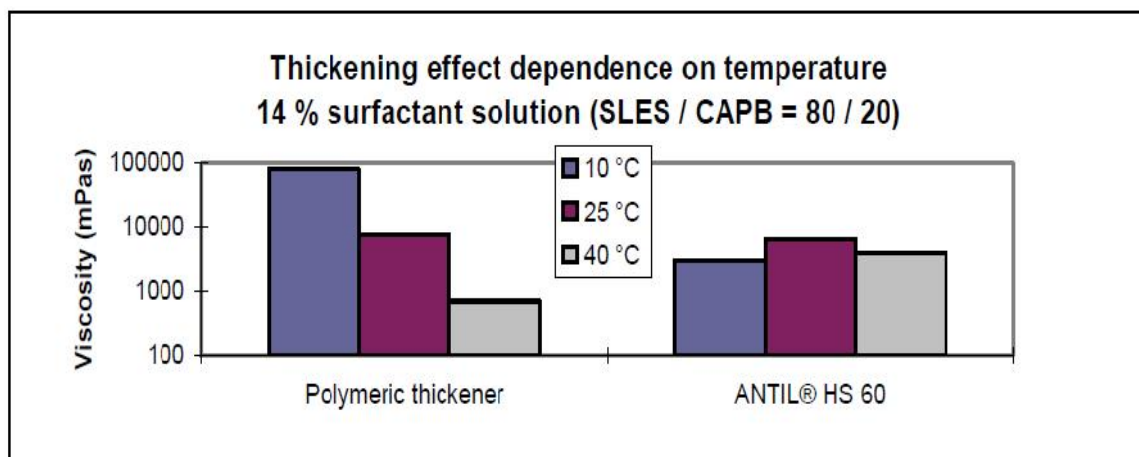
ANTIL[®] 120 Plus je zahušťovadlo založené na cukru. Je stabilní v širokém rozmezí pH (4,5 – 9) a během výroby může být zpracováno tepelně i za studena. Vykazuje synergetický efekt v kombinaci s neionogenními PAL s nízkou molekulární hmotností, např. ethoxylovanými mastnými alkoholy. Je vhodné pro širokou škálu forem KP, jako jsou šampony, sprchové gely, koupelové pěny a tekutá mýdla [36].

4.4.3 ANTIL[®] 200 (PEG–200–Hydrogenated Glycerol Palmate, PEG–7 Glycerol Cocoate)

ANTIL[®] 200 je velmi účinné kapalné zahušťovadlo pro šampony, sprchové a koupelové přípravky. Poskytuje příjemné reologické chování finálních výrobků a jejich snadnou manipulaci. Vzhledem ke své rozpustnosti ve vodě může být do jednotlivých kompozic začleněno v jakékoliv fázi výroby [37].

4.4.4 ANTIL[®] HS 60 (Cocamidopropyl Betain; Glyceryl Laurate)

ANTIL[®] HS 60 je hydrofilní zahušťovadlo a změkčovadlo zároveň. Neobsahuje polyethylenglykol, alkanolamidy a konzervační přísady. Při zvýšených teplotách je účinek zahušťování stabilnější než u polymerních zahušťovadel (viz obr. 10). Poskytuje stabilní pěnu dané kompozice a je možné ho za studena zpracovat v každém kroku výroby [38].



Obr. 10. Porovnání zahušťovacího efektu v závislosti na teplotě u polymerního zahušťovadla a ANTILU[®] HS 60 [38]

4.4.5 TEGOSOFT[®] APM (PPG-3 Myristyl Ether)

TEGOSOFT[®] APM je vysoce polární kosmetický olej s vynikajícími vlastnostmi pro zahuštění PAL. Obsahuje tedy rostlinné složky a je nerozpustný ve vodě. Má dobré solubilizační vlastnosti a v systémech, jako je šampon nebo tekuté mýdlo, dodává vysokou viskozitu [39].

4.4.6 REWODERM[®] LI S 80 (PEG-200-Hydrogenated Glyceryl Palmate, PEG-7 Glyceryl Cocoate)

REWODERM[®] LI S 80 byl vyvinut jako kapalné aditivum neobsahující dusík, tzn., že je velmi šetrný k pokožce. Při pokojové teplotě je v důsledku své konzistence dobře zpracovatelný. Na rozdíl od ostatních zmíněných aditiv nemá vliv na stabilitu pěny (pokud se jeho koncentrace pohybuje mezi 1 až 4 %). Pro zajištění stability celkového výrobku je zde nutné upravit pH formulace na 5,0 až 8. Zahušťovadlo je rovněž určeno do tekutých mýdel, přípravků do koupele nebo dětských šamponů [40].

4.5 Lubrizol

Společnost Lubrizol, která existuje téměř sto let, dnes na trhu nabízí nejen průmyslová maziva a přísady do pohonných hmot, ale také aditiva určená k osobní péči. Jedněmi z mnoha vyráběných reologických modifikátorů jsou Carbopol polymery, které se využívají ve vysoce výkonných čistících systémech. Výhodou je jejich kompatibilita s alkoholem (jsou schopny zahušťovat ethanol a isopropanol na úrovni 90 hm. %) [41].

4.5.1 Carbopol® Ultrez 21 (C10-30 alkyl akrylát Crosspolymer)

Carbopol® Ultrez 21 patří mezi nejkvalitnější polymery v oblasti osobní péče, které společnost Lubrizol vyrábí. Z celé řady Carbopol polymerů poskytuje nejvíce viskózní roztoky a největší odolnost vůči elektrolytům. Jde o bílý prášek mírně akrylového zápachu. Jeho výhodou je rychlá smáčivost (ve vodě je rozpustný bez míchání po několika minutách), nízká lepivost a schopnost poskytovat čiré roztoky (zejména gely). Pro svou vysokou účinnost i při nízkém či vysokém pH je využíván v široké škále kosmetických aplikací, jako jsou šampony, sprchové gely, gely na vlasy, dětské lotiony, opalovací krémy nebo dezinfekční gely na ruce [42].

4.5.2 Carbopol® Ultrez 20 (C10-30 alkyl akrylát Crosspolymer)

Carbopol® Ultrez je jedinečná struktura polymeru, která nevyžaduje čas potřebný k nutnému nabobtnání před jeho další aplikací. Poskytuje extrémně vysokou viskozitu s klidnými tokovými vlastnostmi materiálů a spolu s PAL prokazuje dobrou stabilitu od 10 do 12 hm. %. Z chemického hlediska jde o bílý prášek, který působí efektivně v širokém rozmezí pH (3 – 12) a tvoří čiré roztoky i při vyšších koncentracích. Jako modifikátor má využití v kosmetických formulacích, jako jsou šampony, sprchové gely, lotiony, gely nebo krémy [43].

4.5.3 Carbopol® Ultrez 10 (karbomer)

Carbopol® Ultrez je bílý nadýchaný prášek mírně octového zápachu. Vysoce viskózní a stabilní roztoky poskytuje až při vyšších koncentracích. Díky dobré rozpustnosti ve vodě tvoří stejně jako Carbopol® Ultrez 21 čiré gely a je snadno aplikovatelný pro další zpracování. Svými vlastnostmi patří mezi nejuniverzálnější zahušťovadla z řady Carbopol polymerů [43].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 MĚŘENÍ VIZKOZITY VYBRANÝCH ZAHUŠŤOVADEL

Pro měření viskozity připraveného tekutého mýdla při různé teplotě a pH v závislosti na použitém zahušťovadle byly použity následující materiály:

5.1 Použité chemikálie

- pro tenzidový základ:
 - SLES (70%)
 - CAPB (50%)
 - Cocamide DEA (65%)
 - Nipacide CI 15 (konzervant)
 - destilovaná voda
- zahušťovadla:
 - Carbopol[®] Ultrez 21 (od firmy Lubrizol)
 - ANTIL[®] 120 Plus (od firmy Evonik)
 - KELZAN[®] ST (od firmy CP Kelco)
 - KELZAN[®] AP (od firmy CP Kelco)
 - NaCl
- pro úpravu pH:
 - 1M HCl
 - 1M NaOH

5.2 Použité přístroje, zařízení a pomůcky

Rotační viskozimetr Brookfield DV–III Ultra, termostatová lázeň se silikonovými hadičky Thermo HAAKE C10 P5, laboratorní sklo (kádinky, dvouplášťový skleněný reaktor), hřídelová míchačka Heidolph RZR 2052 Control, analytické váhy Denver SI – 64 A, elektrická plotýnka (ETA 2107)

5.3 Příprava tenzidových vzorků obsahující různá zahušťovadla

Tenzidový základ o objemu 3 l byl připraven tak, aby SLES v roztoku obsahoval 20 %, CAPB 8 %, Cocamide DEA 2 % a konzervant 0,12 %. Pro lepší aplikaci některých komerčních zahušťovadel bylo nutné tyto modifikátory předem rozpustit ve vodě a nechat bobtnat. Z příslušného tenzidového základu a jednotlivých modifikátorů bylo namícháno 15 vzorků k měření. Pro každý modifikátor byly připraveny tři roztoky o objemu 200 ml

a koncentraci 0,25 %, 0,5 % a 1 %. Jednotlivé navážky a příslušné koncentrace roztoků jsou uvedeny v tabulkách 3, 4.

Tab. 3. Navážky a koncentrace jednotlivých surovin pro tenzidový základ

Název suroviny	Koncentrace [%]	Navážka [g]
SLES (70%)	20	857,1
CAPB (50%)	8	480
Cocamide DEA (65%)	2	92,3
Nipacide CI 15	0,12	3,6

Tab. 4. Navážky a koncentrace jednotlivých zahušťovadel měřených vzorků

Číslo vzorku	Koncentrace vzorku [%]	Hmotnost zahušťovadla [g]	Název zahušťovadla
1	0,25	0,5	Carbopol® Ultrez 21
2	0,5	1	
3	1	2	
4	0,25	0,5	ANTIL® 120 Plus
5	0,5	1	
6	1	2	
7	0,25	0,5	KELZAN® ST
8	0,5	1	
9	1	2	
10	0,25	0,5	KELZAN® AP
11	0,5	1	
12	1	2	
13	0,25	0,5	NaCl
14	0,5	1	
15	1	2	

5.4 Metodika měření viskozity

Měření viskozity bylo prováděno na rotačním reometru Brookfield DV–III Ultra. Reometr je vybaven displejem a dotykovou klávesou a měří viskozitu v rozmezí 0,1 až 800 milionů cP (mPa·s). Díky napojení přes počítač je možné v programu Rheocalc nastavit jednotlivé parametry, jako je počet a rychlost otáček, teplota, typ spindlu atd. Všechny 15 vzorků bylo měřeno pomocí spindlu LV2. Ukázka použitého reometru se spindlem a skleněného reaktoru viz obr. 11.



Obr. 11. Brookfield DV–III Ultra

Pro měření viskozity při určité teplotě byla sestavena aparatura tvořená dvouplášťovým skleněným reaktorem a termostatem Thermo HAAKE C10 P5 s analogovým regulátorem teploty. Teplota je zde nastavitelná pomocí otočné stupnice. Zpětnou kontrolu teploty zde zajišťuje skleněný teploměr s rozsahem 0 – 100 °C. Ke zjištění pH jednotlivých vzorků byl použit klasický digitální pH metr značky ELTECA CPH 51 s rozsahem 0 – 14.

5.4.1 Stanovení závislosti viskozity na teplotě

Nejdříve byl skleněný reaktor napojen přes hadičky k termostatu a následně naplněn vzorkem. Temperační aparatura byla vždy před každým měřením alespoň 10 minut zapnuta až do ustálení požadované teploty 25 a 40 °C. Měření při 0 °C bylo prováděno pomocí ledové lázně, nikoliv termostatu z důvodu možného ohřátí vzorku. Teplota byla v tomto případě kontrolována pomocí skleněného teploměru. Dále byl k viskozimetru připevněn příslušný spindl a zaveden do reaktoru. Pro každý vzorek bylo během jednoho měření získáno 20 hodnot. Ke stanovení závislosti viskozity na teplotě byly brány průměrné hodnoty (pro větší přesnost byl průměr počítán pouze z posledních 10 hodnot).

5.4.2 Stanovení závislosti viskozity na pH

Před samotným měřením bylo nejdříve 200 ml každého vzorku rozděleno do dvou 100ml kádinek. Do jedné kádinky byl postupně přikapáván 1M NaOH a do druhé 1M HCl. Jakmile bylo dosaženo požadované hodnoty pH (1, 3, 5, 7, 8, 10, 12 a 14), byla stejným způsobem změřena viskozita. Všechna měření byla prováděna při laboratorní teplotě 25 °C. Na základě změřených hodnot byla získána závislost viskozity na pH. Stejně jako u stanovení závislosti viskozity na teplotě byly ke stanovení závislosti viskozity na pH brány pouze průměrné hodnoty.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Dle kapitoly 5.3 byla připravena tekutá mýdla, která byla zahuštěna vybranými modifikátory o koncentraci 0,25 %, 0,5 % a 1 %. U takto připravených vzorků byla stanovena závislost viskozity na teplotě a pH.

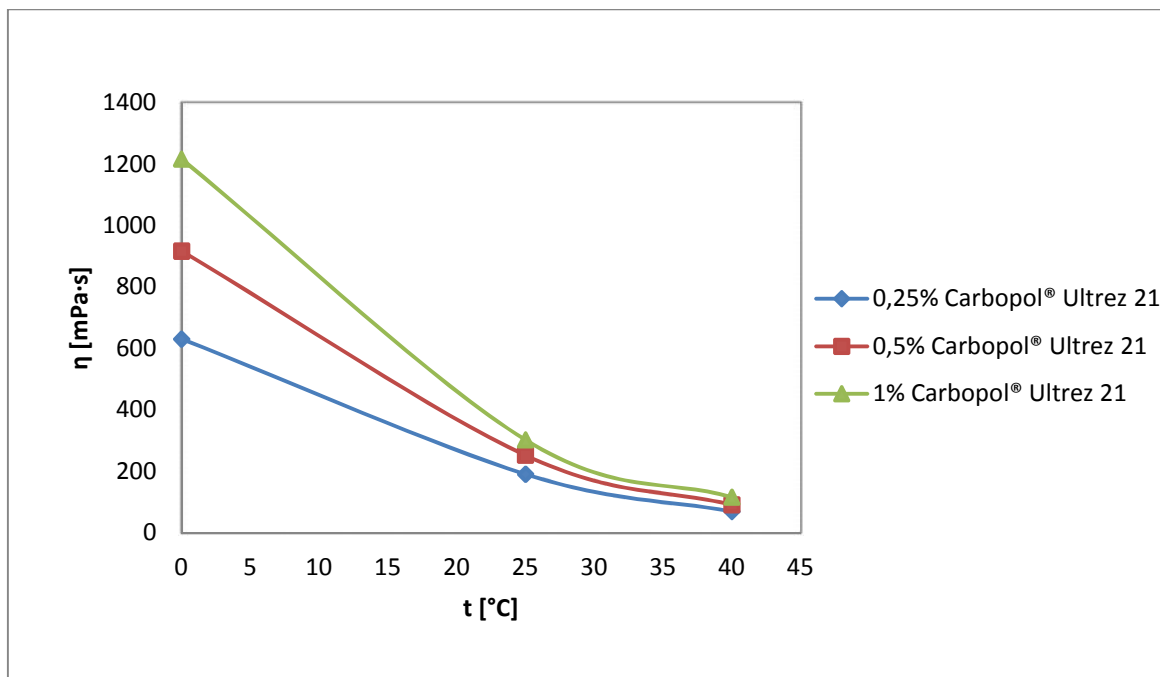
6.1 Závislost viskozity vybraných zahušťovadel na teplotě

V Tab.5. jsou znázorněny naměřené hodnoty viskozity připravených vzorků při teplotě 0 °C, 25 °C a 40 °C. Z naměřených hodnot je patrné, že s rostoucí teplotou u všech modifikátorů viskozita klesala. Naopak s rostoucí koncentrací se jejich viskozita zvyšovala.

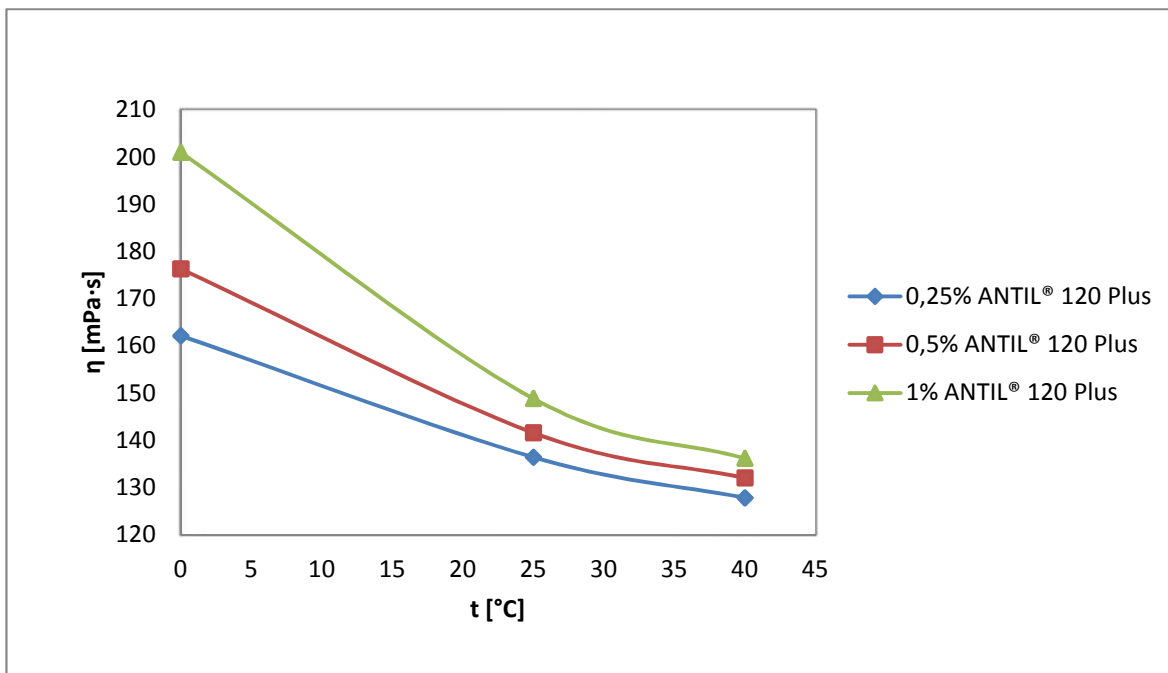
Tab. 5. Naměřené hodnoty viskozity jednotlivých vzorků při teplotě 0 °C, 25 °C a 40 °C

Název zahušťovadla	Koncentrace [%]	Viskozita [mPa·s]		
		při 0 °C	při 25 °C	při 40 °C
Carbopol [®] Ultrez 21	0,25 %	630,5321	190,9086	69,2788
	0,5 %	916,8540	252,5440	91,5429
	1 %	1216,0702	302,2727	115,8609
ANTIL [®] 120 Plus	0,25 %	162,1467	136,4163	127,8001
	0,5 %	176,3516	141,5979	132,0291
	1 %	201,0670	148,8693	136,1701
KELZAN [®] ST	0,25 %	329,9296	145,5130	73,2343
	0,5 %	378,2548	165,0609	87,1780
	1 %	539,3128	204,7230	90,6473
KELZAN [®] AP	0,25 %	188,1652	142,5959	130,1492
	0,5 %	195,4467	149,6327	134,6703
	1 %	234,1684	160,1522	140,0641
NaCl	0,25 %	35,9994	21,9094	16,3395
	0,5 %	37,3993	23,9994	18,5166
	1 %	38,9314	26,9987	21,9987

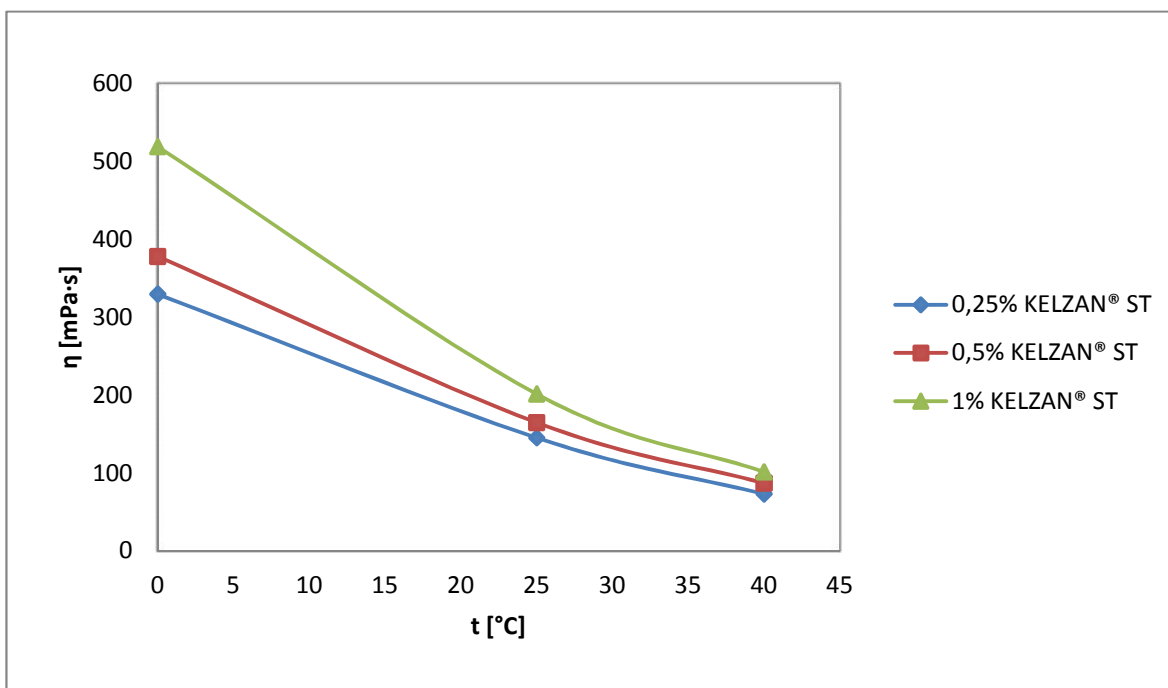
Na Obr. 12 – 16 je graficky znázorněna závislost viskozity jednotlivých zahušťovadel na teplotě. Je patrné, že nejvyšší hodnoty viskozity při 0 °C a 25 °C vykazoval Carbopol® Ultrez 21 viz Obr. 12. Při 40 °C byla naopak viskozita Carbopolu® Ultrez 21 v porovnání s viskozitou ostatních zahušťovadel poměrně nízká. Nejnižší hodnoty po celou dobu měření byly zaznamenány u NaCl a to při všech jeho koncentracích viz Obr. 16.



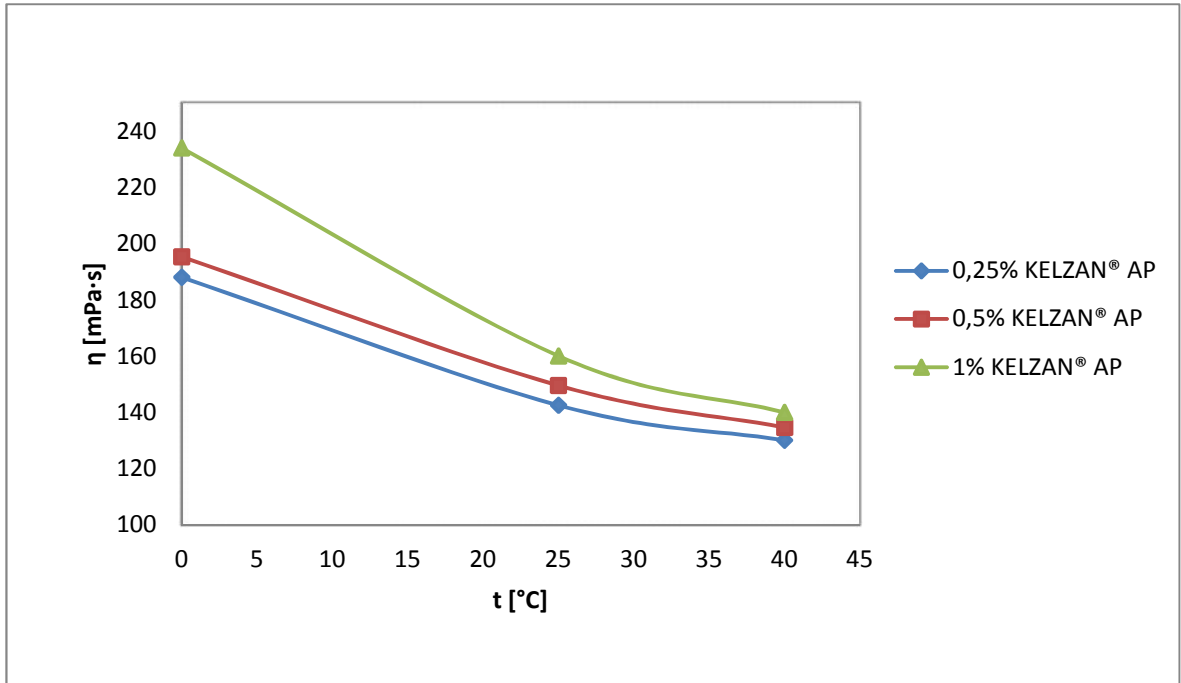
Obr. 12. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% Carbopolu® Ultrez 21 na teplotě



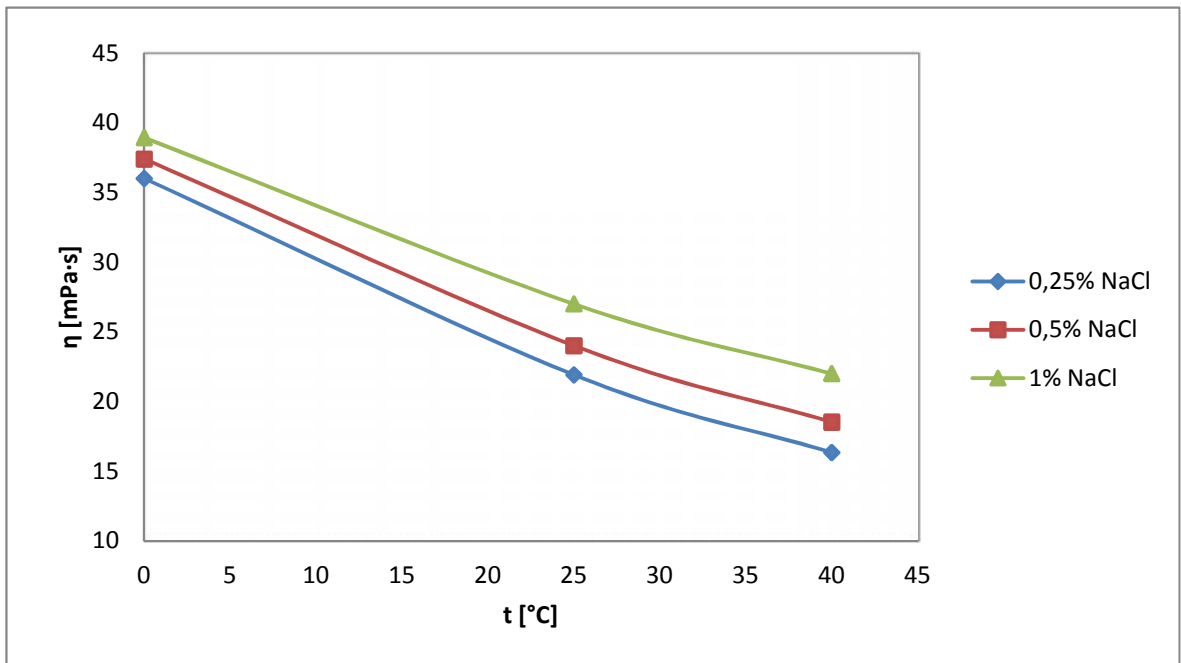
Obr. 13. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% ANTILU® 120 Plus na teplotě



Obr. 14. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% KELZANU® ST na teplotě

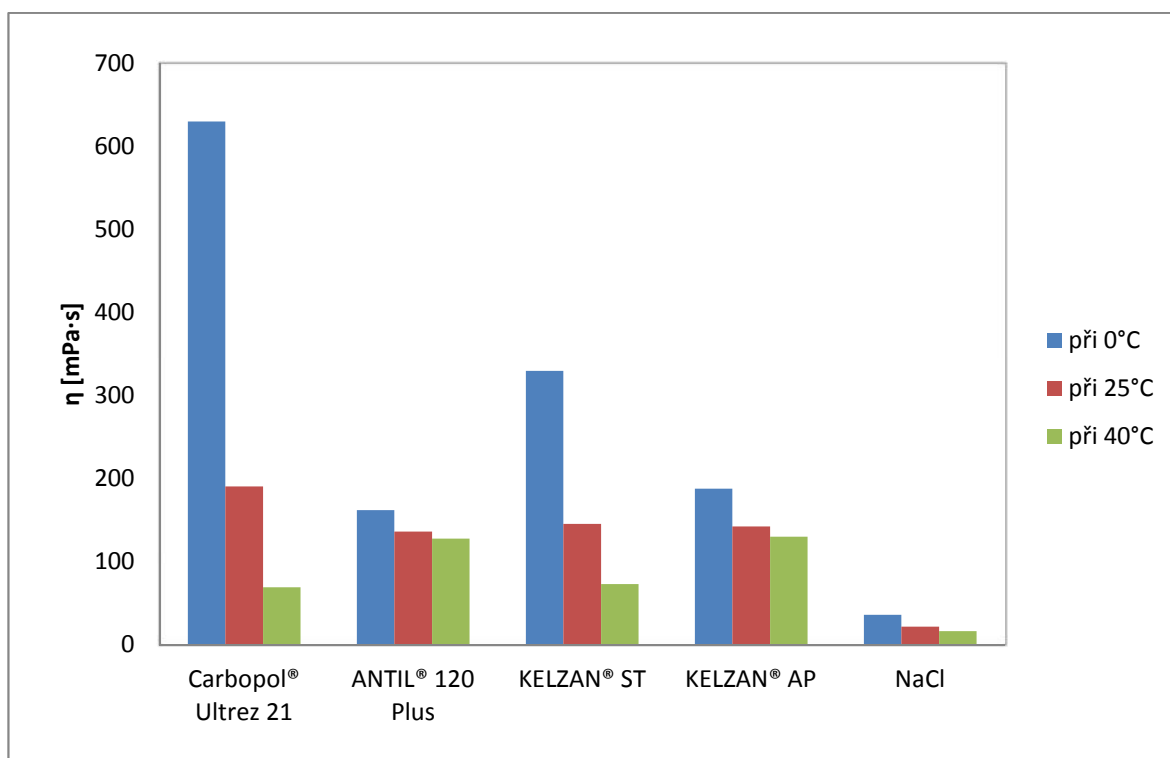


Obr. 15. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% KELZANU® AP na teplotě

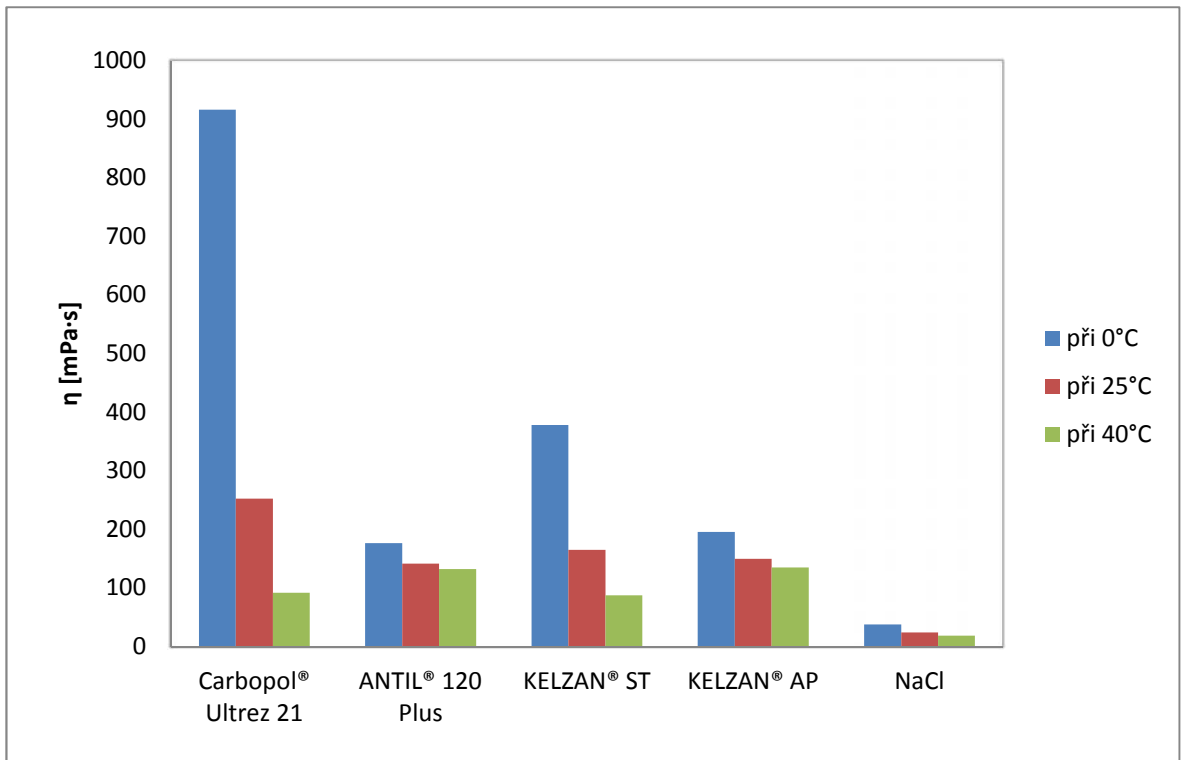


Obr. 16. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% roztoku NaCl na teplotě

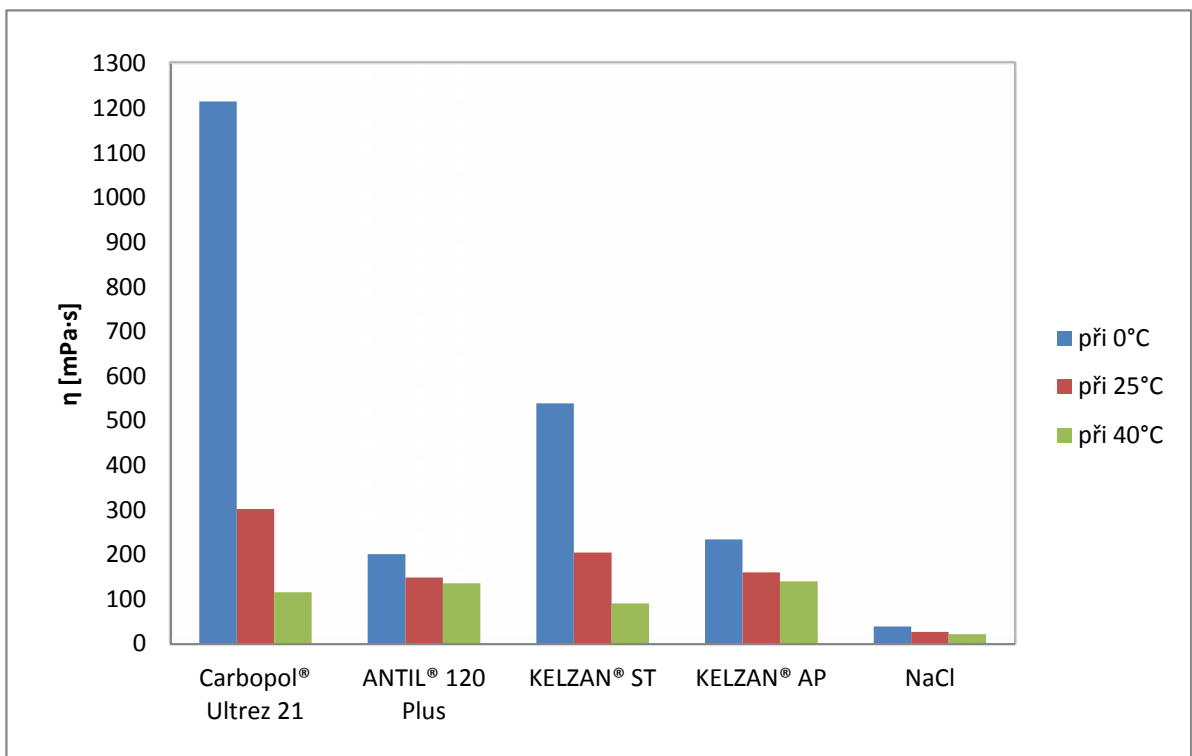
Na Obr. 17 – 19 jsou graficky porovnány naměřené hodnoty viskozity jednotlivých zahušťovadel o stejné koncentraci. Z jednotlivých výšek sloupců u každého zahušťovadla můžeme určit jak je daný modifikátor stabilní vůči teplotě, tzn. jak moc či málo se mění jeho viskozita s teplotou. Z Obr. 17. můžeme zpozorovat, že při koncentraci 0,25 % vykazuje při všech teplotách nejmenší změny viskozity ANTIL[®] 120 Plus a NaCl. V případě NaCl se však nedá hovořit o výrazném zahuštění. Můžeme tedy říci, že ANTIL[®] 120 Plus je ze všech modifikátorů vůči teplotě nejstabilnější. U KELZANU[®] AP jsou rovněž hodnoty viskozity při všech třech teplotách poměrně vyrovnané. Můžeme tak KELZAN[®] AP brát rovněž jako stabilní. Největší změny v hodnotách viskozity byly naopak zaznamenány u Carbopolu[®] Ultrez 21. Při teplotě 25 °C vykazoval viskozitu 190,9086 mPa·s, při 0 °C až 630,5321 mPa·s a při 40 °C pouhých 69,2788 mPa·s. Téměř stejné změny viskozity všech zahušťovadel byly zaznamenány i při koncentraci 0,5 % a 1 % viz Obr.18. a Obr.19.



Obr. 17. Naměřené hodnoty viskozity 0,25% vzorků



Obr. 18. Naměřené hodnoty viskozity 0,5% vzorků



Obr. 19. Naměřené hodnoty viskozity 1% vzorků

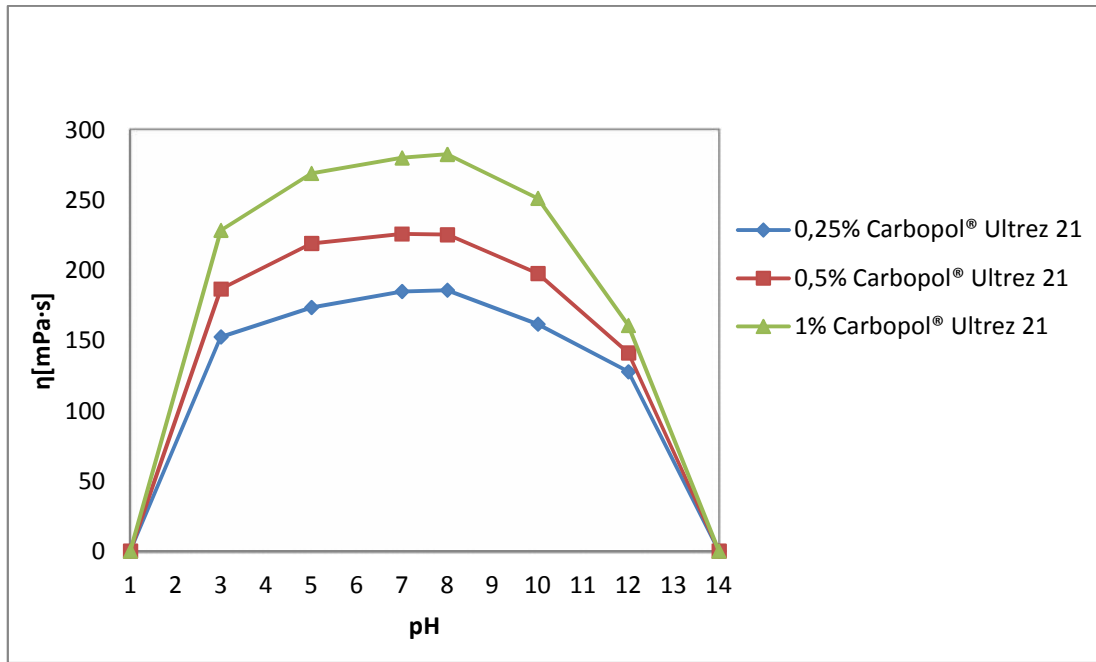
6.2 Závislost viskozity vybraných zahušťovadel na pH

Dle postupu v kapitole 5.4.2 byla u všech vybraných zahušťovadel stanovena závislost viskozity na pH. V *Tab.6.* jsou znázorněny naměřené hodnoty viskozity jednotlivých modifikátorů při pH 1, 3, 5, 7, 8, 10, 12 a 14. Je patrné, že při extrémně kyselém a zásaditém pH (pH 1 a 14) byla viskozita všech modifikátorů rovna nule. Nejvyšší hodnoty viskozity u všech zahušťovadel byly naměřeny při pH 7 a 8.

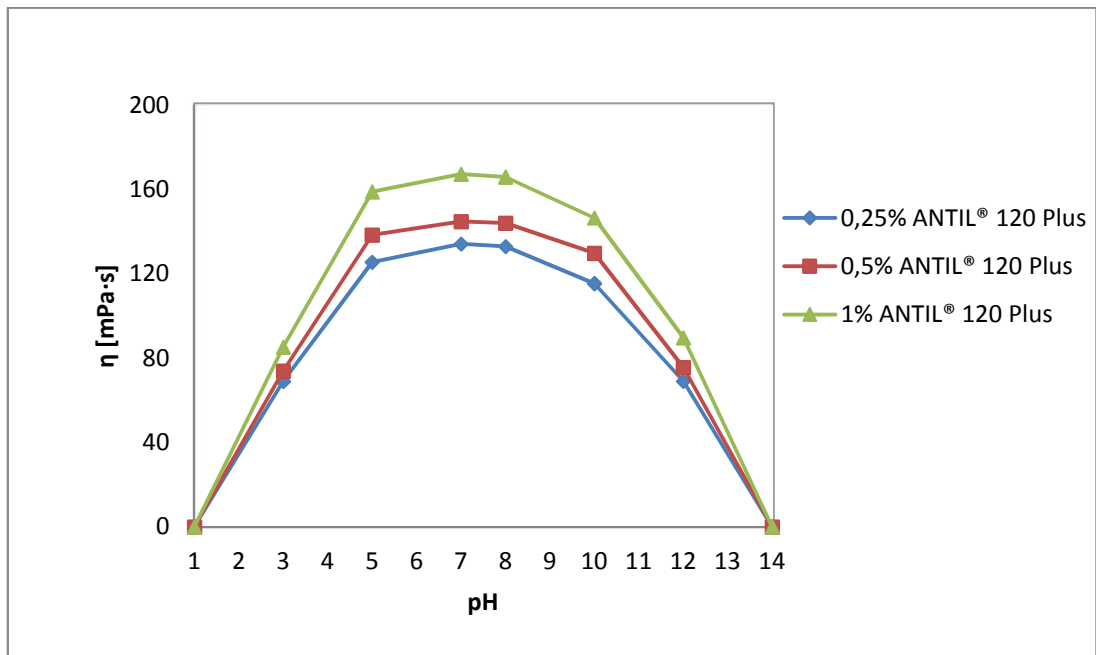
Tab. 6. Naměřené hodnoty viskozity jednotlivých vzorků při různém pH

Název zahušťovadla	Koncentrace [%]	pH 1	pH 3	pH 5	pH 7	pH 8	pH 10	pH 12	pH 14
Carbopol® Ultrez 21	0,25%	0	152,8733	173,9785	185,4152	186,3231	161,9834	128,0988	0
	0,50%	0	187,0836	219,5646	226,3872	225,9116	198,1977	141,4552	0
	1%	0	229,0322	269,6348	280,7436	283,2437	251,8792	161,0813	0
ANTIL® 120 Plus	0,25%	0	68,9862	125,5943	134,2173	132,9472	115,4289	69,0311	0
	0,50%	0	73,9112	138,4931	144,7779	144,0012	129,7334	75,6022	0
	1%	0	85,2493	158,9045	167,2193	165,9669	146,5529	89,7018	0
KELZAN® ST	0,25%	0	95,6889	175,9658	185,188	179,9807	166,9686	92,8726	0
	0,50%	0	108,8739	198,9187	204,2609	199,936	191,0825	104,952	0
	1%	0	124,9782	239,332	248,7662	242,7158	227,3293	114,0987	0
KELZAN® AP	0,25%	0	75,37645	132,9782	137,5959	133,0922	130,885	111,4862	0
	0,50%	0	80,95712	153,4715	159,6327	156,6584	150,0329	133,9381	0
	1%	0	93,56659	188,185	195,1522	194,7739	185,8846	161,9968	0
NaCl	0,25%	0	22,2279	25,2208	23,0544	21,9219	8,0251	1,0238	0
	0,50%	0	25,1311	26,4436	24,9899	23,7702	8,9939	1,2449	0
	1%	0	26,5517	28,9121	27,4877	26,5502	10,7289	1,40877	0

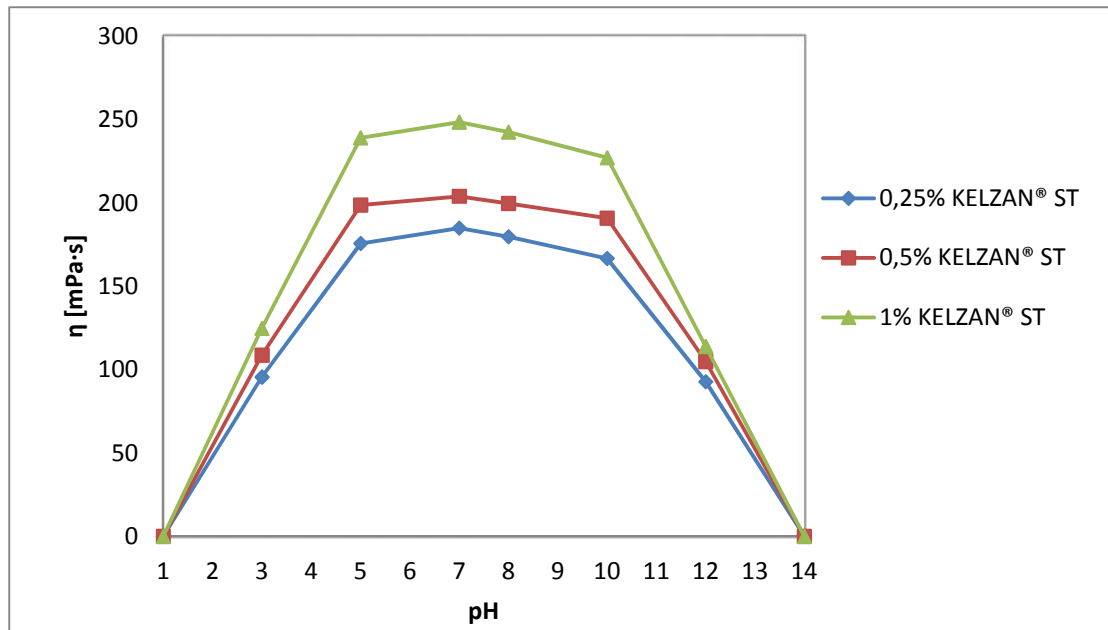
Na *Obr.20 – 24* je graficky znázorněna závislost viskozity jednotlivých modifikátorů na pH. Je zřejmé, že všechna vybraná zahušťovadla jsou schopna zahušťovat v širokém rozmezí pH (3 – 12). Ne všechny jsou však v tomto intervalu pH stabilní. Tzn., že u některých modifikátorů je v určitém pH hodnota viskozity výrazně menší než při pH 7 a 8 kdy je viskozita všech zahušťovadel největší a téměř stejná.



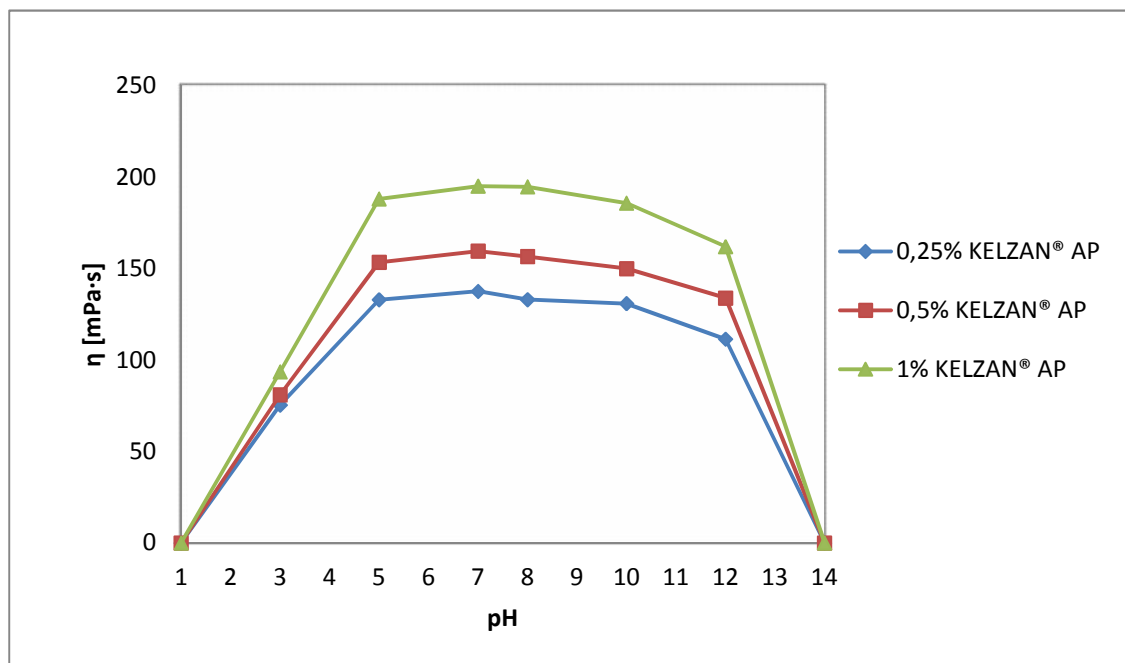
Obr. 20. Závislost viskozity Carbopolu® Ultrez 21 na pH



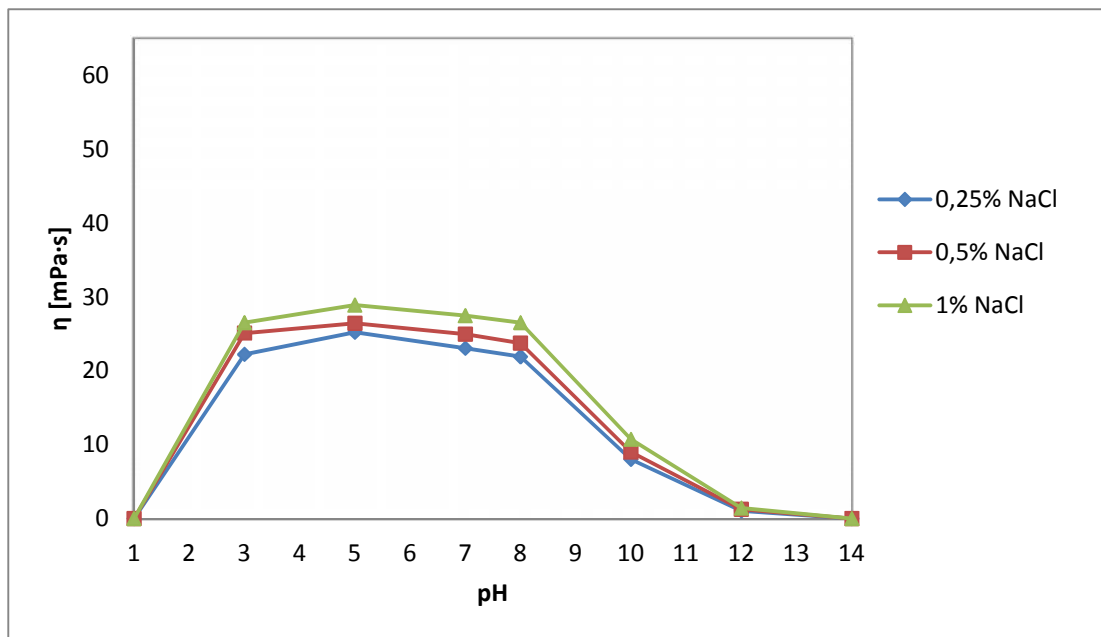
Obr. 21. Závislost viskozity ANTILU® 120 Plus na pH



Obr. 22. Závislost viskozity KELZANU® ST na pH

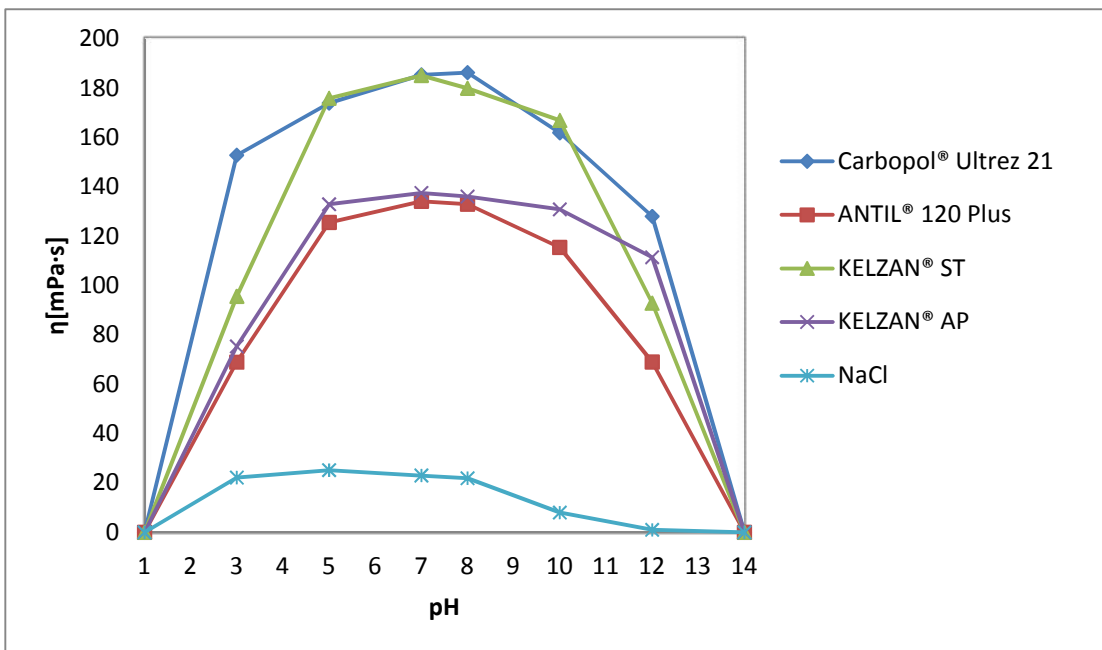


Obr. 23. Závislost viskozity KELZANU® AP na pH

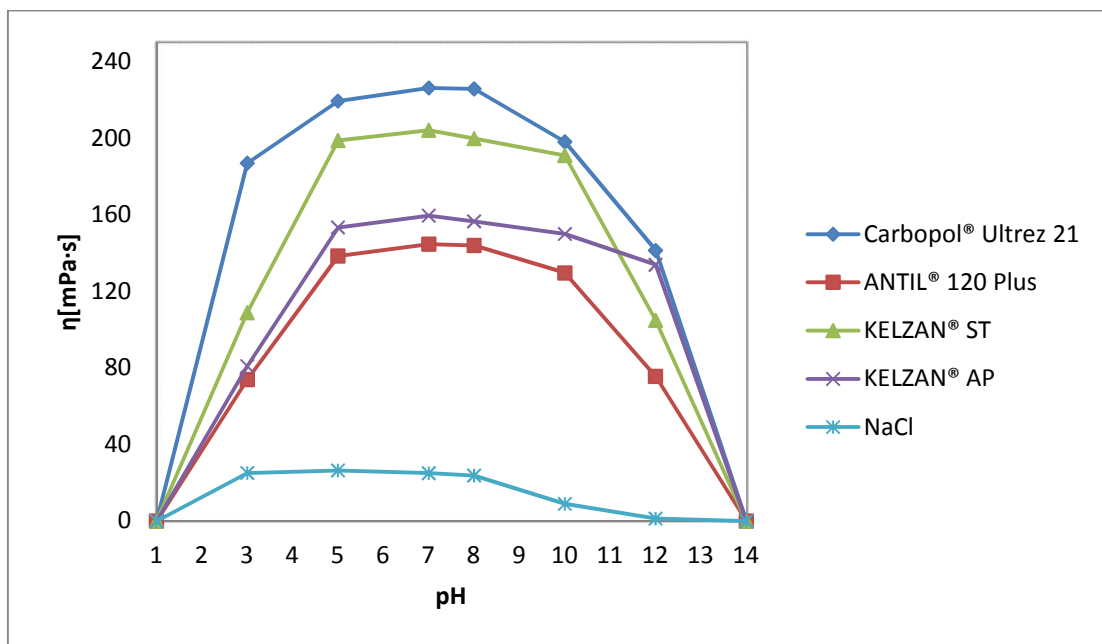


Obr. 24. Závislost viskozity roztoku NaCl na pH

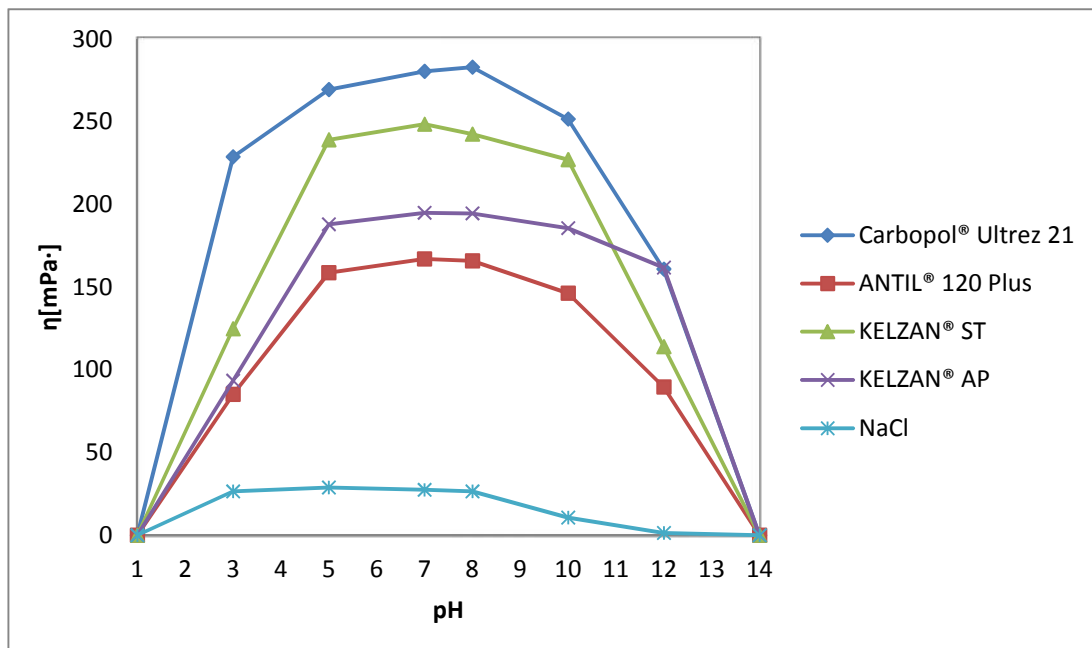
Z Obr.25. kde je znázorněna závislost viskozity 0,25% zahušťovadel na pH je zřejmé, že největší stabilitu vůči pH vykazoval Carbopol[®] Ultrez 21 a KELZAN[®] AP. Carbopol[®] Ultrez 21 je schopen zahušťovat daný systém v rozmezí pH od 3 do 10, při ostatních hodnotách pH byla viskozita tohoto zahušťovadla výrazně nižší. KELZAN[®] AP poskytoval stabilní viskozitu v rozmezí pH od 5 do 12. Modifikátory jako KELZAN[®] ST a ANTIL[®] 120 Plus vykazovaly stabilitu poměrně v užším rozmezí pH od 5 do 10. Jednoznačně nejmenší stabilitu ze všech zahušťovadel poskytoval NaCl a to v rozmezí pH od 3 do 8. Stejná stabilita vůči pH byla zaznamenána i u 0,5% a 1% zahušťovadel viz Obr.26. a Obr.27.



Obr. 25. Naměřené hodnoty viskozity 0,25% vzorků



Obr. 26. Závislost viskozity na pH 0,5% vzorků



Obr. 27. Závislost viskozity na pH 1% vzorků

ZÁVĚR

V současné době se i v kosmetickém průmyslu klade velký důraz na zákazníka. Jedním z mnoha požadavků spotřebitele je správná aplikace kosmetických prostředků. Tato bakalářská práce byla v teoretické části zaměřena na složení a reologii kosmetických prostředků. Cílem bylo soustředit se zejména na způsoby měření viskozity a na fyzikální a chemické faktory, které mohou viskozitu kosmetických výrobků ovlivnit. Kromě jednotlivých způsobů měření viskozity zde byl popsán také mechanismus úpravy viskozity pomocí modifikátorů, ať už hydrofilních nebo hydrofobních. Byla zde charakterizována vybraná komerční zahušťovadla od firem CP Kelco, Dow Corning, Evonik a Lubrizol. Zahušťovadla představují především přírodní nebo syntetické polymery, jejichž struktura a složení jsou vůči přírodním modifikátorům odlišné. Výjimku však tvoří KELZAN xanthanové gummy. Tato synteticky připravená zahušťovadla jsou strukturou a složením identická s přírodními xanthanovými gumami. Jak již vyplývá z textu, všechny vybrané modifikátory mají obdobné vlastnosti, jejich výhody či nevýhody však představuje odlišná stabilita vůči teplotě a pH. Tato závislost byla podrobněji studována v praktické části bakalářské práce.

Byla tedy zjišťována závislost viskozity tekutého mýdla zahuštěného pomocí Carbopolu[®] Ultrez 21, ANTILU[®] 120 Plus, KELZANU[®] ST, KELZANU[®] AP a NaCl na teplotě při třech koncentracích. U všech modifikátorů byla potvrzena exponenciálně klesající závislost viskozity na teplotě a naopak rostoucí závislost na koncentraci. Největší viskozita byla při teplotách 0 °C a 25 °C zaznamenána u Carbopolu[®] Ultrez 21, dále pak u KELZANU[®] ST a KELZANU[®] AP. Při teplotě 40 °C byla naopak viskozita Carbopolu[®] Ultrez 21 a KELZANU[®] ST velmi nízká. Nejvyrovnanější hodnoty při všech třech teplotách vykazoval ANTIL[®] 120 Plus a jednoznačně nejnižší hodnoty po celou dobu měření měl NaCl.

Na základě veškerých těchto poznatků jsme schopni říci, že nejstabilnějším modifikátorem vůči teplotě je ANTIL[®] 120 Plus od firmy Evonik. I přesto, že neposkytuje nejvyšší viskozitu ani při jedné z koncentrací, vykazuje u teplot 0 °C, 25 °C i 40 °C její nejmenší odchylky. Z hlediska spotřebitele je však důležitá viskozita kosmetického prostředku při pokojové teplotě, a proto můžeme tvrdit, že nejúčinnějším zahušťovadlem je Carbopol[®] Ultrez od firmy Lubrizol.

Dále byla studována závislost viskozity zmíněných modifikátorů na pH. Na základě změřených hodnot bylo zjištěno, že všechna zahušťovadla poskytují stabilní viskozitu v poměrně širokém rozmezí pH. V silně kyselém či silně zásaditém prostředí však vykazovala skokovou závislost, tzn., že při určité koncentraci HCl nebo NaOH viskozita roztoku klesala na hodnoty blízké viskozitě vody. Protože byla viskozita všech vzorků při všech hodnotách pH měřena pomocí spindlu typu LV2, byly hodnoty při silně kyselém a silně zásaditém prostředí naměřeny jako nulové. Největší stabilitu vůči pH poskytoval Carbopol[®] Ultrez 21 (pH 3 – 10) a KELZAN[®] AP od firmy CP Kelco (pH 5 – 12). Naopak stabilitu v užším rozmezí pH vykazovala ostatní zahušťovadla jako KELZAN[®] ST, ANTIL[®] 120 Plus a NaCl.

Při konečném rozhodnutí výrobce ve výběru zahušťovadla v kosmetickém prostředku nehraje roli pouze jeho stabilita vůči teplotě a pH, ale i vedlejší účinky na pokožku během použití. Typickým příkladem je NaCl, který ve větším množství může působit jako iritant kůže. Dnes je však z důvodu nepříznivé ekonomické situace často rozhodujícím faktorem cena. Při výběru je tedy vždy nutné zvolit určitý kompromis mezi cenou a kvalitou zahušťovadla.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JÍROVÁ, Dagmar. *Kosmetické prostředky: Co mohou nebo mají obchodníci znát, a za co odpovídají*. 2007. Dostupné z: http://www.socr.cz/assets/odborna-temata/prumyslove-podnikani/Kosmetika_Jirova.pdf
- [2] LANGMAIER, Ferdinand. *Základy kosmetických výrob*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2001, 160 s. ISBN 80-7318-016-2.
- [3] MASTNÝ, Libor. *BLCH - 7* [online]. Praha: VŠCHT, 2007 [cit. 6.2.1012]. 70 s. Dostupné z: www.vscht.cz/ach/pub/BLCh-7.pdf. Přednáška. VŠCHT.
- [4] BLAŽEJ, Anton. *Tenzidy*. Bratislava: Alfa, 1977.
- [5] MEZGER, Thomas G. *The rheology handbook*. Hannover: Vincentz Network, 2006. ISBN 3-87870-174-8.
- [6] MITSUI, Takeo. *New cosmetic science*. Amsterdam: Elsevier science B.V, 1997. ISBN 0444826548.
- [7] BAREL, Andre, Barel Paye MAIB, Marc PAYE a Howard I. MAIBACH. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. New York: Copyright by Marcel Dekker, Inc. All rights reserved, 2001. ISBN 0-8247-0292.
- [8] *Fyzika II - učební texty: Měření kinematické a dynamické viskozity kapalin*. Zlín: Utb, 2009. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/fyzika_2/F2_lab_02.pdf
- [9] VOJUCKIJ, Sergej. *Kurs koloidní chemie*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1984.
- [10] Proudění reálné kapaliny. *Techmania* [online]. 2008 [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d656368616e696b61h&key=277
- [11] Stanovení viskozity roztoku. *Vscht* [online]. 2009 [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_stanoveni_viskozity_roztku/teorie.htm
- [12] *Fyzika polymerů a tavenin: učební texty*. Zlín: Utb, 2005. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/fyzika_pol/FP_02.pdf
- [13] *Newtonské kapaliny* [online]. Plzeň, 2004 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.kme.zcu.cz/granty/biofrvs/pdf/4-01FRVS-03.pdf>. Učební texty. ZČU: Katedra mechaniky Plzeň.

- [14] *Reologie a reometrie kapalin* [online]. Pardubice, 2001 [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: http://kf.upce.cz/st_literatura.html. Skripta. Univerzita Pardubice.
- [15] CHHABRA, R.P. a J.F. RICHARDSON. *Non-newtonianflow and applied rheology: Engineeringapplications*. Oxford, UK: Allrightsreserved, 2008. ISBN 978-0-7506-8532-0.
- [16] MUKHERJEE, Sanchayan a Paul RANJAN. *Fundamentals of Mechanical Scineces : Engineering Thermodynamics and Fluid mechanics*. New Delhi: All right reserved, 2009. ISBN 978-81-203-3756-5.
- [17] JAROUŠEK, Jaroslav. *Metody zkoumání polymerů*. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1989. ISBN 80-85113-01-5.
- [18] Kontrolní a zkušební metody - studijní texty: Reologie. *Ufmi.ft.utb* [online]. 2005 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/kzm/KZM_03.pdf
- [19] *Měření reologických vlastností silikonového oleje* [online]. Zlín, 2006 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://web.ft.utb.cz/cs/docs/uloha-2.pdf>. Učební texty. UTB.
- [20] A natural shear-thickening water-soluble polymer from the fronds of the black tree-fern, *Cyathea medullaris*: Influence of salt, pH and temperature. *Carbohydrate Polymers*. 2012, č. 1, s. 131-138.
- [21] NATIONAL STARCH. *Personal Care Europe: Chemistry of Structure[®] XL*. 2000.
- [22] Nova science in the news. *Science.org.au* [online]. 2010 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://www.science.org.au/nova/083/083key.htm>
- [23] Thickening Agents for Cosmetic Formulations. *Chemistscorner.com* [online]. 2010 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://chemistscorner.com/thickening-agents-for-cosmetic-formulations/>
- [24] *38.seminář o tenzidech a detergentech*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-86238-50-4..
- [25] EVONIK, Industries. *Thickening Agents for surfactant Systems*. Germany Essen : Evonik, 2010. 14 s.
- [26] *Mezinárodní kosmetologická konference Frymburk 2011*. Brno: Kosmetologická společnost R, 2011. ISBN 978-80-904679-0-3.
- [27] Biesterfeld Silcom s.r.o. *Bisi.cz* [online]. 2002 [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://www.bisi.cz/o-firme>

- [28] *CP Kelco: a hubercompany* [online]. All Right reserved 2012 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <http://www.cpkelco.com/about-our-company.html>
- [29] *XLIV.seminář o tenzidech a detergentech*. Pardubice: Fakulta chemicko-technologická Univerzity Pardubice: Česká společnost chemická, 2011.
- [30] CP KELCO. *Sales Specification: KELZAN[®] ST*. 2000, 2 s.
- [31] CP KELCO. *Product data sheet: KELZAN[®] ASX*. 2003, 3 s.
- [32] Dow Corning: a history of proven innovation. *Dowcorning.com* [online]. 2000 [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://www.dowcorning.com/content/about/default.aspx?WT.svl=1>.
- [33] *Product information, Personal care: DOW CORNING[®] RM 2051, Thickening agent*. Dow Corning Corporation. All rights reserved, 2006.
- [34] Evonik: Core specialty chemicals business. *Evonik.com* [online]. 2008 [cit. 2012-02-21]. Dostupné z: <http://corporate.evonik.com/en/company/pages/default.aspx>
- [35] Focus on Surfactants: Thickening the natural way. *SPC, Soap, Perfumery and Cosmetics*,. 2009, č. 12.
- [36] EVONIK INDUSTRIES. *ANTIL[®] 120 Plus, ANTIL[®] 127: Very effective thickening agents*. 2008, 4 s.
- [37] EVONIK INDUSTRIES. *ANTIL[®] 200: Very efficient, liquid thickening agent for shampoos, shower and bath preparations*. 2008, 4 s.
- [38] EVONIK INDUSTRIES. *ANTIL[®] HS 60: Hydrophilic emollient and thickening agent for shampoos, shower and bath preparations*. 2008, 7 s.
- [39] EVONIK INDUSTRIES. *TEGOSOFT[®] APM: Highly polar cosmetic oil with excellent thickening properties for surfactant formulas*. 2008, 6 s.
- [40] EVONIK INDUSTRIES. *REWODERM[®] LI S 80: Viscosity increasing additive for mild shampoos or body washes*. 2008, 4 s.
- [41] About Lubrizol. *Lubrizol.com* [online]. The Lubrizol Corporation, all rights reserved, 1995-2011 [cit. 2012-03-21]. Dostupné z: <http://www.lubrizol.com/Our-Company/About-Lubrizol.html>
- [42] LUBRIZOL. *Technical data sheet: Carbopol[®] Ultrez 21 Polymer*. 2002, 4 s.
- [43] LUBRIZOL. *Technical data sheet: Carbopol[®] Ultrez 20 Polymer, The New Standard for High Performance Rheology Control*. 2006, 2 s.

- [44] LUBRIZOL. *Technical data sheet: Carbopol[®] Ultrez 10 Polymer for personal care applications*. 2007, 4 s

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KP	kosmetický přípravek
τ	smykové napětí
D	gradient rychlosti
η	dynamická viskozita
γ	smyková deformace
$\dot{\gamma}$	rychlost smykové deformace
ν	kinematická viskozita
ρ_0, ρ	hustota kapaliny
r	poloměr kuličky
g	gravitační zrychlení
v	rychlost pádu kuličky
F	odporová síla daná Stokesovým zákonem
h	výška sloupce kapaliny v Poisseuilově rovnici
V	objem vyteklé kapaliny v Poisseuilově rovnici
l	délka trubice v Poisseuilově rovnici
t, t_0	doby průtoku zkoumané kapaliny
A,B	empirické konstanty
T	termodynamická teplota
PEG	polyethylenglykol
HLB	hydrofilně – lipofilní rovnováha
NaCl	chlorid sodný
NaOH	hydroxid sodný
PAL	povrchově aktivní látka

SLES laurylethersulfát sodný

CAPB cocamidopropyl betain

DEA diethanolamin

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Rozložení vektoru rychlosti kapaliny při laminárním proudění</i>	16
<i>Obr. 2. Rychlostní profil v proudící kapalině</i>	16
<i>Obr. 3. Závislosti viskozity na rychlosti smykové deformace a na čase</i>	17
<i>Obr. 4. Tokové křivky kapalin</i>	19
<i>Obr. 5. Höpplerův viskozimetr</i>	20
<i>Obr. 6. Skleněné kapilární viskozimetry</i>	21
<i>Obr. 7. Závislost viskozity na teplotě pro hydrofilní a hydrofobní zahušťovadla</i>	25
<i>Obr. 8. Mechanismus zahušťování u hydrofobního a hydrofilního zahušťovadla</i>	26
<i>Obr. 9. Závislost viskozity RM 2051 zahušťovadla na pH</i>	29
<i>Obr. 10. Porovnání zahušťovacího efektu v závislosti na teplotě u polymerního zahušťovadla a ANTILU[®] HS 60</i>	31
<i>Obr. 11. Brookfield DV–III Ultra</i>	36
<i>Obr. 12. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% Carbopolu[®] Ultrez 21 na teplotě</i>	39
<i>Obr. 13. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% ANTILU[®] 120 Plus na teplotě</i>	40
<i>Obr. 14. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% KELZANU[®] ST na teplotě</i>	40
<i>Obr. 15. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% KELZANU[®] AP na teplotě</i>	41
<i>Obr. 16. Závislost viskozity 0,25%, 0,5% a 1% roztoku NaCl na teplotě</i>	41
<i>Obr. 17. Naměřené hodnoty viskozity 0,25% vzorků</i>	42
<i>Obr. 18. Naměřené hodnoty viskozity 0,5% vzorků</i>	43
<i>Obr. 19. Naměřené hodnoty viskozity 1% vzorků</i>	43
<i>Obr. 20. Závislost viskozity Carbopolu[®] Ultrez 21 na pH</i>	45
<i>Obr. 21. Závislost viskozity ANTILU[®] 120 Plus na pH</i>	45
<i>Obr. 22. Závislost viskozity KELZANU[®] ST na pH</i>	46
<i>Obr. 23. Závislost viskozity KELZANU[®] AP na pH</i>	46
<i>Obr. 24. Závislost viskozity roztoku NaCl na pH</i>	47
<i>Obr. 25. Naměřené hodnoty viskozity 0,25% vzorků</i>	48
<i>Obr. 26. Závislost viskozity na pH 0,5% vzorků</i>	48
<i>Obr. 27. Závislost viskozity na pH 1% vzorků</i>	49

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Typy xanthanových gum a jejich využití</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 2. Rozdělení komerčních zahušťovadel dle jejich afinity k vodě</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 3. Navážky a koncentrace jednotlivých surovin pro tenzidový základ</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 4. Navážky a koncentrace jednotlivých zahušťovadel měřených vzorků</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 5. Naměřené hodnoty viskozity jednotlivých vzorků při teplotě 0 °C, 25 °C a 40 °C.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 6. Naměřené hodnoty viskozity jednotlivých vzorků při různém pH.....</i>	<i>44</i>