



Nemačková úprava lněných tkanin s využitím textilních pomocných přípravků

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T017 – Oděvní a textilní technologie
Autor práce: **Bc. Barbora Havlová**
Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.





Wrinkle resistant finishing of linen fabric with textile auxiliaries

Master thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T017 – Clothing and Textile Engineering
Author: **Bc. Barbora Havlová**
Supervisor: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Barbora Havlová**
Osobní číslo: **T16000056**
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**
Název tématu: **Nemačková úprava lněných tkanin s využitím textilních pomocných přípravků**
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši zaměřenou na dosavadní aplikaci nemačkových a nežehlivých úprav na textilie s vysokou mačkovostí (bavlněné, lněné). Charakterizujte druhy úprav, jejich chemické složení i vliv na užité vlastnosti textilií.
2. Zpracujte přehled textilních pomocných přípravků vhodný pro snížení mačkovosti textilií. Popište principy aplikace nemačkové úpravy na textilie.
3. Na základě provedené rešerše aplikujte nemačkovou úpravu s využitím textilních pomocných přípravků firmy INOTEX na lněné textilie. Ověřte vhodnou koncentraci i technologické parametry aplikace nemačkové úpravy.
4. Na původních i upravených textiliích experimentálně otestujte vybrané užité vlastnosti.
5. Formulujte závěry o kvalitě úpravy aplikované na lněné textilie, o vlivu na vlastnosti textilií a doporučte vhodný textilní technický přípravek pro lněné textilie.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Pastrnek, R., Vlach, P. **Finální úpravy textilií**. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002.
- Kim, E., Csiszár E. **Chemical Finishing of Linen and Ramie Fabrics**. *Journal of Natural Fibers*. 2005, 2(3), 39-52. DOI: 10.1300/J395v02n03_04.
- Kut D., Gunesoglu, C., Orhan, M. **Crease-resistant Finish of Linen/Viscose Blend Fabrics**. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2010, 18(6), 91-93.
- Bajaj, P. **Ecofriendly finishes for textiles**. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2001, (26), 162-168.
- Tanska, B., Nowalinska, B., HERNIK, T. **Assess the Performance of Linen Fabrics Treated Finishing Nano-Modifiers**. *Indian Journal of Research*. 2013, 2(9), 4. ISSN - 2250-1991.
- Tusief, MQ., Mahmood, N., Amin, N. and Saddique, M. **Impact of Various Wrinkle Free Finishes on Wrinkle Recovery Property of Cotton Fabric under Different Variables**. *J Textile Sci Eng*, 2014, 4(160). doi: 10.4172/2165-8064.1000160.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Katarína Zelová, Ph.D.**

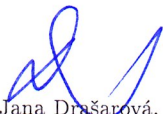
Katedra oděvnictví

Konzultant diplomové práce: **Ing. Lenka Martinková**


Inotex, Dvůr Králové n. L.

Datum zadání diplomové práce: **16. listopadu 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **4. května 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 16. listopadu 2017

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Děkuji Ing. Kataríně Zelové, Ph.D. za všechny cenné rady, konzultace a ochotu při odborném vedení této diplomové práce.

Také děkuji firmě INOTEX spol. s r.o., která mi umožnila provést experiment s využitím jejich prostředků, a to zejména Ing. Lence Martinkové za velkou pomoc při návržení a aplikaci nemačkových úprav. Firmě H & D, a.s. dále děkuji za poskytnutí materiálů a Ing. Michalovi Chotěborovi a Ing. Ludmile Fridrichové, Ph.D. za odbornou pomoc při práci s měřicími přístroji a umožnění přístupu do laboratoří.

Na závěr chci poděkovat svým přátelům a hlavně rodině za podporu během celého studia.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na návrh experimentu v aplikaci nemačkových úprav na lněné textilie a vyhodnocení kvality těchto úprav pro dosažení optimálního výsledku charakterizovaného vhodným typem a koncentrací prostředků.

Teoretická část práce zahrnuje rešerši zaměřenou na přehled prostředků používající se pro nemačkové úpravy a jejich dosavadní aplikaci na lněné textilie. V experimentální části jsou navrženy úpravnické lázně o různých složeních a koncentracích prostředků, které jsou aplikovány na tři lněné materiály. Jejich kvalita je hodnocena inovovanou metodou stanovení mačkavosti pomocí úhlu zotavení s ohledem na negativní dopad úpravy na pevnost a ohybovou tuhost materiálu. Ztráta pevnosti je hodnocena metodou Strip na přístroji Testometric M350-5CT a změna ohybové tuhosti měřením ohybové síly na přístroji TH7.

Klíčová slova: mačkavost, nemačková úprava, len, úhel zotavení, ztráta pevnosti

Annotation

The master thesis is focused on the experiment in application of wrinkle resistant finishes on linen textiles and evaluation the quality of these modifications in order to achieve the optimal result characterized by appropriate type and concentration of agents.

The theoretical part of the thesis includes research focused on the overview of the agents used in the modifications and their application on linen textiles. In the experimental part, finishing baths are designed with different compositions and concentrations of agents and they are applied to three types of linen fabrics. Their quality is assessed using the innovative method for detecting of the recovery angle considering the negative impact on the fabric strength and rigidity. The loss of tensile strength is assessed using the Strip method on Testometric M350-5CT device and the change in fabric rigidity is assessed by measuring bending rigidity on the TH7 device.

Key words: creasing, wrinkle-resistant finishing, linen, recovery angle, tensile strength los

Obsah

Úvod.....	11
1 Len.....	12
1.1 Příčiny mačkání celulózových vláken.....	13
2 Vývoj nemačkových úprav	14
2.1 Vliv nemačkových úprav na vlastnosti látek.....	19
3 Dosavadní aplikace nemačkových úprav na len	20
4 Aplikace nemačkových úprav.....	29
5 Experimentální část	32
5.1 Charakteristika použitého materiálu	33
5.1.1 Charakteristika textilního materiálu.....	33
5.1.2 Charakteristika použitých přípravků.....	34
5.2 Návrh vlastního experimentu	37
5.2.1 Aplikace navržených úprav	39
5.2.2 Zkouška stálosti úprav v praní	41
5.3 Charakteristika použitého zařízení.....	42
5.3.1 Měření mačkavosti.....	42
5.3.2 Měření pevnosti	44
5.3.3 Měření ohybové tuhosti	45
5.4 Vyhodnocení mačkavosti	47
5.4.1 Vyhodnocení účinnosti lázní a jejich stálosti v praní u materiálu M1.....	50
5.4.2 Vyhodnocení účinnosti lázní a jejich stálosti v praní u materiálu M2.....	56
5.4.3 Vyhodnocení účinnosti lázní a jejich stálosti v praní u materiálu M3.....	61
5.5 Vyhodnocení ztráty pevnosti a tažnosti vlivem nemačkové úpravy	63
5.5.1 Vyhodnocení ztráty pevnosti a tažnosti u materiálu M1	65
5.5.2 Vyhodnocení ztráty pevnosti a tažnosti u materiálu M2	70
5.6 Vyhodnocení změny tuhosti vlivem nemačkové úpravy	74
5.6.1 Vyhodnocení změny tuhosti u materiálu M1	75
5.6.2 Vyhodnocení změny tuhosti u materiálu M2.....	77
6 Diskuze výsledků.....	79
Závěr	85
Použitá literatura	87

Seznam obrázků.....	89
Seznam tabulek.....	92
Seznam příloh.....	93
Přílohy.....	94

Seznam použitých symbolů a zkratek

Zkratka, symbol	Název	Jednotka
Co. Ltd.	company limited	
tzv.	takzvaný	
DMDHEU	dimethyloldihydroxyethylenmočovina	
DMeDHEU	dimethyldihydroxyethylenmočovina	
MgCl ₂	chlorid hořečnatý	
MgCl ₂ .6H ₂ O	chlorid hořečnatý hexahydrát	
CA	kyselina citronová	
BTCA	kyselina butantetetrakarboxylová	
TEA	triethanolamin	
NaH ₂ PO ₂	fosforan sodný	
CH ₃ COOH	kyselina octová	
pH	vodíkový exponent	
GA	kyselina galová	
MA	kyselina maleinová	
SHP	fosforan sodný	
PE	polyethylenové změkčovadlo	
R1-R19	označení receptur lázní	
®	ochranná známka	
a.s.	akciová společnost	
M1-M3	označení testovaných materiálů	
Do	dostava osnovy	[nití/10 cm]
Dú	dostava útku	[nití/10 cm]
To	jemnost osnovních nití	[Nm]
Tú	jemnost útkových nití	[Nm]
Mp	plošná hmotnost	[g/m ²]
h	tloušťka textilie	[mm]
I-VII	označení lázní v experimentu	
spol. s r.o.	společnost s ručením omezeným	
VÚTZ	Výzkumný ústav textilního zušlechťování	
s.p.	státní podnik	

ČSN	česká státní norma	
α_1	úhel zotavení v 1 sekundě	[°]
α_{300}	úhel zotavení ve 300 sekundě	[°]
Fm	ohybová síla	[mN]
Cj	upínací čelist	
Sj	snímací čelist	
0P	bez praní	
5P	5 cyklů praní	
10P	10 cyklů praní	
M	koeficient nemačkovosti	[%]
ε_e	elastická deformace	[%]
ε_v	viskoelastická deformace	[%]
ε_p	plastická deformace	[%]
t	čas	[s]
os	osnova	
út	útek	
Ø	průměr	

Úvod

Současný trend zdravého životního stylu spolu s návratem k přírodním materiálům ve všech odvětvích s sebou přináší i zvýšenou poptávku po lněných materiálech. Oděv vyrobený ze lnu navíc dosahuje v letních měsících nenahraditelného fyziologického komfortu díky své vysoké savosti a chladnému omaku. Oproti dobrému fyziologickému komfortu zde však stojí velká nevýhoda lněných textilií, kterou je jejich vysoká mačkavost. Fakt, že na oděvy vyrobené z těchto celulósových vláken musí být kladeny vždy nižší nároky z hlediska jejich odolnosti proti mačkání, je obecně uznávaný, ale z estetického hlediska mnohými spotřebiteli nevyhovující. Tato skutečnost tak zabraňuje výrobě kvalitního zboží z toho materiálu, které by tak spotřebitelem bylo hodnoceno i v reprezentativní rovině.

Z ohledu řešení tohoto problému nemačkovou úpravu nebylo v tomto odvětví zaznamenáno velkého výzkumu a to zřejmě i z důvodu nižší účinnosti nemačkových úprav na lněná vlákna oproti vláknům bavlněným.

První část diplomové práce je zaměřena na vytvoření přehledu o prostředcích zabezpečující nemačkovou úpravu a zmapování dosavadních aplikací nemačkových úprav na lněné textilie. Cílem práce je pak navržení vlastního experimentu s využitím poznatků z těchto aplikací a s použitím běžně dostupných komerčních prostředků pro nemačkovou úpravu celulósových vláken, tak aby se dal optimální výsledek aplikovat na běžnou konfekční výrobu.

V experimentu jsou navrženy a na zvolené lněné textilie aplikovány různé varianty úpravnických lázní. Na základě provedené rešerše je pak optimální výsledek vyhodnocen z hlediska účinnosti úpravy s ohledem na negativní dopad úprav na další fyzikální vlastnosti textilií a je charakterizován vhodnou koncentrací prostředků a technickými parametry aplikace.

Hodnocení účinnosti úprav je prováděno inovovanou metodou stanovení mačkavosti pomocí úhlu zotavení, která jak hodnocena i po 5ti a 10ti cyklech praní. Negativní dopady úprav jsou hodnoceny ztrátou pevnosti a tažnosti textilie pomocí zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle metodou Strip na přístroji Testometric M350-5CT a změnou ohybové tuhosti měřením ohybové síly na přístroji TH7.

1 Len

Len je celulózové vlákno pocházející ze stonků stejnojmenné rostliny. Jedná se o lýkové vlákno, které kromě celulózy (80%) obsahuje také pektiny, hemicelulózy, tuky, vosky a lignin, čímž se liší od bavlny, jejíž obsah celulózy je vyšší (92%) s menším podílem hemicelulóz a příměsí.

Lněná vlákna jsou oproti bavlněným silnější a lesklejší. Jsou relativně velmi pevná a hladká. Mezi ostatními oděvními materiály vynikají především díky své vysoké savosti a chladnému omaku, čímž poskytují ten nejlepší komfort do horkých letních podmínek. Lněná tkanina je chladná na dotek, což je způsobeno její vyšší teplotní jímavostí (vodivostí) a její savost zajišťuje díky sorpci do vláken přirozené ochlazování pomalým odpařováním vlhkosti z povrchu textilie. Základní fyzikální vlastnosti lněných vláken uvádí Tabulka 1. [1,2]

Tabulka 1: Základní fyzikální vlastnosti lněných vláken [1]

Pevnost za sucha	5-8 cN/dtex
Pevnost za mokra	120% pevnosti za sucha
Tažnost za sucha	1,8%
Tažnost za mokra	2,2%
Vlhkost vláken (65% relativní vlhkosti, 20°C)	12 %
Délka vlákna	15-40 mm
Průměr vlákna	10-30 μm

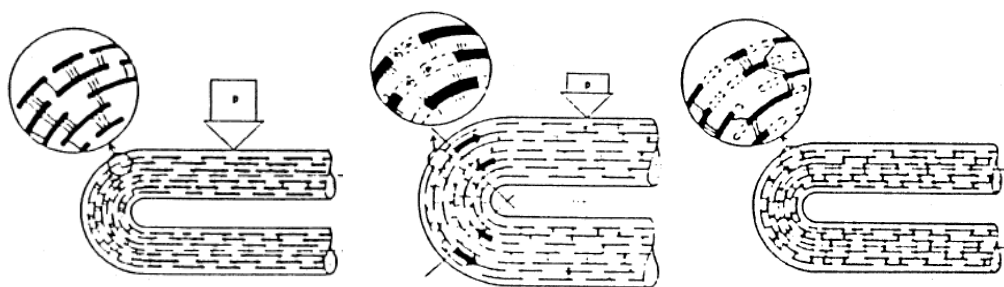
Lněné tkaniny mají bohužel také několik nevýhod, jako je například vysoká tuhost (horší omak), špatná rozměrová stabilita a odolnost proti otěru a hlavně malá pružnost, která jim brání v použití pro vysoce kvalitní oděvy, díky jejich vysoké mačkavosti. Konkrétní příčiny mačkání celulózových vláken jsou uvedeny v další kapitole. [3]

1.1 Příčiny mačkání celulóзовých vláken

Molekulární řetězce celulózy se částečně skládají z pravidelně uspořádaných a pevně orientovaných krystalických oblastí a částečně z amorfních, volných a náhodně orientovaných vrstev. Stabilitu určitého stavu vlákna a jejich soudržnost zajišťují slabé kovalentní síly nebo elektrostatické vazby (vodíkové můstky a van der Waalsovy síly). Tažením molekulárních řetězců dochází k rozbití slabých vazeb a následnému posunu jednotlivých řetězců nad sebou, což je jev, který se stává nevratným vždy, když molekulární řetězce (a tedy celulózová vlákna) převezmou novou pozici vytvořením nových vazeb.

Při ohýbání vlákna se vnější vrstvy napínají a vnitřní stlačují. Pokud dojde k přenosu tažné síly - protažení vnějšího ohybu určitého bodu ve vlákne a dojde k posunu řetězců, úhel ohybu se stane trvalou deformací, jako důsledek nezvratnosti tohoto jevu. Energie, která se dodá na ohyb vlákna, se přemění v teplo, které vzniká při posouvání stavebních elementů.

Především celulózová vlákna bohatá na amorfni oblasti a makromolekuly, které mají tendenci vytvářet vazby v nových pozicích způsobených mechanickým namáháním, mohou být ovlivňovány deformačními jevy, jako je např. natahování, mačkání a pokrčení, ke kterým dochází při běžném nošení oděvu. Jednotlivé fáze ukazuje obrázek 1. [4,5]



Obrázek 1: Fáze přestavby vazeb uvnitř vláken [5]

Nabobtnáváním ve vodě se počet vazeb mezi řetězci snižuje ještě razantněji a při sušení se obnoví vodíkové můstky, které zafixují nové vzdálenosti mezi krystality celulózy a tím i zmačkání.

Kromě výše zmíněné přestavby vazeb je mačkavost materiálu také ovlivněna její konstrukcí. Vyšší mačkavost vykazují textilie s hustou dostavou z přízí z hrubších vláken s vysokým počtem zákrutů. Tkaniny jsou pak mačkavější než pleteniny. [5]

2 Vývoj nemačkových úprav

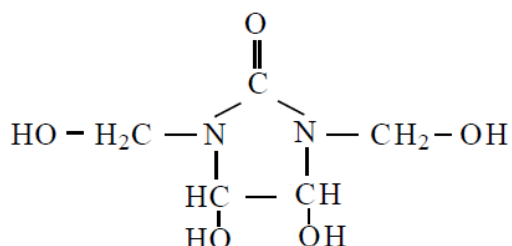
Vývoj nemačkové povrchové úpravy bavlny, lnu a celulóзовých hedvábných materiálů byl zahájen okolo roku 1930 společností Tootal Broadhurst Lee Co. Ltd. v Manchesteru, která jako první publikovala podrobnosti o tom, jak může být takovéto úpravy uspokojivě dosaženo. Do té doby bylo obecně uznáváno, že na oděvní materiály vyrobené z těchto celulóзовých vláken musí být kladeny vždy nižší nároky z hlediska jejich odolnosti proti mačkání než na materiály z hedvábí nebo vlny.

Celý proces vyšel z názoru, že nejlepším způsobem, jak poskytnout bavlně a jiným podobným materiálům dostatečnou odolnost proti mačkání, by bylo částečně naplnit vlákna syntetickou pryskyřicí. Amorfní oblasti usnadňují klouzání makromolekulárních řetězců a přítomnost slabých vazeb (vodíkové můstky) umožňuje stabilizaci makromolekul ve svých nových polohách, a tudíž vytvoření trvalého záhybu. Uvedená hypotéza umožňuje předpokládat, že nahrazení slabých vazeb (elektrostatických) silnými vazbami (kovalentními) je schopné redukovat posunutí řetězců a přivést je zpět do své původní polohy, když přestane působit ohybová síla. V průběhu času bylo zjištěno, že nejlepší pryskyřice pro tuto úpravu je vyrobena kondenzací formaldehydu s močovinou. [4, 6]

Chemikálie umožňující tuto modifikaci vlákna se označují jako síťovací prostředky. Ukazuje se, že samotná schopnost síťovacího prostředku polymerizovat ve vlákně nestačí, ale že snížení mačkovosti a sráživosti vyžaduje, aby síťovací prostředek vytvářel vazbu s hydroxylovými skupinami celulózy. Za nejúčinnější příčnou vazbu se považuje methylenový můstek, vznikající při tzv. formalizaci. [5, 6]

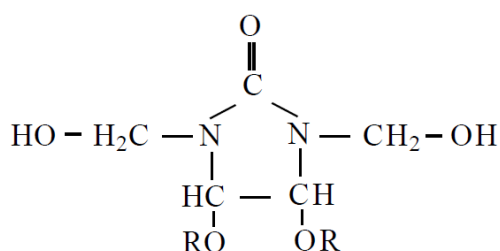
Vývoj těchto vazeb uvnitř amorfních oblastí vlákna zlepšuje odolnost proti mačkání a zvyšuje elasticitu. Bohužel chemie N-hydroxymethyl (N-methylol) derivátů má velkou nevýhodu díky reakcím, které produkují volný formaldehyd. Během následného horkého zpracování (tvrzení/síťování), které podporuje tvorbu pryskyřice, zůstává N-hydroxymethylolová skupina nereagovaná a je schopna po hydrolyze uvolnit formaldehyd. Díky vysokým emisím volného formaldehydu, který je klasifikován jako karcinogen skupiny 1, se již nepoužívají vysoce účinné močovinoformaldehydové a melaminoformaldehydové předkondenzáty a využití ostatních formaldehydových síťovadel je značně omezeno. [4]

V 80. letech dominovala trhu pro trvalé nemačkové úpravy N, N'-1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethylenmočovina DMDHEU (obrázek 2) za použití chloridu hořečnatého jako kyselého katalyzátoru, který inicioval chemické zesítnění celulózového řetězce molekul. DMDHEU vykazuje oproti původním pryskyřicím relativně nízký obsah volného formaldehydu. Pro dosažení dobrých efektů úprav se teploty při kondenzaci za sucha pohybují nad 150 °C. [7]



Obrázek 2: DMDHEU [5]

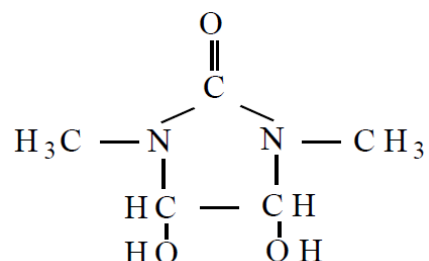
Zcela nebo částečně etherikovaná DMDHEU postačuje v uspokojivé míře vyhovět současným požadavkům z hlediska ekologického a dermatologického díky již velmi malému obsahu formaldehydu. Nižší reaktivita díky modifikované OH skupině (obrázek 3) se kompenzuje účinnějším katalyzátorem (účinnost chloridu hořečnatého se zvyšuje malým přídatkem tetrafluoroboritanu sodného nebo kyseliny vinné či citronové). [5]



Obrázek 3: etherikovaná DMDHEU[5]

Jedním přístupem k omezení problémů uvolňování formaldehydu bylo použití derivátů na bázi močoviny na bázi glyoxalu, jako je 1,3-dimethyl-4,5-dihydroxy-ethylenmočovina (DMeDHEU). DMeDHEU je bezformaldehydový síťovací prostředek reagující přes hydroxylové skupiny celulózy v polohách 4,5 (obrázek 4). Tyto deriváty jsou dražší a poněkud méně účinné než DMDHEU, pravděpodobně kvůli tvorbě hydantoinu, [7]

Stabilita vůči hydrolýze ve srovnání DMDHEU je nižší, takže je lze aplikovat pouze postupem kondenzace za sucha. Pro docílení stejných efektů ve srovnání s DMDHEU je nutné zvýšit koncentrace přípravku i katalyzátoru. Díky snížené reaktivitě se zvyšují požadavky na podmínky kondenzace. Doporučené teploty se pohybují v rozmezí 150 - 170 °C. [5]

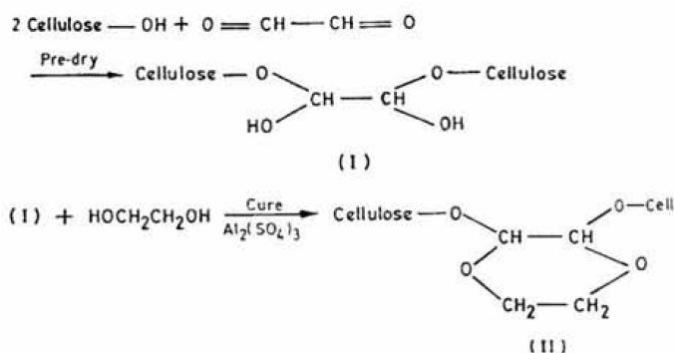


Obrázek 4: DMedHEU [5]

Dle Bajaji [7] z oddělení textilních technologií na Indickém institutu technologií v Novém Dillí poskytuje DMedHEU středně účinnou nemačkovou úpravu v přítomnosti MgCl_2 , dusičnanu zinečnatého nebo fluornitanu zinečnatého jako katalyzátoru vytvrzování. Fluorboritan zinečnatý byl zdaleka nejúčinnějším vytvrzovacím katalyzátorem, pokud jde o úhly zotavení pozorované před a po opakovaném praní prováděném na hotové látce DMedHEU. Použití polymerních aditiv, jako jsou akrylátové kopolymery nebo zesíťovatelné silikony v 10% přípravcích DMedHEU, vede k výraznému zvýšení výkonu prostředku.

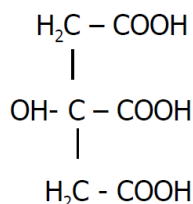
Alternativní přístup pro dosažení nemačkových úprav byl založen na použití glyoxalu nebo polykarboxylových kyselin.

Glyoxal za přítomnosti kyselého katalyzátoru, jako je kyselina boritá, chlorid amonný a síran hlinitý, poskytuje při zahřívání monoacetyly a diacetyly glyoxalu s celulózu (obrázek 5). Bylo zjištěno, že volné aldehydové skupiny, které jsou přítomny díky jednorázovému připojení glyoxalu jako na obrázku 5, jsou odstranitelné oxidací kyselinou chlorovodíkovou nebo redukcí borohydridem draselným. Jako katalyzátor byl v prvních studiích použit chlorid hořečnatý pro aplikaci velmi vysoké koncentrace glyoxalu (10%). Problémem s MgCl_2 je však to, že vytváří žloutnutí tkanin a silnou ztrátu pevnosti látky. Použití síranu hlinitého jako vytvrzovacího katalyzátoru vede k vysoké úrovni odolnosti proti mačkání. Nadbytek glyoxalu se jeví jako chelatační činidlo a ředidlo pro hliníkové ionty, čímž zmírňuje tendenci katalyzátoru degradovat celulózu. [7]



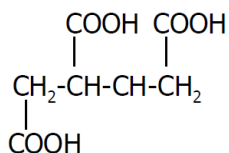
Obrázek 5: Reakce glyoxalu s celulórou [7]

Další alternativou bezformaldehydové nemačkové úpravy jsou karboxylové kyseliny. Bylo zjištěno, že kyselina citronová CA (obrázek 6) je účinná polykarboxylová kyselina v nepřítomnosti přidaného katalyzátoru, a to i když způsobuje výraznější změnu barvy tkaniny než ostatní činidla. Síťování se v celulóze vytvořilo esterifikací katalyzovanou samotnou kyselinou citrónovou, čímž se připravily protony potřebné pro autokatalýzu. [7]



Obrázek 6: Kyselina citrónová [5]

V roce 1988 Welch [8] uvedl, že kyselina 1,2,3,4-butantetrakarboxylová BTCA (obrázek 7) poskytuje bavlněné látky vysokou odolnost proti mačkavosti. Navíc byla BTCA potvrzena jako nejúčinnější činidlo pro bavlněné látky s hypofosforitanem sodným jako katalyzátorem. Vysoká cena BTCA však bránila jejímu komerčnímu využití.



Obrázek 7: BTCA [5]

Dnes víme, že zesíťovací účinek polykarboxylových kyselin je udržován mechanismem esterifikace a mnoho studií ukázalo, že esterifikace celulózy polykarboxylovou kyselinou je schopna vytvořit cyklický anhydrid a potom vytvořit ester s hydroxylovou skupinou v makromolekule celulózy.

Výzkum také zjistil, že zlepšení reaktivity a počtu hydroxylových skupin v makromolekulách také zlepši jejich přístupnost ke kyselině a katalyzátoru. Při ošetřování textilie s polykarboxylovými kyselinami však dochází ke značné ztrátě pevnosti. Dalším nedostatkem konečné úpravy polykarboxylových kyselin je žloutnutí ošetřované tkaniny. Triethanolamin (TEA) se ukázal zvláště účinným jako vytvrzovací přísada, z hlediska žloutnutí a pevnosti v tahu. [8]

Welch a Peters [7] také uvádějí, že použití bromidu sodného jako kokatalyzátoru pro konečnou úpravu bavlněných tkanin s polykarboxylovými kyselinami, umožňuje snížit až o 75% množství fosforečného sodíku potřebného jako vytvrzovací katalyzátor. To snižuje náklady na chemikálie a množství sloučenin fosforu, které je třeba regenerovat z použitých roztoků, a ty v mnoha státech nelze likvidovat v řekách nebo jezerech. Terciární alkanolaminy a jejich soli s fosforečnými a metafosforečnými kyselinami také pomáhají snižovat množství potřebného hypofosforitového katalyzátoru.

Porovnání účinnosti zmíněných síťovacích prostředků v kombinaci s různými katalyzátory pro nemačkovou úpravu zachycuje tabulka 2 publikovaná oddělením textilních technologií na Indickém institutu technologií v Novém Dillí.

Tabulka 2: Porovnání účinnosti různých reaktantů pro nemačkovou úpravu [7]

Agent	Catalyst	DP rating	Wrinkle recovery angle deg	Tear strength retained %	Breaking strength retained %
DHDMI	Zn(BF ₄) ₂	3.4	254-271	43-51	59-73
	Zn(NO ₃) ₂	3.2-3.3	249-265	64	82
	MgCl ₂	2.8-3.3	227-247	62-66	80
	MgCl ₂ -CA	2.5-3.0	241-244		45
BTCA	NaH ₂ PO ₂	4.0-4.7	285-300	51-67	49-59
	Na ₂ HPO ₃	4.0-4.2	286	63-66	59-72
	NaH ₂ PO ₄	3.5-4.4	282-304	51-59	50-55
	Na ₂ HPO ₄	4.0	267-285	65-73	55-76
CA	NaH ₂ PO ₂	3.3-4.0	240-268	62	50-61
	Mixed	3.8-4.0	247-264		55-64
DMDHEU	MgCl ₂	4.3-4.8	261-280	49-57	44-60

Z tabulky 2 je patrné, že dle kritéria DP rating, které charakterizovalo účinnost reaktantů, podle hodnocení úhlu zotavení (Wrinkle recovery angle) a zachování pevnosti (Tear strength retained, Breaking strength retained), je nejúčinnějším prostředkem DMDHEU katalyzovaná MgCl₂. Jako druhá nejúčinnější se jevila BTCA katalyzovaná NaH₂PO₂. Účinky DMedHEU (DHDMI) s kyselinou citrónovou CA se jeví podobné.

2.1 Vliv nemačkových úprav na vlastnosti látek

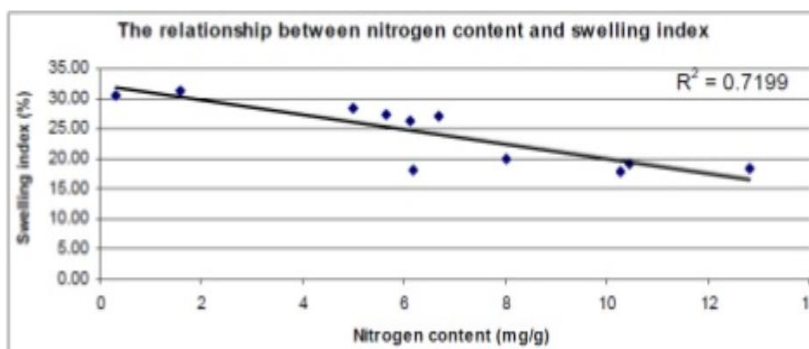
Yang a Wei [3] v roce 2000 uvedli, že zavedení síťování mezi molekulami celulózy má za následek ztužení makromolekulové sítě a křehnutí vláken. Rovněž brání rovnoměrnému rozložení napětí na vlákno v tahu, a proto způsobuje snížení pevnosti v celulózových vláknech ošetřených pryskyřicí. Kyselá katalyzovaná hydrolýza (karboxylovými kyselinami) celulosových řetězců, ke které dochází v průběhu zesíťovací reakce, může rovněž přispět k poklesu pevnosti.

Nemačkové úpravy kromě zlepšení úhlu zotavení tedy nepříznivě ovlivňují i jiné vlastnosti vláken a to především jejich pevnost v tahu a otěru. Prostředky omezující mačkovost textilií, také omezují pohyb vláknenných struktur (řetězců).

Ze studie provedené na Turecké univerzitě Pamukkale vyplynulo, že po aplikaci glyoxalového síťovacího prostředku impregnací (100 g/l glyoxalu, 10 g/l $MgCl_2$ a 1 g/l CH_3COOH) na bavlněnou textili s následným sušením při $110^\circ C$ a kondenzací při $140^\circ C$, se mez pevnost textilie snížila o 28% ve směru osnovy a 27% ve směru útku. [9]

Je známo, že snížení pevnosti je také ve velké míře ovlivněno katalyzátory používanými pro systémy DMDHEU, jako je chlorid hořečnatý. Katalyzátory způsobují degradaci celulózy, čímž se snižuje pevnost. Velikost ztráty pevnosti látky je ovlivněna teplotou, časem a koncentrací katalyzátoru. Úbytek ztráty pevnosti bavlněné tkaniny ošetřené DMDHEU je tedy způsoben jak zesíťováním celulózy, tak i degradací celulózy způsobené katalyzátorem. [10]

Jeden z výzkumů také uvádí, že obsah dusíku nepříznivě ovlivňuje index bobtnání vláken. Jak vidíme na grafu na obrázku 8, závislost indexu bobtnání (Sweling index) lineárně klesá s přibývajícím dusíkem (nitrogen content). Jelikož dusík není originální součástí celulózové molekuly, dá se jeho detekcí obsahu určit i míra ošetření síťovacími prostředky. [11]



Obrázek 8: Závislost mezi obsahem dusíku a indexem bobtnání [11]

3 Dosavadní aplikace nemačkových úprav na len

Je známo, že při dosavadní aplikaci výše zmíněných nemačkových úprav na lnu nikdy nebylo dosaženo tak dobrých výsledků jako u bavlny. Ošetřená textilie vykazuje zlepšení úhlu zotavení, ale s horší účinností ve srovnání s bavlnou a se značně sníženou pevností a odolností proti oděru. Toto zjevné snížení účinnosti zesítování ve lnu, má zřejmě několik příčinných faktorů a dosud není zcela pochopeno. [12]

Ačkoliv byly provedeny četné studie o nemačkové úpravě bavlněných textilií a bylo vynaloženo velké úsilí na stanovení konečných parametrů pro bavlnu, je o konečném zpracování lnu známo mnohem méně a nebylo provedeno téměř žádné systematické studium nemačkovosti lnu i přes praktický význam procesu. [3]

Z předchozí rešerše je patrné, že na účinnost prostředku mají vliv různé typy katalyzátorů a jejich koncentrace. Katalyzátory současně nepříznivě ovlivňují vlastnosti materiálu, stejně jako pH katalyzace. Dosavadní nalezené aplikace nemačkových úprav na len pracují s uvedenými prostředky pro nemačkovou úpravu na celulózu vlákna spolu s adekvátními katalyzátory. Pro jejich optimalizaci/zvýšení účinnosti se v následujících experimentech mění poměry lázní a využívá se různých aditiv. Účinnost je pak vyhodnocena na základě úhlu zotavení a co nejmenšího dopadu na ztrátu pevnosti vláken.

Eunah a Csiszár [3] ve své práci aplikovaly nemačkovou úpravu na bázi glyoxalu na lněná a ramiová vlákna. Cílem jejich práce bylo zkoumat konečnou úpravu lnu a ramie s použitím komerčního pryskyřicového výrobku pro zesílení v procesu mokré fixace. Aby optimalizovaly účinek úpravy textilií, vyhodnocovali různé faktory, které ovlivňují vlastnosti zesítených textilií. V případě fixace za mokra se standardním časem vytvrzování jsou těmito faktory, které mají velký vliv na fyzikální vlastnosti tkanin, koncentrace pryskyřice, katalyzátoru a změkčovadla. V práci postupně měnily koncentrace chemických látek v širokém rozmezí. Pro optimální řešení byly určující změny v pevnosti a úhel zotavení.

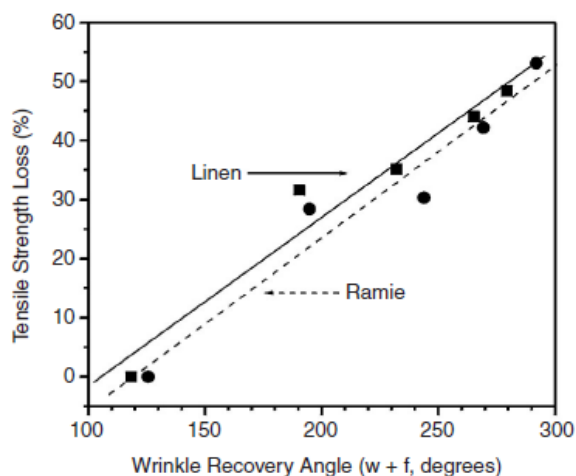
V prvním pokusu obsahoval konečný roztok 150 ml/l pryskyřice, 120 ml/l katalyzátoru a 50 ml/l změkčovadla podle standardní technologie doporučené výrobcem. Pro vyhodnocení vlivu různých faktorů na vlastnosti zesíťovaných tkanin se koncentrace chemických látek, měnila v širokém rozmezí (tabulka 3). Pro pryskyřice a katalyzátor byly zkoumané koncentrace vždy nižší než koncentrace standardní technologie, aby se snížil jejich negativní dopad na fyzikální vlastnosti tkaniny.

Tabulka 3: Změny koncentrací ve finálních lázních (ml/l) [3]

Chemicals	Joint effect ^a			Catalyst effect ^b			Softener effect ^c			
Resin	112.5	75	37.5	150			150			
Catalyst	90	60	30	100	80	60	120			
Softener	37.5	25	12.5	50			67	34	17	0

Ve fázi "Joint effect" se zkoumal společný efekt (měnily se koncentrace) všech tří faktorů – pryskyřice (resin), katalyzátoru (catalyst) a změkčovadla (softener), fáze "Catalyst effect" sloužila pro sledování změn při snižování koncentrace katalyzátoru a fáze "Softener effect" zkoumala vliv změkčovadla.

Při prvním pokusu s lázni o maximálních koncentracích byla u lnu průměrná ztráta meze pevnosti 49,8% ve směru osnovy a 47,3% ve směru útku. Pokles tažnosti se pak pohyboval kolem 20%. Údaje ukazují, že ztráta pevnosti se zvyšuje s rostoucím úhlem zotavení u ošetřených tkanin. Čím vyšší je koncentrace v zesíťovacím roztoku, tím výraznější jsou ztráty pevnosti a lepší úhel zotavení, jak dokazuje lineární závislost mezi úhlem zotavení (Wrinkle Recovery Angle) a úbytkem pevnosti v tahu (Tensile Strength Loss) viditelná na obrázku 9. Je ale zřejmé, že vysoké koncentrace jsou potřebné pro dosažení dobrých úhlů zotavení u obou tkanin.



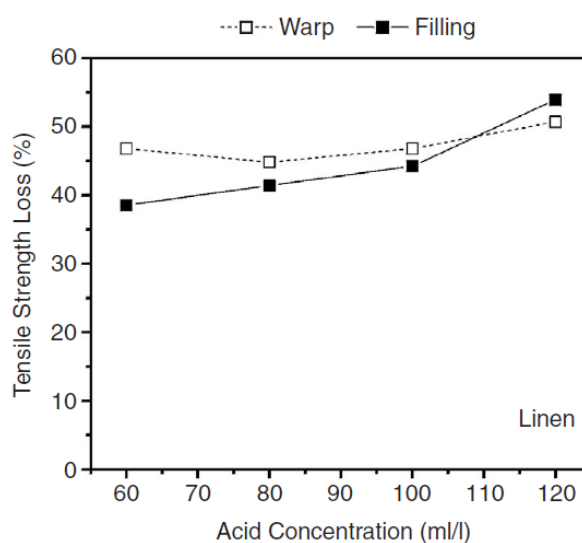
Obrázek 9: Závislost úbytku pevnosti v tahu na úhlu zotavení [3]

Tabulka 4 pak zachycuje změny tažnosti při změnách koncentrací pryskyřice, přičemž k první pozitivní změně dochází až při poloviční doporučené koncentraci.

Tabulka 4: Změna tažnosti [mm] při různých koncentracích pryskyřice [3]

Fabrics		Resin concentration (ml/l)			
		37.5	75	112.5	150
Linen	warp	12.8 ± 0.5	12.4 ± 0.5	11.8 ± 0.8	11.8 ± 0.5
	filling	13.6 ± 1.1	12.4 ± 1.1	12.8 ± 0.8	12.6 ± 0.5

Z grafu na obrázku 10 je pak patrné, že i nejmenší koncentrace katalyzátoru-kyseliny (Acid Concentration) způsobuje významné tráty pevnosti v tahu (Tensile Strength Loss). Ztráta pevnosti v tahu se s přibývajícím koncentrací zvyšuje jen mírně. Křivky úbytku pevnosti v osnově a útku jsou podobné a vykazují téměř stejnou ztrátu pevnosti v průběhu dokončovacího procesu. Podobně malé změny vlivovala změna koncentrace kyseliny i na tažnost látek.



Obrázek 10: Graf závislosti změny koncentrace kyseliny na ztrátu pevnosti v tahu [3]

I když některé předchozí studie naznačovaly, že změkčovadla mohou mít také negativní vliv na pevnost textilií, výsledky této práce dokazují, že změkčovadlo žádné významné negativní účinky nemá, jak dokazuje tabulka 5.

Tabulka 5: Vliv různých koncentrací změkčovadel na vlastnosti textilie [3]

Properties		Softener concentration (ml/l)				
		0	17	34	50	67.5
Tensile strength retention (%)	warp	51.9	51.5	48.5	54.5	51.5
	filling	55.7	56.4	56.3	56.6	57.4
Tearing strength retention (%)	warp	66.1	73.6	79.1	72.6	71.2
	filling	70.1	78.1	81.9	68.8	71.5
Breaking elongation (mm)	warp	11.4 ± 1.5	12.4 ± 1.1	11.0 ± 1.2	12.2 ± 0.8	12.2 ± 0.5
	filling	11.4 ± 1.1	13.2 ± 1.1	12.6 ± 1.7	13.4 ± 1.1	14.8 ± 0.5
CRA (W + F, degrees)	dry	161 ± 6	156 ± 7	181 ± 6	173 ± 5	158 ± 7
	wet	268 ± 6	310 ± 4	316 ± 8	284 ± 5	287 ± 5

Kut, Güneşoğlu a Orhan [8] provedli studii pro porovnání suchých nemačkových úprav aplikovaných na textilií s 55% obsahem lnu a 45% obsahem viskózy s využitím různých polykarboxylových kyselin a N-methylolovým činidel. Zkoumali účinek koncentrace zesíťovacího činidla, použití přísady TEA a také účinek různých podmínek vytvrzování na vlastnosti ošetřovaných tkanin. Finální koncentrace lázní byly hodnoceny dle výsledků měření úhlu zotavení a pevnosti v tahu tkanin jimi ošetřených.

V experimentu byla N-methylolovým zesíťovacím činidlem N, N'-1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethylenmočovina (DMDHEU) s použitím katalyzátoru MgCl₂. Z polykarboxylových kyselin byla testována kyselina 1,2,3,4-butantetetrakarboxylová BTCA, kyselina citrónová CA, kyselina galová GA, kyselina maleinová MA, s katalyzátorem SHP (Na₂H₂PO₂) a aditivem trietanolaminem TEA. Pro polykarboxylové kyseliny a DMDHEU byla použita polyethylenová změkčovadla PE. Různé koncentrace činidel v aplikovaných lázních zobrazuje tabulka 6.

Recepty R3-R6 byly založeny na 8% celkové koncentraci zesíťujících činidel, které se liší pouze aplikací BTCA a směsi BTCA s CA, GA a MA. Všechny tyto roztoky obsahovaly SHP jako katalyzátor s poměrem 2:1 kyseliny ke katalyzátoru a byly vytvrzeny při 180 ° C. Zatímco recepty R7-R10 byly tvořeny snížením celkové koncentrace zesíťovacího činidla na 6%, teploty vytvrzování byly na 160 °C a byla aplikováno aditivum TEA se stejným poměrem SHP katalyzátoru. Pro srovnání s látkami ošetřenými DMDHEU byly použity recepty R1 a R2.

Pro vyhodnocení účinku koncentrace zesíťovacího činidla byly použity recepty R8, R11 a R12, které obsahovaly BTCA a CA (kde koncentrace byly 6%, 8% 9%). Účinek doby vytvrzování byl zkoumán pomocí receptů R14-R16 a R17-R19 při různých poměrech kyseliny BTCA ke kyselině CA.

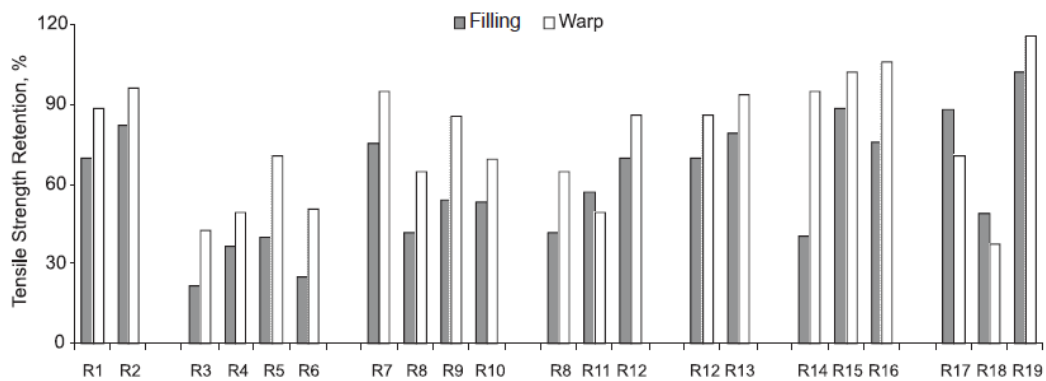
Tabulka 6: Koncentrace složek v aplikovaných úpravách [8]

Recipe Code	Chemical Concentrations, % o.w.f.									Drying		Curing	
	DMDHEU	MgCl ₂	BTCA	CA	GA	MA	SHP	TEA	PE	°C	min	°C	min
N-methylol Systems													
R1	6	1,2	–	–	–	–	–	–	1	100	5	180	1,5
R2	6	1,2	–	–	–	–	–	–	0,5	100	5	160	3
Polycarboxylic acid Systems													
R3	–	–	8	–	–	–	4	–	1	85	5	180	1,5
R4	–	–	2	6	–	–	4	–	1	85	5	180	1,5
R5	–	–	2	–	6	–	4	–	1	85	5	180	1,5
R6	–	–	2	–	–	6	4	–	1	85	5	180	1,5
R7	–	–	6	–	–	–	3	3	0,5	85	5	160	3
R8	–	–	1	5	–	–	3	3	0,5	85	5	160	3
R9	–	–	1	–	5	–	3	3	0,5	85	5	160	3
R10	–	–	1	–	–	5	3	3	0,5	85	5	160	3
R11	–	–	2	6	–	–	3	3	0,5	85	5	160	3
R12	–	–	3	6	–	–	3	3	0,5	85	5	160	3
R13	–	–	3	6	–	–	3	3	0,5	85	5	135	3
R14	–	–	1	5	–	–	3	3	0,5	85	5	135	3
R15	–	–	1	5	–	–	3	3	0,5	85	5	135	5
R16	–	–	1	5	–	–	3	3	0,5	85	5	135	8
R17	–	–	2	4	–	–	3	3	0,5	85	5	135	3
R18	–	–	2	4	–	–	3	3	0,5	85	5	135	5
R19	–	–	2	4	–	–	3	3	0,5	85	5	135	8

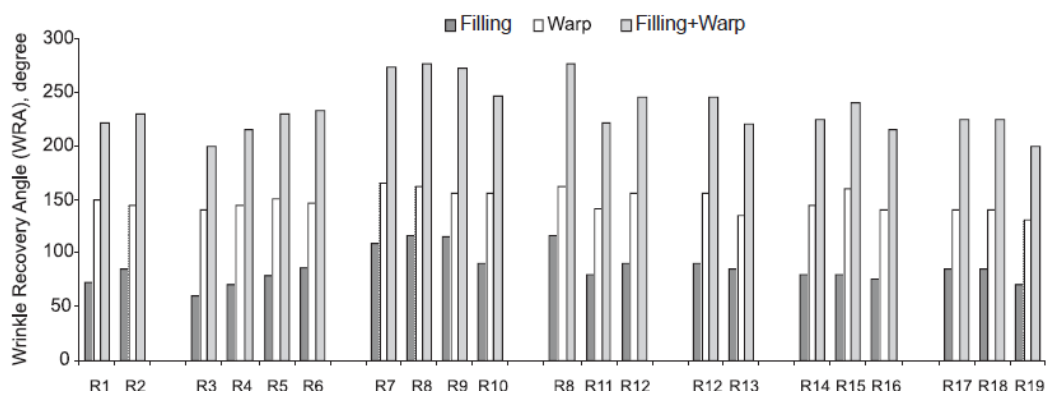
Výsledky aplikace úprav jsou zobrazeny na grafech na obrázcích 11 a 12, které zachycují zachování pevnosti v tahu a úhel zotavení po aplikaci jednotlivých lázní.

Účinek kyselosti je zřejmý při srovnání R3-R6, jejichž hodnoty pH jsou 2,3, 2,0, 4,0 a 2,1. Zachování pevnosti v tahu je nejnižší při nejvyšší kyselosti lázně. Dokončovací lázeň pH roztoků DMDHEU je přibližně 6,0 a zachování pevnosti v tahu látek ošetřovaných DMDHEU je vyšší než u tkanin ošetřovaných roztoky polykarboxylových kyselin.

Zlepšení zachování pevnosti a úhlu zotavení se dosáhne snížením chemické koncentrace a teploty vytvrzování, stejně jako přidáním TEA přísady do roztoků (R7-R10). Výsledky získané po ošetření s R1 a R2 také potvrzují, že snížení teploty vytvrzení přináší stejné úspěchy u DMDHEU. 6% zpracování BTCA s SHP a TEA a vytvrzování při 160°C (R7) poskytují nejlepší výsledek při uvážení zachování pevnosti a úhlu zotavení. Kombinace s ostatními kyselinami takto účinné nejsou, nejlepší výsledek vykázala BTCA / GA při porovnávání směsí polykarboxylových kyselin. Dalším závěrem, který lze učinit, je to, že kritický poměr katalyzátoru ke kyselině v nemačkové úpravě je 2: 1.



Obrázek 11: Zachování pevnosti v tahu [8]



Obrázek 12: Úhel zotavení [8]

Cílem další studie Tanske, Nowalinske a Hernika [13] bylo zlepšit mechanické vlastnosti lněných tkanin pomocí nanomodifikátorů v procesech aplikace jejich nemačkové úpravy a tím snížit dopad vedlejších účinků síťovacích prostředků. Během studie bylo vyvinuto složení lázně obsahující standardní složky (síťovací prostředky bez formaldehydu) a nanomodifikátory. Během každého testu byla změněna koncentrace běžných činidel, polyurethanových nanoaditiv a silikonových nanosoftenerů. Měřené mechanické vlastnosti byly základem pro výběr optimálních variant dokončovací lázně.

Porovnávány byly dvě lázně aplikované při teplotě sušení - 100 ÷ 110°C a teplotě vytvrzení - 150 ° C po dobu 4 min:

- Konvenční úprava:
reaktivní pryskyřice neobsahující formaldehyd - 100 g / dm³,
změkčovač na bázi mastných kyselin - 25 g / dm³,
změkčovač na bázi silikonu - 25 g / dm³,
katalytické činidlo - 15 g / dm³;
- Modifikovaná úprava:
reaktivní pryskyřice neobsahující formaldehyd - 60 g / dm³,
polyuretanové nanoaditiva - 25 g / dm³,
změkčovač na bázi mastných kyselin - 25 g / dm³,
změkčovač na bázi silikonu - 25 g / dm³,
katalytické činidlo - 9 g / dm³.

Z tabulek 7 a 8 je zřejmé, že nemačkovost tkaniny (Resistance to crease) s modifikovanou povrchovou úpravou (modified finish), která snížila koncentraci pryskyřice a nahradila ji nanoaditivu, je vyšší (zlepšení o 17% po osnově a o 11% po útku) a pokles parametrů pevnosti textilií (Tensile strength, Breaking strength) s modifikovanou úpravou je menší než u konvenčních úprav. Aplikace úpravy může být nevýhodná z hlediska změny odstínu a žloutnutí bílého zboží, což se u tohoto testu však nepotvrdilo.

V experimentu byl také potvrzen příznivý vliv nanosilikonů, jako změkčovadel, které zlepšili tuhost v ohybu až o 40% v lázni s karboxylovými kyselinami jako síťovadly.

Tabulka 7: Odolnost proti mačkání s konvenční a modifikovanou úpravou [13]

Sample		Resistance to crease
		%
Linen fabric 30033 with conventional finish	warp	43.5
	Weft	48.0
Linen fabric 30033 with modified finish	Warp	60.8
	weft	59.2

Tabulka 8: Parametry pevnosti před a po aplikaci modifikované lázně [13]

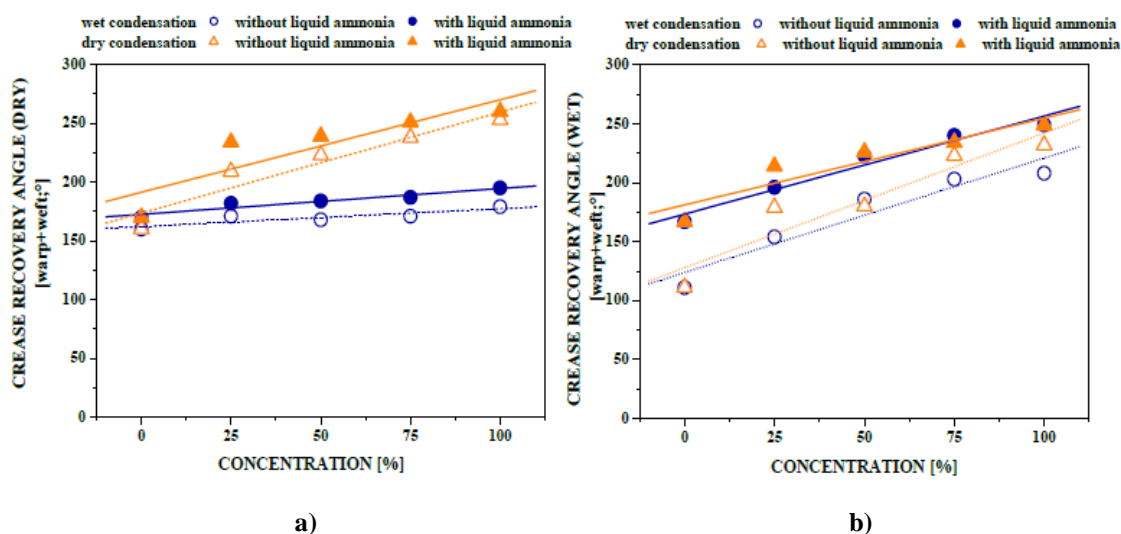
Sample		Tensile strength	Breaking strength
		daN	daN
Linen fabric 30033 without finish	Warp	80.81	9.2
	Weft	87.97	9.8
Linen fabric 30033 with conventional finish	Warp	63.51	4.0
	Weft	61.24	4.4
Linen fabric 30033 with modified finish	Warp	75.10	5.0
	Weft	76.78	7.4

Kromě využití všech zmíněných síťovacích prostředků za zmínku jistě stojí úprava tekutým amoniakem. V procesu zpracování kapalným amoniakem jsou textilie z celulókových vláken po dobu několika sekund amoniakem impregnovány při -33 až -35 ° C. Tekuté zpracování amoniaku indukuje intrakrystalické bobtnání celulózy a vede k supermolekulárním a morfologickým změnám ve vláknech. Kromě toho, ošetření zlepšuje snadnou péči, úhel zotavení a tahové vlastnosti textilií a významně přispívá k lepší odolnosti proti otěru a rozměrové stabilitě. [14]

Komerčně tento postup patentovala Belgická firma Veramtex. Proces "Beau Fixe®" dodržující nejpřísnější ekologické podmínky se skládá z impregnace produktů tekutým amoniakem při -35°C z následného odstranění amoniaku, zotavení a sušení. Firma uvádí, že další úprava síťovacími prostředky není nutná, vzhledem k dobrému zlepšení úhlu zotavení samotným amoniakem. [15]

Dornyi [14] ve své práci zkoumala vliv předúpravy kapalného amoniaku s následnou aplikací pryskyřice jako síťovacího prostředku. Úprava se suchou kondenzací zvýšila, jak suchý tak mokrý úhel zotavení. Vliv předúpravy s tekutým amoniakem však nebyl významný. Konečná úprava pryskyřicí s kondenzací za mokra zlepšila pouze úhel zotavení za mokra, nikoliv za sucha. Ale je zde značný vliv předúpravy amoniakem (obrázek 13).

Bylo však zjištěno, že suché vytvrzení způsobilo drastické snížení pevnosti v tahu a předúprava tekutým amoniakem mírně zmírnila negativní účinek zesílení.



Obrázek 13: Vliv předúpravy kapalným amoniakem a následné síťování za sucha a mokra na úhel zotavení za sucha (a) a za mokra (b) [14]

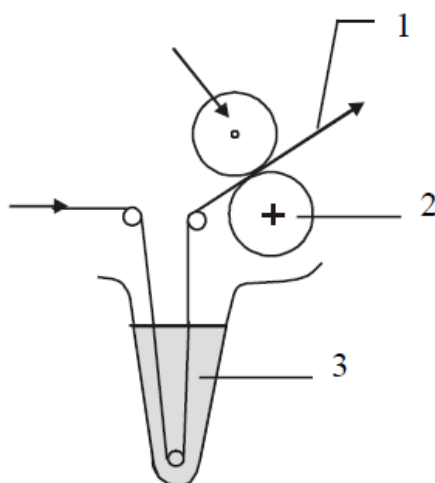
Lze tedy shrnout, že předúprava kapalným čpavkem a dokončení pryskyřicí má na lněné textilie význam spíše pro mokrou fixaci, která však výrazně nezlepší úhel zotavení za sucha.

4 Aplikace nemačkových úprav

Obecně se dá aplikace nemačkových úprav charakterizovat jako napuštění textilie lázní, její sušení a následné síťování použitých prostředků uvnitř textilie, kterého může být dosaženo několika způsoby.

Napuštění textilie lázní tzv. klocování probíhá na fulárech, což je zařízení, kde textilie prochází v plné šíři lázní a poté mezi pogumovanými válci, jejichž přítlakem se reguluje množství roztoku, které do ní má vnikat. Při ponoření tkaniny do lázně dochází k jejímu smáčení, bobtnání vláken a následné difúzi síťujícího prostředku do vlákna. Pro zajištění správného rozložení prostředku v textilií je nutné správně zvolit typ válců fuláru a přítlak při odmačku. Mokrý přivažek, tedy procentuální změna hmotnosti textilie po napuštění lázní by měl tvořit okolo 80%.

Fuláry mají různé konstrukce, všechny však zachovávají princip průchodu textilie lázní a následné odždímání - odmačk. Jejich stavba se zpravidla liší počtem a uspořádáním válců. Základní schéma fuláru zachycuje obrázek 14.



Obrázek 14: Základní schéma fuláru [5]

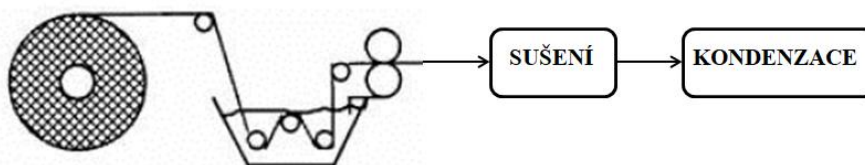
1 - tkanina, 2 - odmačkávací válce, 3 - lázeň

Po klocování dochází k sušení napuštěné textilie do určitého stupně zbytkové vlhkosti a následuje síťování prostředku. Dle technologie můžeme síťování dále rozdělit na síťování za sucha, za vlhka a za mokra. [4,5]

Celulózové tkaniny ošetřené v napuštěném stavu vykazují odlišné vlastnosti než ty, které jsou zesíťovány v suchém stavu, protože zesíťování se zavádí na různých místech vláken v závislosti na stupni bobtnání vláken. Obvyklý proces vytvrzování za sucha má za následek vyšší odolnost proti mačkání v suchém stavu, oproti tomu proces vytvrzování za mokra způsobuje vyšší odolnost proti mačkání při praní (mokrý fixace kovalentního zesíťování v přítomnosti vody stabilizuje napuštěnou strukturu vláken). [6]

Síťování za sucha

Jde o nejklassičtější a nejuniverzálnější způsob síťování, který zajišťuje vysokou nemačkovost za sucha, ale bohužel také vysokou ztrátu pevnosti vláken. Po napuštění textilie lázní dochází k sušení bez zbytkové vlhkosti uvnitř textilie. Po sušení následuje vysokoteplotní kondenzace, při které se stejně jako u sušení využívá horkého vzduchu. Schéma síťování za sucha ukazuje obrázek 15.

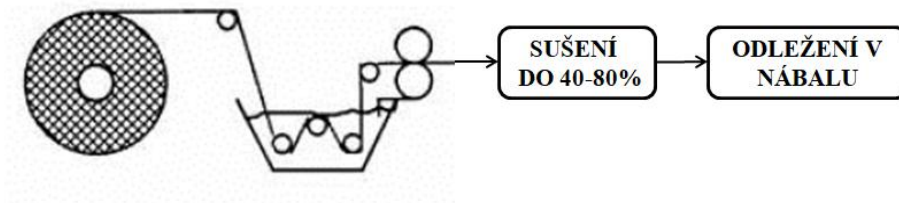


Obrázek 15: Schéma síťování za sucha [4]

Koncentrace síťovacích prostředků v lázních se v tomto případě pohybuje od 60 do 250 g.l⁻¹ podle typu a plošné hmotnosti upravené textilie. Jako katalyzátoru se nejčastěji používá chloridu hořečnatého (10% z hmotnosti síť. prostředku). Teplota kondenzace se pohybuje okolo 160 °C. [4,5]

Sítování za mokra

Sítování zajišťující nemačkovost v mokrému stavu (nežehlivost) s menší ztrátou pevnosti vláken. Po napuštění textilie lázni dochází k sušení do 40-80% vlhkosti. Sítování probíhá ve zbobtnalém stavu vláken odležením v rotující nábalu při pokojové teplotě (14-24 hod). Dávkování prostředku bývá až 320 g.l^{-1} . Katalyzátorem je kyselina chlorovodíková (až 50% z hmotnosti síť. prostředku). Schéma sítování za mokra ukazuje obrázek 16. [4,5]



Obrázek 16: Schéma sítování za mokra [4]

Sítování za vlhka

Sítování za vlhka kombinuje obě předchozí technologie, čímž zajišťuje nemačkovost za sucha i za mokra (nemačkovost při nošení a nežehlivost). Suší se většinou do 7-15% vlhkosti textilie a posléze se odkládá do nábalu na 10-16 hod. Nevýhodou technologie je značná složitost v určení vhodné teploty a vlhkosti sítování, která brání jejímu širšímu využití. [4,5]

5 Experimentální část

Experimentální část práce je zaměřena na aplikaci nemačkových úprav na vybrané lněné textilie. Pro nemačkovou úpravu byly vybrány dva typy komerčně dostupných síťovacích prostředků a to zástupce bezformaldehydového a nízkoformaldehydového typu. Vlastní experiment spočívá v navržení lázní s využitím poznatků z předchozí rešerše, jejich aplikace na zvolené materiály a zkoumání jejich účinnost, s ohledem na negativní dopad úprav na jiné fyzikální vlastnosti textilií, pro dosažení optimálního výsledku.

Pro oba typy prostředků se v lázních mění jak jejich koncentrace, tak koncentrace katalyzátoru a v dalších lázních se při stejných koncentracích zkoumá pozitivní vliv použití měkčidel jako aditiv.

Hodnocení účinnosti úprav je prováděno inovovanou metodou stanovení mačkovosti pomocí úhlu zotavení, přičemž se mačkovost měří jak po aplikaci úpravy, tak po 5ti a 10ti cyklech praní. Negativní dopady úprav jsou hodnoceny ztrátou pevnosti a tažnosti textilie pomocí zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle metodou Strip na přístroji Testometric M350-5CT a změnou ohybové tuhosti měřením ohybové síly na přístroji TH7.

5.1 Charakteristika použitého materiálu

5.1.1 Charakteristika textilního materiálu

Pro testování nemačkových úprav byly zvoleny 3 různé tkaniny plátňové vazby s různým podílem lnu a různým použitím pro výrobu oděvu, které byly poskytnuty firmou H & D, a.s.. Jedná se o materiály, které jsou firmou nejhojněji využívány pro výrobu šatů, kalhot nebo sak. Přehled materiálů a jejich vlastnosti uvádí tabulka 9. Fotografie materiálů jsou na obrázku 17 a fyzické vzorky materiálů jsou přiloženy v příloze. Materiály M1 a M3 tvoří zástupce šatovek a materiál M2 je vhodný pro šití kalhot a sak.

Tabulka 9: Základní vlastnosti testovaných materiálů

Materiál	Složení	Vazba	Do [n./10 cm]	Dů [n./10 cm]	T ₀ [Nm]	T _ú [Nm]	M _p [g/m ²]	h [mm]
M1	58% len, 42% bavlna	plátno	230	190	34	26,3	145	0,34
M2	72% len, 28% bavlna	plátno	180	150	13	17,5	200	0,47
M3	100% len	plátno	170	170	20	20	175	0,42



a) M1

b) M2

c) M3

Obrázek 17: Testované materiály

5.1.2 Charakteristika použitých přípravků

Pro experiment byly použity dva typy běžně dostupných komerčních síťovacích přípravků a to TEXAPRET LF a PROTOREZ FFO, které byly katalyzovány chloridem hořečnatým a CURITEM 5184. V další fázi experimentu byly použity další aditiva a to TEXAVIV A a TEXAVIV PN. Jako smáčedlo byl ve všech lázních použit ERKANTOL NR. Všechny zmíněné prostředky jsou dále charakterizovány.

Síťovací prostředky

- **TEXAPRET LF**

TEXAPRET LF je nízkoformaldehydový síťovací přípravek pro celulóзовé materiály. Jedná se o čirou kapalinu prakticky bez zápachu, pH produktu je cca 4,5 a hustota $1,23 \text{ g.cm}^{-3}$. Přípravek je rozpustný ve vodě v jakémkoliv poměru, je snášelnivý s většinou úpravnických prostředků a úpravy Texapretem LF jsou stálé vůči praní a chemickému čištění. I když se jedná o nízkoformaldehydový přípravek pracovní prostředí během aplikace není zatěžováno formaldehydem a upravený materiál obsahuje jen nepatrné množství volného formaldehydu (vyhovuje požadavkům Eko-Tex standardu).

Základní předpis: 30-100 g.l^{-1} Texapret LF
8-12 g.l^{-1} $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (10-20% z váhy produktu)
10-30 g.l^{-1} změkčovadlo
10-30 g.l^{-1} polyethylenová disperze
smáčedlo
mokrý přivažek: 70 %
sušení
kondenzace: 3 min 150°C nebo 1 min 170-175°C. [16]

- **PROTOREZ FFO**

PROTOREZ FFO je bezformaldehydový síťovací prostředek na bázi močoviny. Po aplikaci se na tkanině nenachází volný formaldehyd (lze použít i na dětské oblečení). Je to čirá kapalina bez zápachu, pH produktu je 5 a hustota $1,10 \text{ g.cm}^{-3}$. Přípravek lze rozpouštět ve vodě nebo přidat do vodného roztoku bez ředění. Zajišťuje nemačkovou úpravu, aniž by způsobil ztráty pevnosti jako formaldehydové pryskyřice.

Základní předpis: 80-140 g.l^{-1} PROTOREZ FFO

16-28 g.l^{-1} CURITE 5184

20-40 g.l^{-1} změkčovadlo

20-40 g.l^{-1} polyethylenová disperze

smáčedlo

mokrý přivažek: 80 %

sušení

kondenzace: 4 min 155°C nebo 1 min 170°C . [17]

Katalyzátory

Nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF byl v odpovídajícím poměru katalyzován chloridem hořečnatým $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Bezformaldehydový přípravek PROTOREZ FFO byl katalyzován přípravkem CURITE 5184, což je vodný roztok organických a anorganických solí.

Aditiva

- **TEXAVIV K**

TEXAVIV K je měkčící přípravek s vysokou účinností. Jedná se o kvarterní dusíkatou sloučeninu. Je to dobře tekoucí, téměř bílá emulze ředitelná studenou i horkou vodou. Má kationaktivní charakter a je kombinovatelný s kation- i neionogenními TPP. Významně zlepšuje měkkost a hladkost textilií, zlepšuje šitelnost a současně vysokým splývaným účinkem snižuje mačkovost textilií. Prakticky neovlivňuje odstín či stálosti vybarvení (doporučuje se odzkoušet za příslušných podmínek aplikace). Je vhodný pro celulósovou i směšovou materiálu. Při použití impregnačním způsobem buď samotný, nebo jako přísada do lázni pro nemačkovou úpravu se dávkuje $10-40 \text{ g.l}^{-1}$ TEXAVIVU K podle požadovaného účinku. [18]

- **TEXAVIV PN**

TEXAVIV PN je neionogenní sekundární polyetylenová emulze. Je to bílá poloprůsvitná emulze dobře ředitelná studenou i horkou vodou a je neionogenní. Je stálá v běžných koncentracích kyselin i alkálií, v tvrdé vodě odolná vůči používaným koncentracím elektrolytů a kombinovatelná prakticky se všemi úpravnickými produkty. Je účinná u všech typů vláken.

TEXAVIV PN je výborné aditivum při nemačkové nebo chemické nesráživé úpravě, kde snižuje křehkost upraveného celulózového materiálu, což má příznivý vliv na pevnost v přetrhu, dotržení a odolnost vůči oděru. Výhodná je kombinace se silikonovými změkčovadly, kde lze pozorovat synergický účinek. Zlepšuje šitelnost a lze ho také použít jako aviváž. Efekty dosažené TEXAVIVEM PN jsou stálé v jemném praní a chemickém čištění. TEXAVIV PN má sám změkčovací účinek, ale významně ovlivňuje účinnost klasických změkčovadel, kde přísada 10 – 20 % významně synergicky působí.

Jako aditiv při nemačkových nebo chemických nesráživých úpravách se osvědčuje kombinace se silikonovým změkčovadlem s dávkováním 20 – 30 g.l⁻¹ TEXAVIVU PN.
[19]

- **ERKANTOL NR**

ERKANTOL NR je smáčecí prostředek na bázi polyglykoether mastného alkoholu neobsahující fosfát ani rozpouštědla. Je ve formě bezbarvé až nažloutlé tekutiny o hustotě 1 g.cm⁻³. Lze jej jakkoliv ředit a je stabilní vůči kyselinám, zásadám a látkám způsobujícím tvrdost vody.

Doporučené dávkování je 0,5-2 ml.l⁻¹. [20]

5.2 Návrh vlastního experimentu

Návrh experimentu, který tvoří různé předpisy lázní, zachycuje tabulka 10 a 11. Konkrétní přípravky a jejich dávkování do lázní při využití TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku ukazuje tabulka 10, přípravky a dávkování pro PROTOREZ FFO ukazuje tabulka 11.

Pro experiment s oběma typy síťovacích prostředků bylo použito 7 různých receptur lázní, ve kterých se mění jak koncentrace síťovacích prostředků, tak katalyzátoru pro zkoumání jejího vlivu na výsledný efekt nemačkové úpravy s přihlédnutím na negativní dopady na jiné vlastnosti tkanin. Druhá část lázní testuje vliv použití změkčovadel a polyethylenových disperzí na zlepšení nemačkovosti a omezení negativních vlivů síťovacího prostředku a katalyzátoru.

Lázeň I vždy představuje nulovou koncentraci jakýchkoliv prostředků, tedy neupravený vzorek. Lázně II-IV slouží k porovnání výsledného efektu nemačkové úpravy prostředku při různých koncentracích síťovacího prostředku a katalyzátoru, které se pohybují okolo doporučených mezí. Lázně V-VII jsou v případě síťovacího prostředku TEXAPRET LF totožné jako lázně II-IV s výjimkou použití změkčovadla a polyethylenové disperze pro zjištění vlivu těchto prostředků na finální výsledek. V případě síťovacího prostředku PROTOREZ FFO jsou koncentrace lázní V-VII nepatrně vyšší pro pokrytí širšího spektra koncentrací a vzhledem k tomu, že se jedná o bezformaldehydový prostředek, který by neměl způsobovat takovou ztrátu pevnosti textilie. Tyto lázně jsou opět doplněny o změkčovadlo a polyethylenovou disperzi pro zkoumání jejich vlivu na výsledek.

Oba prostředky byly ve všech recepturách katalyzovány odpovídajícím katalyzátory a všechny lázně obsahovaly smáčedlo ERKANTOL NR ve stejné koncentraci.

Pro nemačkovou úpravu byla použita technologie síťování za sucha. Textilie byla tedy po napuštění lázní nejprve sušena po dobu 2 min při 120 °C a poté následovala kondenzace po dobu 1 min při 170°C, dle doporučení výrobcem.

Tabulka 10: Koncentrace přípravků v lázních při využití TEXAPRET LF

Číslo lázně	I	II	III	IV	V	VI	VII
Přípravek	Koncentrace přípravku v lázni [g.l⁻¹]						
TEXAPRET LF (sít. prostředek)	0	20	50	80	20	50	80
MgCl ₂ .6H ₂ O (katalyzátor)	0	8	10	10	8	10	10
TEXAVIV PN (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30
TEXAVIV K (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30
ERKANTOL NR (smáčedlo)	0	1	1	1	1	1	1
Sušení: 2 min 120 °C; Kondenzace: 1 min 170°C							

Tabulka 11: Koncentrace přípravků v lázních při využití PROTOREZ FFO

Číslo lázně	I	II	III	IV	V	VI	VII
Přípravek	Koncentrace přípravku v lázni [g.l⁻¹]						
PROTOREZ FFO (sít. prostředek)	0	50	100	150	80	150	200
CURITE 5184 (katalyzátor)	0	15	20	30	20	25	30
TEXAVIV PN (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30
TEXAVIV K (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30
ERKANTOL NR (smáčedlo)	0	1	1	1	1	1	1
Sušení: 2 min 120 °C; Kondenzace: 1 min 170°C							

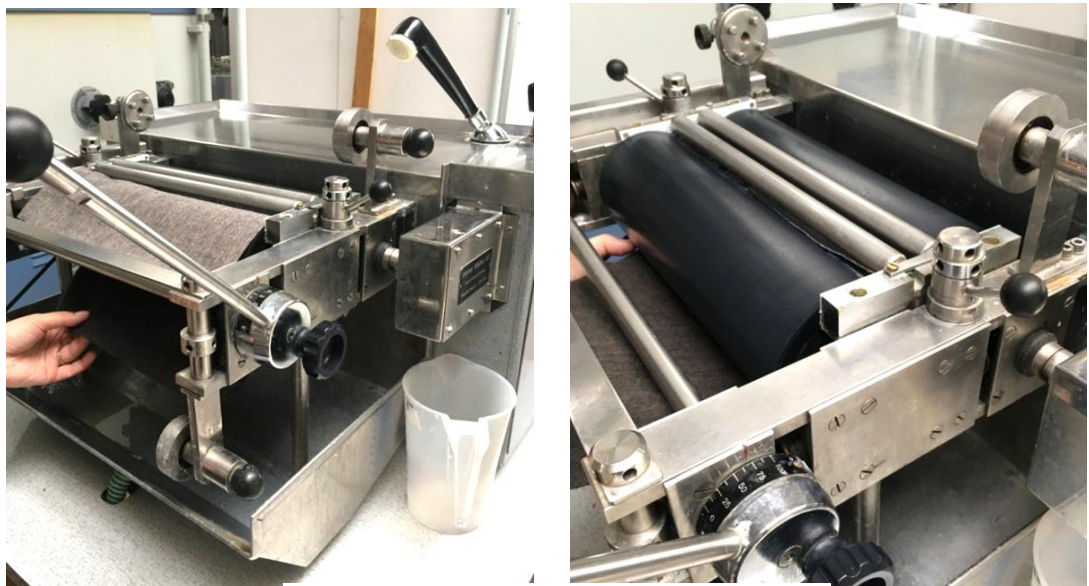
5.2.1 Aplikace navržených úprav

Vlastní aplikace úprav probíhala ve firmě INOTEX spol. s r.o., která je nástupnickou organizací po Výzkumném ústavu textilního zušlechťování. Byla založena v roce 1992 a v roce 1996 koupila tehdejší VÚTZ s.p. a dodnes pokračuje v jeho tradicích. Zaměřuje se jak na výzkumné činnosti ale i specializovanou výrobu, ať už textilních pomocných přípravků, nebo vlastních textilií.

Pro aplikaci úprav zde bylo využito diskontinuálního zkušebního zařízení pro testování textilních pomocných prostředků před jejich zavedením do provozu. Pro aplikaci nemačkových úprav byla využita technologie síťování za sucha při výše uvedených parametrech. Rozměry testovaných vzorků jsou 35 x 40 cm, což je dáno konstrukcí těchto zařízení.

Klocování

Napouštění textilie lázní bylo provedeno na laboratorním fuláru firmy Werner-Mathis viz obrázek 18. Konstrukce zařízení se skládá ze dvou pogumovaných rotujících válců, které se těsně dotýkají a nepropouští tekutinu, čímž nad nimi vzniká prostor, do kterého se lije napouštěcí lázeň. Tyto válce zároveň zajišťují odmačk textilie, která prochází lázní a poté mezi nimi. Testovaný vzorek takto fulárem prochází dvakrát, aby byly lépe nasimulovány podmínky v reálném provozu.



Obrázek 18: laboratorní fulár Werner-Mathis

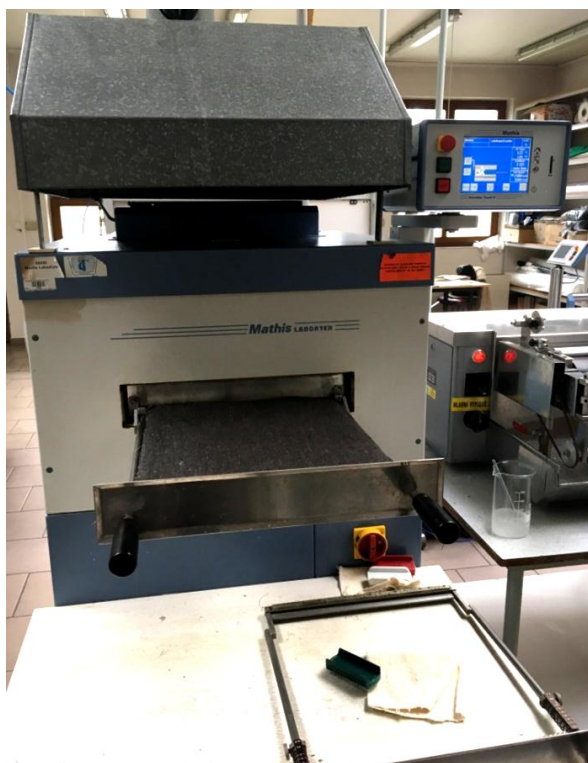
Přítlak válců byl nastaven na hodnotu 75% pro dosažení co nejoptimálnějšího mokrého přivažku textilie při aplikaci lázně. Výsledné mokré přivažky jednotlivých materiálů uvádí tabulka 12. Z tabulky je patrné, že materiál barvený materiál M3 na rozdíl od materiálu M1 a M2 nebyl schopen nasát velké množství lázně.

Tabulka 12: Mokrý přivažky u jednotlivých materiálů

Materiál	Mokrý přivažek [%]
M1	102,5
M2	108,2
M3	22

Sušení a kondenzace

Po napuštění lázní byly vzorky sušeny a posléze kondenzovány pomocí laboratorního fixačního rámu Werner-Mathis na obrázku 19. Každý vzorek se upíná do rámu pomocí jehel na jeho koncích a poté je zasunut do zařízení, kde se pomocí horkého vzduchu nejprve 2 minuty suší při 120 °C. Po usušení a vychladnutí všech vzorků následovala kondenzace, která probíhá stejným způsobem, ale horký vzduch na textilií působí 1 min při 170°C. Parametry pro tyto procesy se nastavují na digitální obrazovce na Obrázku 20.



Obrázek 19: Laboratorní fixační rám Werner-Mathis



Obrázek 20: Ovládaní fixačního rámu

5.2.2 Zkouška stálosti úprav v praní

Součástí experimentu je ověření stálosti úprav v praní. Z každého vzorku textilie reprezentující jednu lázeň byly odebrány dvě části, z čehož jedna byla podrobena 5ti a druhá 10ti cyklům praní dle normy ČSN EN ISO 6330 (800821) Textilie - Postupy domácího praní a sušení pro zkoušení textilií. Toto standardizované praní bylo provedeno ve firmě INOTEX spol. s r.o. s využitím praček Vascator.

Dle normy bylo pro praní využito postupu 4N s těmito základními charakteristikami:

- Praní: pohyb během ohřevu, praní a máchání: normální,
teplota: 40 ± 3 °C,
hladina lázně: 100 mm,
bez ochlazování;
- 2. cykly máchání při hladině lázně 130 mm po dobu 3 min;
- 2. cykly máchání při hladině lázně 130 mm po dobu 2 min a následné odstředování po dobu 5ti minut. [21]

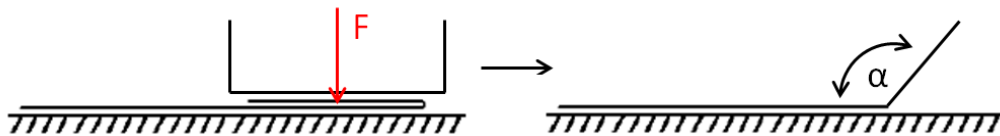
Jako detergentu bylo využito standardizovaného přípravku ECE reference detergent 98 bez obsahu optických zjasňovačů, bez fosfátů, bez enzymů s dávkováním $20 \pm 0,1$ g/l.

5.3 Charakteristika použitého zařízení

V experimentální části byly použity tři různá zařízení pro vyhodnocení účinnosti úprav - měření mačkavosti a jejich negativního dopadu na pevnost a ohybovou tuhost textilie.

5.3.1 Měření mačkavosti

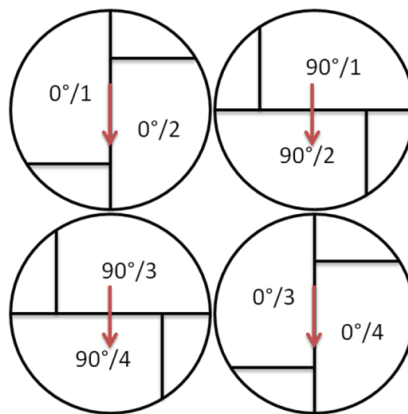
Měření mačkavosti textilií probíhalo pomocí Inovované metody stanovení mačkavosti pomocí úhlu zotavení, která vychází z úhlové metody stanovení mačkavosti pomocí přístroje UMAK. Základní princip metody spočívá v zatěžování obdélníkových vzorků o velikosti 5 x 2 cm závažím a odečítáním úhlů zotavení po odstranění tohoto závaží pomocí kruhové stupnice připevněné ke konstrukci přístroje, jak naznačuje obrázek 21.



Obrázek 21: Princip měření úhlu zotavení

Úpravy zavedené Fridrichovou a Zelovou [22] spočívají v záměně obdélníkových vzorků za půlkruhové, vznikající rozstřížením kruhového vzorku o průměru 4,5 cm v jeho polovině. Osa poloviny kruhové vzorku je na materiálu položena ve směru, který chceme hodnotit.

V inovované metodice je doporučeno vzhledem k anizotropii materiálu měřit mačkavost ve všech pootočeních textilie vzhledem k osnově od 0° - 330° po 30° , tedy ve 12ti různých směrech. Vzhledem k množství lázní a potřebě zjednodušené charakteristiky mačkavosti materiálu byla v experimentální části práce měřena mačkavost z lící strany po osnově (0°) a po útku (90°). Rozložení vzorků ukazuje obrázek 22.



Obrázek 22: Rozložení vzorků

Jak je z obrázku 22 patrné, pro každou lázně byly z daného materiálu vystřiženy 4 vzorky po osnově a 4 po útku. Na vzorcích je také naznačena přehybová linie, která je umístěna 1 cm od kraje. Takto připravené vzorky byly před vlastním měřením klimatizovány pod dobu 24 hodin v podmínkách laboratoře při 20 °C a relativní vlhkosti 65 %, kde poté probíhalo i měření.

Další inovace metody spočívá ve snímání vzorku web kamerou, která zaznamenává průběh zotavování. Vzorek je uložen a upevněn pod přídržnou lamelu. Následně je přehnut dle linie a zatížen závažím o hmotnosti 1kg po dobu 5 minut. Po odstranění závaží začne kamera snímat průběh zotavování v časech, které se dají nastavit ve speciálně vytvořeném programu „Angle“. Prvních 10 fotografií bylo zaznamenáno vždy po 1 sekundě od sejmutí závaží, dalších 10 snímků bylo pořízeno v rozmezí 5sekund, tedy do uplynutí 1 minuty relaxace a další 4 fotografie byly pořízeny vždy po celé minutě. Celkem bylo tedy zachyceno 24 snímků, s tím, že finální úhel zotavení α_{300} odpovídal fotografii pořízené po 5ti minutách relaxace. Rozložení měřícího pracoviště lze vidět na obrázku 23 a 24.

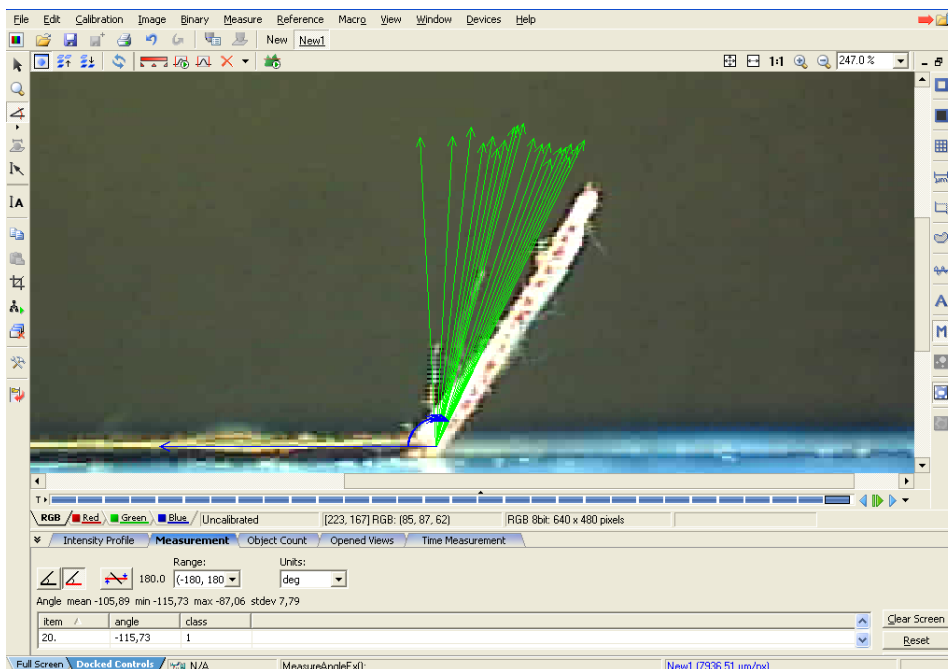


Obrázek 23: Rozložení měřícího pracoviště



Obrázek 24: Zatížení vzorků

Průběh zotavování, tedy úhly zaznamenané v daných časech byly poté vyhodnoceny v počítačovém programu Nis Elements AR jak vidíme na obrázku 25. Všech 24 hodnot bylo exportováno do programu excel a dále zpracováno např. do křivky zotavení.



Obrázek 25: Vyhodnocení v programu Nis Elements AR

5.3.2 Měření pevnosti

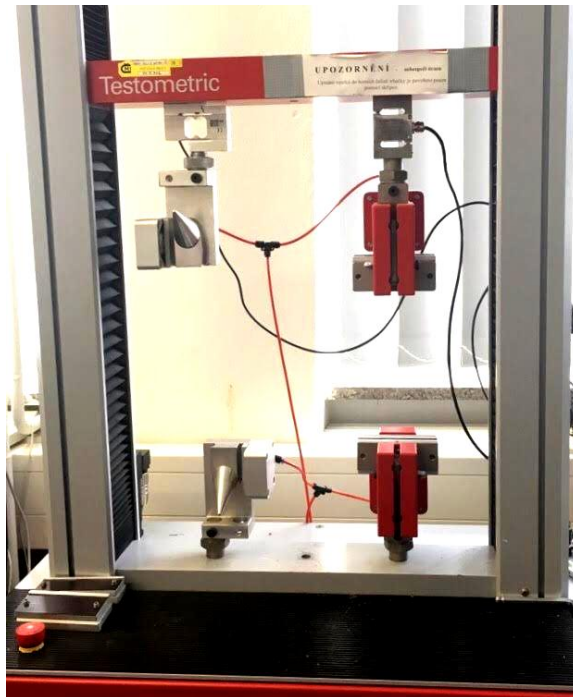
Pevnost a tažnost textilií byla měřena na přístroji Testometric M350-5CT dle normy ČSN EN ISO 13934-1 (800812) Textilie - Tahové vlastnosti plošných textilií - Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Jedná se o tahovou zkoušku, při které je celá šířka zkušební vzorku upnuta v čelistech zkušební přístroje a vzorek je napínán při konstantní rychlosti do přetržení.

Z každého laboratorního vzorku představující jednu úpravu byly vzhledem k omezenému množství materiálu vystřiženy 3 vzorky po osnově a 3 vzorky po útku. Vzorky byly o rozměru 5 x 30 cm a každý obsahoval jiný vzorek osnovních nebo útkových nití.

Dle normy byly na přístroji podle vlastností materiálů nastaveny tyto parametry:

- upínací délka vzorku: 200 mm;
- rychlost prodloužení: 100 mm/min;
- předpětí: 2N.

Přístroj Testometric M350-5CT (viz obrázek 26) je ovládán pomocí speciálního programu, který zaznamenává průběh zkoušky, tedy tahovou křivku, výsledek maximální síly, tedy pevnosti materiálu a hodnotu tažnosti materiálu. Z programu lze poté data opět exportovat do excelu.



Obrázek 26: Testometric M350-5CT

5.3.3 Měření ohybové tuhosti

Měření ohybové síly probíhalo na přístroji TH 7, který vznikl inovací původního přístroje TH 5. Fridrichová [23] ve své publikaci popisuje inovaci a konečnou podobu přístroje (viz obrázek 27), který měří ohybovou sílu F_m [mN].

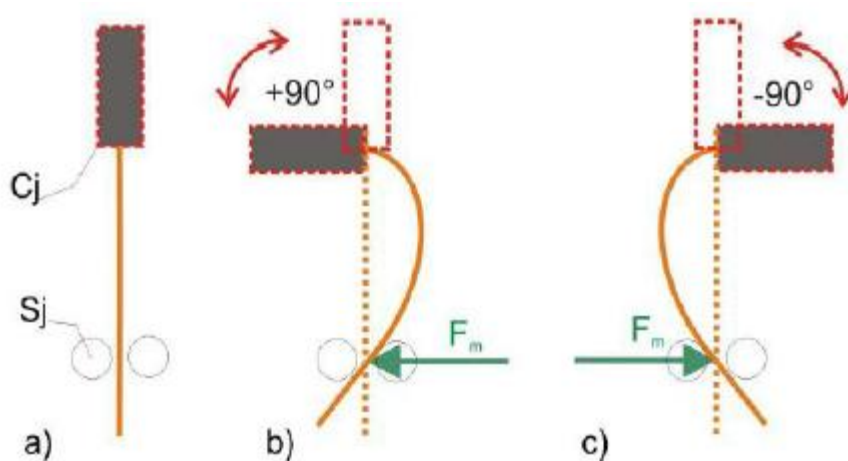


Obrázek 27: TH-7

Inovace přístroje přináší změnu tvaru vzorků, které mohou být ve tvaru čtverce, obdélníku a kruhu o maximálním rozměru 5 x 5 cm a s minimální délkou 2 cm. Vzorek také musí být v tloušťce do 1,5 mm s maximální tuhostí 4 N.

Pro experiment byly vystřiženy 3 vzorky o rozměrech 5 x 5 cm, na kterých se testovala ohybová síla ve směru osnova a útku. Vzorek byl vložen do horní upínací čelisti přístroje, tak aby procházel snímací čelistí. Na přístroji se následně volí rozsah měření, který se pohybuje od 40 mN po 4000 mN, tak aby odpovídal skutečné hodnotě jednotlivých materiálů.

Přístroj je obsluhován počítačovým programem TH-7, kde lze nastavit počet cyklů ohybu, který byl v tomto experimentu roven 5ti cyklům. Po spuštění měření v programu dochází k ohybům vzorku o 90° při rychlosti otáčení čelisti 20 otáček/min. Pohyb přístroje a ohýbání vzorku ukazuje schéma na obrázku 28. Po skončení nastavených cyklů ohybu lze programem jednotlivé cykly zprůměrovat a vytvořit tak hysterzní křivku. Kromě křivky pak program ukládá všechny její hodnoty včetně maximální vynaložené ohybové síly F_m [mN] ve směru -90° a $+90^\circ$.



Cj - upínací čelist; Sj – snímací čelist, F_m – ohybová síla

Obrázek 28: Ohýbání vzorky na přístroji TH-7 [23]

5.4 Vyhodnocení mačkavosti

Pro vyhodnocení účinnosti lázní, tedy vyhodnocení změny mačkavosti textilie, byl primárně použit průměrný úhel zotavení α_{300} , což je úhel, který byl zaznamenán v třísté sekundě zotavování vzorku, tedy 5 minut po sejmutí závaží. Průměrný úhel zotavení α_{300} byl pro jednotlivé lázně vyhodnocen z 8mi měření, a to 4 ve směru osnovy a 4 ve směru útku. Kompletní data včetně statistické analýzy jsou uvedena v příloze B a C. Průměrné úhly zotavení α_{300} pro všechny varianty lázní aplikovaných na materiály M1-M3 včetně jejich hodnoty po 5ti a 10ti cyklech praní (5P a 10P) uvádí tabulka 13.

Z tabulky 13 je patrný obecný jev, že při zvyšování koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru v úpravnických lázních II-IV a V-VII se také zvyšuje průměrný úhel zotavení α_{300} . Při porovnání lázní II-IV a V-VII u prostředku TEXAPRET LF, které si přesně odpovídají koncentracemi prostředků s výjimkou použití aditiv u lázní V-VII, můžeme také pozorovat příznivý vliv měkčidla jako aditiva na zlepšení úhlu zotavení. Tento kladný vliv můžeme pozorovat i u prostředku PROTOREZ FFO, kde si sice lázně bez a s měkčidly koncentracemi přesně neodpovídají, ale při porovnání lázní IV a VI, které jsou si koncentracemi nejvíce podobné je znatelný lepší výsledek lázně VI s měkčidlem.

Všechny tyto poznatky platí pro aplikaci prostředků na materiály M1 a M2. Materiál M3 však těchto výsledků nedosahoval a po vyprání se hodnoty úhlů zotavení jednotlivých lázní vrátily zpět na hodnoty neupraveného vzorku.

Při porovnání hodnot lázní II-VII s jejich hodnotami po 5ti a 10ti cyklech praní (označenými 5P a 10P) lze konstatovat, že průměrné hodnoty úhlu zotavení α_{300} vždy o něco poklesly. Nevyskytlo se zde ale vždy pravidlo, že by po 10ti cyklech praní klesly hodnoty ještě o něco více než po 5ti cyklech praní. Vzniklé rozdíly mohly způsobit různé odchylky a nerovnoměrnosti při aplikaci a měření i vzhledem k nerovnoměrné struktuře lněné textilie. Z tohoto důvodu je proto vhodné uvažovat s průměrným poklesem po 5ti a 10ti praních.

Tabulka 13: Průměrný úhel zotavení α_{300}

průměrný úhel zotavení α_{300} [°]						
materiál	M1		M2		M3	
prostředek	TEXAPRET LF	PROTOREZ FFO	TEXAPRET LF	PROTOREZ FFO	TEXAPRET LF	PROTOREZ FFO
I	86,28	86,28	76,60	76,60	69,25	69,25
II	103,71	100,30	83,77	75,47	78,03	71,12
II (5P)	85,50	84,17	70,47	76,56	70,80	69,60
II (10P)	86,49	89,72	86,41	77,70	71,73	67,50
III	107,75	101,17	104,56	98,18	78,23	80,63
III (5P)	99,13	97,10	87,86	86,16	68,13	68,06
III (10P)	105,40	101,68	98,73	89,34	66,80	70,17
IV	116,71	117,04	107,83	100,87	82,22	77,03
IV (5P)	114,80	98,26	108,61	89,05	67,36	72,02
IV (10P)	115,08	94,24	101,85	91,29	67,12	67,97
V	104,39	114,50	94,82	97,20	84,35	82,68
V (5P)	88,96	97,32	86,33	91,24	69,76	72,51
V (10P)	92,01	92,70	81,81	91,65	74,79	72,22
VI	117,42	125,15	122,40	110,91	77,65	80,16
VI (5P)	109,86	107,71	99,06	94,37	70,84	74,16
VI (10P)	100,75	114,43	108,01	104,26	67,45	69,54
VII	125,63	127,43	130,36	114,29	78,28	84,68
VII (5P)	120,21	112,16	111,32	101,27	71,32	66,73
VII(10P)	120,04	111,74	102,76	105,07	70,82	71,02

Dalším parametrem pro porovnání účinnosti úprav je koeficient nemačkovosti M, který v procentech vyjadřuje míru zotavení vzorku v rovině 180°. Koeficient se vypočítá ze vztahu (1). Čím většího koeficientu nemačkovosti lázeň dosahuje, tím lépe se upravený vzorek zotavuje a méně se mačká.

$$M = \frac{\alpha_{300}}{180} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

Hodnoty koeficientů nemačkovosti pro všechny průměrné úhly zotavení α_{300} u všech variant lázní aplikovaných na materiály M1-M3 včetně jejich hodnoty po 5ti a 10ti cyklech praní (5P a 10P) uvádí tabulka 14.

Při porovnání koeficientu nemačkovosti u původního neupraveného vzorku, který představuje lázeň I, s koeficientem u lázní II-VII, můžeme říct, že u materiálu M1 neúčinnější lázeň s využitím PROTOREZU FFO (lázeň VII) zvýšila míru nemačkovosti o 22,86% a neúčinnější lázeň s využitím TEXAPRETU LF (lázeň VII) o 21,87%. Lze říci, že lázně dosahovaly podobně úspěšných výsledků, když však porovnáme jejich stálost po praní (VII 5P a 10P) zjistíme, že zatímco u relativně horší lázně s využitím TEXAPRETU LF klesla praním nemačkovost průměrně o 3% u lázně s využitím PROTOREZU FFO to je 8,6%. Podobný jev lze pozorovat i u materiálu M2. Je tedy jasné, že v dalším podrobném rozboru je třeba stálost v praní dostatečně zohlednit.

Koeficienty nemačkovosti u materiálu M3 potvrzují, že pro tento materiál úprava nefungovala. U lázní, které se jevily neúčinnější u materiálů M1 a M2, v koeficientech po praní není žádný výrazný rozdíl od koeficientu neupraveného vzorku

Tabulka 14: Koeficient nemačkovosti M

koeficient nemačkovosti M [%]						
materiál	M1		M2		M3	
prostředek	TEXAPRET LF	PROTOREZ FFO	TEXAPRET LF	PROTOREZ FFO	TEXAPRET LF	PROTOREZ FFO
I	47,93	47,93	42,55	42,55	38,47	38,47
II	57,62	55,72	46,54	41,93	43,35	39,51
II (5P)	47,50	46,76	39,15	42,53	39,33	38,67
II (10P)	48,05	49,84	48,00	43,17	39,85	37,50
III	59,86	56,21	58,09	54,55	43,46	44,80
III (5P)	55,07	53,94	48,81	47,87	37,85	37,81
III (10P)	58,55	56,49	54,85	49,63	37,11	38,99
IV	64,84	65,02	59,90	56,04	45,68	42,80
IV (5P)	63,78	54,59	60,34	49,47	37,42	40,01
IV (10P)	63,93	52,36	56,58	50,72	37,29	37,76
V	58,00	63,61	52,68	54,00	46,86	45,93
V (5P)	49,42	54,07	47,96	50,69	38,75	40,28
V (10P)	51,12	51,50	45,45	50,92	41,55	40,12
VI	65,23	69,53	68,00	61,62	43,14	44,53
VI (5P)	61,03	59,84	55,03	52,43	39,36	41,20
VI (10P)	55,97	63,57	60,01	57,92	37,47	38,63
VII	69,80	70,79	72,42	63,50	43,49	47,05
VII (5P)	66,78	62,31	61,84	56,26	39,62	37,07
VII (10P)	66,69	62,08	57,09	58,37	39,34	39,46

5.4.1 Vyhodnocení účinnosti lázní a jejich stálosti v praní u materiálu M1

V grafech na obrázcích 29 a 30 můžeme sledovat změny průměrného úhlu zotavení α_{300} u materiálu M1 po aplikaci jednotlivých úpravnických lázní a také jejich pokles po 5ti a 10ti cyklech praní.

V případě využití TEXAPRETu LF jako nízkoformaldehydového síťovacího prostředku (obrázek 29) můžeme pozorovat zvětšující se úhel zotavení mezi lázněmi II-IV a V-VII, což dokazuje, že se zvyšující se koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru se také zvětšuje úhel zotavení. Mezi lázní I (představující neupravený vzorek) a lázněmi III,IV,VI a VII je pak statisticky významný rozdíl, který však u lázní III a VI zaniká s praním.

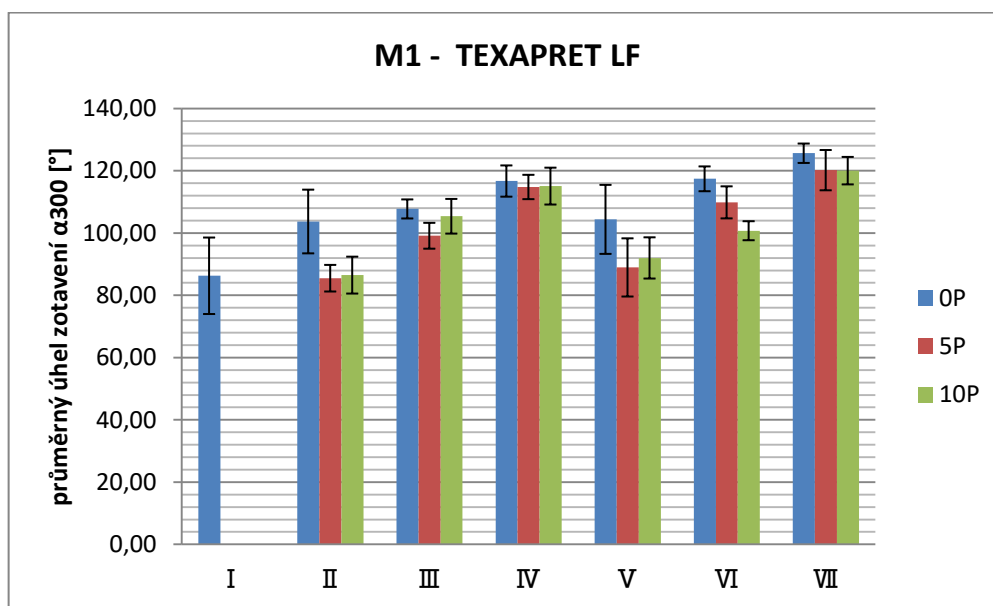
Při porovnání dvojic lázní II-V, III-VI a IV-VII se stejnou koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru, ale v případě lázní V,VI a VII s příměsí změkčovadel je v případě dvojic III-VI a IV-VII statisticky významný rozdíl, který však také zaniká s praním. Přesto je však pozitivní vliv měkčidel na průměrný úhel zotavení patrný a jako nejúčinnější lázeň se jeví lázeň VII s nejvyšším úhel zotavení o hodnotě $\alpha_{300}=125,63^\circ$, tedy lázeň o nejvyšších koncentracích prostředků a s příměsí změkčovadel, jejíž výsledek můžeme od nižších koncentrací prostředků považovat za rozdílný i po 10ti cyklech praní. Druhou nejúčinnější lázní se zachovávajícím statisticky významným rozdílem je lázeň IV o stejných koncentracích bez měkčidel.

Z hlediska stálosti úprav v praní, můžeme konstatovat, že u lázní s nejvyšší koncentrací prostředků je snížení úhlu zotavení vlivem praní nejmenší, nelze hovořit o statisticky rozdílném výsledku a také se dále nesnižuje s cykly praní.

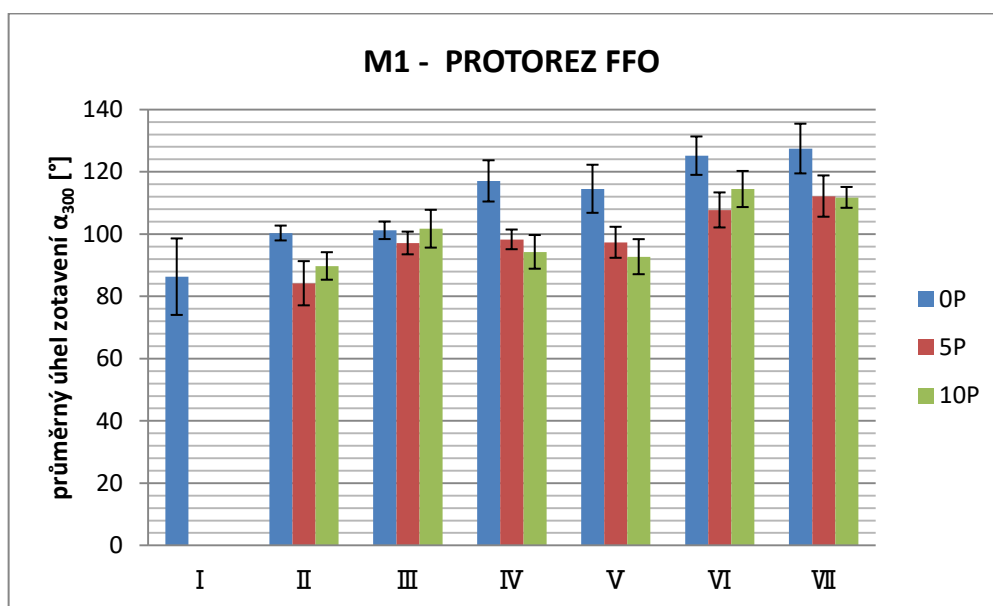
V případě využití PROTOREZu FFO jako bezformaldehydového síťovacího prostředku (obrázek 30) můžeme oproti neupravené textilií (I) pozorovat statisticky významný rozdíl v úhlu zotavení u lázní bez změkčovadel (II-IV) až od koncentrace prostředku 150 g.l^{-1} (s odpovídající koncentrací katalyzátoru 30 g.l^{-1}) v lázni IV. V případě lázní s měkčidly můžeme rozdíl pozorovat už od koncentrace prostředku 80 g.l^{-1} (s odpovídající koncentrací katalyzátoru 20 g.l^{-1}) v lázni V.

Po vyprání si však zachovává statisticky významný rozdíl od neupraveného vzorku pouze lázně VI a VII o nejvyšších koncentracích prostředků s aditivou, u lázně IV totiž dochází k poklesu hodnoty až o 12,7%. Mezi těmito lázněmi významný rozdíl není, největšího úhlu zotavení však dosahuje textilie ošetřená lázní VII s úhlem $\alpha_{300}=127,43^\circ$.

Z hlediska stálosti v praní je však u lázní VI a VII statisticky významný rozdíl mezi textilií bez praní a po 5ti a 10ti cyklech praní. Lze konstatovat, že se s údržbou textilie významně snižuje účinnost úpravy, což platí pro všechny lázně využívající tohoto prostředku (až na lázeň III).



Obrázek 29: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku TEXAPRET LF u materiálu M1, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní



Obrázek 30: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku PROTOREZ FFO u materiálu M1, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní

Vlivem zušlechtění materiálu dochází také ke změně poměru jednotlivých složek deformací vzniklých vlivem zatížením vzorku. Celková deformace je součtem deformace elastické, viskoelastické a plastické.

Elastická deformace ε_e , se projevuje v prvních sekundách od odebrání závaží, je to deformace pružná a je výsledkem snahy tělesa vrátit se do původního stavu. Viskoelastická deformace ε_v narůstá během zatížení, je to deformace zotavená a s relaxací vzorku zaniká. Plastická deformace ε_p je deformací trvalou, která se nezotavuje ani v delším časovém horizontu a je trvalým důsledkem zatížení textlie.

Tabulka 14 zachycuje poměry jednotlivých deformací u materiálu M1, v tabulce také najdeme výsledný koeficient nemačkovosti M, který v procentech vyjadřuje míru zotavení vzorku. Výše uvedené veličiny byly vypočítány ze vztahů (2), (3), (4) a (5), kde α_1 je úhel zaznamenaný v 1. sekundě od sejmutí závaží a α_{300} je výsledný úhel zotavení zaznamenaný v třísté sekundě zotavování.

$$\varepsilon_e = \frac{\alpha_1}{180} \cdot 100 [\%] \quad (2)$$

$$\varepsilon_v = \frac{\alpha_{300} - \alpha_1}{180} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

$$\varepsilon_p = \frac{180 - \alpha_{300}}{180} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

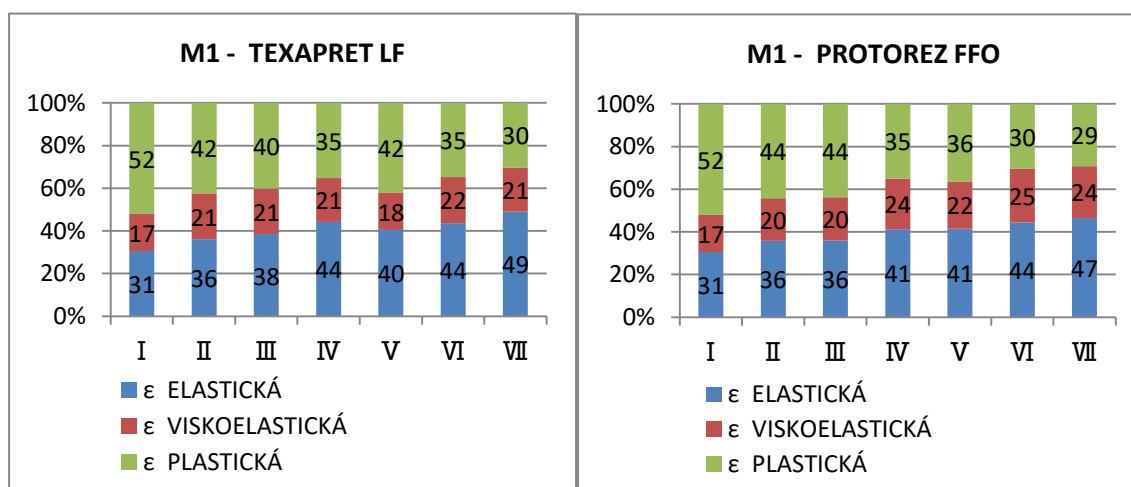
$$M = \frac{\alpha_{300}}{180} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

Při porovnání koeficientů mačkovosti M materiálu M1 v tabulce 15 je patrné, že výsledky obou síťovacích prostředků, nízkoformaldehydového i bezformaldehydového, dosahovaly po aplikaci před zkouškou stálosti v praní obdobných výsledků. V případě prostředku TEXAPRET LF je v koeficientu nemačkovosti mezi neupraveným materiálem a neúčinnější lázní VII rozdíl 21,78%, v případě prostředku PROTOREZ FFO je to 22,86%.

Poměry jednotlivých složek deformací na obrázku 31 ukazují, že i rozložení poměrů deformací má podobnou tendenci. Se stoupající koncentrací prostředků v lázních roste poměr elastické a viskoelastické deformace a klesá poměr deformace trvalé – plastické. Úpravy TEXAPRETEM LF zvyšují viskoelastickou deformaci oproti neupravené textilii o 1-5% a elastickou od 5-18%. Úpravy PROTOREZEM FFO zvyšují viskoelastickou deformaci oproti neupravené textilii až o 3-8% a elastickou o 5-16%.

Tabulka 15: Jednotlivé složky deformace a výsledný koeficient nemačkovosti pro materiál M1

M1	lázeň	I	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	α_1 [°]	54,99	65,05	69,24	79,59	72,83	78,64	88,18
	α_{300} [°]	86,28	103,71	107,75	116,71	104,39	117,42	125,63
	ϵ_e [%]	30,55	36,14	38,46	44,22	40,46	43,69	48,99
	ϵ_v [%]	17,38	21,48	21,39	20,62	17,54	21,55	20,81
	ϵ_p [%]	52,07	42,38	40,14	35,16	42,00	34,77	30,20
	M [%]	47,93	57,62	59,86	64,84	58,00	65,23	69,80
PROTOREZ FFO	α_1 [°]	54,99	64,58	64,68	74,25	74,66	79,96	83,78
	α_{300} [°]	86,28	100,30	101,17	117,04	114,50	125,15	127,43
	ϵ_e [%]	30,55	35,88	35,94	41,25	41,48	44,42	46,54
	ϵ_v [%]	17,38	19,85	20,27	23,77	22,14	25,11	24,25
	ϵ_p [%]	52,07	44,28	43,79	34,98	36,39	30,47	29,21
	M [%]	47,93	55,72	56,21	65,02	63,61	69,53	70,79

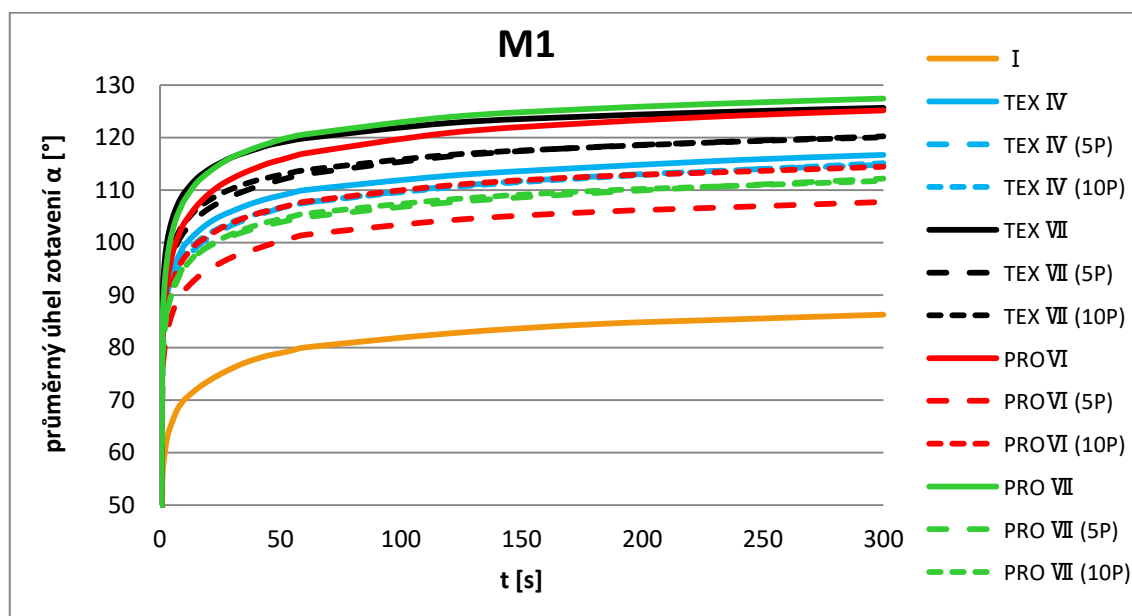


Obrázek 31: Poměr jednotlivých složek deformací u materiálu M1

Na obrázku 32 můžeme vidět porovnání křivek zotavení těch lázní, které se v předchozí analýze jeví jako nejúčinnější pro jednotlivé prostředky. Za nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF jsou to lázně IV a VII (značené TEX IV a TEX VII) a za bezformaldehydový prostředek PROTOREZ FFO jsou to lázně VI a VII (značené PRO VI a PRO VII). Křivky zotavení všech lázní jsou v příloze D.

Z grafu na obrázku 32 lze konstatovat, že nejlepší výsledky dosahují lázně TEX VII, PRO VII a PRO VI. Když však porovnáme křivky zotavení těchto lázní po 5ti a 10ti cyklech praní, zjistíme, že lázně s využitím PROTOREZu FFO nedosahují zdaleka tak dobrých výsledků jako lázně s využitím TEXAPRETu LF. Z detailnějšího rozboru v tabulce 15 je patrné, že u lázně PRO VII klesl vlivem praní koeficient nemačkovosti v průměru o 8,6 % a u lázně PRO VI o 8,7 %, zatímco u lázní TEX IV a TEX VII jsou to jen 1 a 3 procenta. Křivky zotavení po 5ti a 10ti cyklech praní u lázní PRO VI a PRO VII nedosahují ani na hodnoty čtvrté nejlepší lázně TEX IV po praní.

Je jasné, že nejúčinnější lázně s nízkoformaldehydovým prostředkem TEXAPRET LF jsou i stálejší v praní a své hodnoty úhlů zotavení si navíc udržují i se zvyšujícím se počtem cyklů praní, což je z hlediska konfekčního využití žádoucí.



Obrázek 32: Porovnání křivek zotavení nejúčinnějších lázní u materiálu M1

Tabulka 16: Koeficient nemačkovosti vybraných lázní a jeho hodnota po praní

prostředek	TEXAPRET LF							PROTOREZ FFO					
	I	IV	IV 5P	IV 10P	VII	VII 5P	VII 10P	VI	VI 5P	VI 10P	VII	VII 5P	VII 10P
M [%]	47,9	64,8	63,8	63,9	69,8	66,8	66,7	69,5	59,8	63,6	70,8	62,3	62,1

V tabulce 17 je vypočítaná průměrná rychlost zotavení materiálu M1 a její změna vlivem aplikace jednotlivých úprav. Pro názornější porovnání je rychlost zotavení vzorků rozdělena do 3 intervalů: průměrná rychlost zotavení v prvních 10 sekundách (1.-10.s); průměrná rychlost zotavení v následujících 50 sekundách do uplynutí 1 minuty zotavování (10.-60.s) a průměrná rychlost zotavení ve zbývajících 4 minutách relaxace (60.-300.s). Hodnoty byly vypočítány ze vzorce (6), kde $\Delta\alpha$ je změna úhlu zotavení a Δt je změna času zotavení v sekundách.

$$v = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} \cdot 60 \text{ [}^\circ/\text{min]} \quad (6)$$

Z tabulky 17 je patrné, že největších změn v rychlosti zotavení mezi jednotlivými lázněmi dochází v prvním intervalu, tedy v rychlosti zotavení v prvních 10 sekundách relaxace. Zde je nejvíce patrné, že s přibývajícím koncentrací prostředků roste rychlost zotavování a je zde také patrný pozitivní vliv aditiv, které u stejných koncentrací rychlost ještě zvyšují.

Podobné tendence dosahují i změny rychlosti v druhém intervalu, změny hodnot jsou však zde daleko menší než v prvním intervalu, přesto se s aplikací lázně hodnoty zvyšují. V třetím intervalu lze hodnotit nárůst rychlosti zotavení oproti neupravenému vzorku, změny jsou však ještě menší bez pravidelnější tendence.

Z výsledků také můžeme říci, že neúčinnější lázně u PROTOREZU FFO (VI a VII) zvýšily oproti neupravenému vzorku rychlost zotavování v prvním intervalu o 57,7% a 61%, zatímco neúčinnější lázně u TEXAPRETU LF (IV a VII) jen o 31,9% a 41,2%

Tabulka 17: Průměrná rychlost zotavení u materiálu M1

		průměrná rychlost zotavení [°/min]						
		interval	I	II	III	IV	V	VI
TEX. LF	1.-10. s	90,26	110,74	111,37	119,02	91,72	122,81	127,45
	10.-60. s	11,98	14,64	13,55	12,69	11,83	13,84	12,49
	60.-300.s	1,56	2,00	2,16	1,68	1,60	1,70	1,45
PRO. FO	1.-10. s	90,26	102,43	106,90	127,77	118,97	142,35	145,34
	10.-60. s	11,98	12,91	12,60	15,22	13,53	15,92	15,11
	60.-300.s	1,56	1,97	2,04	2,20	2,19	2,05	1,71

5.4.2 Vyhodnocení účinnosti lázní a jejich stálosti v praní u materiálu M2

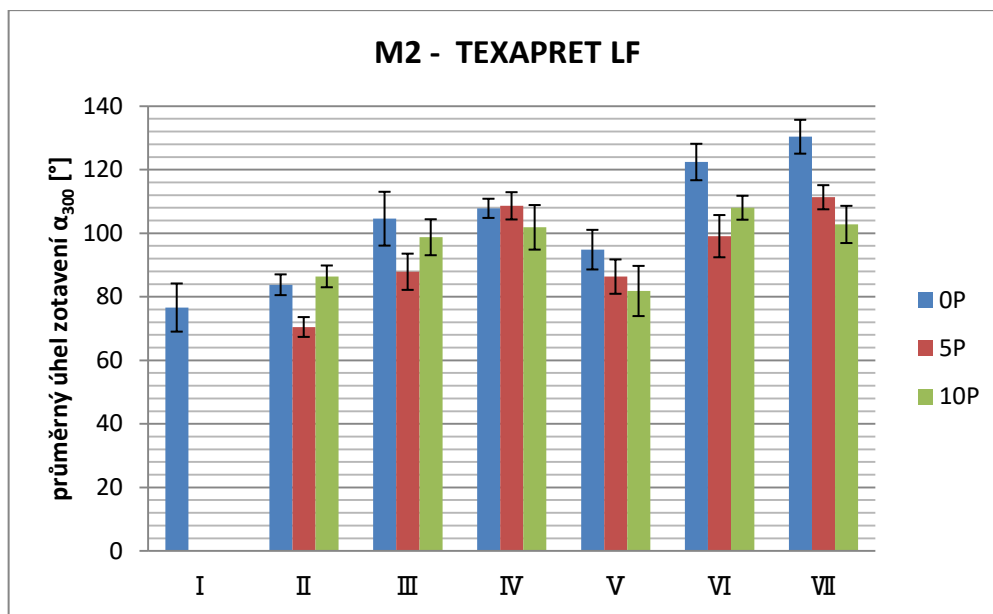
V grafech na obrázcích 33 a 34 můžeme sledovat změny průměrného úhlu zotavení α_{300} u materiálu M2 po aplikaci jednotlivých úpravnických lázní a také jejich pokles po 5ti a 10ti cyklech praní.

V případě využití TEXAPRE Tu LF jako nízkoformaldehydového síťovacího prostředku (obrázek 33) můžeme opět pozorovat zvětšující se úhel zotavení, se zvyšující se koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru mezi lázněmi II-IV a V-VII. Je patrné, že měkčidla použitá v lázních V-VII také vylepšují průměrný úhel zotavení, statisticky významný rozdíl, ale mezi lázněmi o stejných koncentracích přípravků s rozdílem měkčidel po praní není.

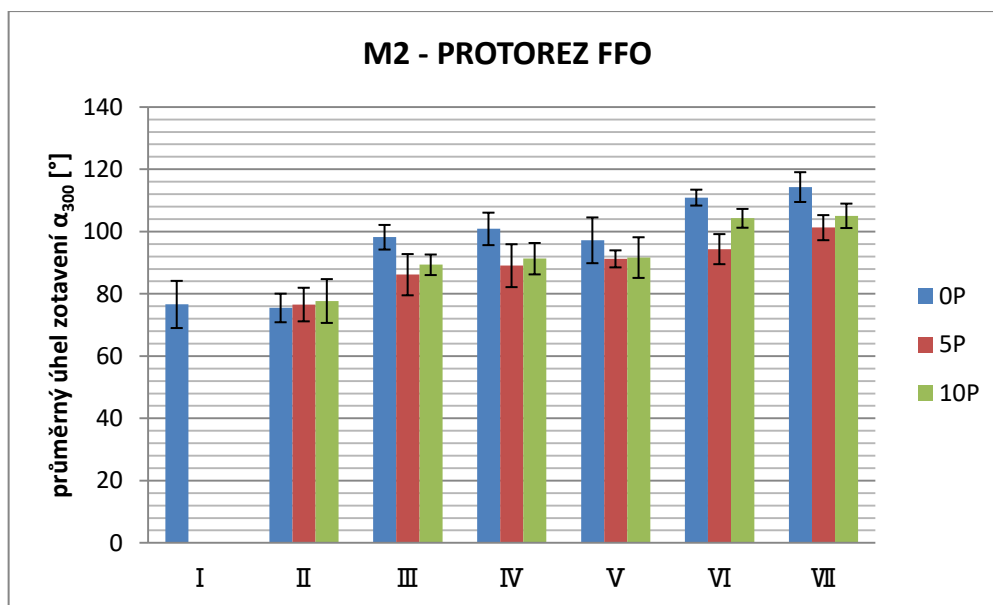
U lázní s nejvyšším průměrným úhlem zotavení VI a VII, které obsahují měkčidlo totiž dochází k prudkému poklesu výsledných hodnot po 5ti a 10ti cyklech praní. Tento pokles vlivem údržby je statisticky významný. Spolu s lázní IV se však řadí mezi lázně, které si zachovávají statisticky významný rozdíl od hodnot neupraveného vzorku (lázeň I) i po praní. Nejúčinnější lázní je tedy i přes vysoké ztráty hodnot průměrného úhlu zotavení vyhodnocena lázeň VI a VII, protože obsahuje stejnou koncentraci prostředků jako lázeň IV (která vysoké ztráty hodnot vlivem praní nevykazovala) a i po praní díky měkčidlům dosahuje zejména u lázně VI lepších výsledků i s ohledem na to, že měkčidlo představuje v rámci aplikace jiné přidané hodnoty.

V případě využití PROTORE Zu FFO jako bezformaldehydového síťovacího prostředku (obrázek 34) můžeme oproti neupravené textilii (lázeň I) pozorovat statisticky významný rozdíl v úhlu zotavení i po praní u všech lázní se změkčovadly, tedy u lázní V, VI a VII a to od koncentrace prostředku od 80 g.l^{-1} (s odpovídající koncentrací katalyzátoru 20 g.l^{-1}). Je zde nejvíce patrný pozitivní vliv měkčidel použitých jako aditiv v lázni. Mezi jednotlivými lázněmi statistický rozdíl není, největšího úhlu zotavení však dosahuje textilie ošetřená lázní VII s úhlem $\alpha_{300}=114,29^\circ$.

U těchto lázní pak můžeme také pozorovat trend ve zlepšení úhlu zotavení po 10ti cyklech praní oproti hodnotám po 5ti cyklech praní, který mohly způsobit různé odchylky a nerovnoměrnosti při aplikaci a měření vzhledem ke struktuře textilie. Proto je zde, jako v předchozích výskytech jevu, uvažováno s průměrem těchto dvou měření – měření po 5ti a 10ti cyklech praní.



Obrázek 33: Účinnost lázni s využitím síťujícího prostředku TEXAPRET LF u materiálu M2, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní



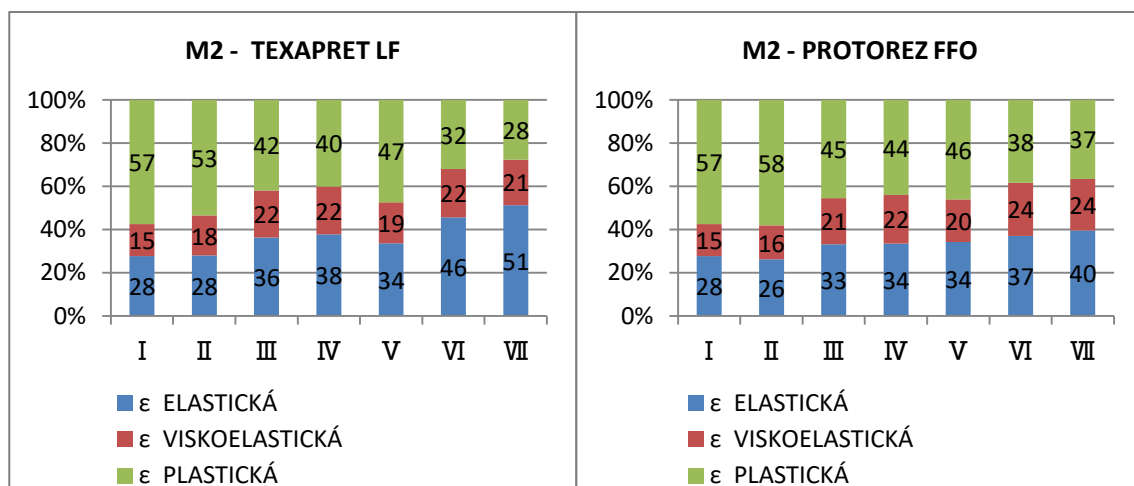
Obrázek 34: Účinnost lázni s využitím síťujícího prostředku PROTOREZU FFO u materiálu M2, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní

Při porovnání koeficientů mačkovosti M dosažených jednotlivými lázněmi u materiálu M2 v tabulce 17 je patrné, že nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF dosahoval průměrně lepších výsledků. V obou případech byla opět nejúčinnější lázeň VII, která pro oba prostředky představuje jejich nejvyšší možnou koncentraci (spolu s nejvyšší koncentrací katalyzátoru). V případě TEXAPRETU LF rozdíl mezi neupraveným vzorkem a lázní VII činí 29,87 %, v případě PROTOREZU FFO pak 20,95 %.

Poměry jednotlivých složek deformací na obrázku 35 ukazují, že poměr elastické a viskoelastické deformace k plastické se se zvyšující koncentrací prostředků zvyšuje a od lázně III u obou prostředků jejich poměr převládá. Úpravy TEXAPRETEM LF zvyšují viskoelastickou deformaci oproti neupravené textilií o 3-7% a elastickou od 8-23%. Úpravy PROTOREZEM FFO zvyšují viskoelastickou deformaci oproti neupravené textilií až o 1-9% a elastickou o 7-12%.

Tabulka 18: Jednotlivé složky deformace a výsledný koeficient nemačkovosti pro materiál M2

M2	lázeň	I	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	α_1 [°]	50,08	50,51	65,41	68,02	60,72	82,12	92,50
	α_{300} [°]	76,60	83,77	104,56	107,83	94,82	122,40	130,36
	ϵ_e [%]	27,82	28,06	36,34	37,79	33,73	45,62	51,39
	ϵ_v [%]	14,73	18,48	21,75	22,12	18,94	22,38	21,03
	ϵ_p [%]	57,45	53,46	41,91	40,10	47,32	32,00	27,58
	M [%]	42,55	46,54	58,09	59,90	52,68	68,00	72,42
PROTOREZ FFO	α_1 [°]	50,08	47,22	59,89	60,45	61,60	66,88	71,31
	α_{300} [°]	76,60	75,47	98,18	100,87	97,20	110,91	114,29
	ϵ_e [%]	27,82	26,24	33,27	33,58	34,22	37,15	39,61
	ϵ_v [%]	14,73	15,69	21,27	22,45	19,78	24,46	23,88
	ϵ_p [%]	57,45	58,07	45,45	43,96	46,00	38,38	36,50
	M [%]	42,55	41,93	54,55	56,04	54,00	61,62	63,50

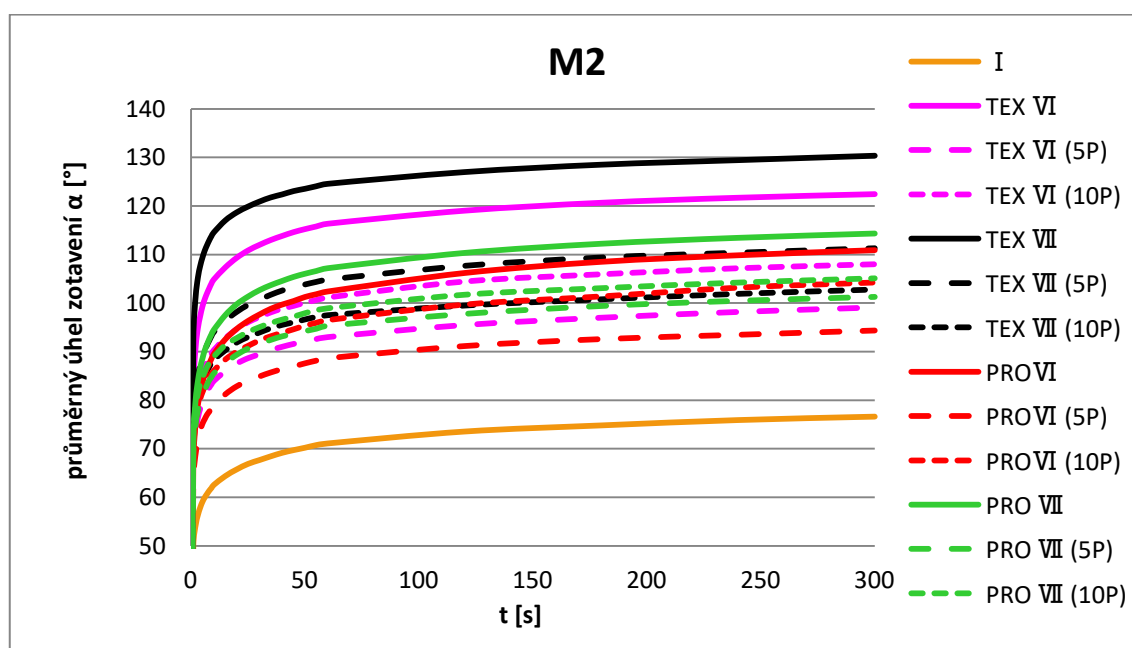


Obrázek 35: Poměr jednotlivých složek deformací u materiálu M2

Na obrázku 36 můžeme vidět porovnání křivek zotavení dvou nejúčinnějších lázní od každého prostředku, které byly vyhodnoceny v předchozí analýze pro materiál M2. Za nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF i za bezformaldehydový prostředek PROTOREZ FFO jsou to lázně VI a VII (značené TEX VI, TEX VII, PRO VI a PRO VII). Křivky zotavení všech lázní jsou v příloze B.

Z obrázku 36 je patrné, že mezi všemi lázněmi u materiálu M2 dosáhla lázeň TEX VII, která jak vidíme i z podrobnějšího rozboru v tabulce 18 svůj nejlepší výsledek nad ostatními lázněmi zachovává i po praní. Rozdíl výsledku lázní po praní však není tak znatelný jako po aplikaci. Její průměrný pokles hodnot po praní je totiž ze všech lázní také největší a činí 13 %. Druhou nejlepší lázní je lázeň TEX VI, která po praní dosahuje obdobných průměrných výsledků koeficientu mačkavosti jako lázeň PRO VII po praní, díky poklesu hodnot průměrně o 10,5%.

Můžeme konstatovat, že výrazněji rozdílné výsledky lázní se po praní stírají, protože méně účinnější lázně PRO VI a PRO VII mají na rozdíl od lázní TEX VI a TEX VII menší průměrné poklesy hodnot po praní a to 6,45% a 6,15%.



Obrázek 36: Porovnání křivek zotavení nejúčinnějších lázní u materiálu M2

Tabulka 19: Koeficient nemačkavosti vybraných lázní a jeho hodnota po praní

prostředek	TEXAPRET LF							PROTOREZ FFO					
	I	VI	VI 5P	VI 10P	VII	VII 5P	VII 10P	VI	VI 5P	VI 10P	VII	VII 5P	VII 10P
M [%]	42,6	68,0	55,0	60,0	72,4	61,8	57,1	61,6	52,4	57,9	63,5	56,3	58,4

V tabulce 20 nalezneme hodnoty průměrných rychlostí zotavení po aplikaci lázni na materiál M2. Rychlosti zotavení jsou opět rozděleny do 3 intervalů: : průměrná rychlost zotavení v prvních 10 sekundách (1.-10.s); průměrná rychlost zotavení v následujících 50 sekundách do uplynutí 1 minuty zotavování (10.-60.s) a průměrná rychlost zotavení ve zbývajících 4 minutách relaxace (60.-300.s).

Z tabulky 20 je patrné, že stejně jako u materiálu M1 největších změn v rychlosti zotavení mezi jednotlivými lázněmi dochází v prvním intervalu, tedy v rychlosti zotavení v prvních 10 sekundách relaxace, kde je také nejvíce patrné, že s přibývajícím koncentrací prostředků a s příměsí aditiv roste rychlost zotavování.

Stejně jako u materiálu M1 rychlosti v druhém intervalu již nedosahují takových změn a rozdílů mezi lázněmi, což platí ještě více pro třetí interval. U obou intervalů lze však vždy pozorovat zvýšení rychlosti zotavení po aplikaci úpravy.

Z výsledků také můžeme říci, že na rozdíl od materiálu M1 zde oba prostředky nedosahují tolik rozdílných výsledků. Nejúčinnější lázně u TEXAPRETU LF (VI a VII) zvýšily oproti neupravenému vzorku rychlost zotavování v prvním intervalu o 82,3% a 77,1%, a nejúčinnější lázně PROTOREZU FFO (VI a VII) o 81,8% a 85,8%. Lze tedy také říci, že oproti materiálu M1, zde měly oba prostředky větší vliv na zvýšení průměrné rychlosti zotavení v prvních 10 sekundách relaxace.

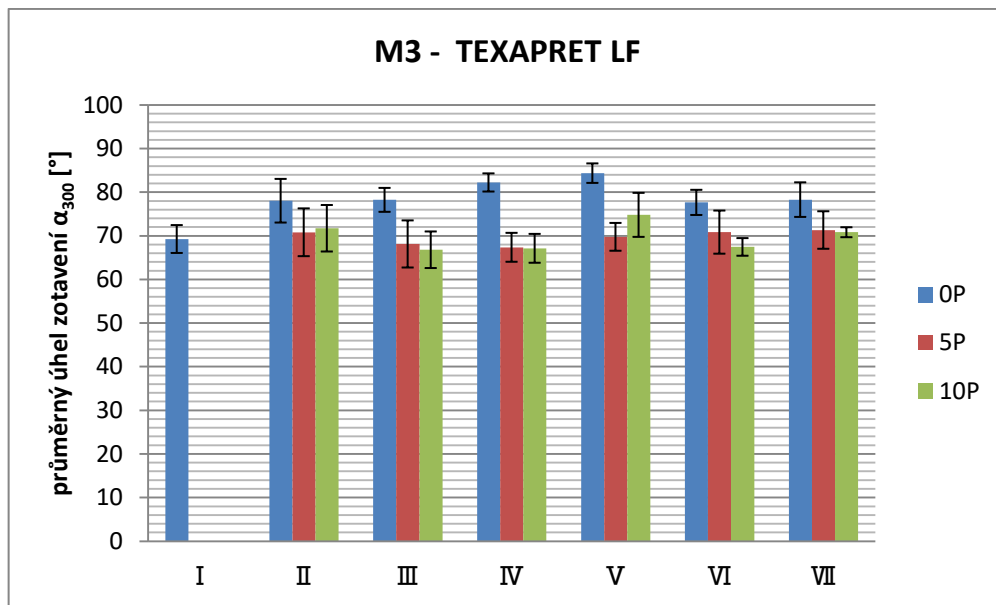
Tabulka 20: Průměrná rychlost zotavení u materiálu M2

		průměrná rychlost zotavení [°/min]						
		interval	I	II	III	IV	V	VI
TEX. LF	1.-10. s	74,78	91,17	120,05	130,05	108,26	136,31	132,44
	10.-60. s	10,24	11,15	13,14	12,83	11,88	13,77	12,00
	60.-300.s	1,38	2,19	2,05	1,86	1,54	1,52	1,45
PRO. FO	1.-10. s	74,78	82,77	110,23	121,48	113,15	135,92	138,95
	10.-60. s	10,24	10,23	14,14	14,77	12,71	15,44	15,23
	60.-300.s	1,38	1,48	2,03	1,97	1,54	2,13	1,79

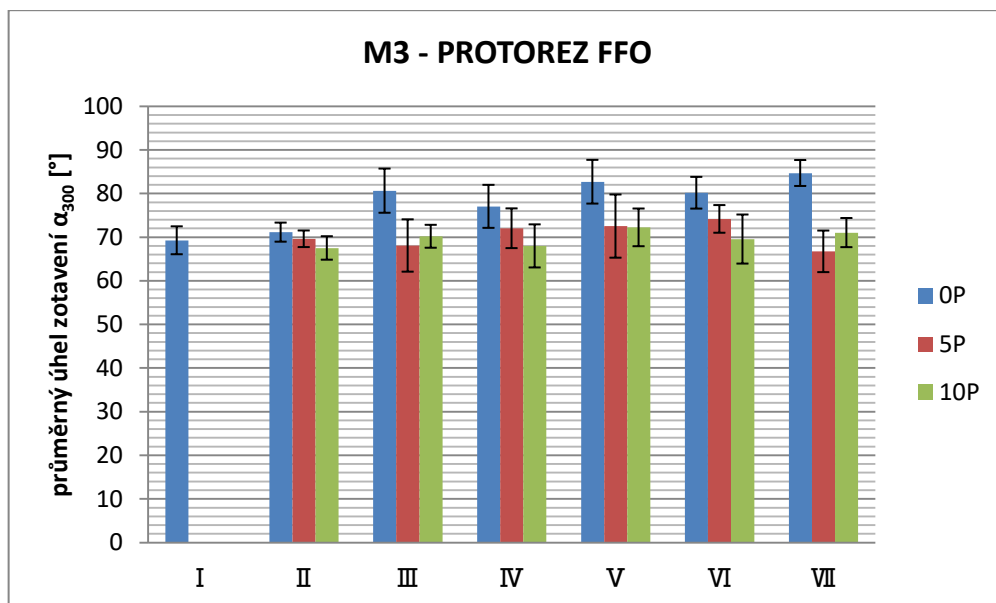
5.4.3 Vyhodnocení účinnosti lázní a jejich stálosti v praní u materiálu M3

V grafech na obrázcích 37 a 38 můžeme sledovat změny průměrného úhlu zotavení α_{300} u materiálu M3 po aplikaci jednotlivých úpravnických lázní a také jejich pokles po 5ti a 10ti cyklech praní.

Jak můžeme ale konstatovat, zlepšení úhlu zotavení vlivem úprav u obou typů prostředků zaniklo s praním a hodnoty úhlu zotavení se vrátily k hodnotám neupraveného vzorku, který představuje lázeň I.



Obrázek 37: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku TEXAPRET LF u materiálu M3, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní



Obrázek 38: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku PROTOREZU FFO u materiálu M2, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní

Statisticky významné rozdíly v průměrné hodnotě úhlu zotavení mezi neupraveným vzorkem, který představuje lázeň I, a vzorky upravenými lázněmi zanikají po vyprání. Upravené textilie po vyprání nevykazují rozdílné hodnoty úhlu zotavení od hodnot původní, neupravené textilie.

Tato skutečnost byla zjevně způsobena neschopností textilie nasát úpravnickou lázeň, což se projevilo při aplikaci lázně na laboratorním fuláru. Na rozdíl od materiálu M1 a M2 u textilie M3 nebylo schopno dosáhnout požadovaného mokrého přivažku, jak také uvádí tabulka 12.

Po zjištění skutečnosti, že úpravy neměly na materiál M3 po vyprání žádný efekt a vzhledem k tomu, že se v tomto případě jednalo o jediný barvený materiál, byly dohledány podklady poskytnuté barvírnou ke konkrétní roli textilie, kde bylo zjištěno, že na textilií byla kromě barvy aplikována fluorcarbonová úprava SHIELD PRO+ Teflon® společnosti DuPont®. SHIELD PRO+ Teflon® upravuje fyzikální vlastnosti textilních vláken a upravená tkanina se stává vodoodpudivou a oleoodpudivou bez změny omaku, barvy či splývavosti.

Vodoodpudivou neboli hydrofobní úpravou a oleofobní úpravou se primárně potlačuje smáčivost textilie, v případě oleofobní úpravy textilie odráží navíc i látky olejovitého charakteru a mastnou špínu, čehož se docílí snížením povrchového napětí textilie.

Vzhledem k této skutečnosti je jasné, že takto upravená textilie byla při aplikaci lázně minimálně smáčena a úpravnické prostředky nemohly patrně dostatečně proniknout do struktury takto ošetřených vláken, a proto také v práci již dále nebude analyzována.

5.5 Vyhodnocení ztráty pevnosti a tažnosti vlivem nemačkové úpravy

Vyhodnocení ztráty pevnosti textilie vlivem nemačkové úpravy proběhlo na základě porovnání průměrných hodnot pevností mezi neupraveným materiálem a materiály upravenými jednotlivými lázněmi. Kromě hodnot pevnosti byla v rámci měření na přístroji Testometric M350-5CT vyhodnocena i tažnost. Průměrná hodnota pevnosti a tažnosti pro všechny varianty lázní aplikovaných na materiály M1 a M2 byla stanovena ze 3 měření pro osnovu a ze 3 měření pro útek z důvodu omezeného množství upraveného materiálu. Průměrné hodnoty zaznamenávají tabulky 19 a 20 a všechna data včetně statistické analýzy jsou uvedena v příloze E.

Tabulka 19 zobrazuje průměrné hodnoty pevnosti pro všechny varianty lázní aplikovaných na materiály M1 a M2, vypočtené z průměrné hodnoty pro osnovu a útek. Z tabulky je patrné, že se zvyšující se koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru v úpravnických lázních II-IV a V-VII, které zlepšují úhel zotavení, se zároveň zvyšuje pokles pevnosti materiálu.

Při porovnání lázní II-IV a V-VII, kde lázně V-VII obsahovaly kromě měkčidla jako aditivum polyethylenovou emulzi, která snižuje křehkost upraveného celulóзовého materiálu a má snížit negativní dopad nemačkové úpravy na pevnost vláken, lze vidět, že polyetylenová emulze žádný pozitivní vliv neměla, naopak pokles pevnosti byl ještě větší.

Při porovnání výsledků jednotlivých prostředků lze také vidět, že nízkoformaldehydový síťovací prostředek TEXAPRET LF snižoval pevnost více, než bezformaldehydový síťovací prostředek PROTOREZ FFO.

Průměrné hodnoty tažnosti zaznamenané v tabulce 20, kde lze také porovnat hodnoty neupravené textilie (lázeň I) s textiliemi upravených lázněmi II-VII, vykazují stejné tendence poklesů hodnot jako u pevnosti, s tím že bezformaldehydový síťovací prostředek PROTOREZ FFO dosahuje opět nižších ztrát.

Tabulka 21: Průměrné hodnoty pevnosti

lázeň	pevnost [N]											
	M1						M2					
	TEXAPRET LF			PROTOREZ FO			TEXAPRET LF			PROTOREZ FO		
	os	út	Ø	os	út	Ø	os	út	Ø	os	út	Ø
I	270,9	339,4	305,2	270,9	339,4	305,2	551,2	222,3	386,8	551,2	222,3	386,8
II	210,7	180,4	195,5	198,7	259,1	228,9	395,0	180,4	287,7	517,1	186,8	352,0
III	205,8	91,9	148,8	237,0	234,1	235,6	205,8	132,5	169,2	441,3	192,7	317,0
IV	202,5	66,0	134,2	218,9	210,7	214,8	218,6	113,0	165,8	439,4	207,8	323,6
V	192,4	163,2	177,8	262,9	195,4	229,1	366,4	161,1	263,7	405,0	209,9	307,4
VI	150,4	73,8	112,1	207,3	158,3	182,8	250,1	118,4	184,3	393,4	188,1	290,7
VII	170,8	58,1	114,4	229,9	181,5	205,7	232,9	93,0	163,0	361,0	195,2	278,1

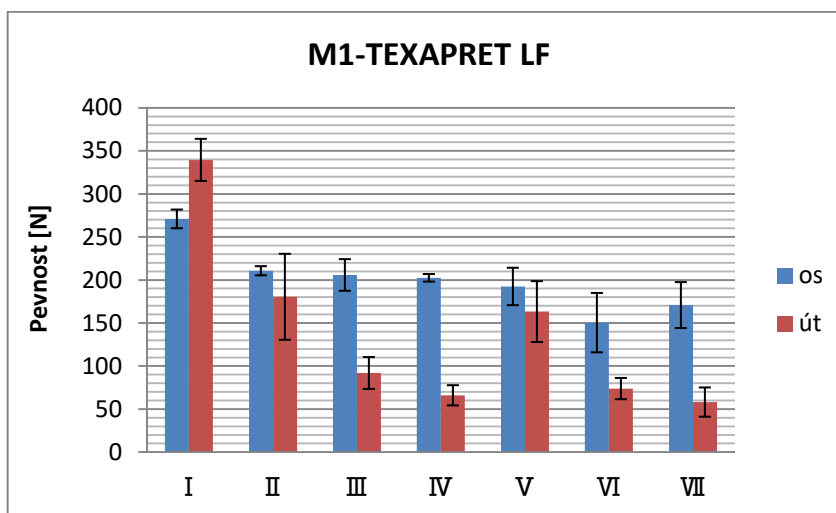
Tabulka 22: Průměrné hodnoty tažnosti

lázeň	tažnost [%]											
	M1						M2					
	TEXAPRET LF			PROTOREZ FO			TEXAPRET LF			PROTOREZ FO		
	os	út	Ø	os	út	Ø	os	út	Ø	os	út	Ø
I	28,47	29,09	28,78	28,47	29,09	28,78	34,04	32,83	33,44	34,04	32,83	33,44
II	18,12	27,93	23,03	19,55	30,33	24,94	17,92	35,37	26,64	21,25	31,11	26,18
III	14,32	25,96	20,14	20,46	29,16	24,81	21,91	33,34	27,62	23,12	32,02	27,57
IV	15,49	22,42	18,95	20,27	28,01	24,14	15,86	30,94	23,40	20,76	34,59	27,68
V	18,12	29,18	23,65	22,66	29,42	26,04	21,46	35,38	28,42	23,43	36,23	29,83
VI	19,42	22,91	21,17	18,85	27,94	23,39	19,07	29,65	24,36	18,73	33,55	26,14
VII	14,46	22,30	18,38	18,34	27,41	22,88	18,31	26,61	22,46	20,85	33,34	27,09

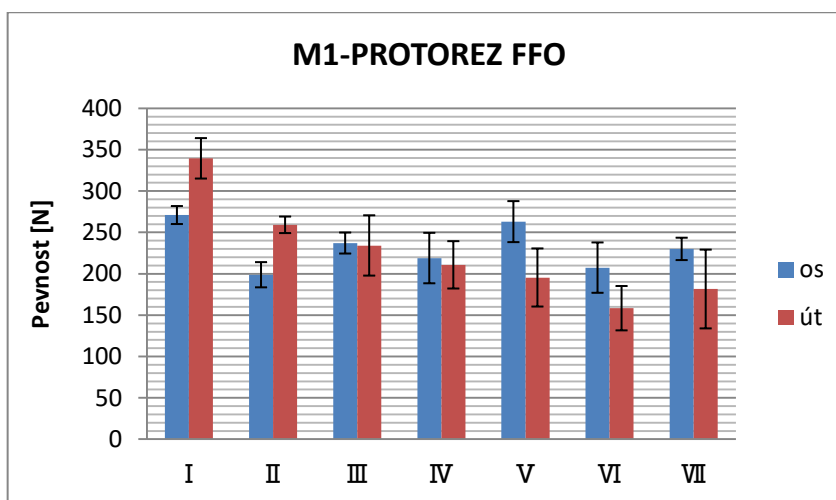
5.5.1 Vyhodnocení ztráty pevnosti a tažnosti u materiálu M1

Obrázky 39 a 40 zobrazují pevnosti neupraveného materiálu (lázeň I) a materiálů ošetřených lázněmi II-VII ve směru osnova a útku s využitím TEXAPRETU LF (obrázek 39) a PROTOREZU FFO (obrázek 40) jako síťujících prostředků. Na obou obrázcích vidíme, že v obou případech dochází k poklesu pevnosti zejména ve směru útku, kde je patrná i tendence klesání hodnoty pevnosti se zvyšující se koncentrací prostředků. Ve směru osnova zde pravidelná tendence není a poklesy nejsou až tak výrazné. Téměř ve všech případech se však jak ve směru osnova, tak ve směru útku jedná o statisticky významné rozdíly oproti pevnosti původního neošetřeného vzorku.

Nevyšších ztrát dosahují lázně IV a VII s využitím TEXAPRETU LF ve směru osnova se ztrátou pevnosti až o 80,5% a 82,9 %.



Obrázek 39: Ztráta pevnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF



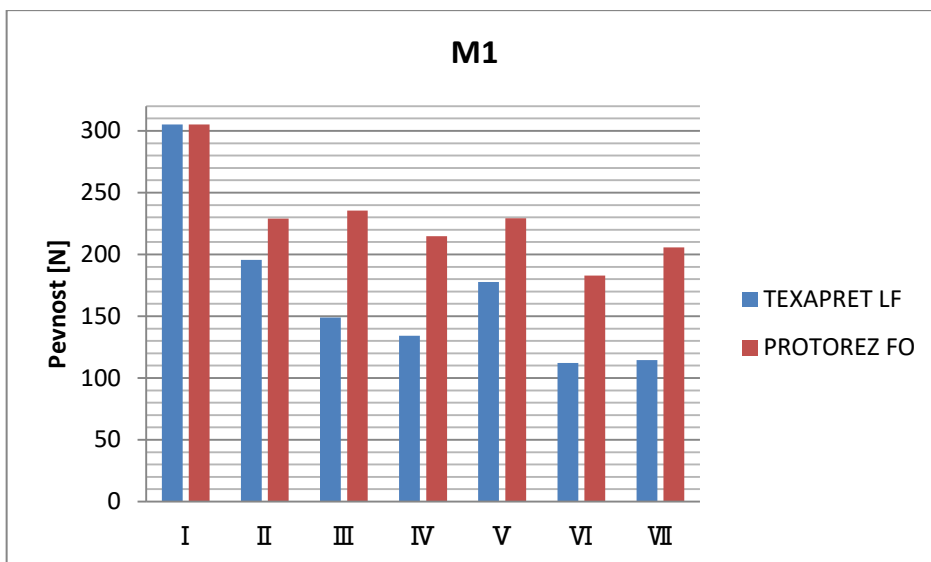
Obrázek 40: Ztráta pevnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO

V grafu na obrázku 41 jsou již zaznamenány průměrné hodnoty pevnosti vypočítané z průměrných hodnot pro osnovu a útek, jak pro lázně s využitím TEXAPRETU LF, tak pro lázně s využitím PROTOREZU FFO aplikovaných na materiál M1. V tabulce 21 jsou pak uvedené poklesy pevnosti oproti neupravenému vzorku vyjádřené v procentech.

Jak můžeme vidět z grafu a tabulky, TEXAPRET LF dosahoval u lázní o nejvyšších koncentracích (IV a VII) ztrátu až 56% a 62,5%. Přičemž u lázně VII, která měla stejné koncentrace jako lázeň IV, ale s příměsí měkčidla a polyethylenové emulze, která měla snížit křehkost vláken, bylo dosaženo ještě horšího výsledku. Stejný vliv lze pozorovat u všech dvojic lázní s odpovídajícími si koncentracemi. Hodnoty pevností pak měli spolu se zvyšující se koncentrací prostředků mezi lázněmi II-IV a V-VII patrnou sestupnou tendenci, i nejšetnější lázeň II však snížila pevnost o 35,9%. Další zvýšení koncentrací pevnost opět razantně snížilo, ale mezi prostřední a nejvyšší koncentrací prostředků v lázni už tak velký rozdíl ve vlivu na pevnost materiálu není.

Nejvyšší ztráta u bezformaldehydového prostředku PROTOREZ FFO u lázně s nejvyšší koncentrací dosahovala téměř poloviční ztráty pevnosti materiálu oproti nejhoršímu poklesu předešlého prostředku a to 32,6%. Na rozdíl od TEXAPRETU LF mezi lázněmi nebyl tak velký rozdíl v poklesu pevnosti, protože lázeň o nejnižších koncentracích snížila pevnost o 25%. Nelze zde ani pozorovat pravidelnost poklesu pevnosti se zvyšující se koncentrací, jelikož lázeň III o dvakrát vyšších koncentracích než lázeň II dopadla nepatrně lépe. Největší ztráty měly sice lázně o nejvyšších koncentracích, ale nejnižších hodnot dosáhla lázeň VI o nižších hodnotách koncentrace než lázeň VII.

Při porovnání poklesu pevnosti u jednotlivých prostředků, lze tedy konstatovat že nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF způsobuje mnohem větší ztráty s většími rozdíly mezi lázněmi, kdy největší rozdíl mezi lázní II a VII byl 26,6%, zatímco u bezformaldehydového PROTOREZU FFO tento rozdíl mezi lázněmi III a VI činil 17,3%.



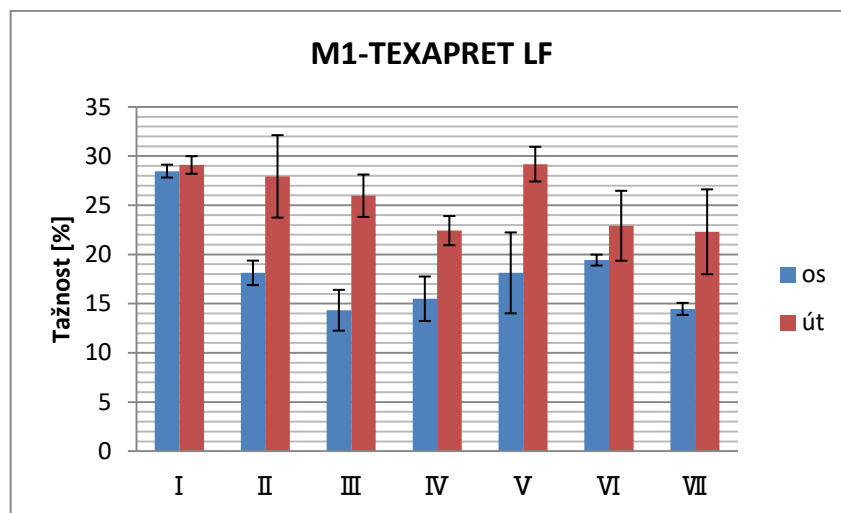
Obrázek 41: Porovnání průměrných pevností materiálu M1 po aplikaci obou přípravků

Tabulka 23: Pokles pevnosti materiálu M1 vlivem jednotlivých úprav v %

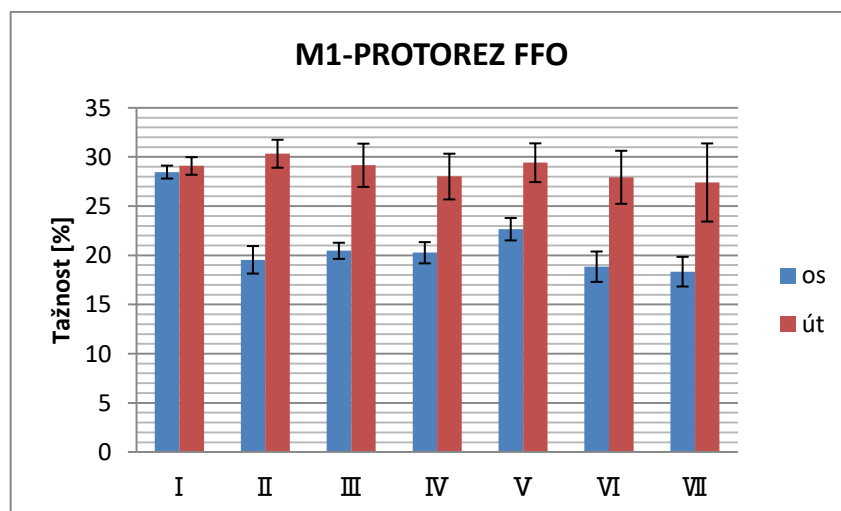
pokles pevnosti [%]						
lázeň	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	35,9	51,2	56,0	41,7	63,3	62,5
PROTOREZ FFO	25,0	22,8	29,6	24,9	40,1	32,6

Chování změn tažnosti vlivem koncentrace lázní s oběma prostředky ve směru osnova a útku můžeme vidět na obrázcích 42 a 43. Můžeme zde ale pozorovat opačné výsledky než u pevnosti, kdy tažnost s využitím obou prostředků naopak klesá zejména ve směru osnova. Ve směru útku dosahují hodnoty dokonce větších hodnot.

I když jsou poklesy tažnosti ve směru osnova u obou přípravků větší, nelze zde pozorovat pravidelnou tendenci klesání hodnoty pevnosti se zvyšující se koncentrací prostředků. Ve směru útku tuto tendenci pozorovat lze, ale poklesy nejsou až tak výrazné. Jak u pevnosti, tak u tažnosti, byl tedy vliv koncentrace patrný pouze ve směru útku a můžeme také říct, že na úkor zachování pevností ve směru osnova klesla její tažnost a při razantnějším snížení pevnosti útku je jeho tažnost zachována nebo mírně roste.



Obrázek 42: Změna tažnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF

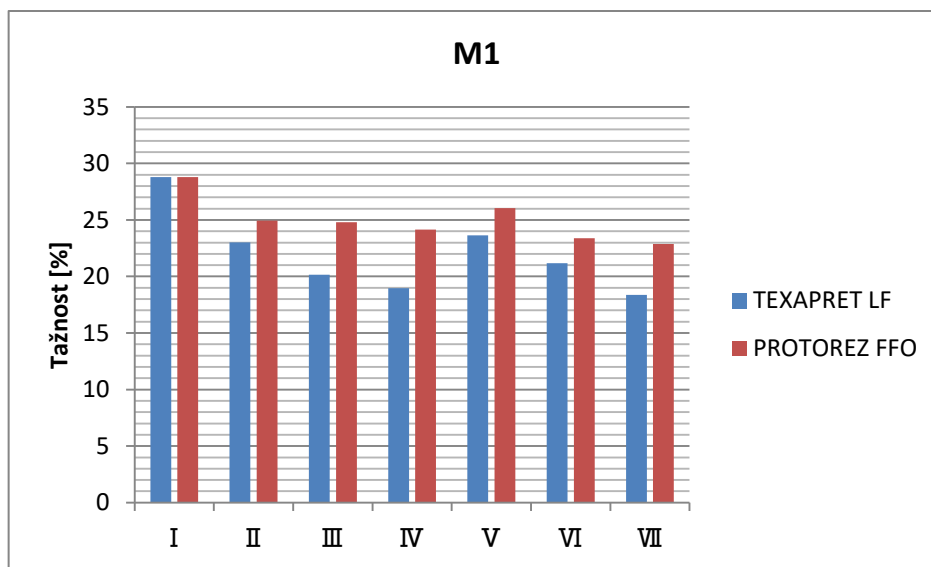


Obrázek 43: Změna tažnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO

Při porovnání průměrných výsledků tažnosti u všech lázní pro oba dva materiály v grafu na obrázku 44 můžeme pozorovat podobné výsledky jako u pevnosti. V případě obou přípravků s přibývajícím koncentrací rostl pokles tažnosti.

U TEXAPRETU LF byl však tento pokles větší i s většími rozdíly mezi jednotlivými lázněmi. Jak můžeme vidět v tabulce 22, zaznamenávající v % poklesy tažnosti oproti neupravenému vzorku, největší pokles tažnosti byl opět zaznamenán u lázně s nejvyššími koncentracemi prostředků s aditivu a činil 36,1%, což opět vyvrací pozitivní vliv aditiv. V lázních V a VI s aditivu však určitě zlepšení oproti lázním II a III o stejných koncentracích bez aditiv vyskytuje.

V případě PROTOREZU FFO je maximální pokles tažnosti oproti neupravené textilií v lázni s nejvyššími koncentracemi 20,5%. Můžeme opět pozorovat, že i ve výsledcích poklesu tažnosti materiálu vlivem nemačkové úpravy vyšel lépe bezformaldehydový prostředek PROTOREZ FFO s menším poklesem hodnot a rozdílem mezi lázněmi.



Obrázek 44: Porovnání průměrných tažností materiálu M1 po aplikaci obou přípravků

Tabulka 24: Pokles tažnosti materiálu M1 vlivem jednotlivých úprav v %

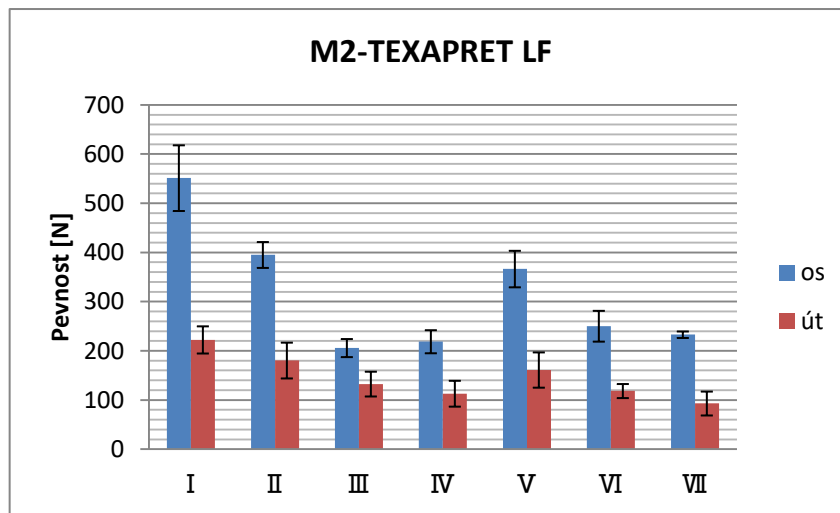
pokles tažnosti [%]						
lázeň	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	20,0	30,0	34,1	17,8	26,4	36,1
PROTOREZ FFO	13,3	13,8	16,1	9,5	18,7	20,5

5.5.2 Vyhodnocení ztráty pevnosti a tažnosti u materiálu M2

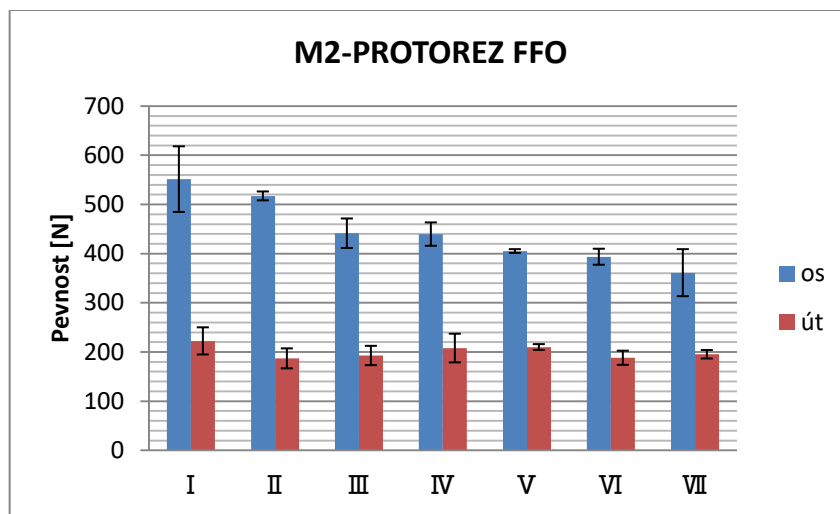
Obrázky 45 a 46 zobrazují pevnosti neupraveného materiálu (lázeň I) a materiálů ošetřených lázněmi II-VII ve směru osnova a útku s využitím TEXAPRETU LF (obrázek 45) a PROTOREZU FFO (obrázek 46) jako síťujících prostředků.

V případě TEXAPRETU LF můžeme pozorovat se zvyšující se koncentrací prostředků drastické klesání pevnosti ve směru osnova i útku. Tyto poklesy hodnot jsou, kromě pevností ve směru útku v případě lázní o nejnižších koncentracích, vždy statisticky významné.

V případě PROTOREZU FFO lze o statisticky významných rozdílech v pevnosti hovořit pouze ve směru osnova, kde hodnoty klesají se zvyšující se koncentrací ale ne o tolik jako v případě TEXAPRETU LF. Hodnoty pevnosti útku statisticky rozdílné nejsou.



Obrázek 45: Ztráta pevnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF



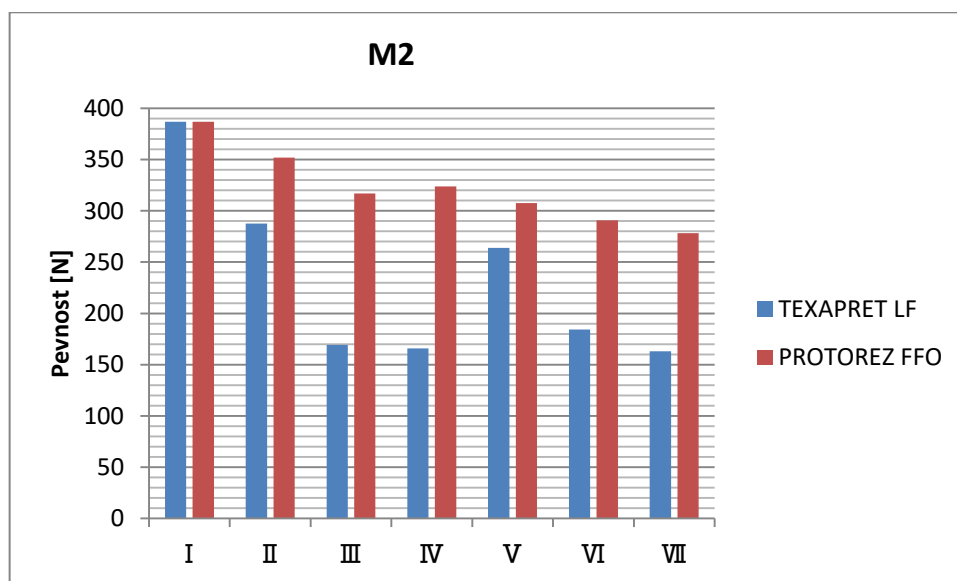
Obrázek 46: Ztráta pevnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO

V grafu na obrázku 47 jsou pak zaznamenány průměrné hodnoty pevnosti vypočítané z průměrných hodnot pro osnovu a útek, pro oba přípravky aplikované na materiál M2. V tabulce 23 jsou uvedené poklesy pevnosti oproti neupravenému vzorku vyjádřené v procentech.

Jak můžeme vidět z grafu a tabulky, TEXAPRET LF dosahoval u lázní o nejvyšších koncentracích (IV a VII) ztrátu až 57,1 a 57,9%. I nejšetrnější lázeň však hodnoty snížila o 25,6% a lze zde ještě více než u materiálu M1 pozorovat to, že od prostřední hodnoty koncentrací se již hodnoty pevnosti příliš neliší. Z hlediska vlivu aditiv nelze u lázní V ani VII, které měly stejné koncentrace jako lázně III a IV, ale s příměsí měkčidla a polyethylenové emulze, pozorovat zlepšení v poklesu pevnosti. Pozitivní vliv aditiv se dal pozorovat pouze u lázně VI.

Nejvyšší ztráta u bezformaldehydového prostředku PROTOREZ FFO je opět u lázně s nejvyšší koncentrací a dosahuje oproti předešlému prostředku pouze ztráty 28%. Ani zde nelze pozorovat pozitivní vliv aditiv na pokles pevnosti materiálu u lázní V-VII.

Při porovnání poklesu pevnosti u jednotlivých prostředků, lze pozorovat podobné výsledky jako u materiálu M1 a lze konstatovat že nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF způsobuje mnohem větší ztráty s většími rozdíly mezi lázněmi, kdy největší rozdíl mezi lázní II a VII byl 32,3%, zatímco u bezformaldehydového PROTOREZU FFO tento rozdíl mezi lázněmi II a VII činil 19%.

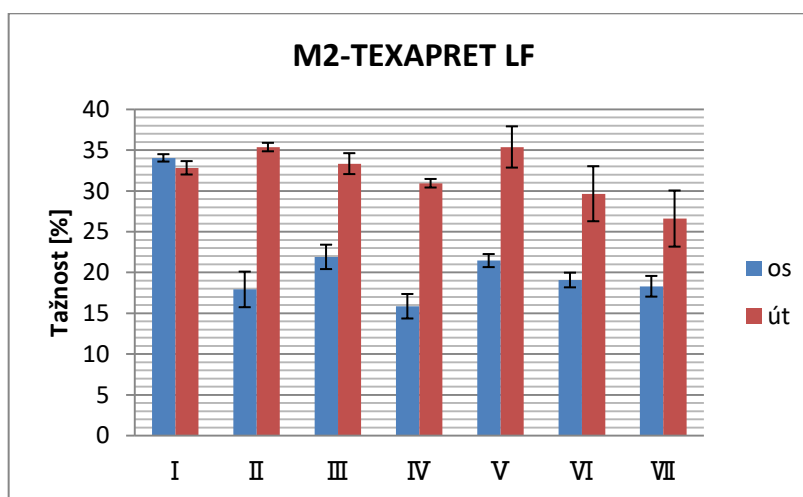


Obrázek 47: Porovnání průměrných pevností materiálu M2 po aplikaci obou přípravků

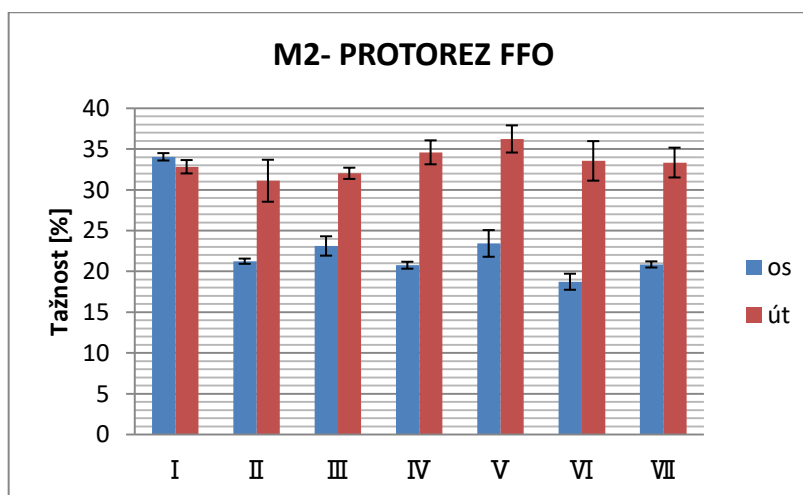
Tabulka 25: Pokles pevnosti materiálu M2 vlivem jednotlivých úprav v %

pokles pevnosti [%]						
lázeň	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	25,6	56,3	57,1	31,8	52,4	57,9
PROTOREZ FFO	9,0	18,0	16,3	20,5	24,8	28,1

Při pozorování změn tažnosti na obrázcích 48 a 49, můžeme vidět, že na rozdíl od materiálu M1, kde změny dosahují opačných výsledků než u pevnosti, zde tažnost stejně jako pevnost klesá více ve směru osnovy. Ve směru útku dosahují hodnoty dokonce větších hodnot, a pokud klesají nikdy ne se statisticky významným rozdílem. Ve směru osnovy mají pevnosti naopak vždy statisticky významný rozdíl oproti neupravenému vzorku. Pravidelnou tendenci klesání hodnoty pevnosti se zvyšující se koncentrací prostředků lze zaznamenat pouze v pevnosti materiálu ve směru útku při aplikaci TEXAPRETU LF. Můžeme říci, že s poklesem pevnosti ve směru osnovy klesá ve směru osnovy i tažnost a stejně tak odpovídají hodnoty útku.



Obrázek 48: Změna tažnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF

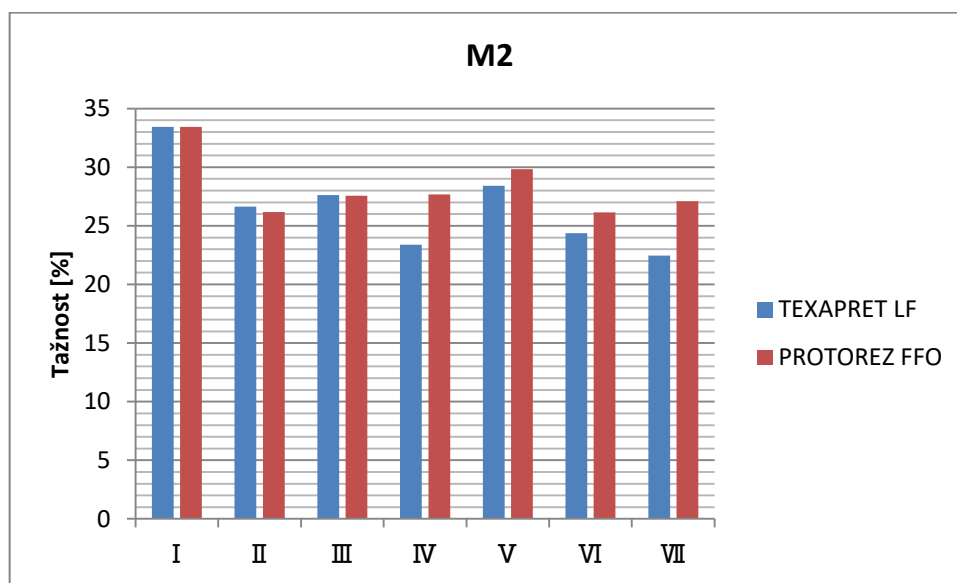


Obrázek 49: Změna tažnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO

Při porovnání průměrných výsledků tažnosti u všech lázní pro oba dva materiály v grafu na obrázku 50 můžeme pozorovat, že oproti aplikaci na materiál M1 nejsou u nejnižších koncentrací rozdíly v poklesu tažnosti mezi prostředky tak velké. S rostoucí koncentrací prostředků však rostou i rozdíly mezi prostředky.

Jak můžeme vidět v tabulce 22, zaznamenávající v % poklesy tažnosti oproti neupravenému vzorku, největší pokles tažnosti byl opět zaznamenán u lázně s nejvyššími koncentracemi prostředku TEXAPRET LF s aditivu a činil 32,8%, což opět vyvrací pozitivní vliv aditiv. Pozitivní vliv aditiv lze pozorovat pouze u lázně V.

V případě PROTOREZU FFO je maximální pokles tažnosti oproti neupravené textilii v lázni VI s 21,8%. Můžeme opět pozorovat, že i ve výsledcích poklesu tažnosti materiálu vlivem nemačkové úpravy vyšel lépe bezformaldehydový prostředek PROTOREZ FFO s menším poklesem hodnot a rozdílem mezi lázněmi.



Obrázek 50: Porovnání průměrných tažností materiálu M2 po aplikaci obou přípravků

Tabulka 26: Pokles tažnosti materiálu M2 vlivem jednotlivých úprav v %

pokles tažnosti [%]						
lázeň	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	20,3	17,4	30,0	15,0	27,1	32,8
PROTOREZ FFO	21,7	17,5	17,2	10,8	21,8	19,0

5.6 Vyhodnocení změny tuhosti vlivem nemačkové úpravy

Vyhodnocení změny tuhosti materiálu vlivem nemačkové úpravy proběhlo na základě porovnání průměrných hodnot ohybové síly mezi neupraveným materiálem a materiály upravenými jednotlivými lázněmi. Ohybová síla je síla potřebná k ohnutí vzorku, to znamená, že čím větší ohybové síly je potřeba, tím je vzorek tužší. Průměrná hodnota ohybové síly byla stanovena ze 3 měření pro osnovu a 3 měření pro útek z důvodu omezeného množství upraveného materiálu. Průměrné hodnoty zaznamenává tabulka 25 a všechna data včetně statistické analýzy jsou uvedena v příloze F.

Tabulka 25 zobrazuje průměrné hodnoty ohybové síly pro všechny varianty lázní aplikovaných na materiály M1 a M2, vypočtené z průměrné hodnoty pro osnovu a útek. Z tabulky je patrné, že se zvyšující se koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru v úpravnických lázních II-IV které zlepšují úhel zotavení, zároveň roste ohybová síla.

U lázní V-VII s obsahem měkčidla jako aditiva nelze pozorovat tendenci zvyšující se ohybové síly spolu s koncentrací prostředků, naopak u některých lázní je patrný pozitivní vliv měkčidla na tuhost materiálu i v porovnání s lázněmi s odpovídajícími koncentracemi bez aditiv.

Při porovnání výsledků jednotlivých prostředků lze vidět, že nízkoformaldehydový síťovací prostředek TEXAPRET LF zvyšoval ohybovou sílu o něco méně, než bezformaldehydový síťovací prostředek PROTOREZ FFO.

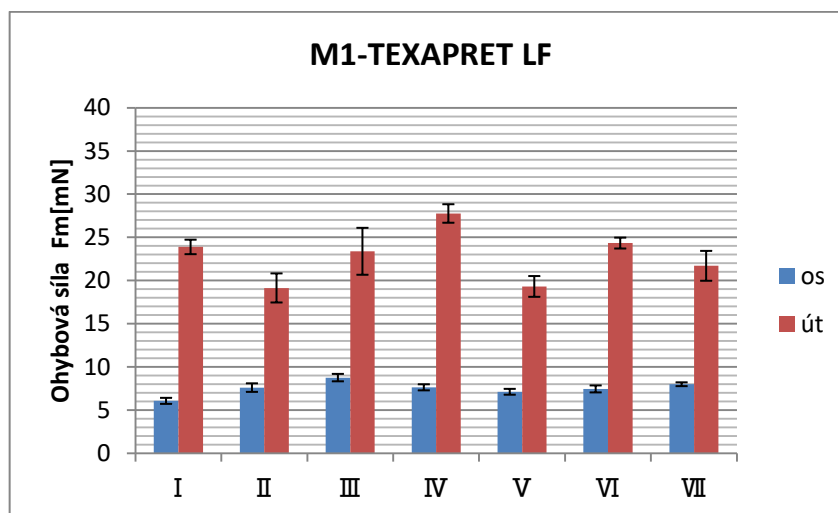
Tabulka 27: Průměrné hodnoty ohybové síly

lázeň	Ohybová síla F_m [mN]											
	M1						M2					
	TEXAPRET LF			PROTOREZ FO			TEXAPRET LF			PROTOREZ FO		
	os	út	Ø	os	út	Ø	os	út	Ø	os	út	Ø
I	6,05	23,88	14,97	6,05	23,88	14,97	36,58	11,71	24,14	36,58	11,71	24,14
II	7,59	19,13	13,36	7,86	29,70	18,78	44,17	10,23	27,20	42,26	10,86	26,56
III	8,75	23,38	16,06	7,95	27,71	17,83	43,25	10,63	26,94	49,59	11,08	30,34
IV	7,62	27,76	17,69	8,11	31,95	20,03	50,90	10,87	30,89	52,70	10,37	31,53
V	7,11	19,31	13,21	8,71	26,22	17,47	42,01	8,48	25,24	47,77	8,99	28,38
VI	7,44	24,33	15,88	7,69	26,17	16,93	42,23	9,55	25,89	51,37	10,28	30,82
VII	7,98	21,69	14,84	6,99	23,74	15,36	49,73	10,75	30,24	52,63	9,33	30,98

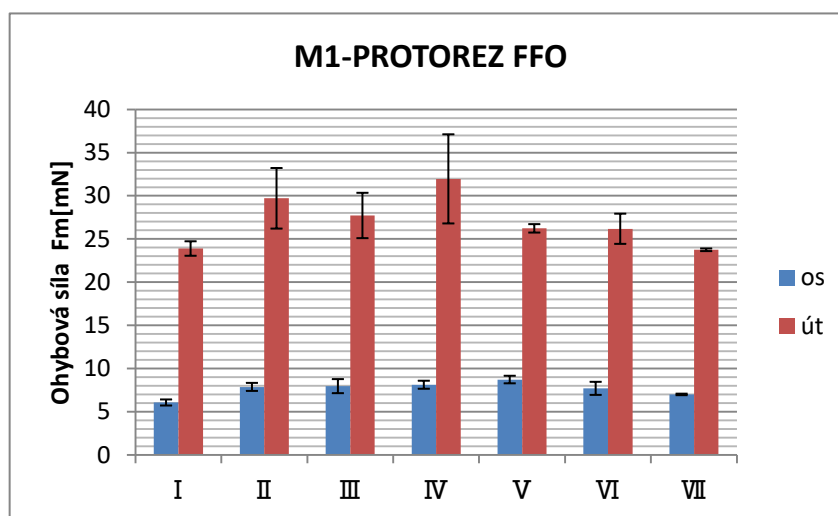
5.6.1 Vyhodnocení změny tuhosti u materiálu M1

Jak vidíme na obrázcích 51 a 52, které zobrazují ohybové tuhosti neupraveného materiálu (lázeň I) a materiálů ošetřených lázněmi II-VII ve směru osnovy a útku pro oba prostředky, rozdíl mezi tuhostí materiálu M1 ve směru osnovy a útku je značný a to z důvodu rozdílné jemnosti osnovních a útkových nití, kde nitě útkové mají vyšší jemnost a dosahují i větších změn.

Z grafů na obrázcích můžeme také vidět, že rozdíl tuhosti oproti neupravenému vzorku je sice u PROTOREZU FFO celkově větší, ale hodnoty ohybové síly u jednotlivých lázní nemají statisticky významný rozdíl (kromě lázně VII), na rozdíl od lázní s TEXAPRETEM LF, kde jsou rozdíly mezi lázněmi větší. V obou případech lze také pozorovat pozitivní vliv měkčidla na snížení potřebné ohybové síly.



Obrázek 51: Změna ohybové síly u materiálu M1 upraveného lázněmi s TEXAPRETEM LF

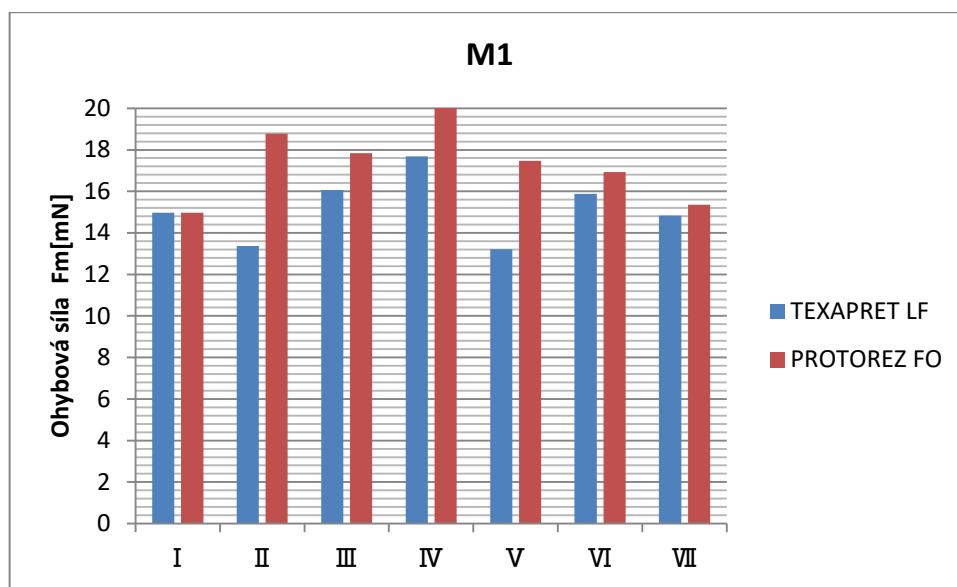


Obrázek 52: Změna ohybové síly u materiálu M1 upraveného lázněmi s PROTOREZEM FFO

Na obrázku 53 vidíme porovnání průměrných ohybových sil u materiálu M1 po aplikaci lázní II-VII s využitím TEXAPRETU LF A PROTOREZU FFO jako síťovacích prostředků a v tabulce 26 změnu jejich hodnoty oproti neupravenému vzorku v procentech.

Z obrázku je patrné, že u TEXAPRETU LF mezi lázněmi II-IV rostla ohybová síla spolu s koncentrací prostředků, nejnižší koncentrace prostředků však dokonce snížila ohybovou sílu oproti neupravenému vzorku o 10,7%, jak vidíme v tabulce 26. Nejvyšší koncentrace naopak zvýšila tuto sílu o 18,2%. U PROTOREZU FFO u první trojice lázní tento vliv zaznamenat nelze, ohybové síly zde rostou nepravidelně, a zvyšují ohybovou sílu více než předchozí prostředek a to minimálně o 19,1% a nejvíce 33,8%.

V dalších trojicích lázní lze pozorovat kladný vliv použití aditiv, které snižují růst ohybové síly, která směrem k nevyšším koncentracím dokonce klesá a u lázně VII v případě obou prostředků dochází k vyrovnání hodnot s ohybovou silou neupraveného vzorku.



Obrázek 53: Porovnání průměrných ohybových sil u materiálu M1 po aplikaci obou přípravků

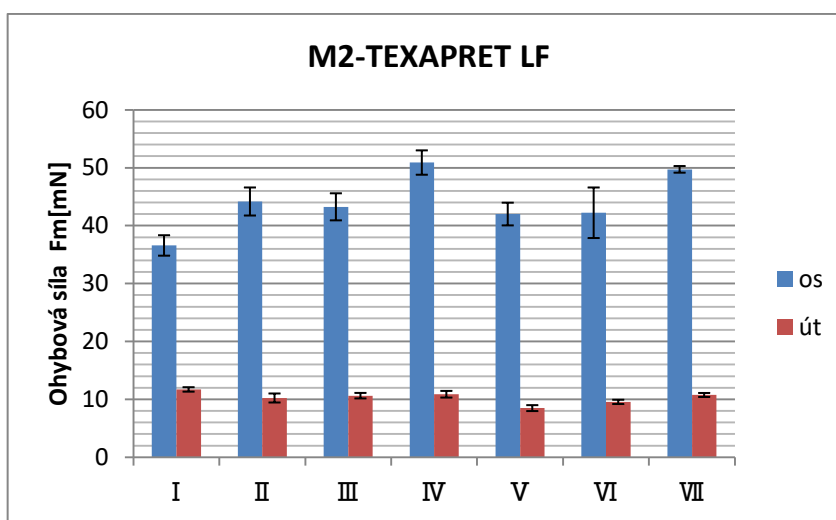
Tabulka 28: Změna ohybové síly u materiálu M1 vlivem jednotlivých úprav v %

Změna ohybové síly [%]						
lázeň	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	-10,7	+7,3	+18,2	-11,8	+6,1	-0,9
PROTOREZ FFO	+25,5	+19,1	+33,8	+16,7	+13,1	+2,6

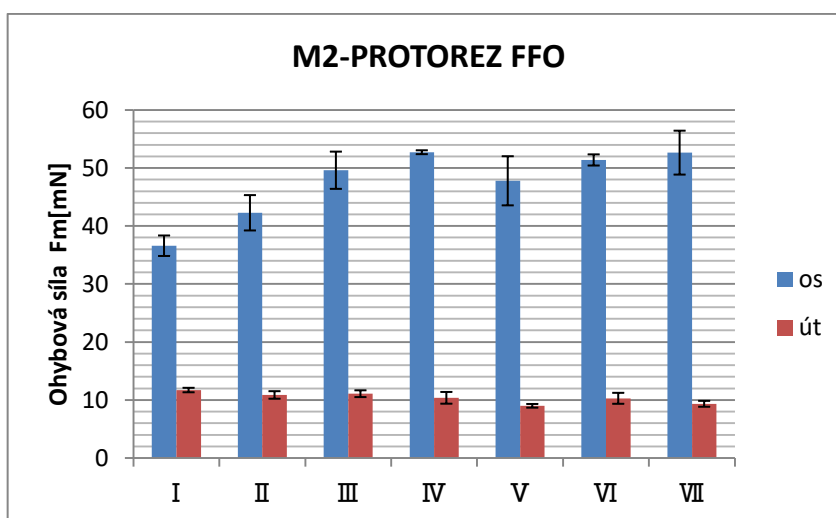
5.6.2 Vyhodnocení změny tuhosti u materiálu M2

Grafy na obrázcích 54 a 55 zobrazují ohybové tuhosti neupraveného materiálu M2 (lázeň I) a jeho vzorků ošetřených lázněmi II-VII ve směru osnovy a útku. Stejně jako u materiálu M1 je u materiálu M2 velký rozdíl v ohybové síle ve směru osnovy a útku s tím rozdílem, že zde naopak menších hodnot dosahuje útek s nižší jemností nití.

U obou prostředků pak můžeme pozorovat, že ohybová síla ve směru útku se vlivem aplikace jednotlivých lázní příliš nemění. Největších změn dosahuje v obou případech ohybová tuhost ve směru osnovy. V tomto směru je pak u obou prostředků také patrná tendence zvyšující se ohybové síly se zvyšující se koncentrací prostředků mezi lázněmi II-IV a V-VII a pozitivní vliv aditiv.



Obrázek 54: Změna ohybové síly u materiálu M2 upraveného lázněmi s TEXAPRETEM LF

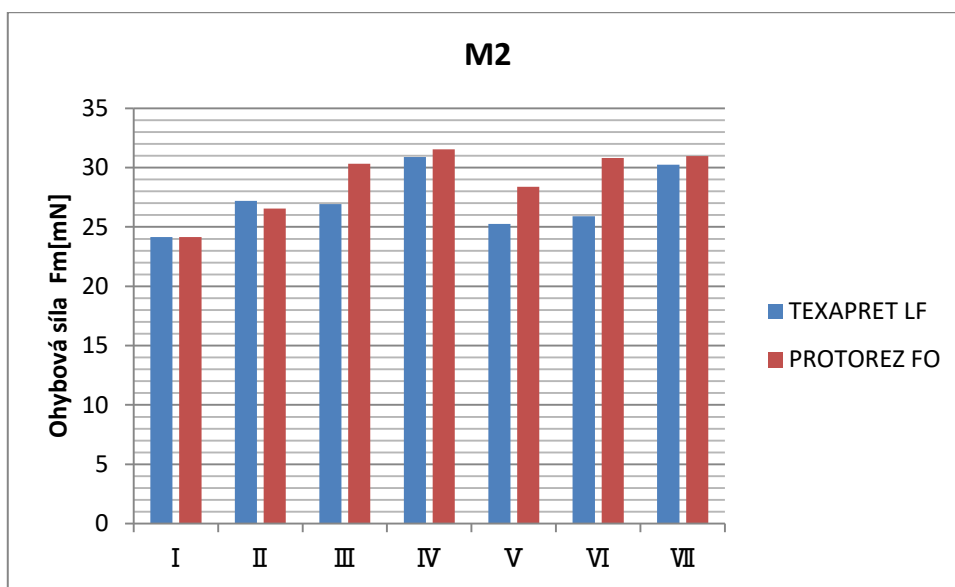


Obrázek 55: Změna ohybové síly u materiálu M1 upraveného lázněmi s PROTOREZEM FFO

Graf na obrázku 56 porovnává průměrné hodnoty ohybové síly neupraveného vzorku (lázeň I) a vzorků upravených lázněmi II-VII využívajících TEXAPRETU LF a PROTOREZU FFO jako síťovacích prostředků. V tabulce 26 pak najdeme změnu jejich hodnoty oproti neupravenému vzorku v procentech.

Z obrázku je patrné, že u TEXAPRETU LF stejně jako u PROTOREZU FFO mezi lázněmi II-IV rostla ohybová síla spolu s koncentrací prostředků, přičemž lázně PROTOREZEM FFO zvyšovaly ohybovou sílu o něco více. U lázní V-VII je pak patrný pozitivní vliv aditiv, jelikož lázně o stejných koncentracích v případě TEXAPRETU LF nebo podobných koncentracích u PROTOREZU FFO dosahovaly s použitím aditiv nižších ohybových sil než odpovídající lázeň bez aditiv.

Celkově vyšší hodnoty ohybové tuhosti způsoboval přípravek PROTOREZ FFO, jak můžeme vidět v procentuálních přírůstcích hodnot ohybové síly v tabulce 27. U nejvyšších koncentrací se však hodnoty vyrovnávají. Na rozdíl od materiálu M1 zde nebyl ani u jedné lázně zaznamenán pokles hodnoty oproti neupravenému vzorku.



Obrázek 56: Porovnání průměrných ohybových sil u materiálu M2 po aplikaci obou přípravků

Tabulka 29: Změna ohybové síly u materiálu M2 vlivem jednotlivých úprav v %

Změna ohybové síly [%]						
lázeň	II	III	IV	V	VI	VII
TEXAPRET LF	+12,7	+11,6	+27,9	+4,6	+7,2	+25,2
PROTOREZ FFO	+10,0	+25,7	+30,6	+17,5	+27,7	+28,3

6 Diskuze výsledků

Z analýzy výsledků mačkovosti materiálů po aplikaci úpravnických lázní s využitím nízkoformaldehydového TEXAPRETU LF a bezformaldehydového PROTOREZU FFO jako síťovacích prostředků bylo potvrzeno, že se zvyšující se koncentrací síťovacího prostředku a katalyzátoru v lázních se také zlepšuje - zvětšuje výsledný úhel zotavení. Současně byl také potvrzen pozitivní vliv aditiv, která v lázních o stejných koncentracích zvýšila účinnost nemačkové úpravy.

Při sledování vlivu úprav na jednotlivé složky deformací, bylo zjištěno, že lázně s TEXAPRETEM LF zvyšují poměr elastické deformace oproti neupravené textilií o 5-18% u materiálu M1 a 8-23% u materiálu M2 a poměr viskoelastické o 1-5% u materiálu M1 a 3-7% u materiálu M2. Lázně s PROTOREZEM FFO poměr elastické deformace oproti neupravené textilií zvýšily o 5-16% (M1) a 7-12% (M2) a poměr viskoelastické 3-8% (M1) a 1-9% (M2). Můžeme říci, že lázně s PROTOREZEM FFO při podobných nebo horších výsledcích výsledné nemačkovosti materiálu oproti TEXAPRETU LF více zvyšovaly poměr viskoelastické deformace.

Podobně dopadlo měření rychlosti zotavování, kdy u neúčinnější lázně v prvních 10ti sekundách zotavování vzorku PROTOREZ FFO zvýšil průměrnou rychlost zotavování oproti neupravenému vzorku až o 61% (M1) a 85,8% (M2). V případě TEXAPRETU LF a jeho neúčinnější lázně to bylo o 41,2% (M1) a 77,1% (M2).

Oproti dosavadním aplikacím nemačkové úpravy na len byla v práci testována i stálost úprav v praní, tedy změna naměřených úhlů zotavení po 5ti a 10ti cyklech praní. Z analýzy bylo zjištěno, že dosažený úhel zotavení se po praní vždy snížil, kdy v nejhorším případě klesl koeficient nemačkovosti až o 12,7%. Z výsledků však nebyla zaznamenána žádná pravidelnost ani tendence v poklesu hodnot vlivem praní, která by se vázala na koncentraci prostředků v lázních nebo na přítomnost aditiv. U materiálu M1 docházelo k většímu poklesu hodnot vlivem praní u vzorků ošetřených PROTOREZEM FFO, u materiálu M2 hodnoty vlivem praní klesaly spíše u prostředku TEXAPRET LF a u všech lázní pak docházelo k rozdílným poklesům.

U některých nejučinnějších lázní způsobila zkouška praním až takový pokles hodnot, že nejlepšího výsledku nakonec dosáhla horší lázeň s nižší ztrátou nemačkovosti vlivem údržby. Úhly zotavení se zvyšujícím počtem cyklů také často nedosahovaly jen nižších hodnot, v některých případech se úhel zotavení po 10ti cyklech praní oproti 5ti cyklům praní zlepšil. Z těchto důvodů je pro objektivnější vyhodnocení kvality úprav v tabulkách 28 a 29 uveden průměrný úhel zotavení a koeficient nemačkovosti vypočítaný z hodnot po 5ti a 10ti cyklech praní.

Díky zkoušce stálosti v praní byl také z další analýzy vyřazen materiál M3, u kterého zlepšení úhlu zotavení vlivem úprav u obou typů prostředků s praním zaniklo a hodnoty úhlu zotavení se vrátily k hodnotám neupraveného vzorku. V návaznosti na tuto skutečnost, a problém materiálu nasát úpravnickou lázeň už při její aplikaci, bylo zjištěno, že byla textilie kromě barvicí lázně ošetřena i teflonovou úpravou, která zamezila průniku lázně do struktury textilie.

Tabulky 28 a 29 zobrazují celkový přehled vlastností materiálů ovlivněných jednotlivými úpravami, které byly vyhodnoceny v předchozí analýze. Kromě průměrného koeficientu nemačkovosti M a průměrného úhlu zotavení α_{300} po praní jsou zde uvedeny ztráty pevnosti a tažnosti materiálu vlivem nemačkové úpravy vyjádřené v % oproti neupravenému vzorku. V Tabulce je také uvedena změna ohybové síly, kde docházelo jak k poklesům, tak k nárůstům hodnot, přičemž nárůst hodnot značil zvýšení tuhosti materiálu vlivem úpravy. Všechny tyto zmíněné vlastnosti jsou výsledkem konkrétních lázní, jejichž přesné složení, tedy koncentraci prostředků můžeme v tabulkách vidět.

U průměrných koeficientů nemačkovosti M po praní pak byly **zeleně** označeny ty hodnoty, jejichž hodnoty klesly vlivem praní do **3%** koeficientu nemačkovosti, a **modře** ty, u kterých ztráta činila do **6%** koeficientu nemačkovosti. U ostatních úprav se pokles pohyboval kolem 10%.

Hodnoty koeficientu nemačkovosti a úhlu zotavení, které jsou v tabulce označeny **červeným rámečkem**, dosahovaly po aplikaci odpovídající lázně statisticky významného rozdílu oproti neupravenému vzorku i po praní.

Tabulka 30: Přehled vlastností materiálů po aplikaci jednotlivých úprav s TEXAPRETEM LF

lázeň	I	II	III	IV	V	VI	VII	
přípravek	Koncentrace přípravku v lázni [g.l ⁻¹]							
TEXAPRET LF	0	20	50	80	20	50	80	
MgCl ₂ .6H ₂ O (katalyzátor)	0	8	10	10	8	10	10	
TEXAVIV PN (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30	
TEXAVIV K (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30	
M1	Průměrný α300 [°]po praní	86,28	86,00	102,26	114,94	90,49	105,30	120,12
	Průměrný M [%] po praní	47,93	47,78	56,81	63,86	50,27	58,50	66,74
	Ztráta pevnosti materiálu [%]	0	-35,9	-51,2	-56,0	-41,7	-63,3	-62,5
	Ztráta tažnosti materiálu [%]	0	-20	-30	-34,1	-17,8	-26,4	-36,1
	Změna ohybové síly [%]	0	-10,7	+7,3	+18,2	-11,8	+6,1	-0,9
M2	Průměrný α300 [°]po praní	76,60	78,44	93,30	105,23	84,07	103,54	107,04
	Průměrný M [%] po praní	42,55	43,58	51,83	58,46	46,71	57,52	59,46
	Ztráta pevnosti materiálu [%]	0	-25,6	-56,3	-57,1	-31,8	-52,4	-57,9
	Ztráta tažnosti materiálu [%]	0	-20,3	-17,4	-30	-15	-27,1	-32,8
	Změna ohybové síly [%]		+12,7	+11,6	+27,9	+4,6	+7,2	+25,2

Tabulka 31: Přehled vlastností materiálů po aplikaci jednotlivých úprav s PROTOREZEM FFO

lázeň	I	II	III	IV	V	VI	VII	
přípravek	Koncentrace přípravku v lázni [g.l ⁻¹]							
PROTOREZ FFO	0	50	100	150	80	150	200	
ERKANTOL NR (katalyz.)	0	15	20	30	20	25	30	
TEXAVIV PN (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30	
TEXAVIV K (aditivum)	0	0	0	0	30	30	30	
M1	Průměrný α300 [°]po praní	86,28	86,94	99,39	96,25	95,01	111,07	111,95
	Průměrný M [%] po praní	47,93	48,30	55,22	53,47	52,78	61,71	62,20
	Ztráta pevnosti materiálu [%]	0	-25	-22,8	-29,6	-24,9	-40,1	-32,6
	Ztráta tažnosti materiálu [%]	0	-13,3	-13,8	-16,1	-9,5	-18,7	-20,5
	Změna ohybové síly [%]	0	+25,5	+19,1	+33,8	+16,7	+13,1	+2,6
M2	Průměrný α300 [°]po praní	76,60	77,13	87,75	90,17	91,44	99,31	103,17
	Průměrný M [%] po praní	42,55	42,85	48,75	50,10	50,80	55,17	57,31
	Ztráta pevnosti materiálu [%]	0	-9	-18	-16,3	-20,5	-24,8	-28,1
	Ztráta tažnosti materiálu [%]	0	-21,7	-17,5	-17,2	-10,8	-21,8	-19
	Změna ohybové síly [%]	0	+10	+25,7	+30,6	+17,5	+27,7	+28,3

Z výsledků uvedených v tabulce je patrná již dříve uvedená skutečnost, že u obou prostředků se se zvyšujícími se koncentracemi prostředků zlepšovala i nemačkovost materiálu a použití měkčidel jako aditiv v lázních V-VII zlepšilo koeficient nemačkovosti průměrně o 3-5% oproti koncentracemi odpovídajícím lázním.

V tabulce 28 vidíme, že nejúčinnějšími lázněmi s využitím TEXAPRETU LF, se u obou materiálů jevíly lázně IV a VII, které obsahovaly nejvyšší koncentrace prostředků s rozdílem přídatku měkčidla jako aditiva u lázně VII, která díky tomu dosáhla ještě lepšího výsledku. Obě tyto lázně zvýšily úhel zotavení na tolik, že mezi ním a úhlem zotavení neupraveného materiálu zůstal statisticky významný rozdíl i po praní. U materiálu M1 lázeň IV a VII zlepšila hodnotu koeficientu nemačkovosti oproti neupravenému vzorku (lázeň I) o 15,9% a 18,8 %, v případě materiálu M2 toto zlepšení činilo 15,9% a 16,9%. Je tedy zřejmé, že lázeň IV o nejvyšších koncentracích bez měkčidel měla na oba dva materiály stejný účinek, který se lišil až s příměsí měkčidel v lázni VII, které u materiálu M1 zlepšily výsledek o 1,9%.

Z tabulky 29 je patrné, že nejúčinnějšími lázněmi s využitím PROTOREZU FFO, se u obou materiálů jevíly lázně VI a VII, které obsahovaly nejvyšší a druhou nejvyšší koncentraci přípravků v obou případech s příměsí měkčidel jako aditiv. U obou materiálů si tyto lázně zachovaly statisticky významný rozdíl oproti neupravenému vzorku i po praní. U materiálu M1 lázeň VI a VII zlepšila hodnotu koeficientu nemačkovosti oproti neupravenému vzorku (lázeň I) o 13,8% a 14,3 %, v případě materiálu M2 toto zlepšení činilo 12,6% a 14,8%. Je tedy opět zřejmé, že lázně VI a VII způsobily na obou dvou materiálech téměř totožné výsledky a rozdíl mezi nimi nebyl tak znatelný, na to, jak velká změna koncentrace mezi nimi byla.

Při porovnání výsledků obou přípravků na materiálu M1 dojdeme k závěru, že nejúčinnější lázeň s TEXAPRETEM LF způsobila o 4,5% větší nárůst hodnoty koeficientu nemačkovosti než nejúčinnější lázeň s PROTOREZEM FFO. K podobnému závěru dojdeme i při porovnání výsledků nejúčinnějších lázní obou prostředků na materiálu M2, kde byla nejúčinnější lázeň TEXAPRETU LF účinnější však jen o 2,1% koeficientu nemačkovosti.

Z měření ztráty pevnosti materiálu vlivem aplikovaných úprav bylo také zjištěno, že s rostoucí koncentrací síťovacích prostředků a katalyzátoru se zvyšuje i ztráta pevnosti a tažnosti jak můžeme vidět v obou tabulkách.

V lázních V-VII byl testován pozitivní vliv použití měkčidla a polyethylenové emulze, která s měkčidlem synergicky působí a snižuje negativní dopad nemačkové úpravy na pevnost vláken. Jak ale vidíme z výsledků v tabulce, tento pozitivní vliv prokázán nebyl, naopak měly lázně s příměsí těchto aditiv ještě horší výsledky, což neznačuje negativní vliv měkčidla na pokles pevnosti textilie. Tato skutečnost vyvrací výsledky Eunah a Csiszár [3], které ve své práci tento negativní vliv měkčidel na pevnost textilie, naznačovaný předchozími studiemi, zamítly.

I nejmenší koncentrace přípravků však způsobuje významné ztráty pevnosti. U lázni s TEXAPRETEM LF činí pokles hodnoty pevnosti (vlivem lázně II) 35,9% u materiálu M1 a 25,6% u materiálu M2. S použitím měkčidel se tento pokles zvýší na 41,7% (M1) a 31,8% (M2). Ztráty narůstají u nejvyšších koncentrací až k hodnotě 56% (M1) a 57% (M2) bez měkčidel a 62,5% (M1) a 57,9% (M2) s měkčidly. Nutno je však podotknout že poklesy pevnosti od prostředních koncentrací lázní k nejvyšším už výrazně nestoupají a i měkčidla už zvyšují pokles pevnosti jen mírně.

Oproti tomu poklesy pevností vlivem aplikací úprav s PROTOREZEM FFO nenabývají tak vysokých hodnot a mezi lázněmi nejsou tak velké rozdíly. Patrné stoupání poklesu pevnosti s koncentrací prostředků je jen u materiálu M2, kde ztráta začíná na 9% a končí na 28% u lázně VII. U materiálu M1 je ztráta pevnosti od prvních koncentrací vyšší s 25%, paradoxně nejhorší ztráty dosahuje lázeň VI se 40% a neúčinnější lázeň VII vykazuje na materiálu ztrátu pevnosti 32%.

Ztráta tažnosti u obou materiálů vlivem aplikovaných úprav vykazovala podobné tendence s tím, že při použití TEXAPRETEU LF bylo dosaženo nejvyšších ztrát opět u lázně VII a to s 36,1% u materiálu M1 a 32,8% u materiálu M2. U PROTOREZU FFO dosahovaly nejvyšší ztráty u lázně VII 20,5% (M1) a 19% (M2).

Změna tuhosti materiálů vlivem aplikace úprav opět zaznamenala patrný vliv koncentrace prostředků v lázních, kdy s rostoucí koncentrací prostředků roste ohybová síla materiálu. Je zde taky patrný pozitivní vliv měkčidel, který potřebnou ohybovou sílu naopak snižuje.

Výsledky u obou materiálů byly v tomto případě poměrně rozdílné, u materiálu M1 došlo vlivem úprav s TEXAPRETEM LF dokonce i k mírným poklesům ohybové tuhosti, zatímco s využitím PROTOREZU FFO změna tuhosti dosahovala až 33%

nárůstu. U materiálu M2 aplikace lázní u obou prostředků dosahovala podobných hodnot. Odůvodněním může být rozdílná plošná hmotnost materiálů, kde u materiálu M1 s menší plošnou hmotností, mohla tuhost u materiálu také ovlivnit velká ztráta pevnosti po aplikaci lázní s TEXAPRETEM LF, která však nebyla tak razantní u PROTOREZU FFO. U materiálu M2 s vyšší plošnou hmotností se tyto změny nemusely tolik projevit. Lze také předpokládat, že stejně jako nemačková úprava s praním ztrácela na účinnosti, bude stejně klesat i zvýšená ohybová tuhost materiálu.

Již z rešerše bylo patrné, že výsledné vyhodnocení kvality úprav lze učinit až po přihlédnutí k negativnímu dopadu úprav na pevnost, tažnost a ohybovou tuhost textilie, což se potvrdilo i po předchozí analýze. I když lázně s použitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku dosahují mezi neúčinnějšími recepturami lázní, až o 4,5% vyššího koeficientu nemačkovosti, dosahují také dvakrát tak vysoké ztráty v pevnosti. Je tedy zřejmé, že z tohoto hlediska se jeví bezformaldehydový síťovací prostředek PROTOREZ FFO jako lepší varianta nemačkové úpravy.

Pokud bychom chtěli z hlediska ztráty pevnosti materiálu přistoupit k použití lázní o nižších koncentracích, zjistíme, že u obou prostředků u lázní s druhým nejlepším výsledkem v rámci nemačkovosti nedosáhneme nijak výrazné změny v poklesu ztráty pevnosti. Výrazněji lepší hodnoty z hlediska vlivu na ztrátu pevnosti vláken vykazují lázně, které však nedosahují uspokojivých hodnot z hlediska mačkovosti. Je jasné, že vysoké koncentrace prostředků jsou nezbytné pro dosažení dobrých výsledků a s tím se bohužel váže i větší ztráta pevnosti textilie.

Z výsledků experimentu se však potvrdilo, že bezformaldehydový PROTOREZ FFO vykazoval mezi neúčinnějšími lázněmi až o polovinu menší ztrátu v pevnosti vláken než nízkoformaldehydový TEXAPRET LF a to jen s malým rozdílem v účinnosti prostředku na snížení mačkovosti textilie. Je taky zřejmé, že u bezformaldehydového prostředku je pro dobré výsledky nutné použít měkčidla, které ztrátu pevnosti textilie vlivem úprav sice mírně zhoršují, ale zároveň představují i jiné přidané hodnoty z hlediska uživatelského komfortu.

Doporučenou lázní pro lněné textilie je tedy lázeň VI a VII o nejvyšších koncentracích prostředku PROTOREZ FFO s příměsí měkčidel, přičemž optimálnější lázní z hlediska množství použitého síťovacího prostředku se jeví lázeň VI, jejíž výsledek koeficientu nemačkovosti je jen o několik procent menší než u lázně VII.

Závěr

Cílem práce bylo navržení experimentu v aplikaci nemačkových úprav na lněné textilie a vyhodnocení kvality těchto úprav pro dosažení optimálního výsledku charakterizovaného vhodným typem a koncentrací prostředků.

Teoretická část práce zahrnuje rešerši zaměřenou na přehled prostředků používající se pro nemačkové úpravy a jejich dosavadní aplikaci na lněné textilie. V experimentální části se vychází z těchto poznatků a jsou navrženy úpravnické lázně o různých složeních a koncentracích prostředků, které jsou následně aplikovány na zvolené lněné textilie. Pro nemačkovou úpravu byl vybrán nízkoformaldehydový síťovací prostředek TAXAPRET LF a bezformaldehydový PROTREZ FFO.

Kvalita úprav byla hodnocena inovovanou metodou stanovení mačkovosti pomocí úhlu zotavení s ohledem na negativní dopad úpravy na pevnost, tažnost a ohybovou tuhost materiálu. Ztráta pevnosti a tažnosti je hodnocena metodou Strip na přístroji Testometric M350-5CT a změna ohybové tuhosti měřením ohybové síly na přístroji TH7.

Z výsledků bylo zjištěno, že pro výslednou kvalitu úprav je určující koncentrace síťovacích prostředků s katalyzátory a použití měkčidel a polyethylenové emulze jako aditiv. Bylo potvrzeno, že se zvyšující se koncentrací prostředků se zlepšuje úhel zotavení a zvyšuje rychlost zotavování. Na druhou stranu se se zvyšující koncentrací prostředků také snižuje pevnost a tažnost a zvyšuje ohybová tuhost textilie. Použití aditiv, které mělo zlepšit výsledný úhel zotavení a snížit ztrátu pevnosti, se osvědčilo jen v případě zlepšeného úhlu zotavení, naopak byl pozorován prokazatelný negativní vliv měkčidel na ztrátu pevnosti textilie.

Z výsledků je patrné, že pro dosažení dobrých výsledků, u kterých hodnoty úhlu zotavení zachovávají statisticky významný rozdíl od hodnot neupravené textilie i po praní, jsou vysoké koncentrace prostředků nezbytné. S tím se však váže i větší ztráta pevnosti textilie. Řešení problému použitím nižších koncentrací s menším dopadem na pevnost vláken se jeví neuspokojivé z hlediska dosažené nemačkovosti materiálu

V konkrétním porovnání výsledků prostředků aplikovaných na textilie bylo zjištěno, že stejná lázeň má na různé textilie stejný vliv. Mezi nejúčinnějšími lázněmi obou prostředků, kterými jsou v obou případech lázně o nejvyšších koncentracích s příměsí měkčidel, dosahuje nízkoformaldehydový prostředek TEXAPRET LF v průměru o 3,3% lepšího výsledku v koeficientu nemačkovosti než bezformaldehydový PROTOREZ FFO. U těchto lázní však TEXAPRET LF dosahuje dvakrát tak vysoké ztráty pevnosti textilie a to až o 62,5%.

PROTOREZ FFO způsoboval i menší ztráty z hlediska tažnosti a rozdíl ve způsobené změně tuhosti mezi přípravky nebyl velký. Přípravek také oproti TEXAPRETU LF zvyšoval více podíl viskoelastické deformace a průměrnou rychlost zotavování v prvních 10ti sekundách relaxace.

Z těchto důvodů je pro lněné materiály doporučen bezformaldehydový prostředek PROTOREZ FFO o nejvyšších doporučených koncentracích prostředku a katalyzátoru, s využitím aditiv, které tento dobrý výsledek podmiňují. Nejvyšší doporučené koncentrace prostředku v tomto experimentu představovala lázeň VI o koncentracích 150 g.l^{-1} síťovacího prostředku, 25 g.l^{-1} katalyzátoru, 30 g.l^{-1} změkčovadla a 30 g.l^{-1} polyethylenové emulze. Lázeň VII, která tyto doporučené koncentrace převyšovala, již neprokázala odpovídající zlepšení nemačkovosti vzhledem k dalšímu velkému navýšení koncentrace síťovacího prostředku.

Použitá literatura

- [1] KIRON, Mazharul Islam. Linen Fiber | Properties/Characteristics of Linen Fiber | Major End Uses of Linen Fabric. In: *TextileLearner* [online]. [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://textilelearner.blogspot.cz/2012/01/linen-fiber-characteristics-of-linen.html>
- [2] Linen News Directory. *Apparel Search* [online]. [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: http://www.apparelsearch.com/news/directory/categories/linen_news_directory.htm
- [3] EUNAH, Kim a Emília CSISZÁR. Chemical Finishing of Linen and Ramie Fabrics. *Journal of Natural Fibers*. 2005, 2(3), 39-52. DOI: 10.1300/J395v02n03_04.
- [4] BELLINI, Pietro, Ferruccio BONETTI, Ester FRANZETTI, Giuseppe ROSACE a Sergio VAGO. *Finishing: Reference books of textile technologies*. Milano: Fondazione ACIMIT, [1] 2001.
- [5] PASTRNEK, Rudolf a Petr VLACH. *Finální úpravy textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002.
- [6] HALL, A.J. *Textile Finishing*. 3. Londýn: Heywood books, 1966.
- [7] BAJAJ, P. Ecofriendly finishes for textiles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2001, (26), 162-168.
- [8] KUT, Dilek, Cem GÜNEŞOĞLU a Mehmet ORHAN. Crease-resistant Finish of Linen/Viscose Blend Fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 2010, 18(6), 91-93.
- [9] CAN, Yahya, Muhammet AKAYDIN, Yildiray TURHAN a Ercan AY. Effect of wrinkle resistance finish on cotton fabric properties. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 2009, (34), 183-186.
- [10] GUNASEELAN, J. Role of silicone in resin finishing. *Fibre2fashion* [online]. [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/3413/role-of-silicone-in-resin-finishing?page=1>
- [11] LAU, L., T. SIU, J. FAN, L.Y.C. SIU a E. NEWTON. *The Effect of Wfrinkle-free Treatment on Fabric Tear Strenght and Dynamic Water Absorbency*. Institute of Textile and Clothing, Honk Kong Polytechnic University.

- [12] MCCALL, R.D., K.J. KERNAGHAN a H.S.S. SHARMA. *Analysis of a Crease-Resisting Finish on Linen Fabrics Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Visible and Near-Infrared Spectroscopy*. Department of Applied Plant Science, The School of Agriculture and Food Science, The Queens University of Belfast, 2000, 11.
- [13] TANSKA, B., M. NOWALINSKA a T. HERNIK. Assess the Performance of Linen Fabrics Treated Finishing Nano-Modifiers. *Indian Journal of Research*. 2013, 2(9), 4.
- [14] DORNYI, Barbara. *LIQUID AMMONIA TREATMENT OF LINEN AND LINEN-CONTAINING FABRICS*. Budapešť, 2009. Budapest University of Technology and Economics.
- [15] HAZARD, Daniel a Chantal DUPUICH. A new creaseless and wrinkle free linen fabric. *The notebook of L'industrie textile*. 2011, 2.
- [16] INOTEX. *Textilní pomocné přípravky: TEXAPRET LF*. [s.l.]: Inotex.
- [17] TANETEX CHEMICALS. *Product information: PROTOREZ FFO*. [s.l.]: Tanatex Chemicals, ©2007.
- [18] INOTEX. *Textilní pomocné přípravky: TEXAVIV K*. [s.l.]: Inotex.
- [19] INOTEX. *Product information: TEXAVIV PN*. [s.l.]: Inotex.
- [20] TANETEX CHEMICALS. *Product information: ERKANTOL NR*. [s.l.]: Tanatex Chemicals, ©2006.
- [21] ČSN EN ISO 6330 (800821). *Textilie - Postupy domácího praní a sušení pro zkoušení textilií*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [22] FRIDRICHOVÁ, Ludmila a Katarína ZELOVÁ. Objective evaluation of multidirectional fabric creasing. *Journal of the Textile Institute* [online]. 2011, 102(8): 719 – 725 [cit. 2018-03-04]. DOI: 10.1080/00405000.2010.515727
- [23] FRIDRICHOVÁ, Ludmila. A new method of measuring the bending rigidity of fabrics and its application to the determination of the their anisotropy. *Textile Research Journal* [online]. 2013 [cit. 2018-03-04]. ISSN 0040-5175, 1746-7748. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0040517512467133>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Fáze přestavby vazeb uvnitř vláken [5]	13
Obrázek 2: DMDHEU [5].....	15
Obrázek 3: etherikovaná DMDHEU[5].....	15
Obrázek 4: DMeDHEU [5].....	16
Obrázek 5: Reakce glyoxalu s celulózu [7]	17
Obrázek 6: Kyselina citrónová [5].....	17
Obrázek 7: BTCA [5]	17
Obrázek 8: Závislost mezi obsahem dusíku a indexem bobtnání [11]	19
Obrázek 9: Závislost úbytku pevnosti v tahu na úhlu zotavení [3]	21
Obrázek 10: Graf závislosti změny koncentrace kyseliny na ztrátu pevnosti v tahu [3]	22
Obrázek 11: Zachování pevnosti v tahu [8].....	25
Obrázek 12: Úhel zotavení [8].....	25
Obrázek 13: Vliv předpravy kapalným amoniakem a následné síťování za sucha a mokra na úhel zotavení za sucha (a) a za mokra (b) [14]	28
Obrázek 14: Základní schéma fuláru [5]	29
Obrázek 15: Schéma síťování za sucha [4].....	30
Obrázek 16: Schéma síťování za mokra [4]	31
Obrázek 17: Testované materiály	33
Obrázek 18: laboratorní fulár Werner-Mathis	39
Obrázek 19: Laboratorní fixační rám Werner-Mathis	40
Obrázek 20: Ovládaní fixačního rámu.....	41
Obrázek 21: Princip měření úhlu zotavení	42
Obrázek 22: Rozložení vzorků	42
Obrázek 23: Rozložení měřicího pracoviště	43
Obrázek 24: Zatížení vzorků.....	43
Obrázek 25: Vyhodnocení v programu Nis Elements AR.....	44
Obrázek 26: Testometric M350-5CT.....	45
Obrázek 27: TH-7	45
Obrázek 28: Ohýbání vzorky na přístroji TH-7 [23]	46

Obrázek 29: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku TEXAPRET LF u materiálu M1, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní	51
Obrázek 30: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku PROTOREZ FFO u materiálu M1, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní	51
Obrázek 31: Poměr jednotlivých složek deformací u materiálu M1	53
Obrázek 32: Porovnání křivek zotavení nejúčinnějších lázní u materiálu M1	54
Obrázek 33: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku TEXAPRET LF u materiálu M2, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní	57
Obrázek 34: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku PROTOREZU FFO u materiálu M2, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní	57
Obrázek 35: Poměr jednotlivých složek deformací u materiálu M2	58
Obrázek 36: Porovnání křivek zotavení nejúčinnějších lázní u materiálu M2	59
Obrázek 37: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku TEXAPRET LF u materiálu M3, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní	61
Obrázek 38: Účinnost lázní s využitím síťujícího prostředku PROTOREZU FFO u materiálu M2, kde 0P značí materiál bez praní a 5P a 10P materiál po 5ti a 10ti cyklech praní	61
Obrázek 39: Ztráta pevnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF	65
Obrázek 40: Ztráta pevnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO	65
Obrázek 41: Porovnání průměrných pevností materiálu M1 po aplikaci obou přípravků	67
Obrázek 42: Změna tažnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF	68
Obrázek 43: Změna tažnosti materiálu M1 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO	68
Obrázek 44: Porovnání průměrných tažností materiálu M1 po aplikaci obou přípravků	69

Obrázek 45: Ztráta pevnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF	70
Obrázek 46: Ztráta pevnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO	70
Obrázek 47: Porovnání průměrných pevností materiálu M2 po aplikaci obou přípravků	71
Obrázek 48: Změna tažnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem TEXAPRET LF	72
Obrázek 49: Změna tažnosti materiálu M2 upraveného lázněmi s prostředkem PROTOREZ FFO	72
Obrázek 50: Porovnání průměrných tažností materiálu M2 po aplikaci obou přípravků	73
Obrázek 51: Změna ohybové síly u materiálu M1 upraveného lázněmi s TEXAPRETEM LF	75
Obrázek 52: Změna ohybové síly u materiálu M1 upraveného lázněmi s PROTOREZEM FFO	75
Obrázek 53: Porovnání průměrných ohybových sil u materiálu M1 po aplikaci obou přípravků.....	76
Obrázek 54: Změna ohybové síly u materiálu M2 upraveného lázněmi s TEXAPRETEM LF	77
Obrázek 55: Změna ohybové síly u materiálu M1 upraveného lázněmi s PROTOREZEM FFO	77
Obrázek 56: Porovnání průměrných ohybových sil u materiálu M2 po aplikaci obou přípravků.....	78

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní fyzikální vlastnosti lněných vláken [1]	12
Tabulka 2: Porovnání účinnosti různých reaktantů pro nemačkovou úpravu [7]	18
Tabulka 3: Změny koncentrací ve finálních lázních (ml/l) [3]	21
Tabulka 4: Změna tažnosti [mm]při různých koncentracích pryskyřice [3]	22
Tabulka 5: Vliv různých koncentrací změkčovadel na vlastnosti textilie [3].....	23
Tabulka 6: Koncentrace složek v aplikovaných úpravách [8]	24
Tabulka 7: Odolnost proti mačkání s konvenční a modifikovanou úpravou [13]	27
Tabulka 8: Parametry pevnosti před a po aplikaci modifikované lázně [13]	27
Tabulka 9: Základní vlastnosti testovaných materiálů	33
Tabulka 10: Koncentrace přípravků v lázních při využití TEXAPRET LF	38
Tabulka 11: Koncentrace přípravků v lázních při využití PROTOREZ FFO	38
Tabulka 12: Mokré přivažky u jednotlivých materiálů	40
Tabulka 13: Průměrný úhel zotavení α_{300}	48
Tabulka 14: Koeficient nemačkovosti M.....	49
Tabulka 15: Jednotlivé složky deformace a výsledný koeficient nemačkovosti pro materiál M1	53
Tabulka 16: Koeficient nemačkovosti vybraných lázní a jeho hodnota po praní.....	54
Tabulka 17: Průměrná rychlost zotavení u materiálu M1.....	55
Tabulka 18: Jednotlivé složky deformace a výsledný koeficient nemačkovosti pro materiál M2.....	58
Tabulka 19: Koeficient nemačkovosti vybraných lázní a jeho hodnota po praní.....	59
Tabulka 20: Průměrná rychlost zotavení u materiálu M2.....	60
Tabulka 21: Průměrné hodnoty pevnosti	64
Tabulka 22: Průměrné hodnoty tažnosti	64
Tabulka 23: Pokles pevnosti materiálu M1 vlivem jednotlivých úprav v %.....	67
Tabulka 24: Pokles tažnosti materiálu M1 vlivem jednotlivých úprav v %.....	69
Tabulka 25: Pokles pevnosti materiálu M2 vlivem jednotlivých úprav v %.....	72
Tabulka 26: Pokles tažnosti materiálu M2 vlivem jednotlivých úprav v %.....	73
Tabulka 27: Průměrné hodnoty ohybové síly	74
Tabulka 28: Změna ohybové síly u materiálu M1 vlivem jednotlivých úprav v %	76
Tabulka 29: Změna ohybové síly u materiálu M2 vlivem jednotlivých úprav v %	78

Tabulka 30: Přehled vlastností materiálů po aplikaci jednotlivých úprav s TEXAPRETEM LF.....	81
Tabulka 31: Přehled vlastností materiálů po aplikaci jednotlivých úprav s PROTOREZEM FFO	81

Seznam příloh

Příloha A – Vzorok materiálu

Příloha B – Průměrné úhly zotavení

Příloha C – Úhly zotavení α_{300}

Příloha D – Křivky zotavení

Příloha E – Pevnost a tažnost

Příloha F – Ohybová síla

Přílohy

Příloha A – Vzorčky materiálů

Materiál	Složení	Vazba	Do [n./10 cm]	Dú [n./10 cm]	T₀ [Nm]	T_ú [Nm]	Mp [g/m ²]	h [mm]
M1	58% len, 42% bavlna	plátno	230	190	34	26,3	145	0,34
I								
II				V				
III				VI				
IV				VII				

Materiál	Složení	Vazba	Do [n./10 cm]	Dú [n./10 cm]	T_o [Nm]	T_ú [Nm]	Mp [g/m ²]	h [mm]
M2	72% len, 28% bavlna	plátno	180	150	13	17,5	200	0,47
I								
II				V				
III				VI				
IV				VII				

Materiál	Složení	Vazba	Do [n./10 cm]	Dú [n./10 cm]	T₀ [Nm]	T_ú [Nm]	M_p [g/m ²]	h [mm]
M3	100% len	plátno	170	170	20	20	175	0,42
I								
II				V				
III				VI				
IV				VII				

Příloha B – Průměrné úhly zotavení

Tabulka B1: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M1 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																				
	I			II			II (5P)			II (10P)			III			III (5P)			III (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	65,47	44,51	54,99	75,00	55,11	65,05	52,52	48,45	50,48	56,15	47,99	52,07	73,18	65,29	69,24	67,76	59,65	63,71	65,11	63,55	64,33
2	70,70	49,18	59,94	81,62	61,49	71,56	57,42	53,80	55,61	61,17	52,82	57,00	79,10	72,48	75,79	73,96	66,34	70,15	70,91	70,23	70,57
3	74,07	51,61	62,84	85,07	64,67	74,87	59,91	56,66	58,28	63,88	55,38	59,63	81,82	76,22	79,02	76,97	69,58	73,27	73,72	73,68	73,70
4	75,84	53,26	64,55	87,08	66,79	76,93	61,49	58,49	59,99	65,65	57,17	61,41	83,72	78,92	81,32	79,09	71,69	75,39	75,86	75,98	75,92
5	77,21	54,39	65,80	88,81	68,39	78,60	62,70	59,92	61,31	66,92	58,59	62,75	85,16	80,72	82,94	80,67	73,14	76,91	77,33	77,56	77,45
6	78,55	55,44	66,99	90,47	69,54	80,00	63,97	61,10	62,54	67,98	59,70	63,84	86,49	82,23	84,36	81,82	74,39	78,11	78,60	79,04	78,82
7	79,83	56,24	68,04	91,56	70,52	81,04	64,78	62,24	63,51	68,83	60,67	64,75	87,28	83,67	85,47	82,82	75,61	79,22	79,59	80,09	79,84
8	80,57	57,07	68,82	92,42	71,62	82,02	65,57	62,91	64,24	69,70	61,60	65,65	88,01	84,66	86,33	83,62	76,46	80,04	80,56	81,07	80,81
9	81,16	57,71	69,43	93,47	72,23	82,85	66,29	63,68	64,98	70,30	62,26	66,28	88,70	85,51	87,11	84,38	77,36	80,87	81,39	82,16	81,77
10	81,88	58,19	70,04	94,21	72,82	83,51	67,01	64,31	65,66	70,98	62,88	66,93	89,39	86,20	87,80	85,08	78,21	81,65	82,18	82,82	82,50
15	83,85	60,17	72,01	96,97	75,42	86,20	69,26	66,64	67,95	72,87	65,01	68,94	91,38	89,00	90,19	87,40	80,70	84,05	84,89	85,72	85,30
20	85,58	61,63	73,60	99,23	77,43	88,33	71,09	68,41	69,75	74,59	66,84	70,71	92,99	90,94	91,97	88,99	82,45	85,72	86,80	87,77	87,29
25	87,14	62,71	74,93	100,79	78,75	89,77	72,48	69,78	71,13	75,92	68,12	72,02	94,20	92,77	93,49	90,19	83,87	87,03	88,33	89,35	88,84
30	88,48	63,66	76,07	102,04	79,99	91,01	73,82	70,90	72,36	76,81	69,12	72,97	95,17	94,10	94,63	91,15	85,03	88,09	89,72	90,55	90,14
35	89,80	64,35	77,07	103,18	80,96	92,07	74,50	71,99	73,25	77,81	70,10	73,96	96,01	95,54	95,78	92,01	85,95	88,98	90,69	91,60	91,15
40	90,67	65,04	77,85	104,28	81,71	93,00	75,38	72,75	74,07	78,65	70,98	74,82	96,82	96,31	96,56	92,76	86,82	89,79	91,74	92,64	92,19
45	91,50	65,52	78,51	104,94	82,45	93,70	76,22	73,40	74,81	79,39	71,62	75,50	97,37	97,15	97,26	93,34	87,50	90,42	92,61	93,30	92,96
50	92,04	65,87	78,96	105,87	83,28	94,57	76,95	73,92	75,44	79,92	72,20	76,06	97,97	98,11	98,04	93,98	88,14	91,06	93,38	94,06	93,72
55	92,69	66,28	79,48	106,57	83,82	95,20	77,73	74,56	76,14	80,45	72,94	76,69	98,52	98,74	98,63	94,46	88,73	91,59	94,08	94,78	94,43
60	93,26	66,79	80,02	107,10	84,31	95,71	78,35	75,03	76,69	80,96	73,44	77,20	98,90	99,28	99,09	94,86	89,41	92,13	94,55	95,31	94,93
120	96,03	69,38	82,70	110,82	87,62	99,22	82,46	78,54	80,50	84,60	76,80	80,70	101,44	103,33	102,38	97,54	92,50	95,02	98,93	99,67	99,30
180	97,92	71,00	84,46	113,23	89,39	101,31	84,94	80,48	82,71	87,21	78,80	83,01	103,36	106,18	104,77	99,06	94,58	96,82	101,74	102,45	102,10
240	98,82	71,99	85,40	114,41	91,05	102,73	86,76	82,00	84,38	89,74	80,21	84,97	104,77	107,94	106,35	100,13	96,17	98,15	103,84	104,20	104,02
300	99,73	72,82	86,28	115,06	92,37	103,71	88,04	82,97	85,50	91,75	81,23	86,49	106,14	109,35	107,75	100,94	97,32	99,13	105,16	105,63	105,40

Tabulka B1: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M1** s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																	
	IV			IV (5P)			IV (10P)			V			V (5P)			V (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	84,70	74,48	79,59	83,15	72,12	77,63	77,90	80,33	79,12	83,85	61,81	72,83	67,63	47,82	57,72	61,55	52,77	57,16
2	91,96	81,67	86,82	89,80	79,81	84,80	84,24	88,23	86,23	90,39	65,58	77,98	72,71	52,72	62,71	68,09	58,20	63,15
3	95,38	84,93	90,15	92,67	83,32	87,99	87,12	91,53	89,32	93,61	67,59	80,60	75,27	55,07	65,17	71,17	61,01	66,09
4	97,32	87,15	92,24	94,46	85,51	89,98	89,09	93,90	91,49	95,82	69,26	82,54	77,21	56,80	67,01	72,99	62,79	67,89
5	99,18	88,92	94,05	96,10	87,15	91,62	90,66	95,57	93,11	97,49	70,49	83,99	78,64	57,99	68,32	74,51	64,20	69,36
6	100,73	90,41	95,57	97,44	88,63	93,03	91,77	96,86	94,32	98,70	71,49	85,09	79,70	59,03	69,37	75,77	65,45	70,61
7	101,63	91,68	96,65	98,41	89,88	94,14	92,79	97,97	95,38	99,94	72,34	86,14	80,65	59,68	70,16	76,79	66,24	71,51
8	102,54	92,83	97,68	99,33	90,91	95,12	93,56	98,97	96,27	100,82	72,93	86,88	81,67	60,41	71,04	77,74	67,20	72,47
9	103,60	93,46	98,53	100,01	91,74	95,87	94,37	99,72	97,04	101,69	73,50	87,59	82,52	61,14	71,83	78,53	67,97	73,25
10	104,50	94,35	99,42	100,75	92,42	96,58	94,86	100,45	97,65	102,29	73,95	88,12	83,15	61,72	72,43	79,41	68,60	74,00
15	106,77	96,83	101,80	103,14	94,95	99,05	97,00	102,91	99,95	104,98	75,82	90,40	85,68	63,67	74,68	82,11	70,99	76,55
20	108,51	98,79	103,65	104,84	96,84	100,84	98,58	104,63	101,61	106,67	77,33	92,00	87,48	65,25	76,37	83,81	72,62	78,21
25	109,95	100,09	105,02	106,16	98,14	102,15	99,74	105,91	102,82	108,16	78,56	93,36	88,71	66,43	77,57	85,32	73,88	79,60
30	110,85	101,16	106,00	107,27	99,44	103,35	100,82	106,98	103,90	109,00	79,70	94,35	90,01	67,18	78,60	86,43	74,87	80,65
35	111,71	102,16	106,94	108,08	100,42	104,25	101,51	107,91	104,71	109,84	80,58	95,21	90,91	68,02	79,46	87,43	75,71	81,57
40	112,37	103,11	107,74	109,06	101,31	105,18	102,22	108,63	105,43	110,52	81,36	95,94	91,52	68,76	80,14	88,33	76,43	82,38
45	113,10	103,73	108,41	109,69	102,01	105,85	102,89	109,36	106,12	111,24	81,83	96,53	92,29	69,35	80,82	89,08	77,03	83,06
50	113,62	104,29	108,95	110,47	102,65	106,56	103,40	109,82	106,61	111,74	82,31	97,02	93,03	69,76	81,39	89,69	77,62	83,65
55	114,07	104,92	109,50	110,99	103,24	107,11	103,93	110,14	107,03	112,18	82,81	97,50	93,62	70,17	81,89	90,33	78,10	84,22
60	114,49	105,51	110,00	111,34	103,85	107,60	104,37	110,66	107,52	112,63	83,31	97,97	94,05	70,47	82,26	91,07	78,62	84,85
120	117,17	108,31	112,74	114,30	107,04	110,67	107,35	113,60	110,48	115,45	86,10	100,78	97,30	73,35	85,33	94,65	81,55	88,10
180	118,52	110,20	114,36	115,96	109,15	112,55	109,19	115,46	112,33	117,04	87,74	102,39	98,88	75,06	86,97	96,90	83,03	89,96
240	119,76	111,70	115,73	117,11	110,54	113,82	110,67	116,86	113,77	117,88	89,09	103,48	100,04	76,04	88,04	98,10	84,20	91,15
300	120,56	112,85	116,71	117,97	111,63	114,80	112,04	118,13	115,08	118,67	90,11	104,39	100,85	77,08	88,96	99,08	84,94	92,01

Tabulka B1: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M1** s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																	
	VI			VI (5P)			VI (10P)			VII			VII (5P)			VII (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	84,25	73,02	78,64	73,99	70,13	72,06	70,67	65,32	68,00	90,97	85,40	88,18	81,59	85,64	83,61	82,68	85,61	84,14
2	90,67	81,17	85,92	79,97	76,54	78,25	77,62	71,20	74,41	98,25	94,77	96,51	86,95	93,51	90,23	89,25	93,65	91,45
3	94,04	85,13	89,59	82,52	79,79	81,15	80,14	74,12	77,13	101,45	98,93	100,19	89,74	97,21	93,47	92,50	97,40	94,95
4	96,12	87,60	91,86	84,70	81,87	83,28	82,12	75,88	79,00	103,57	101,48	102,52	91,69	99,63	95,66	94,60	99,90	97,25
5	97,87	89,57	93,72	85,94	83,38	84,66	83,51	77,20	80,36	105,17	103,41	104,29	93,12	101,38	97,25	96,05	101,67	98,86
6	99,03	91,15	95,09	87,09	84,81	85,95	84,66	78,44	81,55	106,49	104,97	105,73	94,22	102,79	98,50	97,26	103,01	100,14
7	100,37	92,45	96,41	88,20	85,85	87,03	85,60	79,51	82,56	107,47	106,18	106,83	95,24	103,98	99,61	98,35	104,15	101,25
8	101,25	93,69	97,47	89,11	86,75	87,93	86,48	80,42	83,45	108,40	107,34	107,87	96,14	105,11	100,62	99,17	105,20	102,19
9	102,07	94,67	98,37	89,87	87,58	88,72	87,26	81,25	84,25	109,15	108,21	108,68	96,85	105,85	101,35	99,97	106,17	103,07
10	102,65	95,56	99,10	90,50	88,34	89,42	87,97	81,90	84,93	109,82	109,03	109,43	97,54	106,53	102,03	100,48	106,88	103,68
15	105,13	98,73	101,93	92,70	90,97	91,84	90,13	83,87	87,00	112,17	111,98	112,07	99,91	109,28	104,60	102,85	109,68	106,27
20	106,92	100,98	103,95	94,42	92,87	93,64	91,64	85,47	88,56	113,66	114,00	113,83	101,72	111,02	106,37	104,52	111,35	107,94
25	108,09	102,75	105,42	95,74	94,40	95,07	92,96	86,88	89,92	114,90	115,36	115,13	103,08	112,34	107,71	105,71	112,77	109,24
30	109,12	103,87	106,49	97,11	95,62	96,36	93,56	87,87	90,72	115,85	116,66	116,26	104,19	113,56	108,88	106,65	113,88	110,27
35	110,01	104,86	107,43	97,92	96,54	97,23	94,32	88,75	91,54	116,59	117,53	117,06	105,17	114,36	109,77	107,43	114,81	111,12
40	110,82	105,84	108,33	98,60	97,37	97,98	94,91	89,57	92,24	117,26	118,33	117,80	105,95	115,28	110,61	108,00	115,66	111,83
45	111,38	106,77	109,07	99,50	98,11	98,81	95,49	90,22	92,86	117,92	119,13	118,52	106,63	115,90	111,27	108,50	116,23	112,36
50	111,91	107,35	109,63	99,96	98,84	99,40	95,94	90,82	93,38	118,39	119,62	119,01	107,37	116,47	111,92	108,90	116,93	112,91
55	112,47	107,97	110,22	100,52	99,47	99,99	96,27	91,27	93,77	118,75	120,17	119,46	107,98	117,00	112,49	109,40	117,30	113,35
60	112,89	108,39	110,64	101,23	100,01	100,62	96,63	91,77	94,20	119,10	120,57	119,83	108,52	117,45	112,98	109,87	117,70	113,78
120	115,85	112,12	113,99	105,10	104,02	104,56	99,26	94,96	97,11	121,61	123,90	122,75	112,20	120,56	116,38	112,30	121,08	116,69
180	117,00	113,88	115,44	107,42	106,34	106,88	100,65	96,97	98,81	122,75	125,32	124,04	114,13	122,22	118,18	113,50	122,80	118,15
240	117,95	115,09	116,52	109,00	107,78	108,39	101,52	98,41	99,97	123,63	126,24	124,93	115,34	123,19	119,26	114,44	124,01	119,22
300	118,73	116,11	117,42	110,59	109,14	109,86	102,17	99,33	100,75	124,25	127,01	125,63	116,28	124,14	120,21	115,23	124,85	120,04

Tabulka B2: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M1** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																				
	I			II			II (5P)			II (10P)			III			III (5P)			III (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	65,47	44,51	54,99	71,90	57,25	64,58	63,53	44,61	54,07	63,93	47,24	55,59	69,51	59,85	64,68	67,34	57,05	62,20	72,87	53,82	63,35
2	70,70	49,18	59,94	77,38	63,83	70,60	68,55	50,06	59,31	68,47	52,98	60,73	75,19	67,02	71,10	72,85	64,59	68,72	78,63	60,19	69,41
3	74,07	51,61	62,84	79,84	66,97	73,40	71,04	52,64	61,84	70,77	55,97	63,37	77,96	70,24	74,10	75,62	67,93	71,77	81,67	63,36	72,51
4	75,84	53,26	64,55	81,81	69,08	75,44	72,60	54,40	63,50	72,13	57,98	65,05	79,90	72,50	76,20	77,57	70,31	73,94	83,73	65,35	74,54
5	77,21	54,39	65,80	83,18	70,85	77,01	73,83	55,96	64,89	73,28	59,46	66,37	81,12	74,27	77,70	78,88	71,95	75,42	85,30	66,96	76,13
6	78,55	55,44	66,99	84,16	72,23	78,20	75,06	56,88	65,97	74,21	60,72	67,46	82,34	75,76	79,05	80,04	73,36	76,70	86,75	68,15	77,45
7	79,83	56,24	68,04	85,00	73,32	79,16	75,87	57,81	66,84	75,02	61,83	68,43	83,38	76,89	80,13	81,14	74,34	77,74	87,87	69,24	78,56
8	80,57	57,07	68,82	85,80	74,35	80,07	76,67	58,65	67,66	75,67	62,77	69,22	84,23	77,70	80,97	81,88	75,39	78,64	88,71	70,22	79,47
9	81,16	57,71	69,43	86,61	75,12	80,87	77,37	59,35	68,36	76,27	63,59	69,93	84,86	78,68	81,77	82,63	76,33	79,48	89,55	71,10	80,33
10	81,88	58,19	70,04	87,31	75,99	81,65	78,04	60,04	69,04	76,85	64,22	70,53	85,48	79,52	82,50	83,25	77,01	80,13	90,31	71,95	81,13
15	83,85	60,17	72,01	89,47	78,70	84,08	80,20	62,29	71,25	78,90	67,00	72,95	87,85	82,23	85,04	85,64	79,66	82,65	92,94	74,69	83,82
20	85,58	61,63	73,60	91,11	80,73	85,92	81,42	63,87	72,65	80,43	68,97	74,70	89,35	84,21	86,78	87,22	81,65	84,44	95,05	76,53	85,79
25	87,14	62,71	74,93	92,11	82,26	87,18	82,69	65,08	73,89	81,49	70,47	75,98	90,67	85,64	88,15	88,58	82,94	85,76	96,59	78,19	87,39
30	88,48	63,66	76,07	93,16	83,68	88,42	83,56	66,17	74,86	82,38	71,91	77,15	91,65	86,87	89,26	89,53	84,12	86,82	97,75	79,48	88,61
35	89,80	64,35	77,07	93,91	84,67	89,29	84,38	66,90	75,64	83,22	73,16	78,19	92,31	87,76	90,03	90,23	85,11	87,67	98,80	80,57	89,68
40	90,67	65,04	77,85	94,47	85,51	89,99	84,96	67,73	76,35	83,84	74,18	79,01	92,98	88,66	90,82	90,78	85,99	88,39	99,65	81,40	90,52
45	91,50	65,52	78,51	95,20	86,39	90,80	85,53	68,33	76,93	84,50	74,98	79,74	93,54	89,41	91,48	91,32	86,74	89,03	100,22	82,31	91,27
50	92,04	65,87	78,96	95,68	87,18	91,43	86,07	69,02	77,54	85,07	75,69	80,38	94,02	90,08	92,05	91,78	87,33	89,56	100,77	83,16	91,96
55	92,69	66,28	79,48	96,07	87,80	91,94	86,48	69,52	78,00	85,62	76,41	81,01	94,44	90,52	92,48	92,25	88,01	90,13	101,64	83,89	92,77
60	93,26	66,79	80,02	96,52	88,30	92,41	86,92	69,96	78,44	86,08	77,12	81,60	94,89	91,11	93,00	92,61	88,68	90,64	102,27	84,41	93,34
120	96,03	69,38	82,70	98,94	92,49	95,72	89,37	72,71	81,04	89,06	81,58	85,32	97,29	94,94	96,12	95,22	92,09	93,65	105,89	88,35	97,12
180	97,92	71,00	84,46	100,53	95,14	97,84	90,58	74,30	82,44	90,77	83,88	87,32	98,79	97,51	98,15	96,66	93,88	95,27	107,69	90,53	99,11
240	98,82	71,99	85,40	101,43	96,90	99,17	91,65	75,32	83,49	91,73	85,69	88,71	100,26	99,29	99,77	97,51	95,13	96,32	108,76	92,17	100,47
300	99,73	72,82	86,28	102,16	98,44	100,30	92,41	75,92	84,17	92,44	87,00	89,72	101,23	101,11	101,17	98,17	96,03	97,10	109,73	93,63	101,68

Tabulka B2: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M1** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																	
	IV			IV (5P)			IV (10P)			V			V (5P)			V (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	76,89	71,62	74,25	68,91	60,15	64,53	58,70	60,72	59,71	84,19	65,12	74,66	68,64	57,88	63,26	66,01	53,65	59,83
2	83,17	80,08	81,62	74,15	67,05	70,60	64,48	67,65	66,06	91,06	72,23	81,65	73,75	64,33	69,04	72,65	59,36	66,01
3	86,53	84,34	85,44	76,91	70,20	73,55	67,09	70,72	68,90	94,53	75,65	85,09	76,20	67,45	71,82	75,45	62,41	68,93
4	88,64	87,19	87,91	78,65	72,32	75,49	69,04	72,98	71,01	96,76	78,10	87,43	77,86	69,51	73,68	77,27	64,38	70,82
5	90,38	89,38	89,88	80,02	73,79	76,91	70,47	74,68	72,57	98,37	79,83	89,10	79,13	70,99	75,06	78,69	65,78	72,24
6	91,83	91,20	91,51	81,18	75,21	78,20	71,47	75,93	73,70	99,76	81,34	90,55	80,08	72,36	76,22	79,67	66,94	73,31
7	92,99	92,46	92,72	82,09	76,30	79,19	72,49	77,16	74,82	100,92	82,56	91,74	80,95	73,37	77,16	80,63	68,01	74,32
8	93,86	93,79	93,82	82,90	77,33	80,11	73,22	78,15	75,68	101,90	83,63	92,76	81,74	74,39	78,06	81,48	68,76	75,12
9	94,68	94,76	94,72	83,47	78,08	80,78	73,89	78,96	76,43	102,81	84,49	93,65	82,51	75,22	78,86	82,11	69,53	75,82
10	95,43	95,67	95,55	84,14	78,80	81,47	74,58	79,71	77,15	103,50	85,47	94,49	83,03	75,88	79,45	82,70	70,31	76,50
15	98,25	99,14	98,69	86,26	81,18	83,72	76,64	82,45	79,54	106,17	88,16	97,16	84,95	78,49	81,72	84,94	72,43	78,68
20	100,22	101,54	100,88	87,86	83,05	85,46	77,96	84,46	81,21	108,03	90,13	99,08	86,39	80,31	83,35	86,57	74,29	80,43
25	101,61	103,44	102,53	89,11	84,42	86,76	79,19	85,85	82,52	109,42	91,56	100,49	87,40	81,80	84,60	87,83	75,59	81,71
30	102,77	104,78	103,77	90,04	85,54	87,79	79,88	87,18	83,53	110,61	92,61	101,61	88,29	83,04	85,67	88,69	76,47	82,58
35	103,66	105,82	104,74	90,92	86,54	88,73	80,54	88,16	84,35	111,60	93,70	102,65	89,05	83,98	86,52	89,49	77,26	83,38
40	104,56	106,86	105,71	91,56	87,23	89,40	81,05	89,04	85,04	112,32	94,63	103,47	89,69	84,87	87,28	90,21	78,13	84,17
45	105,15	107,75	106,45	92,04	88,06	90,05	81,68	89,72	85,70	113,03	95,33	104,18	90,21	85,59	87,90	90,87	78,76	84,82
50	105,88	108,48	107,18	92,71	88,67	90,69	82,11	90,40	86,25	113,56	95,95	104,75	90,75	86,12	88,44	91,41	79,35	85,38
55	106,36	109,03	107,70	93,17	89,13	91,15	82,53	91,02	86,77	114,20	96,36	105,28	91,19	86,70	88,95	91,95	79,83	85,89
60	106,97	109,49	108,23	93,48	89,51	91,49	82,90	91,54	87,22	114,57	96,94	105,76	91,62	87,26	89,44	92,44	80,20	86,32
120	110,87	113,49	112,18	96,00	92,57	94,29	85,57	94,94	90,26	118,46	100,41	109,43	94,15	90,93	92,54	95,56	82,85	89,21
180	113,10	115,61	114,35	97,61	94,50	96,05	87,21	97,06	92,14	120,90	102,13	111,52	96,32	92,96	94,64	97,04	84,45	90,75
240	114,89	116,94	115,92	98,54	95,86	97,20	88,21	98,54	93,37	122,85	103,42	113,14	97,83	94,31	96,07	98,20	85,63	91,91
300	116,21	117,87	117,04	99,47	97,05	98,26	88,97	99,51	94,24	124,56	104,45	114,50	99,30	95,34	97,32	98,96	86,44	92,70

Tabulka B2: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M1** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																	
	VI			VI (5P)			VI (10P)			VII			VII (5P)			VII (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	88,63	71,28	79,96	83,51	64,60	74,06	79,49	75,93	77,71	90,18	77,38	83,78	80,97	74,73	77,85	77,72	75,33	76,52
2	96,98	80,31	88,65	88,92	71,38	80,15	85,12	84,90	85,01	98,32	86,98	92,65	86,50	82,22	84,36	83,58	83,51	83,55
3	100,42	84,72	92,57	91,48	74,43	82,96	87,86	89,08	88,47	102,23	91,65	96,94	88,95	85,69	87,32	86,33	87,04	86,68
4	103,15	87,69	95,42	93,30	76,63	84,97	89,64	91,62	90,63	104,78	94,92	99,85	90,82	87,94	89,38	88,20	89,54	88,87
5	105,12	89,97	97,55	94,52	78,29	86,40	90,75	93,62	92,18	106,65	96,96	101,80	92,14	89,65	90,89	89,40	91,25	90,33
6	106,72	91,70	99,21	95,73	79,58	87,66	91,67	95,24	93,45	108,20	98,92	103,56	93,20	91,06	92,13	90,40	92,75	91,57
7	107,83	93,25	100,54	96,67	80,59	88,63	92,57	96,56	94,56	109,42	100,45	104,93	94,00	92,20	93,10	91,27	93,89	92,58
8	108,94	94,43	101,69	97,41	81,48	89,45	93,57	97,73	95,65	110,55	101,59	106,07	94,69	93,15	93,92	92,13	95,07	93,60
9	109,81	95,66	102,73	98,02	82,33	90,18	94,10	98,58	96,34	111,46	102,67	107,06	95,40	94,07	94,73	92,95	95,83	94,39
10	110,70	96,67	103,68	98,56	83,13	90,84	94,68	99,47	97,08	112,29	103,71	108,00	95,98	94,80	95,39	93,64	96,68	95,16
15	113,40	100,25	106,83	100,74	85,53	93,14	96,71	102,62	99,66	115,15	107,38	111,27	97,83	97,30	97,56	96,05	99,40	97,72
20	115,45	102,82	109,14	102,32	87,35	94,84	97,89	104,56	101,22	117,10	109,53	113,32	99,23	99,13	99,18	97,49	101,10	99,29
25	116,98	104,81	110,90	103,45	88,70	96,07	99,00	106,35	102,68	118,62	111,27	114,95	100,04	100,52	100,28	98,59	102,60	100,59
30	118,11	106,29	112,20	104,47	89,96	97,22	99,83	107,66	103,74	119,83	112,72	116,28	100,94	101,56	101,25	99,66	103,62	101,64
35	119,09	107,50	113,29	105,31	90,88	98,10	100,58	108,81	104,69	120,74	113,75	117,25	101,68	102,40	102,04	100,34	104,73	102,53
40	119,89	108,54	114,22	105,90	91,67	98,79	101,23	109,69	105,46	121,49	114,77	118,13	102,23	103,22	102,73	101,03	105,53	103,28
45	120,56	109,60	115,08	106,49	92,63	99,56	101,70	110,40	106,05	122,22	115,56	118,89	102,76	103,94	103,35	101,58	106,32	103,95
50	121,08	110,35	115,72	107,09	93,44	100,26	102,15	111,11	106,63	122,76	116,44	119,60	103,17	104,56	103,86	102,02	106,89	104,45
55	121,56	111,19	116,37	107,55	94,17	100,86	102,71	111,77	107,24	123,31	117,03	120,17	103,55	105,14	104,34	102,51	107,44	104,98
60	122,01	111,89	116,95	108,10	94,79	101,45	103,19	112,32	107,76	123,67	117,53	120,60	103,97	105,64	104,80	102,94	107,99	105,47
120	125,04	116,73	120,88	110,63	97,81	104,22	105,19	116,59	110,89	126,70	121,13	123,91	106,08	109,15	107,62	105,26	111,12	108,19
180	126,33	119,25	122,79	112,01	99,59	105,80	106,47	118,67	112,57	128,13	122,86	125,49	107,28	111,55	109,41	106,62	113,01	109,82
240	127,36	120,96	124,16	112,88	100,66	106,77	107,20	119,78	113,49	129,03	124,13	126,58	108,15	113,53	110,84	107,57	114,04	110,80
300	128,20	122,10	125,15	113,86	101,56	107,71	107,84	121,03	114,43	129,73	125,12	127,43	109,00	115,32	112,16	108,29	115,19	111,74

Tabulka B3: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M2 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																				
	I			II			II (5P)			II (10P)			III			III (5P)			III (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	41,30	58,86	50,08	44,13	56,88	50,51	37,92	39,07	38,49	48,70	54,13	51,42	57,51	73,32	65,41	53,69	52,20	52,95	62,17	60,56	61,37
2	45,64	62,78	54,21	49,66	62,47	56,07	42,69	43,95	43,32	54,35	59,14	56,74	65,07	80,67	72,87	60,34	58,22	59,28	69,06	66,44	67,75
3	47,63	65,03	56,33	51,76	65,04	58,40	45,18	46,26	45,72	57,20	61,66	59,43	68,47	84,05	76,26	63,50	61,34	62,42	72,15	69,41	70,78
4	49,16	66,55	57,85	53,56	66,90	60,23	46,74	47,75	47,25	59,05	63,40	61,22	70,68	86,42	78,55	65,69	63,30	64,49	74,30	71,49	72,89
5	50,37	67,74	59,05	54,87	68,18	61,53	47,97	48,96	48,47	60,51	64,74	62,63	72,40	88,16	80,28	67,14	64,89	66,02	75,99	72,98	74,49
6	51,30	68,62	59,96	55,87	69,35	62,61	48,85	49,84	49,35	61,63	65,84	63,73	73,79	89,55	81,67	68,24	66,04	67,14	77,35	74,29	75,82
7	52,00	69,34	60,67	56,92	70,39	63,66	49,78	50,78	50,28	62,80	66,65	64,73	74,96	90,72	82,84	69,43	67,09	68,26	78,28	75,36	76,82
8	52,63	70,08	61,36	57,70	71,12	64,41	50,53	51,62	51,07	63,70	67,68	65,69	75,98	91,78	83,88	70,42	68,02	69,22	79,34	76,32	77,83
9	53,28	70,57	61,92	58,48	71,84	65,16	51,32	52,34	51,83	64,33	68,31	66,32	76,68	92,54	84,61	71,16	68,78	69,97	80,22	77,00	78,61
10	53,97	71,11	62,54	59,01	72,39	65,70	51,97	52,86	52,41	64,99	68,97	66,98	77,42	93,42	85,42	71,84	69,48	70,66	80,93	77,64	79,28
15	55,69	73,00	64,35	60,51	74,54	67,53	53,53	54,52	54,03	67,27	71,23	69,25	79,62	96,03	87,82	74,12	71,38	72,75	83,56	80,24	81,90
20	57,04	74,40	65,72	61,98	76,00	68,99	54,90	55,88	55,39	69,03	72,88	70,96	81,48	97,83	89,66	75,74	73,12	74,43	85,52	82,01	83,77
25	58,10	75,63	66,86	63,24	77,52	70,38	56,10	56,96	56,53	70,60	74,17	72,39	82,75	99,18	90,97	77,01	74,32	75,66	86,99	83,37	85,18
30	58,94	76,36	67,65	64,09	78,35	71,22	56,96	57,78	57,37	71,71	75,39	73,55	83,82	100,26	92,04	77,93	75,19	76,56	88,28	84,45	86,37
35	59,80	77,05	68,43	64,75	79,14	71,95	57,66	58,40	58,03	72,53	76,12	74,33	84,92	101,15	93,03	78,89	75,94	77,42	89,29	85,41	87,35
40	60,59	77,71	69,15	65,58	79,98	72,78	58,37	59,11	58,74	73,49	76,87	75,18	85,75	102,04	93,89	79,66	76,65	78,15	90,25	86,20	88,23
45	61,10	78,31	69,70	66,15	80,54	73,35	59,02	59,68	59,35	74,28	77,58	75,93	86,52	102,62	94,57	80,32	77,12	78,72	91,03	86,92	88,98
50	61,64	78,74	70,19	66,73	81,08	73,91	59,53	60,09	59,81	74,86	78,26	76,56	87,24	103,17	95,20	80,97	77,63	79,30	91,75	87,58	89,67
55	62,16	79,32	70,74	67,35	81,61	74,48	60,07	60,64	60,35	75,50	78,83	77,16	88,01	103,70	95,85	81,46	78,11	79,78	92,34	88,06	90,20
60	62,55	79,60	71,08	67,86	82,12	74,99	60,50	61,09	60,80	76,01	79,34	77,67	88,56	104,18	96,37	81,97	78,58	80,28	92,87	88,54	90,71
120	65,04	82,02	73,53	72,82	84,40	78,61	63,35	63,19	63,27	79,74	83,03	81,39	92,82	107,12	99,97	85,46	80,99	83,22	96,68	91,72	94,20
180	66,20	83,38	74,79	76,66	85,59	81,12	65,66	65,33	65,49	81,78	85,49	83,64	95,58	108,67	102,12	88,17	82,57	85,37	98,96	93,53	96,24
240	67,39	84,38	75,89	78,94	86,47	82,71	67,78	68,26	68,02	83,29	86,97	85,13	97,15	109,73	103,44	90,17	83,49	86,83	100,65	94,49	97,57
300	68,12	85,07	76,60	80,35	87,19	83,77	69,70	71,25	70,47	84,45	88,37	86,41	98,55	110,58	104,56	91,50	84,23	87,86	102,16	95,30	98,73

Tabulka B3: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M2 s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

průměrný úhel zotavení α [°]																		
t[s]	IV			IV (5P)			IV (10P)			V			V (5P)			V (10P)		
	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	67,28	68,75	68,02	70,01	67,88	68,95	71,47	59,42	65,45	55,15	66,29	60,72	46,28	57,95	52,12	43,09	60,90	51,99
2	76,66	76,29	76,47	77,87	74,63	76,25	78,35	65,69	72,02	62,03	72,92	67,48	51,07	67,15	59,11	47,86	66,97	57,42
3	80,66	79,90	80,28	81,36	77,77	79,56	81,34	68,70	75,02	65,17	76,01	70,59	53,79	70,36	62,08	50,14	69,63	59,89
4	83,27	82,30	82,78	83,86	79,94	81,90	83,94	70,90	77,42	67,01	78,03	72,52	55,61	72,27	63,94	51,79	71,53	61,66
5	85,12	83,97	84,55	85,58	81,66	83,62	85,30	72,43	78,86	68,62	79,56	74,09	56,82	73,65	65,23	53,04	72,78	62,91
6	86,49	85,39	85,94	86,90	82,86	84,88	86,47	73,53	80,00	70,07	80,66	75,37	57,95	74,95	66,45	53,99	73,84	63,92
7	87,82	86,62	87,22	88,18	84,02	86,10	87,70	74,53	81,11	71,09	81,78	76,44	59,00	75,96	67,48	54,87	74,72	64,80
8	88,80	87,46	88,13	89,19	85,01	87,10	88,64	75,47	82,06	71,81	82,68	77,24	59,82	76,80	68,31	55,61	75,55	65,58
9	89,56	88,09	88,83	89,94	85,70	87,82	89,47	76,25	82,86	72,57	83,47	78,02	60,58	77,49	69,03	56,31	76,32	66,31
10	90,36	89,02	89,69	90,75	86,43	88,59	90,14	76,97	83,56	73,39	84,14	78,76	61,13	78,19	69,66	56,89	76,77	66,83
15	93,03	91,40	92,22	93,47	89,26	91,37	92,48	79,25	85,87	75,58	86,52	81,05	63,41	80,30	71,86	58,60	79,12	68,86
20	94,92	92,88	93,90	95,21	91,10	93,16	94,28	80,89	87,59	77,34	88,09	82,72	64,99	81,94	73,46	60,29	80,62	70,45
25	96,20	94,29	95,25	96,77	92,59	94,68	95,55	82,15	88,85	78,54	89,40	83,97	66,27	83,09	74,68	61,27	81,85	71,56
30	97,31	95,54	96,43	97,92	93,72	95,82	96,69	83,20	89,94	79,62	90,47	85,04	67,50	84,06	75,78	62,21	82,72	72,47
35	98,06	96,45	97,26	98,80	94,58	96,69	97,81	84,06	90,94	80,45	91,35	85,90	68,41	84,72	76,56	63,03	83,48	73,26
40	98,83	97,36	98,10	99,67	95,46	97,56	98,71	84,86	91,78	81,32	92,05	86,68	69,12	85,27	77,20	63,69	84,09	73,89
45	99,65	98,01	98,83	100,63	96,14	98,38	99,38	85,34	92,36	81,88	92,57	87,22	69,83	85,96	77,90	64,32	84,67	74,50
50	100,34	98,58	99,46	101,40	96,79	99,10	100,11	85,91	93,01	82,43	93,08	87,75	70,38	86,41	78,40	64,79	85,17	74,98
55	100,84	99,04	99,94	102,08	97,44	99,76	100,73	86,34	93,54	82,87	93,58	88,23	71,08	86,84	78,96	65,19	85,71	75,45
60	101,33	99,43	100,38	102,59	97,87	100,23	101,42	86,86	94,14	83,30	94,03	88,67	71,57	87,35	79,46	65,60	86,19	75,90
120	105,41	101,34	103,37	106,39	101,59	103,99	104,89	89,86	97,38	85,56	96,85	91,21	75,05	89,00	82,03	67,88	88,82	78,35
180	107,88	102,71	105,30	108,31	103,86	106,09	106,96	91,57	99,26	86,72	98,44	92,58	77,30	90,47	83,89	69,13	90,34	79,74
240	109,53	103,84	106,68	109,60	105,54	107,57	108,65	92,99	100,82	87,58	99,77	93,68	79,07	91,45	85,26	70,47	91,25	80,86
300	110,86	104,79	107,83	110,56	106,67	108,61	109,66	94,03	101,85	88,19	101,44	94,82	80,33	92,33	86,33	71,57	92,05	81,81

Tabulka B3: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M2 s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

průměrný úhel zotavení α [°]																		
t[s]	VI			VI (5P)			VI (10P)			VII			VII (5P)			VII (10P)		
	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	79,16	85,08	82,12	60,59	74,19	67,39	67,78	74,70	71,24	92,28	92,72	92,50	74,01	74,94	74,48	73,48	67,98	70,73
2	87,94	93,65	90,80	66,50	80,35	73,43	75,85	80,66	78,26	101,26	101,27	101,26	81,40	82,07	81,74	80,54	74,18	77,36
3	91,91	97,69	94,80	69,40	83,32	76,36	79,57	83,64	81,60	105,46	105,00	105,23	84,54	85,40	84,97	83,53	76,72	80,13
4	94,39	100,13	97,26	71,17	85,19	78,18	81,74	85,58	83,66	107,81	107,46	107,63	86,82	87,78	87,30	85,78	78,49	82,14
5	96,49	102,07	99,28	72,63	86,66	79,64	83,44	87,23	85,34	109,66	109,07	109,37	88,53	89,40	88,97	87,42	80,09	83,76
6	98,04	103,52	100,78	73,79	87,80	80,80	84,83	88,57	86,70	111,21	110,43	110,82	89,67	90,78	90,22	88,61	81,26	84,93
7	99,14	104,82	101,98	74,84	88,82	81,83	86,13	89,59	87,86	112,40	111,46	111,93	90,84	91,90	91,37	89,68	82,30	85,99
8	100,29	105,82	103,05	75,58	89,58	82,58	86,98	90,49	88,74	113,47	112,44	112,95	91,83	92,83	92,33	90,57	83,11	86,84
9	101,13	106,97	104,05	76,14	90,39	83,26	87,92	91,29	89,60	114,34	113,32	113,83	92,72	93,79	93,26	91,26	83,98	87,62
10	101,99	107,69	104,84	76,76	91,11	83,93	88,69	91,96	90,33	115,16	113,99	114,58	93,54	94,57	94,06	91,85	84,70	88,27
15	104,82	109,79	107,31	78,85	93,03	85,94	91,10	94,38	92,74	117,71	116,34	117,02	95,82	96,98	96,40	94,00	86,48	90,24
20	106,73	111,84	109,28	80,38	94,63	87,50	92,95	96,31	94,63	119,39	117,97	118,68	97,50	98,89	98,20	95,54	88,14	91,84
25	108,35	113,25	110,80	81,47	95,78	88,62	94,58	97,57	96,07	120,83	118,95	119,89	98,86	100,42	99,64	96,63	89,32	92,97
30	109,51	114,39	111,95	82,27	96,57	89,42	95,59	98,68	97,13	121,96	119,86	120,91	99,97	101,48	100,72	97,50	90,30	93,90
35	110,53	115,39	112,96	83,12	97,48	90,30	96,55	99,65	98,10	122,86	120,69	121,77	100,90	102,57	101,74	98,35	91,24	94,79
40	111,16	116,44	113,80	83,74	98,19	90,97	97,24	100,47	98,86	123,47	121,32	122,39	101,76	103,46	102,61	99,06	91,91	95,48
45	111,98	117,18	114,58	84,25	98,87	91,56	97,86	101,01	99,44	124,27	121,89	123,08	102,47	104,12	103,29	99,51	92,51	96,01
50	112,54	117,87	115,20	84,74	99,38	92,06	98,52	101,67	100,09	124,72	122,39	123,55	103,06	104,64	103,85	100,08	93,12	96,60
55	113,06	118,44	115,75	85,28	99,84	92,56	99,11	102,17	100,64	125,30	122,86	124,08	103,51	105,27	104,39	100,65	93,57	97,11
60	113,55	119,07	116,31	85,75	100,17	92,96	99,58	102,75	101,17	125,84	123,31	124,58	103,93	105,78	104,86	100,96	93,98	97,47
120	116,38	121,61	119,00	88,38	102,52	95,45	102,72	106,19	104,46	128,50	125,48	126,99	106,42	108,98	107,70	102,98	95,94	99,46
180	117,92	123,33	120,63	90,14	103,76	96,95	103,96	107,93	105,95	130,46	126,57	128,51	108,18	110,63	109,40	104,04	97,45	100,75
240	118,84	124,48	121,66	91,49	104,79	98,14	105,13	109,24	107,19	131,52	127,38	129,45	109,17	111,64	110,40	104,95	98,79	101,87
300	119,59	125,21	122,40	92,70	105,42	99,06	105,90	110,13	108,01	132,57	128,15	130,36	110,04	112,59	111,32	105,68	99,83	102,76

Tabulka B4: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M2 s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																				
	I			II			II (5P)			II (10P)			III			III (5P)			III (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1	41,30	58,86	50,08	44,57	49,88	47,22	45,04	47,34	46,19	40,95	53,95	47,45	56,39	63,40	59,89	47,85	61,76	54,81	52,59	59,93	56,26
2	45,64	62,78	54,21	49,32	54,63	51,97	49,17	51,88	50,52	45,09	58,54	51,82	62,97	69,41	66,19	52,77	66,52	59,64	57,73	65,24	61,48
3	47,63	65,03	56,33	51,53	57,07	54,30	51,56	54,25	52,91	47,45	60,79	54,12	66,28	72,54	69,41	55,32	69,25	62,28	60,74	67,90	64,32
4	49,16	66,55	57,85	53,18	58,71	55,95	52,95	55,87	54,41	49,09	62,62	55,85	68,37	74,75	71,56	56,96	70,66	63,81	62,48	69,92	66,20
5	50,37	67,74	59,05	54,33	60,03	57,18	54,24	57,09	55,67	50,01	63,69	56,85	70,04	76,39	73,22	58,37	72,11	65,24	63,97	71,29	67,63
6	51,30	68,62	59,96	55,27	61,11	58,19	55,24	58,05	56,65	50,85	64,73	57,79	71,64	77,57	74,60	59,43	73,15	66,29	65,04	72,55	68,80
7	52,00	69,34	60,67	56,22	62,10	59,16	56,22	59,15	57,68	51,69	65,90	58,80	72,77	78,66	75,72	60,39	74,04	67,22	66,01	73,43	69,72
8	52,63	70,08	61,36	56,92	62,86	59,89	56,92	59,89	58,40	52,44	66,75	59,60	73,75	79,54	76,64	61,38	74,87	68,12	66,95	74,15	70,55
9	53,28	70,57	61,92	57,46	63,41	60,44	57,63	60,42	59,02	52,98	67,56	60,27	74,69	80,43	77,56	61,98	75,55	68,77	67,49	74,76	71,13
10	53,97	71,11	62,54	57,99	64,05	61,02	58,22	60,97	59,59	53,49	68,07	60,78	75,42	81,12	78,27	62,58	76,12	69,35	68,31	75,44	71,87
15	55,69	73,00	64,35	59,76	65,90	62,83	60,07	63,06	61,56	55,41	70,06	62,74	78,10	83,72	80,91	64,49	78,18	71,33	70,54	77,51	74,02
20	57,04	74,40	65,72	61,05	67,32	64,18	61,34	64,47	62,91	57,01	71,92	64,47	80,15	85,49	82,82	65,91	79,64	72,78	72,33	79,01	75,67
25	58,10	75,63	66,86	61,92	68,29	65,10	62,69	65,58	64,13	58,03	72,87	65,45	81,64	86,72	84,18	67,17	80,83	74,00	73,38	80,26	76,82
30	58,94	76,36	67,65	62,79	69,19	65,99	63,51	66,63	65,07	59,19	73,95	66,57	83,02	88,08	85,55	67,96	81,74	74,85	74,41	81,60	78,01
35	59,80	77,05	68,43	63,60	69,93	66,76	64,50	67,45	65,98	59,90	74,96	67,43	84,11	88,95	86,53	68,74	82,51	75,62	75,20	82,39	78,79
40	60,59	77,71	69,15	64,10	70,63	67,37	65,26	68,15	66,70	60,67	75,64	68,15	84,84	89,88	87,36	69,35	83,37	76,36	76,11	83,04	79,57
45	61,10	78,31	69,70	64,63	71,38	68,00	65,95	68,89	67,42	61,39	76,36	68,87	85,63	90,71	88,17	69,99	84,02	77,01	76,77	83,62	80,19
50	61,64	78,74	70,19	65,21	72,05	68,63	66,59	69,40	67,99	61,99	77,10	69,55	86,60	91,28	88,94	70,49	84,62	77,55	77,51	84,17	80,84
55	62,16	79,32	70,74	65,67	72,49	69,08	67,08	69,86	68,47	62,54	77,57	70,05	87,33	91,80	89,56	71,06	85,34	78,20	78,17	84,85	81,51
60	62,55	79,60	71,08	66,07	73,02	69,54	67,68	70,20	68,94	63,09	78,16	70,63	87,82	92,27	90,05	71,49	85,85	78,67	78,71	85,32	82,01
120	65,04	82,02	73,53	67,98	75,48	71,73	71,18	73,07	72,12	66,18	81,46	73,82	92,04	95,31	93,67	74,37	89,24	81,81	82,13	87,95	85,04
180	66,20	83,38	74,79	69,40	77,37	73,38	73,11	74,66	73,88	67,49	83,51	75,50	94,60	97,04	95,82	76,10	91,37	83,73	84,31	89,71	87,01
240	67,39	84,38	75,89	70,33	78,75	74,54	74,80	75,82	75,31	68,37	85,07	76,72	96,06	98,06	97,06	77,06	93,04	85,05	85,86	90,84	88,35
300	68,12	85,07	76,60	71,00	79,94	75,47	76,21	76,92	76,56	69,15	86,25	77,70	97,29	99,08	98,18	77,86	94,46	86,16	86,87	91,81	89,34

Tabulka B4: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M2 s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

průměrný úhel zotavení α [°]																		
t[s]	IV			IV (5P)			IV (10P)			V			V (5P)			V (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	58,77	62,14	60,45	53,61	63,34	58,47	54,79	62,69	58,74	54,85	68,35	61,60	54,97	62,49	58,73	52,49	68,26	60,37
2	65,88	68,85	67,36	58,38	68,77	63,57	60,94	67,42	64,18	60,94	76,11	68,53	60,19	68,15	64,17	58,11	73,47	65,79
3	69,65	72,38	71,02	60,65	71,44	66,05	63,55	70,30	66,93	64,04	79,47	71,75	62,91	70,68	66,79	60,92	76,17	68,55
4	72,13	74,73	73,43	62,39	73,37	67,88	65,53	71,81	68,67	66,09	81,93	74,01	64,51	72,85	68,68	62,55	77,80	70,18
5	73,87	76,50	75,18	63,53	74,67	69,10	66,80	73,45	70,13	67,69	83,45	75,57	66,00	74,32	70,16	64,04	78,99	71,51
6	75,51	77,87	76,69	64,49	75,73	70,11	67,77	74,42	71,10	68,93	85,08	77,01	67,17	75,35	71,26	65,13	80,21	72,67
7	76,61	79,09	77,85	65,26	76,73	70,99	68,72	75,51	72,12	69,95	85,98	77,96	68,06	76,52	72,29	66,13	81,18	73,65
8	77,89	80,12	79,01	66,13	77,62	71,88	69,44	76,34	72,89	70,92	86,98	78,95	68,88	77,18	73,03	67,02	82,13	74,57
9	78,65	81,07	79,86	66,74	78,41	72,57	70,17	77,12	73,64	71,67	87,81	79,74	69,54	78,08	73,81	67,74	83,06	75,40
10	79,50	81,90	80,70	67,28	79,04	73,16	70,79	77,57	74,18	72,23	88,69	80,46	70,20	78,73	74,46	68,43	83,56	76,00
15	82,45	84,93	83,69	69,18	81,28	75,23	72,95	79,90	76,43	74,61	91,47	83,04	72,60	80,93	76,76	70,55	85,59	78,07
20	84,45	86,90	85,67	70,31	83,00	76,66	74,56	81,43	77,99	76,32	93,10	84,71	74,15	82,60	78,37	71,94	87,75	79,84
25	85,99	88,23	87,11	71,35	84,10	77,72	75,66	82,75	79,21	77,38	94,62	86,00	75,57	83,67	79,62	73,19	88,66	80,92
30	87,20	89,62	88,41	72,31	85,28	78,80	76,74	83,73	80,24	78,54	95,64	87,09	76,55	85,07	80,81	74,42	89,68	82,05
35	88,42	90,61	89,51	73,13	86,10	79,61	77,54	84,50	81,02	79,52	96,62	88,07	77,35	85,99	81,67	75,13	90,52	82,83
40	89,22	91,51	90,36	73,76	86,73	80,24	78,24	85,25	81,74	80,10	97,36	88,73	78,19	86,98	82,58	75,64	91,11	83,38
45	90,13	92,41	91,27	74,34	87,53	80,94	78,98	85,94	82,46	80,78	98,14	89,46	78,77	87,57	83,17	76,32	91,71	84,02
50	90,78	93,06	91,92	74,80	88,10	81,45	79,48	86,52	83,00	81,31	98,82	90,06	79,46	88,04	83,75	76,96	92,47	84,71
55	91,40	93,63	92,52	75,35	88,59	81,97	80,01	87,10	83,55	81,80	99,35	90,58	79,99	88,55	84,27	77,33	93,10	85,21
60	91,84	94,17	93,00	75,82	89,01	82,41	80,51	87,70	84,10	82,29	99,81	91,05	80,59	89,01	84,80	77,91	93,66	85,78
120	95,38	97,70	96,54	78,31	91,46	84,88	83,11	91,22	87,16	84,67	102,89	93,78	83,71	91,77	87,74	80,00	96,38	88,19
180	97,30	99,79	98,55	80,13	93,05	86,59	84,56	93,41	88,98	86,20	104,46	95,33	85,60	93,09	89,35	81,63	97,95	89,79
240	98,55	101,11	99,83	81,73	94,40	88,06	85,67	95,02	90,34	87,17	105,78	96,47	86,79	93,94	90,37	82,53	99,24	90,88
300	99,44	102,29	100,87	82,73	95,38	89,05	86,40	96,19	91,29	87,86	106,54	97,20	87,84	94,64	91,24	83,25	100,06	91,65

Tabulka B4: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M2** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																	
	VI			VI (5P)			VI (10P)			VII			VII (5P)			VII (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	64,50	69,25	66,88	60,07	66,89	63,48	67,62	71,01	69,32	65,75	76,86	71,31	65,17	72,15	68,66	72,58	73,45	73,01
2	73,46	76,96	75,21	65,79	72,09	68,94	73,62	77,20	75,41	75,00	84,86	79,93	71,61	78,53	75,07	78,36	79,06	78,71
3	77,49	80,61	79,05	68,84	74,86	71,85	76,66	79,76	78,21	79,11	88,66	83,89	74,50	81,30	77,90	81,35	81,29	81,32
4	80,15	83,09	81,62	70,63	76,90	73,77	78,62	81,95	80,28	82,03	91,15	86,59	76,48	83,01	79,74	83,41	83,19	83,30
5	82,34	84,89	83,62	71,98	78,35	75,16	79,91	83,37	81,64	84,02	93,08	88,55	77,91	84,52	81,22	84,80	84,50	84,65
6	84,21	86,38	85,29	73,06	79,19	76,12	80,97	84,66	82,82	85,79	94,71	90,25	78,40	85,75	82,08	86,14	85,52	85,83
7	85,46	87,55	86,50	73,93	80,10	77,01	81,94	85,72	83,83	87,04	95,86	91,45	79,31	87,03	83,17	87,29	86,46	86,88
8	86,64	88,47	87,56	74,64	80,68	77,66	82,87	86,57	84,72	88,27	96,92	92,59	80,42	87,81	84,11	88,08	87,21	87,65
9	87,75	89,46	88,60	75,34	81,39	78,36	83,63	87,41	85,52	89,29	97,87	93,58	81,06	88,47	84,76	88,98	87,89	88,43
10	88,72	90,34	89,53	75,93	82,09	79,01	84,19	88,00	86,10	90,35	98,58	94,46	81,82	89,20	85,51	89,61	88,36	88,98
15	91,86	93,21	92,54	78,11	84,33	81,22	86,42	90,36	88,39	93,54	101,42	97,48	83,85	91,44	87,64	92,21	90,43	91,32
20	94,23	95,14	94,68	79,66	86,06	82,86	88,01	91,97	89,99	95,67	103,77	99,72	85,70	92,98	89,34	93,61	91,91	92,76
25	96,03	96,63	96,33	80,86	87,06	83,96	89,06	93,35	91,20	97,41	105,20	101,31	87,04	94,21	90,62	95,04	92,98	94,01
30	97,40	97,91	97,65	81,92	87,87	84,90	90,15	94,49	92,32	98,79	106,46	102,62	88,05	95,22	91,64	96,09	93,93	95,01
35	98,68	98,99	98,84	82,65	88,80	85,73	90,93	95,45	93,19	99,95	107,38	103,67	88,88	95,96	92,42	97,04	94,69	95,87
40	99,65	99,77	99,71	83,31	89,51	86,41	91,57	96,24	93,91	100,95	108,12	104,54	89,62	96,68	93,15	97,89	95,25	96,57
45	100,57	100,30	100,43	83,90	90,06	86,98	92,36	96,90	94,63	101,85	108,87	105,36	90,07	97,22	93,64	98,62	95,75	97,19
50	101,49	101,06	101,27	84,52	90,70	87,61	92,91	97,81	95,36	102,58	109,45	106,01	90,69	97,75	94,22	99,37	96,42	97,89
55	102,15	101,52	101,84	85,05	91,28	88,17	93,42	98,50	95,96	103,22	109,95	106,58	91,18	98,25	94,72	99,89	97,10	98,50
60	102,82	101,97	102,40	85,60	91,71	88,66	94,02	99,01	96,51	103,87	110,43	107,15	91,84	98,80	95,32	100,27	97,54	98,90
120	107,13	105,29	106,21	88,04	94,28	91,16	96,95	102,47	99,71	106,96	113,64	110,30	94,21	101,32	97,76	103,91	99,48	101,69
180	109,89	107,13	108,51	89,39	95,80	92,60	98,87	103,91	101,39	109,01	115,37	112,19	95,78	103,01	99,39	105,45	100,63	103,04
240	111,40	108,32	109,86	90,12	96,85	93,49	100,71	105,69	103,20	110,26	116,55	113,40	96,93	104,00	100,46	106,77	101,62	104,19
300	112,73	109,10	110,91	91,07	97,67	94,37	101,98	106,54	104,26	111,11	117,48	114,29	97,76	104,77	101,27	107,73	102,41	105,07

Tabulka B5: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M3 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																				
	I			II			II (5P)			II (10P)			III			III (5P)			III (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	40,50	37,21	38,85	48,04	48,06	48,05	43,63	40,35	41,99	41,77	44,89	43,33	49,03	46,13	47,58	38,22	42,45	40,34	42,59	40,28	41,43
2	45,64	41,82	43,73	52,85	53,11	52,98	47,73	44,57	46,15	45,91	49,43	47,67	53,64	51,93	52,78	41,95	47,06	44,51	46,89	44,07	45,48
3	47,83	44,08	45,95	55,29	55,60	55,45	50,05	46,55	48,30	47,84	51,89	49,86	55,95	54,60	55,27	43,78	49,16	46,47	48,99	45,64	47,31
4	49,80	45,88	47,84	56,87	57,54	57,21	51,47	47,79	49,63	49,38	53,57	51,48	57,60	56,35	56,97	45,25	50,79	48,02	50,50	47,00	48,75
5	50,89	46,98	48,94	57,88	59,12	58,50	52,54	49,02	50,78	50,42	54,86	52,64	58,86	58,01	58,43	46,10	51,99	49,05	51,67	48,23	49,95
6	51,95	48,27	50,11	59,01	60,20	59,60	53,65	49,79	51,72	51,38	56,07	53,72	59,90	59,06	59,48	47,11	53,18	50,14	52,50	49,04	50,77
7	52,89	49,18	51,03	59,80	61,20	60,50	54,54	50,52	52,53	52,08	56,85	54,47	60,56	59,90	60,23	47,74	54,03	50,88	53,41	49,79	51,60
8	53,42	49,87	51,64	60,54	61,94	61,24	55,17	51,16	53,16	52,79	57,68	55,24	61,32	60,80	61,06	48,26	54,60	51,43	54,07	50,43	52,25
9	54,22	50,59	52,41	61,09	62,88	61,99	55,88	51,93	53,90	53,40	58,42	55,91	62,01	61,63	61,82	48,68	55,25	51,97	54,75	51,14	52,94
10	54,88	51,29	53,08	61,76	63,66	62,71	56,30	52,34	54,32	53,88	59,15	56,51	62,68	62,26	62,47	49,04	55,94	52,49	55,28	51,45	53,37
15	56,97	53,34	55,16	63,45	66,11	64,78	58,29	53,97	56,13	55,56	61,13	58,35	64,35	64,60	64,47	50,44	57,74	54,09	56,92	52,84	54,88
20	58,62	54,90	56,76	64,73	67,89	66,31	59,69	55,21	57,45	56,79	62,89	59,84	66,01	66,20	66,10	51,46	59,55	55,51	58,39	54,26	56,33
25	59,82	56,03	57,93	65,62	69,37	67,50	60,93	56,40	58,66	57,70	64,03	60,86	67,21	67,50	67,36	52,33	60,67	56,50	59,51	55,22	57,36
30	60,71	57,20	58,96	66,49	70,63	68,56	61,93	57,26	59,60	58,66	65,31	61,99	68,02	68,41	68,21	53,31	61,75	57,53	60,43	56,18	58,30
35	61,56	57,98	59,77	67,17	71,49	69,33	62,79	58,07	60,43	59,23	65,98	62,60	68,82	69,31	69,06	53,94	62,44	58,19	61,08	56,96	59,02
40	62,44	58,87	60,65	67,82	72,23	70,03	63,54	58,72	61,13	59,82	66,87	63,35	69,53	69,82	69,68	54,57	63,29	58,93	61,76	57,58	59,67
45	63,06	59,48	61,27	68,20	72,98	70,59	64,32	59,25	61,78	60,26	67,47	63,87	70,05	70,56	70,31	55,13	63,90	59,52	62,34	58,04	60,19
50	63,75	59,84	61,80	68,65	73,77	71,21	64,97	59,63	62,30	60,76	68,25	64,50	70,46	71,01	70,73	55,57	64,55	60,06	62,83	58,53	60,68
55	64,23	60,42	62,33	68,99	74,46	71,72	65,52	60,20	62,86	61,25	68,91	65,08	70,97	71,55	71,26	56,02	65,23	60,62	63,27	58,98	61,12
60	64,67	60,87	62,77	69,35	75,07	72,21	66,01	60,75	63,38	61,68	69,40	65,54	71,50	72,03	71,77	56,46	65,89	61,17	63,77	59,34	61,56
120	68,11	63,21	65,66	70,84	78,61	74,72	69,76	62,72	66,24	63,37	73,04	68,21	74,53	74,38	74,45	58,42	69,20	63,81	66,05	61,34	63,69
180	70,21	64,47	67,34	72,15	80,50	76,33	72,37	63,91	68,14	64,57	75,25	69,91	76,45	75,67	76,06	59,57	71,51	65,54	67,62	62,64	65,13
240	71,44	65,41	68,43	72,80	81,92	77,36	74,31	65,01	69,66	65,20	76,73	70,96	77,93	76,66	77,29	60,53	73,37	66,95	68,61	63,46	66,03
300	72,38	66,12	69,25	73,34	82,72	78,03	75,72	65,88	70,80	65,78	77,67	71,73	79,11	77,35	78,23	61,42	74,84	68,13	69,40	64,20	66,80

Tabulka B5: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M3** s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

průměrný úhel zotavení α [°]																		
t[s]	IV			IV (5P)			IV (10P)			V			V (5P)			V (10P)		
	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	51,75	46,33	49,04	41,55	41,05	41,30	42,48	41,34	41,91	51,93	50,41	51,17	45,82	43,67	44,75	44,39	44,20	44,29
2	56,59	51,26	53,93	44,72	44,81	44,77	46,48	46,01	46,25	56,85	55,45	56,15	49,82	47,91	48,86	48,53	48,39	48,46
3	59,32	54,00	56,66	46,79	46,86	46,83	48,65	48,50	48,57	59,34	58,33	58,83	52,02	50,00	51,01	50,63	50,51	50,57
4	61,51	55,57	58,54	48,17	48,26	48,21	50,00	49,69	49,84	60,63	59,64	60,13	53,17	51,39	52,28	52,10	52,02	52,06
5	62,88	57,04	59,96	49,23	49,34	49,28	51,10	50,77	50,93	61,85	61,07	61,46	54,20	52,52	53,36	52,97	52,99	52,98
6	63,95	58,17	61,06	50,13	50,11	50,12	52,08	51,76	51,92	62,74	62,16	62,45	55,10	53,47	54,28	54,00	54,08	54,04
7	64,86	58,91	61,88	51,16	51,03	51,09	52,94	52,34	52,64	63,66	63,39	63,53	55,90	54,25	55,07	54,78	54,96	54,87
8	65,68	59,81	62,75	51,87	51,63	51,75	53,55	53,02	53,28	64,34	64,10	64,22	56,74	54,92	55,83	55,66	55,73	55,70
9	66,36	60,63	63,50	52,63	52,50	52,57	54,23	53,67	53,95	64,94	64,86	64,90	57,29	55,63	56,46	56,21	56,25	56,23
10	67,18	61,29	64,24	52,68	52,88	52,78	54,78	54,17	54,47	65,58	65,59	65,59	57,83	56,21	57,02	56,94	56,90	56,92
15	69,05	63,56	66,30	54,10	54,42	54,26	56,50	55,51	56,00	67,66	68,33	67,99	59,25	57,94	58,59	58,77	58,90	58,83
20	70,66	65,21	67,93	55,35	55,82	55,58	57,81	56,70	57,25	69,14	70,11	69,62	60,32	59,18	59,75	60,16	60,40	60,28
25	71,79	66,69	69,24	56,43	56,86	56,65	58,57	57,95	58,26	70,26	71,41	70,84	61,46	60,09	60,78	61,39	61,62	61,50
30	72,73	67,75	70,24	57,51	57,55	57,53	59,61	58,59	59,10	71,29	72,82	72,05	62,32	61,12	61,72	62,47	62,79	62,63
35	73,45	68,81	71,13	58,05	58,20	58,12	60,18	59,40	59,79	71,90	73,81	72,85	62,95	61,79	62,37	63,22	63,56	63,39
40	74,08	69,63	71,85	58,75	59,03	58,89	60,71	59,91	60,31	72,67	74,67	73,67	63,42	62,39	62,91	64,02	64,34	64,18
45	74,64	70,35	72,49	59,42	59,44	59,43	61,23	60,53	60,88	73,22	75,47	74,34	63,94	62,95	63,44	64,51	64,89	64,70
50	75,20	71,06	73,13	60,05	60,01	60,03	61,65	61,02	61,33	73,78	76,21	75,00	64,46	63,40	63,93	65,26	65,52	65,39
55	75,69	71,69	73,69	60,56	60,41	60,49	62,12	61,54	61,83	74,37	76,87	75,62	64,95	63,82	64,38	65,98	66,29	66,13
60	76,07	72,43	74,25	61,00	60,82	60,91	62,53	61,90	62,21	74,95	77,49	76,22	65,39	64,26	64,82	66,46	66,84	66,65
120	78,26	76,88	77,57	63,77	63,28	63,52	64,33	63,41	63,87	77,87	82,05	79,96	66,88	66,40	66,64	69,83	70,19	70,01
180	79,27	79,75	79,51	65,69	64,60	65,15	65,55	64,97	65,26	79,94	84,25	82,10	67,99	67,84	67,91	72,06	72,57	72,32
240	79,94	82,07	81,01	67,04	65,57	66,30	66,42	66,03	66,23	81,39	85,32	83,35	69,07	68,92	68,99	73,44	74,09	73,76
300	80,74	83,71	82,22	68,34	66,38	67,36	67,18	67,07	67,12	82,54	86,16	84,35	69,73	69,78	69,76	74,44	75,15	74,79

Tabulka B5: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M3 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																	
	VI			VI (5P)			VI (10P)			VII			VII (5P)			VII (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	49,44	46,62	48,03	43,73	43,67	43,70	41,10	43,07	42,09	50,80	51,52	51,16	44,25	44,26	44,25	43,14	43,98	43,56
2	54,12	50,98	52,55	47,93	47,80	47,86	44,72	46,99	45,86	55,27	57,13	56,20	48,62	49,00	48,81	46,97	47,74	47,36
3	56,34	53,22	54,78	50,12	49,75	49,93	46,68	49,10	47,89	57,61	59,40	58,51	51,03	51,39	51,21	49,18	49,84	49,51
4	57,90	54,72	56,31	51,41	50,96	51,19	47,99	50,53	49,26	59,49	60,97	60,23	52,39	52,86	52,62	50,53	51,32	50,93
5	59,06	56,00	57,53	52,61	52,18	52,39	48,88	51,58	50,23	60,71	62,01	61,36	53,50	54,05	53,77	51,91	52,41	52,16
6	60,08	56,88	58,48	53,56	53,07	53,32	49,88	52,53	51,20	61,61	62,97	62,29	54,44	55,03	54,73	52,67	53,23	52,95
7	60,94	57,71	59,33	54,28	53,70	53,99	50,44	53,26	51,85	62,49	63,74	63,12	55,15	55,83	55,49	53,48	54,06	53,77
8	61,58	58,45	60,02	55,04	54,38	54,71	51,15	53,92	52,53	63,24	64,45	63,85	55,74	56,50	56,12	54,25	54,71	54,48
9	62,22	59,16	60,69	55,71	55,10	55,40	51,65	54,62	53,13	63,78	64,98	64,38	56,35	57,11	56,73	54,89	55,39	55,14
10	62,86	59,69	61,27	56,48	55,70	56,09	52,09	55,23	53,66	64,39	65,79	65,09	56,91	57,74	57,32	55,57	56,03	55,80
15	64,77	61,73	63,25	58,10	57,16	57,63	53,75	56,61	55,18	65,96	67,42	66,69	58,61	59,62	59,11	57,48	57,70	57,59
20	66,35	63,05	64,70	59,52	58,41	58,96	55,10	57,95	56,53	67,34	69,12	68,23	60,20	61,22	60,71	58,84	59,06	58,95
25	67,41	64,19	65,80	60,63	59,63	60,13	55,96	58,98	57,47	68,29	70,81	69,55	61,30	62,45	61,87	59,91	60,11	60,01
30	68,41	64,96	66,69	61,64	60,41	61,02	56,73	59,98	58,36	69,17	71,66	70,42	62,17	63,40	62,78	60,90	61,13	61,02
35	69,09	65,76	67,42	62,36	61,03	61,69	57,27	60,74	59,01	69,97	72,40	71,18	62,89	64,17	63,53	61,63	61,82	61,72
40	69,84	66,63	68,23	63,21	61,81	62,51	57,78	61,36	59,57	70,46	73,02	71,74	63,43	64,76	64,09	62,59	62,60	62,59
45	70,42	67,25	68,83	63,81	62,42	63,12	58,41	62,01	60,21	71,00	73,34	72,17	63,77	65,26	64,51	63,00	63,07	63,03
50	71,00	67,78	69,39	64,27	62,78	63,52	58,82	62,31	60,56	71,41	73,88	72,65	64,33	65,79	65,06	63,66	63,64	63,65
55	71,63	68,18	69,90	64,71	63,14	63,92	59,36	62,70	61,03	71,80	74,25	73,03	64,77	66,26	65,52	63,96	63,98	63,97
60	72,16	68,64	70,40	65,22	63,56	64,39	59,67	63,10	61,39	72,19	74,64	73,42	65,22	66,69	65,95	64,49	64,56	64,52
120	75,02	71,49	73,26	68,24	66,23	67,23	61,89	65,48	63,69	73,80	76,70	75,25	67,27	69,00	68,13	67,18	66,87	67,03
180	77,01	73,18	75,09	70,31	67,91	69,11	63,45	66,91	65,18	74,89	78,33	76,61	68,34	70,26	69,30	68,95	68,61	68,78
240	78,43	74,51	76,47	71,40	68,85	70,13	64,87	68,00	66,43	75,61	79,28	77,45	69,46	71,34	70,40	70,04	69,81	69,92
300	79,74	75,56	77,65	72,07	69,61	70,84	66,13	68,77	67,45	76,34	80,23	78,28	70,41	72,23	71,32	70,71	70,92	70,82

Tabulka B6: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M3 s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

t[s]	průměrný úhel zotavení α [°]																				
	I			II			II (5P)			II (10P)			III			III (5P)			III (10P)		
	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset	0°	90°	\emptyset
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1	40,50	37,21	38,85	43,63	44,25	43,94	42,03	43,43	42,73	38,48	44,72	41,60	47,97	51,88	49,93	41,73	44,42	43,08	41,80	43,14	42,47
2	45,64	41,82	43,73	49,21	48,82	49,02	45,83	48,57	47,20	42,23	48,49	45,36	53,15	57,04	55,10	44,65	48,67	46,66	47,86	47,56	47,71
3	47,83	44,08	45,95	51,45	51,07	51,26	47,74	50,73	49,23	43,90	50,67	47,29	55,44	59,70	57,57	46,47	50,98	48,72	50,18	49,97	50,08
4	49,80	45,88	47,84	52,84	52,82	52,83	49,54	52,22	50,88	45,31	52,23	48,77	57,15	61,42	59,29	47,72	52,53	50,13	51,64	51,41	51,52
5	50,89	46,98	48,94	53,98	53,83	53,90	50,61	53,34	51,97	46,41	53,28	49,85	58,53	62,90	60,71	48,50	53,86	51,18	52,66	52,64	52,65
6	51,95	48,27	50,11	55,42	54,91	55,16	51,96	54,76	53,36	46,96	54,24	50,60	59,63	64,02	61,82	49,29	54,67	51,98	53,64	53,47	53,56
7	52,89	49,18	51,03	56,12	55,90	56,01	53,04	55,55	54,30	47,77	55,29	51,53	60,62	65,11	62,87	50,13	55,76	52,95	54,52	54,46	54,49
8	53,42	49,87	51,64	56,71	56,55	56,63	53,41	56,09	54,75	48,19	55,80	52,00	61,52	66,02	63,77	50,60	56,54	53,57	55,13	55,19	55,16
9	54,22	50,59	52,41	57,37	57,26	57,31	54,28	56,80	55,54	48,86	56,45	52,65	62,40	66,85	64,62	51,10	57,19	54,14	55,72	55,70	55,71
10	54,88	51,29	53,08	57,89	57,89	57,89	55,06	57,39	56,22	49,33	57,03	53,18	63,36	67,66	65,51	51,41	57,93	54,67	56,14	56,32	56,23
15	56,97	53,34	55,16	59,67	59,69	59,68	56,61	59,11	57,86	50,87	58,69	54,78	64,84	69,83	67,34	52,53	59,49	56,01	57,95	58,04	57,99
20	58,62	54,90	56,76	61,14	61,33	61,23	58,00	60,56	59,28	51,95	60,13	56,04	66,71	71,66	69,19	53,47	61,00	57,24	59,25	59,62	59,43
25	59,82	56,03	57,93	62,05	62,49	62,27	59,37	61,58	60,48	52,88	61,25	57,07	67,59	72,87	70,23	54,24	62,21	58,23	60,11	60,72	60,42
30	60,71	57,20	58,96	63,12	63,41	63,26	60,30	62,62	61,46	54,01	62,10	58,06	68,47	74,03	71,25	54,90	63,24	59,07	61,10	61,68	61,39
35	61,56	57,98	59,77	63,33	64,02	63,67	60,95	62,94	61,94	54,78	62,82	58,80	69,28	74,91	72,10	55,60	64,08	59,84	61,71	62,37	62,04
40	62,44	58,87	60,65	63,87	64,63	64,25	61,77	63,55	62,66	55,34	63,45	59,39	69,93	75,60	72,77	56,05	64,74	60,39	62,23	63,04	62,64
45	63,06	59,48	61,27	64,42	65,15	64,78	62,44	64,13	63,28	55,87	64,12	59,99	70,80	76,46	73,63	56,54	65,41	60,98	62,81	63,66	63,23
50	63,75	59,84	61,80	64,97	65,61	65,29	63,05	64,69	63,87	56,35	64,64	60,49	71,41	77,12	74,26	56,82	65,98	61,40	63,34	64,20	63,77
55	64,23	60,42	62,33	65,37	65,99	65,68	63,43	65,09	64,26	56,84	64,98	60,91	71,84	77,76	74,80	57,22	66,46	61,84	63,74	64,67	64,20
60	64,67	60,87	62,77	65,80	66,36	66,08	63,92	65,53	64,73	56,94	65,46	61,20	72,26	78,17	75,22	57,68	66,94	62,31	64,20	65,20	64,70
120	68,11	63,21	65,66	67,62	68,76	68,19	65,76	67,36	66,56	59,32	67,42	63,37	74,50	81,05	77,78	59,01	69,78	64,39	66,32	67,28	66,80
180	70,21	64,47	67,34	69,05	70,18	69,61	67,46	68,86	68,16	61,17	68,78	64,98	75,52	82,51	79,01	60,16	71,66	65,91	67,66	68,60	68,13
240	71,44	65,41	68,43	69,76	71,10	70,43	68,15	69,56	68,85	62,76	69,88	66,32	76,39	83,65	80,02	60,80	73,14	66,97	68,78	69,96	69,37
300	72,38	66,12	69,25	70,27	71,98	71,12	69,04	70,17	69,60	64,18	70,82	67,50	77,00	84,26	80,63	61,56	74,56	68,06	69,52	70,83	70,17

Tabulka B6: Průměrné úhly zotavení α u materiálu M3 s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

průměrný úhel zotavení α [°]																		
t[s]	IV			IV (5P)			IV (10P)			V			V (5P)			V (10P)		
	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø	0°	90°	Ø
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	46,17	50,63	48,40	45,24	42,79	44,01	39,35	44,75	42,05	51,07	48,73	49,90	40,25	49,00	44,62	45,60	43,75	44,67
2	50,54	55,36	52,95	49,52	46,74	48,13	43,36	49,00	46,18	55,64	53,66	54,65	43,92	53,62	48,77	50,46	48,00	49,23
3	52,96	57,82	55,39	51,50	48,64	50,07	45,22	51,20	48,21	58,07	55,73	56,90	45,92	55,85	50,88	52,59	50,21	51,40
4	54,48	59,59	57,04	53,05	49,77	51,41	46,64	52,72	49,68	59,83	57,27	58,55	47,27	57,47	52,37	54,16	51,71	52,94
5	55,52	60,99	58,25	54,18	50,78	52,48	48,12	54,32	51,22	60,98	58,61	59,79	48,46	58,86	53,66	55,33	52,85	54,09
6	56,89	61,97	59,43	55,37	51,90	53,63	49,08	55,41	52,24	62,17	59,90	61,03	49,28	59,88	54,58	56,52	53,74	55,13
7	57,54	62,87	60,20	56,40	52,62	54,51	50,07	56,38	53,22	62,97	60,81	61,89	50,24	60,94	55,59	57,38	54,70	56,04
8	57,99	63,67	60,83	57,48	53,31	55,39	50,44	56,92	53,68	63,74	61,51	62,63	50,71	61,76	56,23	58,11	55,43	56,77
9	58,60	64,50	61,55	57,82	53,95	55,88	50,99	57,77	54,38	64,38	62,24	63,31	51,21	62,50	56,85	58,87	56,10	57,48
10	59,17	65,23	62,20	58,49	54,62	56,55	51,76	58,48	55,12	65,07	62,83	63,95	51,77	63,28	57,52	59,53	56,76	58,14
15	61,07	67,00	64,04	60,94	56,02	58,48	53,01	60,10	56,55	67,09	64,99	66,04	53,12	65,01	59,06	61,33	58,22	59,77
20	62,24	68,77	65,50	62,58	57,41	60,00	53,80	61,43	57,61	68,63	66,52	67,57	54,12	66,59	60,36	62,93	59,76	61,34
25	63,32	70,08	66,70	63,86	58,56	61,21	54,72	62,75	58,73	69,98	67,75	68,87	54,99	67,92	61,45	63,96	60,61	62,29
30	63,94	71,15	67,54	64,83	59,27	62,05	55,40	63,32	59,36	70,95	68,71	69,83	55,69	69,01	62,35	64,98	61,41	63,19
35	64,71	72,01	68,36	65,71	59,90	62,80	56,24	64,41	60,32	71,85	69,61	70,73	56,48	69,89	63,19	65,62	62,19	63,90
40	65,51	72,74	69,13	66,62	60,37	63,49	56,86	65,03	60,94	72,47	70,30	71,39	57,01	70,62	63,81	66,28	62,73	64,51
45	66,07	73,41	69,74	67,35	61,18	64,27	57,38	65,66	61,52	73,17	71,06	72,11	57,56	71,33	64,45	66,99	63,46	65,22
50	66,45	74,10	70,28	68,18	61,68	64,93	57,94	66,16	62,05	73,70	71,78	72,74	58,02	71,99	65,00	67,60	63,94	65,77
55	66,71	74,58	70,65	68,51	62,03	65,27	58,33	66,62	62,47	74,38	72,36	73,37	58,39	72,55	65,47	68,05	64,33	66,19
60	67,02	75,22	71,12	69,01	62,58	65,79	58,81	67,22	63,01	74,90	72,88	73,89	58,86	73,04	65,95	68,56	64,78	66,67
120	68,64	78,26	73,45	72,36	64,37	68,37	60,12	69,42	64,77	78,75	76,30	77,53	60,37	76,40	68,38	71,15	66,75	68,95
180	69,82	80,29	75,06	74,33	65,51	69,92	61,32	70,73	66,02	80,97	78,71	79,84	61,51	78,72	70,12	72,96	67,80	70,38
240	70,90	81,50	76,20	75,67	66,64	71,15	62,57	71,98	67,27	82,67	79,95	81,31	62,67	80,14	71,41	74,00	68,77	71,38
300	71,26	82,81	77,03	76,53	67,50	72,02	63,22	72,71	67,97	84,43	80,93	82,68	63,44	81,58	72,51	74,93	69,51	72,22

Tabulka B6: Průměrné úhly zotavení α u materiálu **M3** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

průměrný úhel zotavení α [°]																		
t[s]	VI			VI (5P)			VI (10P)			VII			VII (5P)			VII (10P)		
	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅	0°	90°	∅
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	49,79	49,84	49,82	44,34	43,63	43,98	41,29	45,60	43,44	53,70	48,71	51,21	39,62	47,00	43,31	43,18	47,00	45,09
2	54,50	54,73	54,61	48,33	47,54	47,93	44,62	50,46	47,54	58,67	53,87	56,27	43,33	50,39	46,86	47,01	50,39	48,70
3	56,74	56,91	56,83	50,49	49,67	50,08	46,54	52,59	49,57	60,78	55,86	58,32	45,24	52,32	48,78	48,97	52,32	50,64
4	58,30	58,45	58,37	51,79	50,79	51,29	47,65	54,16	50,91	62,53	57,40	59,96	46,51	53,76	50,14	50,55	53,76	52,16
5	59,65	59,68	59,66	53,02	51,80	52,41	48,55	55,33	51,94	63,77	58,68	61,22	47,70	54,68	51,19	51,63	54,68	53,15
6	60,64	60,93	60,78	53,93	52,77	53,35	49,46	56,52	52,99	64,81	59,84	62,32	48,63	55,50	52,07	52,42	55,50	53,96
7	61,35	61,82	61,58	55,00	53,71	54,35	50,22	57,38	53,80	65,78	60,76	63,27	49,58	56,35	52,96	53,20	56,35	54,77
8	62,10	62,64	62,37	55,72	54,43	55,07	50,77	58,11	54,44	66,52	61,64	64,08	50,05	56,92	53,49	53,87	56,92	55,39
9	62,83	63,34	63,08	56,37	55,03	55,70	51,33	58,87	55,10	67,10	62,36	64,73	50,61	57,47	54,04	54,60	57,47	56,04
10	63,51	63,89	63,70	57,02	55,55	56,29	51,72	59,53	55,62	67,66	62,89	65,27	51,20	57,91	54,56	55,31	57,91	56,61
15	65,13	66,21	65,67	58,77	57,53	58,15	53,17	61,33	57,25	69,98	65,15	67,56	52,60	59,24	55,92	56,92	59,24	58,08
20	66,47	67,92	67,19	60,13	58,94	59,54	54,24	62,93	58,58	71,31	66,71	69,01	53,58	60,37	56,97	58,27	60,37	59,32
25	67,46	69,25	68,36	61,54	60,23	60,88	55,26	63,96	59,61	72,79	68,12	70,45	54,55	61,19	57,87	59,50	61,19	60,34
30	68,25	70,24	69,25	62,59	61,07	61,83	55,96	64,98	60,47	74,08	69,28	71,68	55,27	61,99	58,63	60,53	61,99	61,26
35	69,06	71,12	70,09	63,42	61,85	62,64	56,66	65,62	61,14	74,95	69,94	72,45	56,06	62,72	59,39	61,15	62,72	61,94
40	69,85	71,81	70,83	64,26	62,69	63,47	57,23	66,28	61,75	75,66	70,79	73,22	56,71	63,27	59,99	62,07	63,27	62,67
45	70,45	72,57	71,51	64,96	63,44	64,20	57,82	66,99	62,40	76,36	71,62	73,99	57,30	63,78	60,54	62,67	63,78	63,22
50	70,87	73,30	72,08	65,63	64,11	64,87	58,24	67,60	62,92	77,04	72,28	74,66	57,83	64,13	60,98	63,27	64,13	63,70
55	71,17	73,89	72,53	66,15	64,57	65,36	58,69	68,05	63,37	77,58	72,87	75,22	58,23	64,50	61,37	63,66	64,50	64,08
60	71,62	74,43	73,02	66,59	64,99	65,79	59,09	68,56	63,82	78,20	73,39	75,79	58,69	64,99	61,84	64,38	64,99	64,68
120	73,74	78,33	76,03	69,90	68,11	69,01	60,99	71,15	66,07	82,00	76,97	79,49	60,44	66,54	63,49	67,31	66,54	66,92
180	75,31	81,04	78,17	72,20	70,12	71,16	62,31	72,96	67,63	84,64	79,56	82,10	61,80	67,90	64,85	69,42	67,90	68,66
240	76,16	82,27	79,22	73,87	71,58	72,72	63,25	74,00	68,62	86,07	80,98	83,52	62,97	68,72	65,85	70,92	68,72	69,82
300	76,84	83,48	80,16	75,47	72,85	74,16	64,15	74,93	69,54	87,22	82,14	84,68	63,78	69,67	66,73	72,38	69,67	71,02

Příloha C – Úhly zotavení α_{300}

Tabulka C1: Úhly zotavení α_{300} u materiálu **M1** s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

úhel zotavení α_{300} [°]																			
lázeň	I	II	II (5P)	II (10P)	III	III (5P)	III (10P)	IV	IV (5P)	IV (10P)	V	V (5P)	V (10P)	VI	VI (5P)	VI (10P)	VII	VII (5P)	VII (10P)
0°	86,92	104,08	84,68	82,72	100,93	102,91	98,08	118,51	109,68	104,22	112,20	98,47	93,71	108,12	109,91	100,85	117,26	108,77	110,95
	110,72	119,45	96,69	96,34	102,94	100,60	104,81	125,26	120,26	107,69	120,40	105,23	106,77	118,94	101,83	97,27	124,71	118,49	114,56
	86,04	117,55	78,47	85,09	106,75	96,91	99,82	112,68	124,39	123,84	122,72	98,47	90,34	125,92	120,02	108,39	130,79	124,17	120,18
	115,25	119,15	92,31	102,86	113,94	103,35	117,94	125,78	117,53	112,40	119,36	101,22	105,51	121,93	110,59	102,17	124,25	113,67	115,23
90°	69,68	87,67	79,33	80,72	109,33	94,97	93,86	109,67	112,52	122,31	83,84	78,78	81,23	120,34	111,02	93,38	122,63	110,74	119,25
	76,48	90,48	84,75	77,95	109,87	96,06	110,82	109,25	115,08	125,08	92,59	69,29	86,24	111,14	117,04	101,18	127,59	124,26	129,70
	69,86	83,68	83,36	83,94	106,20	108,75	112,19	122,81	111,02	105,87	87,22	84,02	88,85	116,84	97,11	103,42	130,82	137,41	125,61
	75,26	107,63	84,43	82,32	112,01	89,50	105,65	109,68	107,90	119,24	96,80	76,23	83,43	116,11	111,37	99,33	127,01	124,14	124,85
Průměr	86,28	103,71	85,50	86,49	107,75	99,13	105,40	116,71	114,80	115,08	104,39	88,96	92,01	117,42	109,86	100,75	125,63	120,21	120,04
Směr.odchylka	17,73	14,77	6,16	8,55	4,41	5,99	8,03	7,24	5,64	8,54	16,00	13,48	9,55	5,75	7,43	4,41	4,49	9,33	6,37
Var. koeficient	20,55	14,24	7,21	9,88	4,10	6,04	7,62	6,20	4,91	7,42	15,32	15,16	10,38	4,90	6,76	4,38	3,57	7,76	5,31
95% IS dolní mez	73,99	93,48	81,23	80,57	104,69	94,98	99,83	111,69	110,89	109,16	93,31	79,62	85,39	113,43	104,71	97,69	122,52	113,74	115,63
95% IS horní mez	98,56	113,94	89,77	92,41	110,81	103,28	110,96	121,72	118,71	121,00	115,48	98,31	98,63	121,40	115,01	103,80	128,74	126,67	124,46

Tabulka C2: Úhly zotavení α_{300} u materiálu **M1** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

úhel zotavení α_{300} [°]																			
lázeň	I	II	II (5P)	II (10P)	III	III (5P)	III (10P)	IV	IV (5P)	IV (10P)	V	V (5P)	V (10P)	VI	VI (5P)	VI (10P)	VII	VII (5P)	VII (10P)
0°	86,92	97,84	82,58	84,49	102,78	91,21	113,07	99,82	91,66	81,99	119,29	90,31	92,00	122,79	109,09	101,84	120,11	104,78	109,29
	110,72	107,93	93,75	89,21	96,38	99,09	108,86	114,81	100,13	86,19	127,15	112,38	97,80	128,62	123,43	112,87	135,09	112,18	106,03
	86,04	100,72	100,89	103,61	104,54	104,22	107,26	127,59	106,61	98,72	127,25	91,40	107,08	133,19	109,07	108,81	134,00	110,04	109,56
	115,25	102,16	92,41	92,44	101,23	98,17	109,73	122,61	99,47	88,97	124,56	103,09	98,96	128,20	113,86	107,84	129,73	109,00	108,29
90°	69,68	98,59	74,74	83,89	96,43	92,58	93,02	106,76	93,39	95,43	100,97	94,56	81,89	104,62	98,81	116,44	109,90	97,23	117,57
	76,48	97,55	79,61	91,00	108,25	104,11	94,04	125,41	98,01	105,31	106,80	96,25	89,54	125,96	100,71	118,37	128,59	118,50	120,31
	69,86	99,19	73,42	86,11	98,64	91,39	93,84	121,43	99,76	97,80	105,57	95,22	87,88	126,36	105,17	128,27	145,72	116,31	110,94
	75,26	98,44	75,92	87,00	101,11	96,03	93,63	117,87	97,05	99,51	104,45	95,34	86,44	131,45	101,56	121,03	116,27	129,25	111,94
Průměr	86,28	100,30	84,17	89,72	101,17	97,10	101,68	117,04	98,26	94,24	114,50	97,32	92,70	125,15	107,71	114,43	127,43	112,16	111,74
Směr.odchylka	17,73	3,45	10,25	6,37	4,07	5,26	8,76	9,56	4,56	7,81	11,15	7,18	8,12	8,90	8,12	8,37	11,52	9,57	4,83
Var. koeficient	20,55	3,44	12,17	7,10	4,02	5,42	8,61	8,17	4,64	8,29	9,74	7,38	8,76	7,11	7,54	7,32	9,04	8,53	4,32
95% IS dolní mez	73,99	97,92	77,06	85,30	98,35	93,45	95,61	110,41	95,10	88,83	106,78	92,34	87,07	118,98	102,09	108,63	119,45	105,53	108,39
95% IS horní mez	98,56	102,69	91,27	94,13	103,99	100,75	107,75	123,66	101,42	99,65	122,23	102,30	98,33	131,32	113,34	120,23	135,41	118,79	115,09

Tabulka C3: Úhly zotavení α_{300} u materiálu M2 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku

úhel zotavení α_{300} [°]																			
lázeň	I	II	II (5P)	II (10P)	III	III (5P)	III (10P)	IV	IV (5P)	IV (10P)	V	V (5P)	V (10P)	VI	VI (5P)	VI (10P)	VII	VII (5P)	VII (10P)
0°	76,07	78,1	73,31	81,55	94,97	87,70	97,83	111,52	111,37	108,39	90,32	75,92	67,18	113,36	92,58	104,08	119,77	108,92	92,20
	64,57	78,07	63,78	86,85	103,74	94,12	99,41	107,54	105,39	104,23	89,34	83,69	75,34	124,09	93,41	103,31	135,56	109,61	109,50
	63,43	84,89	72,00	84,94	96,93	92,67	109,23	113,51	114,91	116,37	84,91	81,38	72,18	121,33	92,12	110,31	138,12	111,60	109,86
	68,41	80,35	69,70	84,45	98,55	91,50	102,16	110,86	110,56	109,66	88,19	80,33	71,57	119,59	92,70	105,90	136,84	110,04	111,16
90°	75,28	85,72	64,61	79,26	87,75	69,19	81,41	109,84	95,99	91,27	90,00	86,84	93,58	113,86	99,65	101,68	119,82	102,47	96,53
	87,83	84,18	77,53	91,98	116,44	93,50	100,36	101,12	115,26	87,03	106,07	100,62	95,32	119,04	120,34	118,52	124,60	122,12	105,72
	92,85	91,66	71,61	93,86	116,32	90,00	104,12	103,42	108,75	103,78	108,25	89,53	87,26	129,88	104,15	110,18	133,80	113,18	90,23
	84,32	87,19	71,25	88,37	121,79	84,23	95,30	104,79	106,67	94,03	101,44	92,33	92,05	138,06	97,55	110,13	134,37	112,59	106,85
Průměr	76,60	83,77	70,47	86,41	104,56	87,86	98,73	107,83	108,61	101,85	94,82	86,33	81,81	122,40	99,06	108,01	130,36	111,32	102,76
Směr.odchylka	10,94	4,71	4,50	4,95	12,22	8,23	8,17	4,36	6,20	10,12	8,99	7,81	11,40	8,27	9,59	5,44	7,69	5,48	8,44
Var. koeficient	14,28	5,63	6,39	5,73	11,69	9,36	8,27	4,04	5,71	9,94	9,49	9,04	13,93	6,76	9,68	5,03	5,90	4,93	8,22
95% IS dolní mez	69,02	80,50	67,35	82,98	96,09	82,16	93,07	104,81	104,32	94,83	88,58	80,92	73,91	116,67	92,42	104,25	125,03	107,52	96,90
95% IS horní mez	84,17	87,04	73,59	89,84	113,03	93,56	104,39	110,84	112,91	108,86	101,05	91,74	89,71	128,13	105,71	111,78	135,69	115,12	108,61

Tabulka C4: Úhly zotavení α_{300} u materiálu **M2** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

úhel zotavení α_{300} [°]																			
lázeň	I	II	II (5P)	II (10P)	III	III (5P)	III (10P)	IV	IV (5P)	IV (10P)	V	V (5P)	V (10P)	VI	VI (5P)	VI (10P)	VII	VII (5P)	VII (10P)
0°	76,07	68,58	62,37	68,07	95,53	74,85	85,16	95,37	71,03	82,00	81,24	85,90	84,44	108,59	89,24	103,51	106,20	90,16	102,33
	64,57	67,78	80,59	67,94	95,07	79,85	84,26	97,85	82,81	82,60	92,19	90,00	81,75	115,85	93,34	96,92	112,36	99,09	107,52
	63,43	72,76	83,61	67,61	97,74	77,88	89,25	100,70	91,01	93,16	88,90	86,43	79,74	111,05	94,59	103,18	112,27	101,22	112,55
	68,41	74,89	78,25	72,97	100,81	78,87	88,80	103,85	86,06	87,85	89,12	89,01	87,05	115,42	87,09	104,29	113,61	100,57	108,50
90°	75,28	86,29	79,96	77,41	88,15	98,11	96,36	89,35	91,44	89,20	107,07	94,29	96,70	107,17	107,74	107,93	108,87	102,99	99,64
	87,83	82,33	85,38	90,83	101,22	87,38	92,89	105,59	105,01	103,17	109,72	93,30	103,78	106,46	91,28	111,01	127,79	99,52	95,11
	92,85	79,40	72,96	90,50	107,87	97,88	94,14	114,71	96,43	96,19	102,83	96,32	99,69	113,66	101,61	106,60	112,31	107,02	108,61
	84,32	71,75	69,37	86,25	99,08	94,46	83,86	99,51	88,64	96,19	106,54	94,64	100,06	109,10	90,03	100,64	120,93	109,57	106,28
Průměr	76,60	75,47	76,56	77,70	98,18	86,16	89,34	100,87	89,05	91,29	97,20	91,24	91,65	110,91	94,37	104,26	114,29	101,27	105,07
Směr.odchylka	10,94	6,63	7,78	10,15	5,71	9,56	4,76	7,53	9,94	7,28	10,60	3,95	9,42	3,68	6,97	4,36	6,90	5,81	5,66
Var. koeficient	14,28	8,78	10,17	13,07	5,82	11,10	5,33	7,46	11,16	7,97	10,91	4,33	10,28	3,32	7,39	4,18	6,04	5,74	5,38
95% IS dolní mez	69,02	70,88	71,17	70,66	94,23	79,53	86,04	95,65	82,17	86,25	89,85	88,50	85,12	108,36	89,54	101,24	109,51	97,24	101,15
95% IS horní mez	84,17	80,07	81,96	84,73	102,14	92,78	92,64	106,08	95,94	96,34	104,55	93,97	98,18	113,46	99,19	107,28	119,07	105,29	108,99

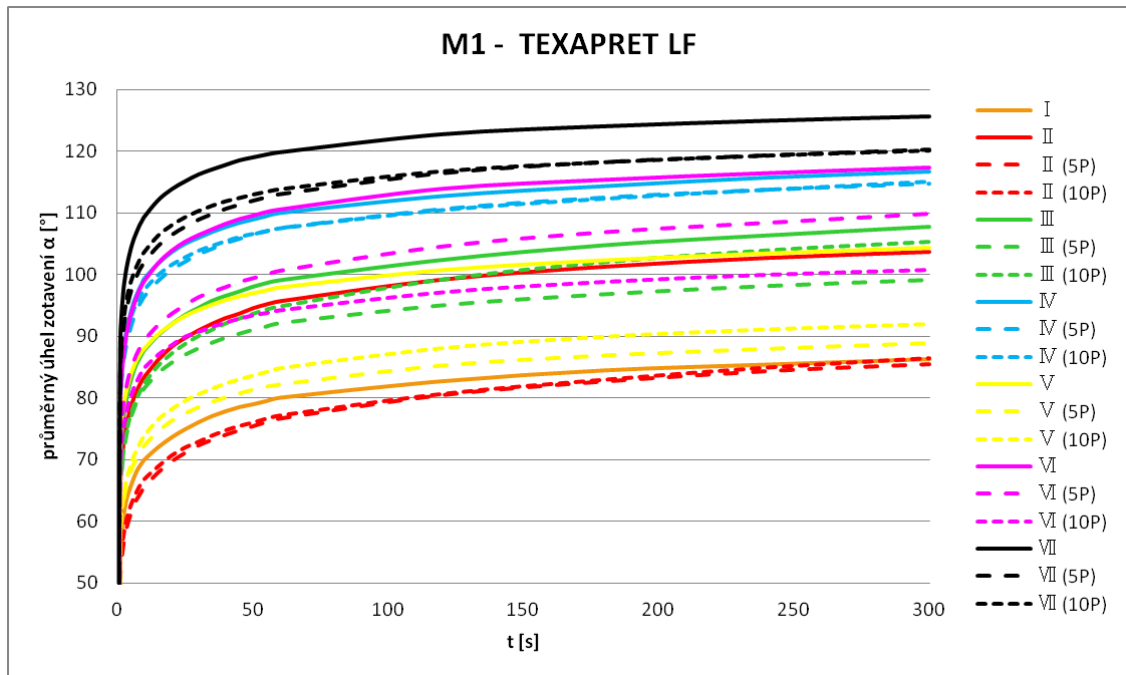
Tabulka C5: Úhly zotavení α_{300} u materiálu **M3** s využitím **TEXAPRETU LF** jako síťujícího prostředku

úhel zotavení α_{300} [°]																			
lázeň	I	II	II (5P)	II (10P)	III	III (5P)	III (10P)	IV	IV (5P)	IV (10P)	V	V (5P)	V (10P)	VI	VI (5P)	VI (10P)	VII	VII (5P)	VII (10P)
0°	67,90	69,29	64,26	65,19	75,73	60,41	61,62	76,59	64,15	66,10	81,25	65,70	77,80	76,53	73,94	68,33	69,79	73,18	71,08
	72,68	71,52	79,33	60,64	76,15	60,77	70,30	82,49	68,14	71,46	81,98	75,73	81,23	78,62	73,71	64,99	82,49	69,84	69,84
	78,83	73,03	83,05	71,52	82,40	63,07	75,73	82,71	71,28	65,71	81,76	69,91	74,54	78,62	74,54	64,99	76,53	70,28	71,29
	70,12	79,53	76,24	65,78	82,17	61,42	69,94	81,16	69,78	65,44	85,17	67,58	64,18	85,17	66,10	66,20	76,53	68,33	70,63
90°	64,84	73,13	68,29	74,75	75,85	68,52	57,21	83,23	59,27	59,01	86,93	73,12	84,08	78,28	57,75	66,40	73,16	85,02	69,85
	65,96	84,98	60,39	73,71	83,57	77,30	64,30	83,38	71,51	75,01	83,30	66,10	74,54	71,51	65,26	66,40	84,48	63,34	68,11
	67,57	88,23	68,97	84,55	72,64	78,62	71,37	87,30	62,60	65,26	83,61	64,18	77,80	73,12	76,01	68,33	76,87	70,28	72,14
	66,12	84,55	65,88	77,67	77,35	74,91	63,92	80,92	72,13	69,00	90,82	75,73	64,18	79,33	79,40	73,94	86,42	70,28	73,59
Průměr	69,25	78,03	70,80	71,73	78,23	68,13	66,80	82,22	67,36	67,12	84,35	69,76	74,79	77,65	70,84	67,45	78,28	71,32	70,82
Směr.odchylka	4,61	7,22	7,90	7,69	3,96	7,79	6,05	3,00	4,78	4,78	3,22	4,60	7,28	4,16	7,14	2,92	5,72	6,20	1,65
Var. koeficient	6,66	9,25	11,16	10,72	5,06	11,43	9,05	3,65	7,10	7,12	3,82	6,60	9,74	5,36	10,07	4,32	7,30	8,70	2,33
95% IS dolní mez	66,06	73,03	65,32	66,40	75,49	62,73	62,61	80,14	64,04	63,81	82,12	66,57	69,75	74,76	65,89	65,43	74,32	67,02	69,68
95% IS horní mez	72,45	83,03	76,28	77,05	80,98	73,52	70,99	84,30	70,67	70,43	86,59	72,95	79,84	80,53	75,78	69,47	82,25	75,62	71,96

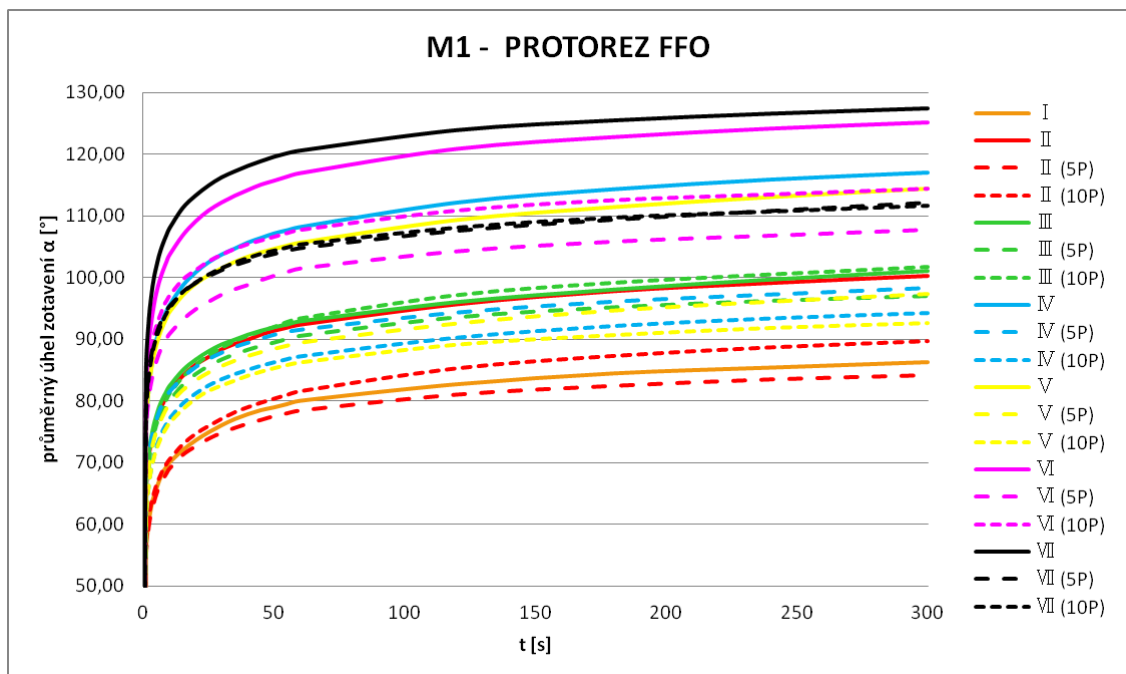
Tabulka C6: Úhly zotavení α_{300} u materiálu **M3** s využitím **PROTOREZU FFO** jako síťujícího prostředku

úhel zotavení α_{300} [°]																			
lázeň	I	II	II (5P)	II (10P)	III	III (5P)	III (10P)	IV	IV (5P)	IV (10P)	V	V (5P)	V (10P)	VI	VI (5P)	VI (10P)	VII	VII (5P)	VII (10P)
0°	67,90	70,976	71,81	65,18	77,36	54,32	74,79	74,61	73,92	61,99	85,64	61,99	70,98	73,14	70,57	59,01	85,89	63,64	74,64
	72,68	68,946	63,71	63,18	80,90	63,64	67,67	71,87	72,92	65,73	79,94	59,46	75,62	79,40	70,32	63,64	86,92	59,46	68,11
	78,83	68,946	68,82	63,18	74,13	64,64	70,98	71,87	77,24	59,46	85,64	67,67	68,11	76,53	78,50	63,64	88,00	74,57	69,11
	70,12	72,216	71,81	65,18	75,62	63,64	64,64	66,67	82,07	65,73	86,50	64,64	85,00	78,28	82,47	70,32	88,09	57,46	77,64
90°	64,84	72,98	70,98	67,67	92,03	82,47	73,99	81,52	64,93	77,70	85,00	82,47	72,87	75,92	75,92	70,98	75,00	63,64	63,64
	65,96	70,98	68,95	71,97	77,36	67,67	67,67	77,36	64,93	67,73	65,73	77,36	67,67	88,00	70,32	75,62	82,56	70,40	70,40
	67,57	66,77	68,95	71,81	75,62	75,62	67,67	86,50	64,53	65,73	88,00	78,50	72,87	85,00	74,57	68,11	85,00	76,53	76,53
	66,12	77,18	71,81	71,81	92,03	72,47	73,99	85,85	75,62	79,70	85,00	88,00	64,64	85,00	70,57	85,00	86,00	68,11	68,11
Průměr	69,25	71,12	69,60	67,50	80,63	68,06	70,17	77,03	72,02	67,97	82,68	72,51	72,22	80,16	74,16	69,54	84,68	66,73	71,02
Směr.odchylka	4,61	3,16	2,74	3,88	7,31	8,65	3,79	7,11	6,57	7,13	7,23	10,45	6,24	5,25	4,57	8,12	4,30	6,88	4,82
Var. koeficient	6,66	4,44	3,94	5,74	9,06	12,71	5,40	9,23	9,12	10,49	8,75	14,42	8,64	6,55	6,17	11,67	5,07	10,30	6,79
95% IS dolní mez	66,06	68,94	67,70	64,81	75,57	62,06	67,55	72,10	67,47	63,03	77,67	65,27	67,90	76,52	70,99	63,92	81,70	61,96	67,68
95% IS horní mez	72,45	73,31	71,50	70,18	85,70	74,05	72,80	81,96	76,57	72,91	87,69	79,75	76,54	83,79	77,32	75,16	87,66	71,49	74,36

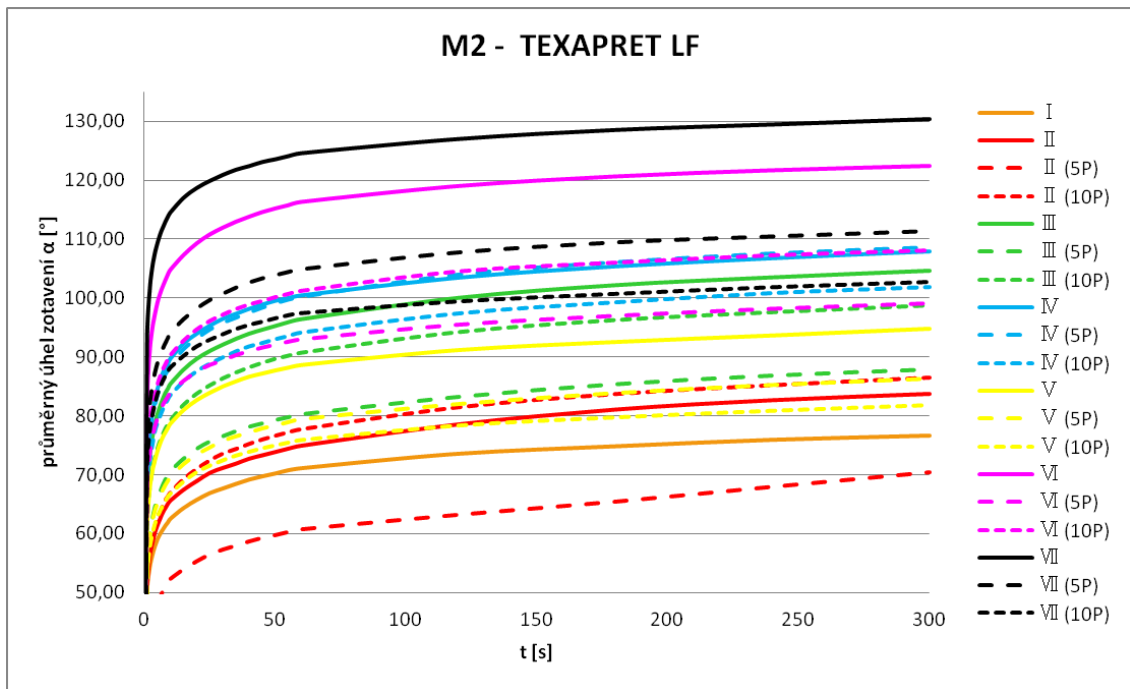
Příloha D – Křivky zotavení



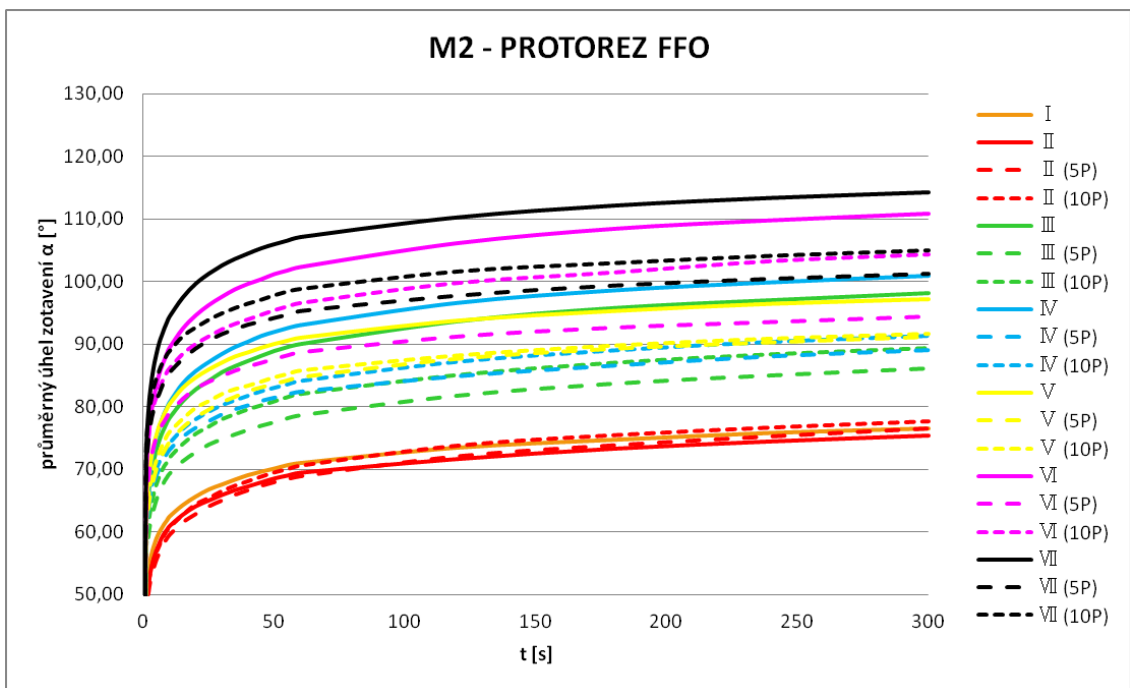
Obrázek D1: Křivky zotavení u materiálu M1 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku



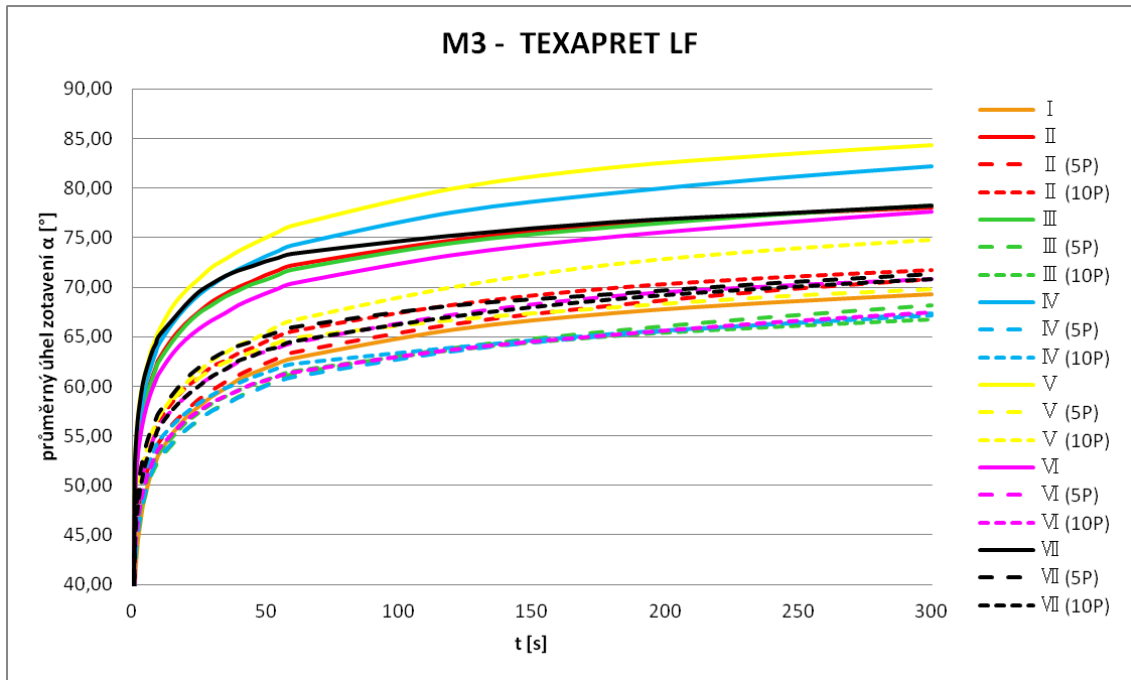
Obrázek D2: Křivky zotavení u materiálu M1 s využitím PROTOREZU FFO jako síťujícího prostředku



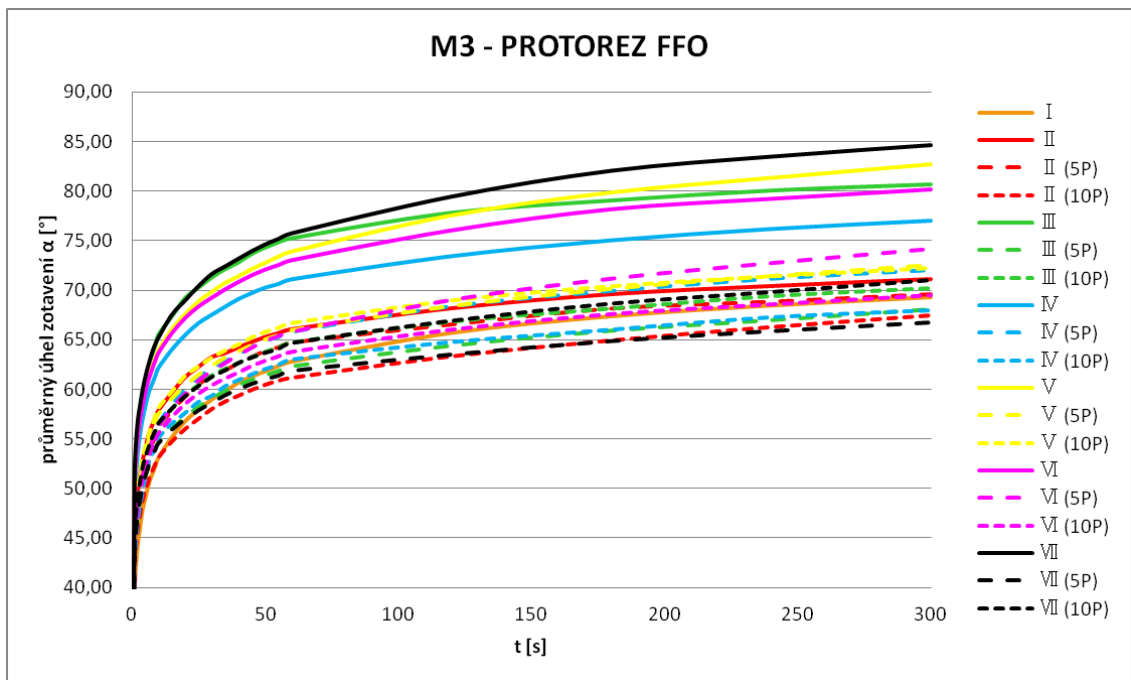
Obrázek D3: Křivky zotavení u materiálu M2 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku



Obrázek D4: Křivky zotavení u materiálu M2 s využitím PROTOREZU FFO jako síťujícího prostředku



Obrázek D5: Křivky zotavení u materiálu M3 s využitím TEXAPRETU LF jako síťujícího prostředku



Obrázek D6: Křivky zotavení u materiálu M2 s využitím PROTOREZU FFO jako síťujícího prostředku

Příloha E – Pevnost a tažnost

Tabulka E1: Hodnoty pevnosti pro materiál **M1**

		Pevnost [N]													
lázeň		I		II		III		IV		V		VI		VII	
měření		os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
TEXAPRET LF	1	281,96	326,98	205,41	178,12	222,63	89,71	201,13	73,73	189,93	127,17	185,37	71,19	189,21	47,91
	2	264,83	326,95	212,13	137,47	204,45	76,71	199,41	54,19	212,75	179,77	129,61	85,74	178,91	51,04
	3	265,84	364,38	214,45	225,65	190,24	109,21	206,84	69,94	174,59	182,73	136,14	64,35	144,21	75,32
	Průměr	270,88	339,44	210,66	180,41	205,77	91,88	202,46	65,95	192,42	163,22	150,37	73,76	170,78	58,09
	Směr.odchylka	9,61	21,60	4,70	44,13	16,24	16,36	3,89	10,36	19,20	31,26	30,48	10,92	23,58	15,00
	Var. koeficient	3,55	6,36	2,23	24,46	7,89	17,80	1,92	15,71	9,98	19,15	20,27	14,81	13,81	25,83
	95% IS dolní mez	260,00	314,99	205,35	130,47	187,40	73,37	198,06	54,23	170,69	127,85	115,88	61,40	144,10	41,11
	95% IS horní mez	281,75	363,88	215,98	230,36	224,15	110,39	206,86	77,68	214,15	198,59	184,87	86,12	197,46	75,07
PROTOREZ FFO	měření	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
	1	281,96	326,98	204,68	254,09	224,50	198,43	191,79	233,65	254,84	184,88	221,71	134,55	230,10	133,50
	2	264,83	326,95	208,18	253,82	240,45	242,81	219,11	183,56	246,19	170,95	176,29	158,32	217,92	198,82
	3	265,84	364,38	183,29	269,26	246,16	261,04	245,68	214,82	287,70	230,29	223,96	181,95	241,81	212,10
	Průměr	270,88	339,44	198,72	259,06	237,04	234,09	218,86	210,68	262,91	195,37	207,32	158,27	229,94	181,47
	Směr.odchylka	9,61	21,60	13,47	8,84	11,23	32,20	26,95	25,30	21,90	31,03	26,90	23,70	11,95	42,07
	Var. koeficient	3,55	6,36	6,78	3,41	4,74	13,76	12,31	12,01	8,33	15,88	12,97	14,97	5,20	23,18
	95% IS dolní mez	260,00	314,99	183,47	249,06	224,33	197,65	188,37	182,05	238,13	160,26	176,88	131,45	216,43	133,86
95% IS horní mez	281,75	363,88	213,96	269,06	249,74	270,53	249,35	239,31	287,69	230,49	237,76	185,09	243,46	229,08	

Tabulka E2: Hodnoty pevnosti pro materiál M2

		Pevnost [N]													
lázeň		I		II		III		IV		V		VI		VII	
měření		os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
TEXAPRET LF	1	508,30	201,05	411,25	186,05	248,41	118,57	211,49	88,01	359,25	191,80	244,01	103,89	229,30	68,29
	2	526,90	248,94	368,39	189,87	280,79	120,83	202,44	116,95	337,76	162,96	226,05	124,16	229,78	104,24
	3	618,50	216,97	405,39	132,34	266,56	158,22	241,95	133,94	402,16	128,53	280,35	127,09	239,64	106,56
	Průměr	551,23	222,32	395,01	169,42	265,25	132,54	218,63	112,97	366,39	161,10	250,14	118,38	232,91	93,03
	Směr.odchylka	58,99	24,39	23,24	32,17	16,23	22,27	20,70	23,22	32,79	31,68	27,66	12,63	5,84	21,46
	Var. koeficient	10,70	10,97	5,88	18,99	6,12	16,80	9,47	20,56	8,95	19,66	11,06	10,67	2,51	23,06
	95% IS dolní mez	484,48	194,72	368,71	133,02	246,89	107,34	195,20	86,69	329,29	125,25	218,83	104,08	226,30	68,75
	95% IS horní mez	617,99	249,92	421,31	205,82	283,62	157,74	242,05	139,25	403,49	196,94	281,44	132,68	239,51	117,31
	PROTOREZ FFO	měření	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os
1		508,30	201,05	508,00	175,59	462,07	201,28	458,30	200,48	401,43	206,16	408,29	173,68	384,17	190,27
2		526,90	248,94	522,70	207,53	411,46	204,02	416,82	186,53	408,14	215,80	392,50	197,70	386,68	191,30
3		618,50	216,97	520,70	177,37	450,27	172,69	443,21	236,45	405,45	207,69	379,55	192,77	312,25	203,94
Průměr		551,23	222,32	517,13	186,83	441,27	192,66	439,44	207,82	405,01	209,88	393,45	188,05	361,03	195,17
Směr.odchylka		58,99	24,39	7,97	17,95	26,48	17,35	20,99	25,76	3,38	5,18	14,39	12,69	42,27	7,61
Var. koeficient		10,70	10,97	1,54	9,61	6,00	9,01	4,78	12,39	0,83	2,47	3,66	6,75	11,71	3,90
95% IS dolní mez		484,48	194,72	508,11	166,52	411,30	173,03	415,69	178,67	401,19	204,02	377,16	173,69	313,21	186,56
95% IS horní mez		617,99	249,92	526,16	207,14	471,23	212,30	463,20	236,97	408,83	215,75	409,73	202,41	408,86	203,78

Tabulka E3: Hodnoty tažnosti pro materiál **M1**

		Tažnost [%]													
lázeň		I		II		III		IV		V		VI		VII	
měření		os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
TEXAPRET LF	1	27,82	28,36	16,86	29,63	16,38	25,33	17,19	23,34	14,02	27,64	19,44	20,97	14,36	17,91
	2	28,64	29,93	18,84	23,68	13,71	28,11	13,30	23,00	20,95	30,76	18,92	26,54	13,98	24,83
	3	28,94	28,98	18,67	30,48	12,87	24,46	15,99	20,92	19,39	29,13	19,91	21,23	15,04	24,15
	Průměr	28,47	29,09	18,12	27,93	14,32	25,96	15,49	22,42	18,12	29,18	19,42	22,91	14,46	22,30
	Směr.odchylka	0,58	0,79	1,10	3,71	1,83	1,91	2,00	1,31	3,63	1,56	0,49	3,14	0,54	3,81
	Var. koeficient	2,04	2,72	6,07	13,27	12,81	7,34	12,88	5,85	20,05	5,34	2,53	13,71	3,74	17,10
	95% IS dolní mez	27,81	28,19	16,88	23,74	12,25	23,81	13,23	20,93	14,01	27,41	18,87	19,36	13,85	17,98
	95% IS horní mez	29,12	29,99	19,37	32,12	16,40	28,12	17,75	23,90	22,23	30,94	19,98	26,47	15,07	26,61
	PROTOREZ FFO	měření	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os
1		27,82	28,36	18,19	29,33	19,63	26,96	19,35	29,29	21,68	30,84	20,42	25,24	19,68	23,43
2		28,64	29,93	19,85	29,92	20,81	30,66	20,20	25,65	22,60	27,48	18,12	28,81	18,34	28,74
3		28,94	28,98	20,60	31,74	20,95	29,85	21,25	29,10	23,69	29,95	18,01	29,76	17,01	30,06
Průměr		28,47	29,09	19,55	30,33	20,46	29,16	20,27	28,01	22,66	29,42	18,85	27,94	18,34	27,41
Směr.odchylka		0,58	0,79	1,23	1,26	0,72	1,94	0,95	2,05	1,01	1,74	1,36	2,38	1,33	3,51
Var. koeficient		2,04	2,72	6,32	4,15	3,54	6,66	4,71	7,33	4,44	5,92	7,24	8,53	7,26	12,81
95% IS dolní mez		27,81	28,19	18,15	28,91	19,64	26,96	19,19	25,69	21,52	27,45	17,31	25,24	16,84	23,44
95% IS horní mez		29,12	29,99	20,95	31,76	21,28	31,36	21,35	30,34	23,80	31,39	20,39	30,63	19,85	31,38

Tabulka E4: Hodnoty tažnosti pro materiál M2

		Tažnost [%]													
lázeň		I		II		III		IV		V		VI		VII	
měření		os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
TEXAPRET LF	1	34,49	32,34	20,02	35,82	20,98	32,03	15,09	30,43	20,85	37,96	18,46	26,45	19,00	23,10
	2	33,71	33,66	17,50	34,91	21,32	34,02	17,39	31,33	22,23	34,16	19,97	30,15	18,90	28,16
	3	33,93	32,49	16,24	35,38	23,42	33,97	15,10	31,05	21,29	34,02	18,79	32,35	17,01	28,55
	Průměr	34,04	32,83	17,92	35,37	21,91	33,34	15,86	30,94	21,46	35,38	19,07	29,65	18,31	26,61
	Směr.odchylka	0,40	0,72	1,93	0,46	1,32	1,13	1,33	0,46	0,71	2,23	0,79	2,98	1,12	3,04
	Var. koeficient	1,17	2,21	10,76	1,30	6,03	3,40	8,36	1,50	3,29	6,31	4,17	10,05	6,13	11,43
	95% IS dolní mez	33,59	32,01	15,74	34,85	20,42	32,06	14,36	30,41	20,66	32,85	18,18	26,28	17,04	23,16
	95% IS horní mez	34,50	33,65	20,10	35,89	23,40	34,62	17,36	31,46	22,26	37,91	19,97	33,02	19,57	30,05
	PROTOREZ FFO	měření	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os
1		34,49	32,34	21,57	28,51	24,33	31,45	20,63	35,49	23,80	36,55	17,86	32,79	21,22	33,83
2		33,71	33,66	21,13	32,74	22,50	32,66	21,18	33,11	24,65	37,52	18,74	35,96	20,74	34,65
3		33,93	32,49	21,05	32,08	22,52	31,96	20,46	35,19	21,83	34,63	19,60	31,88	20,59	31,54
Průměr		34,04	32,83	21,25	31,11	23,12	32,02	20,76	34,59	23,43	36,23	18,73	33,55	20,85	33,34
Směr.odchylka		0,40	0,72	0,28	2,27	1,05	0,61	0,38	1,30	1,44	1,47	0,87	2,14	0,33	1,61
Var. koeficient		1,17	2,21	1,32	7,31	4,53	1,90	1,81	3,75	6,17	4,06	4,64	6,38	1,59	4,84
95% IS dolní mez		33,59	32,01	20,93	28,54	21,93	31,34	20,33	33,13	21,79	34,57	17,75	31,12	20,47	31,51
95% IS horní mez		34,50	33,65	21,57	33,68	24,30	32,71	21,18	36,06	25,06	37,90	19,72	35,97	21,23	35,17

Příloha F – Ohybová síla

Tabulka E1: Hodnoty ohybové síly pro materiál **M1**

		Ohybová síla Fm[mN]													
lázeň		I		II		III		IV		V		VI		VII	
měření		os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
TEXAPRET LF	1	5,83	24,70	7,61	18,46	8,35	21,54	7,70	28,47	7,22	19,80	7,45	24,90	8,20	23,46
	2	5,92	23,25	8,01	20,84	8,80	26,09	7,28	26,68	6,77	18,09	7,79	24,31	7,88	20,70
	3	6,41	23,70	7,14	18,10	9,10	22,49	7,89	28,12	7,33	20,03	7,08	23,79	7,85	20,92
	Průměr	6,05	23,88	7,59	19,13	8,75	23,38	7,62	27,76	7,11	19,31	7,44	24,33	7,98	21,69
	Směr.odchylnka	0,31	0,74	0,44	1,49	0,38	2,40	0,31	0,95	0,30	1,06	0,36	0,56	0,20	1,53
	Var. koeficient	5,11	3,10	5,75	7,77	4,34	10,27	4,09	3,42	4,19	5,51	4,80	2,29	2,44	7,05
	95% IS dolní mez	5,70	23,05	7,10	17,45	8,32	20,66	7,27	26,68	6,77	18,10	7,03	23,70	7,76	19,96
	95% IS horní mez	6,40	24,72	8,08	20,82	9,18	26,09	7,98	28,83	7,44	20,51	7,84	24,96	8,20	23,43
	PROTOREZ FFO	měření	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os
1		5,83	24,70	7,84	33,13	8,02	30,17	7,65	35,42	8,87	26,71	6,98	24,56	7,07	23,87
2		5,92	23,25	7,46	28,90	7,20	25,56	8,25	33,65	8,99	26,08	7,80	26,31	6,97	23,75
3		6,41	23,70	8,28	27,09	8,63	27,41	8,43	26,78	8,27	25,88	8,30	27,64	6,92	23,60
Průměr		6,05	23,88	7,86	29,70	7,95	27,71	8,11	31,95	8,71	26,22	7,69	26,17	6,99	23,74
Směr.odchylnka		0,31	0,74	0,41	3,10	0,72	2,32	0,41	4,56	0,39	0,43	0,67	1,54	0,08	0,13
Var. koeficient		5,11	3,10	5,22	10,44	9,04	8,37	5,07	14,28	4,43	1,65	8,69	5,90	1,10	0,57
95% IS dolní mez		5,70	23,05	7,39	26,19	7,13	25,09	7,64	26,79	8,27	25,73	6,93	24,42	6,90	23,59
95% IS horní mez		6,40	24,72	8,32	33,21	8,76	30,34	8,58	37,11	9,15	26,71	8,45	27,92	7,07	23,89

Tabulka E2: Hodnoty ohybové síly pro materiál **M1**

		Ohybová síla Fm[mN]													
lázeň		I		II		III		IV		V		VI		VII	
měření		os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út
TEXAPRET LF	1	37,50	11,42	41,92	10,52	45,52	10,30	49,40	10,78	41,56	8,92	38,38	9,30	49,34	10,58
	2	34,78	12,08	44,42	9,44	42,76	10,48	52,98	10,42	43,92	8,50	46,10	9,92	49,54	10,56
	3	37,46	11,62	46,18	10,72	41,48	11,10	50,32	11,42	40,54	8,02	42,20	9,44	50,30	11,10
	Průměr	36,58	11,71	44,17	10,23	43,25	10,63	50,90	10,87	42,01	8,48	42,23	9,55	49,73	10,75
	Směr.odchylka	1,56	0,34	2,14	0,69	2,06	0,42	1,86	0,51	1,73	0,45	3,86	0,33	0,51	0,31
	Var. koeficient	4,26	2,89	4,85	6,73	4,77	3,95	3,65	4,66	4,13	5,31	9,14	3,40	1,02	2,85
	95% IS dolní mez	34,82	11,32	41,75	9,45	40,92	10,15	48,80	10,30	40,04	7,97	37,86	9,19	49,15	10,40
	95% IS horní mez	38,34	12,09	46,60	11,01	45,59	11,10	53,00	11,45	43,97	8,99	46,59	9,92	50,30	11,09
	PROTOREZ FFO	měření	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os	út	os
1		37,50	11,42	45,34	10,20	49,36	10,98	52,86	10,80	44,48	8,72	50,52	10,38	56,06	9,72
2		34,78	12,08	41,08	11,12	52,54	11,64	52,88	9,34	51,84	8,96	52,22	9,40	49,38	9,44
3		37,46	11,62	40,36	11,26	46,88	10,62	52,36	10,96	47,00	9,28	51,36	11,06	52,44	8,84
Průměr		36,58	11,71	42,26	10,86	49,59	11,08	52,70	10,37	47,77	8,99	51,37	10,28	52,63	9,33
Směr.odchylka		1,56	0,34	2,69	0,58	2,84	0,52	0,29	0,89	3,74	0,28	0,85	0,83	3,34	0,45
Var. koeficient		4,26	2,89	6,37	5,30	5,72	4,67	0,56	8,61	7,83	3,13	1,65	8,12	6,35	4,82
95% IS dolní mez		34,82	11,32	39,21	10,21	46,38	10,49	52,37	9,36	43,54	8,67	50,40	9,34	48,84	8,82
95% IS horní mez		38,34	12,09	45,31	11,51	52,80	11,67	53,03	11,38	52,01	9,30	52,33	11,22	56,41	9,84