

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

Studijní program: N3106 Textilní inženýrství  
Studijní obor: Textilní a oděvní technologie  
Katedra oděvnictví  
KOD/2010/02/8/MS

**SPECIÁLNÍ ŠICÍ NITĚ**  
**SPECIAL SEWING THREADS**

Autorka: Bc. Jana Vaverková  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Zuzana Fléglová

Počet stran:70  
Počet obrázků:42  
Počet tabulek:6  
Počet příloh:10

## Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

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 TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 8. ledna 2010

.....

Podpis

## Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Zuzaně Fléglové, za její podmětne rady, připomínky, čas a ochotu, kterou mi věnovala při zpracovávání diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat za odborné vedení a podporu při psaní této práce.

Mé další poděkování patří Ing. Vladimírovi Kovačičovi, Ing. Janě Grabmüllerové a doc. Ing. Jakobovi Wienerovi, Ph.D. za odborné rady v průběhu realizace experimentální části, za jejich ochotu a připomínky.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodičům, přátelům a známým za podporu během celé doby studia.

## **ANOTACE**

Předmětem diplomové práce „speciální šicí nitě“ je analýza vybraných nehořlavých nití firem Amann Group a Coats PRO. V první části práce je přehled sortimentu šicích nití, jejich vlastností a princip hodnocení. Závěr této části je věnovaný jednotlivým výrobcům nití a také trendům ve vývoji speciálních šicích nití. Druhá část práce je zaměřena na samotné jádro práce a to na provedení experimentu. Zde se bude zkoušet pevnost a tažnost nití, pevnost a tažnost nití ve smyčce, tepelný tok a nehořlavost nití. V závěru jsou pak výsledky měření porovnány s údaji od výrobce. Následně je vybraná nejlepší nit.

## **ANNOTATION**

The subject of thesis "special sewing threads" is an analysis of selected non-flammable threads producing of companies Amann Group and Coats PRO. In the first part there is an overview of the range of sewing threads, their characteristics and principles of evaluation. The end of this part is devoted to the producers of threads and trends in the development of special sewing threads. The second part is the core part and it is focused on the experiments itself. The experiments consists of testing the strength and elongation of thread, testing the strength and elongation in the loop, testing heat flow and nonflammability of threads. In conclusion, the results of the experiments are compared with data from the producers. In the end the best thread is selected.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Speciální šicí nitě, Pevnost, Tažnost, Nehořlavost, Tepelný tok

## **KEYWORDS**

Special sewing threads, Strength, Elongation, Nonflammability, Heat flow

# Obsah

Úvod .....	- 10 -
1 Přehled sortimentu šicích nití a jejich vlastnosti .....	- 11 -
1.1 Rozdělení šicích nití .....	- 11 -
1.1.1 Rozdělení podle druhu materiálů .....	- 12 -
1.1.2 Rozdělení podle konstrukce a technologie výroby .....	- 14 -
1.1.3 Rozdělení podle způsobu použití .....	- 16 -
1.1.4 Rozdělení podle základních úprav .....	- 16 -
1.1.5 Šicí nitě používané ve zdravotnictví .....	- 16 -
1.2 Vlastnosti a parametry šicích nití .....	- 17 -
1.2.1 Jemnost šicích nití .....	- 18 -
1.2.2 Počet a směr zákrutů .....	- 21 -
1.2.3 Smyčkovitost .....	- 22 -
1.2.4 Douprava .....	- 23 -
1.2.5 Pevnost v tahu a tažnost .....	- 23 -
1.2.6 Pevnost ve smyčce .....	- 25 -
1.2.7 Sráživost .....	- 25 -
1.2.8 Pružnost .....	- 26 -
1.2.9 Odolnost v oděru .....	- 27 -
1.3 Označování šicích nití .....	- 28 -
2 Přehled výrobců šicích nití .....	- 29 -
2.1 Výrobci šicích nití .....	- 29 -
2.2 Trendy ve vývoji speciálních šicích nití .....	- 32 -
3 Experimentální část .....	- 34 -
3.1 Experiment 1 - Namáhání v tahu .....	- 34 -
3.1.1 Použité vzorky nití .....	- 34 -
3.1.2 Použitý přístroj .....	- 36 -
3.1.3 Podstata zkoušky .....	- 36 -
3.1.4 Postup zkoušky .....	- 37 -
3.1.5 Zpracování výsledků .....	- 37 -
3.1.6 Shrnutí .....	- 42 -
3.2 Experiment 2 – namáhání ve smyčce .....	- 43 -
3.2.1 Podstata zkoušky .....	- 43 -
3.2.2 Podmínky zkoušky .....	- 43 -
3.2.3 Zpracování výsledků .....	- 44 -
3.2.4 Vyhodnocení měření .....	- 48 -
3.2.5 Shrnutí .....	- 49 -
3.2.6 Závěr experimentu 1 a 2 .....	- 49 -
3.3 Experiment 3 – termodynamické vlastnosti .....	- 50 -
3.3.1 Použitý přístroj .....	- 50 -
3.3.2 Princip zkoušky .....	- 51 -
3.3.3 Příprava vzorků .....	- 51 -
3.3.4 Postup zkoušky .....	- 52 -
3.3.5 Použité vzorky nití .....	- 52 -
3.3.6 Vyhodnocení vzorků .....	- 53 -
3.3.7 Shrnutí .....	- 57 -

3.4	Experiment 4 – Nehořlavost nití .....	- 59 -
3.4.1	Použitý přístroj.....	- 59 -
3.4.2	Podstata zkoušky.....	- 60 -
3.4.3	Příprava vzorků.....	- 60 -
3.4.4	Postup zkoušky .....	- 61 -
3.4.5	Shrnutí.....	- 65 -
3.5	Závěr experimentální části .....	- 65 -
4	Závěr .....	- 67 -
	Seznam obrázků.....	- 69 -
	Použitá literatura .....	- 70 -

## SEZNAM SYMBOLŮ

T	délková jemnost	[tex]
m	hmotnost	[g]
l	délka	[m]
Nm	číslo metrické	[m/g]
Ne	číslo anglické	[-]
Td	titr denier	[m/l]
No	etiketní číslo	[-]
$\varepsilon$	relativní deformace	[%]
Ep	modul pružnosti	[Pa]
<i>fsm</i>	relativní pevnost ve smyčce	[%]
F	pevnost	[N]
$\varepsilon_{sr}$	relativní srážlivost	[%]
A	tažnot	[mm][%]
W	práce	[J]
<i>f</i>	relativní pevnost	[N* $\text{tex}^{-1}$ ]
IS	interval spolehlivosti	[-]

## Úvod

Nit lze definovat jako délkovou textilií, u které se jeden rozměr (tloušťka) liší od rozměru druhého (délka). Šicí nitě se řadí do skupiny drobné textilní přípravy, a jsou tvořeny z jednoho nebo několika vláken. Jsou důležitým stavebním prvkem při výrobě oděvních produktů.

Tato práce se zabývá převážně speciálními šicími nitěmi, které se používají při výrobě hasičských a ochranných oděvů. Tyto nitě jsou speciální především svojí úpravou zaručující zvýšenou odolnost proti vysokým teplotám.

**Cílem práce bude porovnat a vyhodnotit vlastnosti jednotlivých speciálních šicích nití od různých výrobců.** K dosažení tohoto cíle byl zvolen následující postup. V první části se práce zabývá současným sortimentem šicích nití, jejich rozdělením a vlastnostmi. V závěru teoretické části je již věnován prostor výrobcům speciálních šicích nití, které jsou následně zkoumány. Po teoretické části následuje experimentální část, která je zásadní pro naplnění cíle práce. V této části se budou provádět čtyři druhy experimentů. První experiment je zaměřený na zkoušku pevnosti a tažnosti nití. Druhý experiment pak zkoumá pevnost a tažnost nití ve smyčce. Další experiment se zabývá tepelným tokem speciálních šicích nití. Nakonec je provedena zkouška nehořlavosti nití.

Jako zkoumané nitě byly vybrány nitě Pyrostar, Protos a Firefly od výrobce Coats PRO, a nitě Kc-tech a N-tech od výrobce Amann Group. Zvolené nitě byly vybrány z důvodu jejich širokého využití při výrobě hasičských a ochranných oděvů.

V závěru je pak tedy bude ověřena vhodnost užití nití pro tyto účely, a vybrána nejlepší nit.



# 1 Přehled sortimentu šicích nití a jejich vlastnosti

Tato část práce je věnována obecné charakteristice šicích nití a přehledu jednotlivých typů.

Šicí nit může být definována jako: „šicí nit je název pro souvislý podélný útvar určený především ke konvenčnímu spojování oděvních dílů v konfekční výrobě, nebo šicí nitě jsou délkové textilie, jejichž jeden rozměr, tedy tloušťka se liší od rozměru druhého – délky“ [2]. V současné oděvní výrobě plní šicí nitě zejména funkci spojovacího článku oděvních součástí. Šicí nitě jsou však také s ohledem na požadovanou bezpečnost provozu a šicí spolehlivost považovány za jeden z rozhodujících činitelů ovlivňujících oděvní výrobu.

Nitě patří do drobné textilní přípravy a používáme je především ke konvenčnímu spojování oděvních součástí v konfekční výrobě. Také je používáme k sešívání technických textilií například v automobilovém a leteckém průmyslu. Spolu s šitým materiálem mají zásadní vliv na hotový výrobek.

Šicí nitě jsou při výrobě opatřeny speciálními úpravami, jako je aviváž, opalování, leštění a podobně. Tyto úpravy se provádějí za účelem zlepšení zpracovatelnosti, nebo užitných vlastností. Speciální úpravy, které se provádí na nitích, musí odpovídat požadavkům k použití.

## 1.1 Rozdělení šicích nití

Šicí nitě se rozdělují podle určitých hledisek, a to:

- Podle druhu materiálů
- Podle konstrukce (struktury) a technologie výroby
- Podle způsobu použití
- Podle základních úprav

### 1.1.1 Rozdělení podle druhu materiálů

Podle druhu materiálů se šicí nitě dělí do dvou základních skupin, které se dále dělí na další podskupiny. První ze skupin jsou nitě vyráběné z přírodních materiálů a druhá skupina nití jsou nitě vyráběné ze syntetických materiálů. Další samostatnou skupinou jsou nitě speciální.

#### 1.1.1.1 Přírodní šicí nitě

Do této skupiny nití se řadí nitě: - bavlněné



- lněné

- z přírodního hedvábí

- z přírodního polymeru (viskózová)

Obrázek 1: Přírodní šicí nitě

Bavlněné nitě se používají pro spojování bavlněných plošných textilií, vyšívání a v obuvnictví. Lněné nitě se uplatňují zejména v obuvnictví, čalounictví a v galanterní výrobě. Přírodní hedvábí je určené k vyšívání dírek a spojování jemných textilií. Přírodní polymery, neboli viskózové nitě, se používají pro stehovky, na vyšívání dírek a vyšívání.[9]

#### 1.1.1.2 Syntetické šicí nitě

Do skupiny syntetických nití patří nitě: - polyamidové nitě



- polyesterové nitě

Obrázek 2: Syntetické šicí nitě

Polyamidové nitě slouží například polygrafickému průmyslu, k šití knih, ale také k výrobě technické konfekce, šití padáků, velkoobjemových vaků a filtrů [9]. Polyesterové nitě lze použít v domácnosti i v průmyslu. Pro šití dětské, dámské i pánské konfekce, šití stolního prádla, ručníků, lůžkovin a podobně [8].

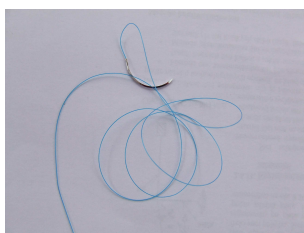
### 1.1.1.3 Speciální šicí nitě

Jsou to především nitě pro zvláštní účely, kterému odpovídá materiálové složení nitě. Jedná se například o nitě z teflonových materiálů, nitě z hutnických materiálů, které mají zvýšenou odolnost vůči hoření. Do této skupiny nití patří i vodivé nitě, chirurgické nitě a podobně.

Některé nitě jsou opatřeny zdravotně nezávadnou úpravou bez chutí a zápachu. Takovéto nitě je možné používat v potravinářském, farmaceutickém nebo chemickém průmyslu.[17]

**Tyto nitě lze rozdělit na několik typů:**

- chirurgické nitě
- nitě s tepelnou a chemickou
- nitě teflonové
- vodivé nitě
- nitě na sešívání papírových pytlů
- knihařské nitě apod.



**Obrázek 3: Chirurgická šicí nit**

Chirurgické nitě jsou určeny pro šití kůže, spojování měkkých tkání, k sešívání rozštěpených svalů a vnitřních orgánů. Nitě s tepelnou a chemickou odolností se používají pro výrobu ochranných oděvů, kde je potřeba odolávat vysokým teplotám a chemikáliím. Jsou vyráběny z meta-aramidu a para-aramidu. Dále se používají pro výrobu závodních kombinéz, ochranných a pracovních oděvů jako jsou například hasičské oděvy, svářečské oděvy, kovářské oděvy, oděvy na benzinových stanicích, oděvy pro keramický a sklářský průmysl. Teflonové nitě jsou vyrobené z polyamidového vlákna pokrytého inertní ochrannou pastou. Používá se jako těsnící vlákno. Vodivé nitě jsou seskané z monofilu vodivých vláken. „Vodivá vlákna jsou kovová nebo bikomponentní uhlíková různých průřezů.“[19]

## 1.1.2 Rozdělení podle konstrukce a technologie výroby

Podle konstrukce a technologie výroby se nitě dělí na tři skupiny. První skupinou jsou nitě staplové, druhou skupinou jsou nitě jádrové a poslední skupinou jsou nitě z nekonečných vláken.

### 1.1.2.1 Staplové šicí nitě

Tyto nitě se vyrábějí dvěma způsoby. První z těchto způsobů je klasický bavlnářský způsob, druhý je konvertorový způsob.[19]

#### 1. Nitě vyrobené klasickým bavlnářským způsobem:

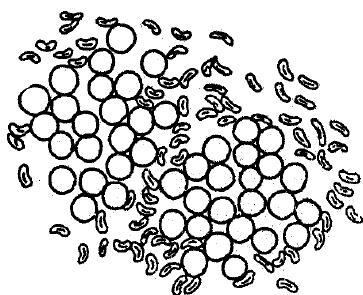
Tyto nitě mají velké množství odstávajících vláken, které ovlivňují chladicí účinek nitě. Jsou pevné a pružné, mají nižší sráživost a jsou odolné proti chemikáliím, plísním, atd. Tyto nitě jsou vhodné k šití textilií, které obsahují víc jak 10% syntetických vláken.[19]

#### 2. Nitě vyrobené konvertorovým způsobem:

Konvertorové nitě jsou hladší, na oděr odolnější a rovnoměrnější než nitě spřádané bavlnářským způsobem. Vyrábějí se na trhacích konvertorech, z trhaného kabelu bavlnářské jemnosti a vlnářského staplu. Umožňuje dokonalé vydloužení vláken, což se projeví zvýšením pevnosti a snížením tažnosti. Nitě mají výbornou šicí schopnost. Používají se pro šití prádla, pleteného zboží a v obuvnickém průmyslu.[19]

### 1.1.2.2 Jádrové šicí nitě

Vyrábějí se opředěním polyesterového nebo polyamidového jádra, které je tvořeno nekonečnými vlákny, délkovými vlákny staplovými nebo střížovými. Vyrábějí se ve



Obrázek 4: Příčný řez jádrovou šicí nití[19]

složení polyester stříž/polyester hedvábí, nebo polyesterové hedvábí / bavlna. Vyznačují se vysokou pružností a tažností a odolností proti vysokým teplotám. Relativní pevnost je vyšší o cca 60% oproti bavlněným nitím, tažnost se zvýší na 14-20%. Jádro, složené z nekonečného vlákna, zabezpečuje výborné mechanicko-fyzikální vlastnosti. Střížový obal chrání jádro před destrukcí a má chladicí účinek na jehlu. Kombinací

vlastností syntetických a přírodních vláken se bikomponentní jádrové<sup>1</sup> nitě přibližují vlastnostem šitého materiálu. Jádrové nitě mají vysokou odolnost proti tepelnému působení při žehlení.[19]

### 1.1.2.3 Nitě z nekonečných vláken

Nitě z nekonečných vláken jsou převážně nitě hedvábné. Tyto nitě se pak dělí na nitě hladké, tvarované, monofilové a tmelené nitě.

- Hladké nitě se vyznačují malým odvodem tepla, které vzniká při šití na jehle. Jsou nevhodné pro vysokootáčkové šicí stroje.
- Tvarové nitě mají tvarování na niti, které se provádí za účelem zvýšení objemnosti a pružnosti nitě. Jsou tedy vhodné při konfekci z pružných textilií.
- Monofilové šicí nitě se používají pro dolní záložky oděvů. Jsou transparentní nebo šedé, nebo přejímají barvu oděvu.
- Tmelené šicí nitě vznikají tmelením monofilamentárních<sup>2</sup> vláken. Zabraňují nepříznivým vlastnostem monofilových nití. Multifilamentární<sup>3</sup> vlákna jsou stmelované speciálním tmelem, který zaručuje menší tuhost těchto nití oproti nitím monofilovým.[19]

### 1.1.2.4 Efektní nit

Efektní nitě jsou vyráběné různým způsobem. Efektu na niti je dosaženo v různých fázích výroby. Název je odvozený ze strukturovaného povrchu, nebo speciální barevnosti. Mnohé efektní nitě dávají charakteristický vzhled tkaninám nebo dokonce určují jejich název. [19]

#### **Efektní nitě jsou:**

- Plamenová
- Nopková
- Krepová
- Obsekávaná



**Obrázek 5: Efektní nit  
Plamenová[20]**

<sup>1</sup> Bikomponentní jádrová nit

<sup>2</sup> Monofilamentární vlákno – jedno chemické nekonečné vlákno.

<sup>3</sup> Multifilamentární vlákno – více chemických nekonečných vláken

- Krytá
- Spirálová
- Smyčková
- Knoflíková a další



Obrázek 6:Efektní nit Nopková[20]



Obrázek 7: Efektní nit obsekávaná[20]

### 1.1.3 Rozdělení podle způsobu použití

K výběru vhodné nitě potřebujeme znát, k čemu chceme nit použít.

- Podle použití se nitě dělí na:
- spodní
    - vrchní
    - imitace šicího hedvábí
    - obuvnické
    - stehovky
    - speciální (knihařské, sklářské, rukavičkářské)[20]

### 1.1.4 Rozdělení podle základních úprav

V průběhu výroby nití se provádějí na nitích základní úpravy.

- Podle těchto úprav se nitě dělí:
- opalované, neopalované
  - mercerované, nemercerované
  - rezné, bílé, barevné
  - leštěné [1]

### 1.1.5 Šicí nitě používané ve zdravotnictví

Zvláštním typem šicích nití jsou chirurgické nitě. Chirurgické šicí nitě ve zdravotnictví patří mezi implantační materiály. Základním požadavkem je biokompatibilita<sup>4</sup>, jelikož jsou určeny pro šití kůže, spojování měkkých tkání, k sešívání rozštěpených svalů a vnitřních orgánů.

<sup>4</sup> Biokompatibilita – snášenlivost s lidskou tkání

Základní rozdělení chirurgických nití je dle vstřebatelnosti a původu, další dělení je podle použitého materiálu, počtu vláken a jejich spojování, podle použití, úpravy a podle upevnění jehly.

**Dělení podle vstřebatelnosti:**

- vstřebatelné
- nevstřebatelné

**Dělení podle použitého materiálu:**

- přírodní (Katgut, len hedvábí)
- syntetická (kyselina polyglukolová, glykolid, polypropylen, polyester a další)[]

**Požadavky kladené na chirurgické nitě:**

- pevnost po požadovanou dobu
- pevnost při vytváření stehu a při utahování uzlu
- poddajnost nitě
- tvarová paměť
- snášitelnost bez interakcí s organismem
- minimální savost
- sterilizovatelnost
- snadný průnik tkání
- 

**Zkoušky chirurgických šicích nití:**

- pevnost a tažnost
- pevnost v uzlu
- jemnost neboli průměr
- ohebnost
- savost

## **1.2 Vlastnosti a parametry šicích nití**

Šicí nitě jsou v průběhu spojovacího procesu i v průběhu nošení namáhány.[2] Chování nití při tomto namáhání, tedy zejména při zpracování, nošení a údržbě je dáno jejich parametry a fyzikálně-mechanickými vlastnostmi.

Parametry nití jsou: - jemnost  
- počet a směr zákrutů  
- materiálové složení  
- smyčkovitost  
- doúprava

Fyzikálně-mechanické vlastnosti jsou: - pevnost v tahu  
- tažnost  
- pevnost ve smyčce  
- sráživost  
- pružnost  
- odolnost v oděru

### 1.2.1 Jemnost šicích nití

Jemnost vláken, přízí a nití je podle normy nazývaná délkovou hmotností, definovanou poměrem mezi hmotností a délkou.[2]

Různé způsoby vyjádření jemnosti:

1. hmotnostní: - soustava **tex**  
- soustava **titr** ( Td titr denier)
2. délkové: - číslo metrické **Nm** (dříve čm)  
- číslo anglické **Ne<sub>c</sub>**, **Ne<sub>w</sub>**, **Ne<sub>l</sub>**

#### Jemnost šicí nitě vyjádřená v soustavě Tex:

Jemnost nití se stanovuje gravimetrickou metodou dle norem (ČSN 80 0702: “Určení jemnosti nitě“). Gravimetrická metoda spočívá v přesném odměření délky šicí nitě a přesném zvážení. Délková hmotnost se potom stanoví pomocí vztahu:

$$T = \frac{m}{l} * 10^3 \quad [\text{g/km}] = [\text{tex}]$$

T...délková jemnost  
m...hmotnost[g]  
l... délka [m]

Jemnost příze je vyjádřená v jednotkách tex. Ze vzorečku tedy vyplývá, že číslo nitě v texech vyjadřuje hmotnost nitě dlouhé 1000 metrů.



$$1\text{tex} = \frac{1\text{g}}{1000\text{m}}$$

Pro hodnoty, kdy je rozměr tex příliš malý, nebo velký, se používají odvozené jednotky

Název	Jednotka	Rozměr	Vztah k tex	Použití
Kilotex	ktex	$\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$	$10^3 \text{ tex}$	pramen, kabel, kablík, rouno, nit
tex	tex	$\text{g} \cdot \text{km}^{-1}$		příze, přást, nit
decitex	dtex	$0,1\text{g} \cdot \text{km}^{-1}$	$10^{-1} \text{ tex}$	vlákna, nit
militex	mtex	$\text{mg} \cdot \text{km}^{-1}$	$10^{-3} \text{ tex}$	vlákna, nit

Tabulka 1: Odvozené jednotky tex[6]

### Jemnosti přízí vyjádřená soustavou Nm.

Značení Nm vyjadřuje číslo metrické, které udává kolik metrů má hmotnost 1g.

$$Nm = \frac{l[m]}{m[g]}$$

l...délka

m...hmotnost

Přepočítání mezi jednotkami tex a číslem metrickým je vyjádřený vztahem

$$Mn(\check{c}m) = \frac{1000}{\text{tex}} \quad T[\text{tex}] = \frac{1000}{Nm} \quad [6]$$

### Jemnost nitě vyjádřená v soustavě Ne.

Číslo anglické udává, kolik přaden o určité délce se vejde do hmotnosti 1 lb.<sup>5</sup>

V praxi se užívají tři vzorce anglických čísel, pro bavlnu, vlnu a len.

$$\text{Pro bavlnu: } Ne_c = \frac{1}{m} \left[ \frac{840\text{yds}}{1\text{lb}} \right] = \frac{590,5}{T[\text{tex}]} \quad [6]$$

Přepočítání bavlny pro číslo metrické vypadá tedy následovně:

$$Nm = Ne_c * 1,693$$

<sup>5</sup> 1 yard (yds) = 0,914 m , 1 libra (ld) = 0,4536 kg

**Pro vlnu:** 
$$Ne_w = \frac{l}{m} \left[ \frac{560 yds}{1 lb} \right] = \frac{885,8}{T[ tex ]} \quad [6]$$

Přepočet pro vlnu:

$$Nm = Ne_w * 1,13$$

**Pro len:** 
$$Ne_l = \frac{l}{m} \left[ \frac{300 yds}{1 lb} \right] = \frac{1653,5}{T[ tex ]} \quad [6]$$

Přepočet pro len:

$$Nm = Ne_l * 0,605 \quad [6]$$

### **Jemnost nitě vyjádřená v soustavě Td.**

Používá se především k vyjádření jemnosti hedvábí, nebo chemického hedvábí.

Vztah pro vyjádření jemnosti v titr deniérech je tedy

$$Td = \frac{m[g]}{l[9km]} \quad Td = 90 \dots \dots \text{příze dlouhá 9000m váží 90g}$$

Přepočet na jemnost tex je:  $T[ tex ] = \frac{T_d}{9}, \quad Td = 9 * T[ tex ] \quad [6]$

### **Jemnost vyjádřená etiketním číslem.**

Jemnost šicích nití se dále označuje tzv. etiketním číslem. Toto značení je určené pro výrobce šicích nití. Etiketní číslo je jiné pro syntetické nitě a jiné pro bavlněné nitě. Číslo 3 ve vzorečku nám říká, že nit je 3krát skaná, pokud se toto číslo na etiketě nevyskytuje tak se jedná o nit jednoduchou.[6]

- Etiketní číslo pro syntetické nitě:

$$\text{Značí se } NO \text{ a platí vztah } NO = \frac{1000 * 3}{tex}$$

- Etiketní číslo pro bavlněné nitě:

Značí se  $N_{eB}$  a platí vztah 
$$N_{eB} = \frac{590 * 3}{tex}$$

K přepočítávání mezi jednotkami nám slouží převodní tabulka

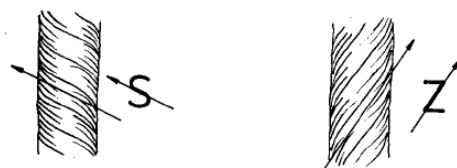
$tex$	$Nm = \frac{1000}{tex}$	$Ne = \frac{590,5}{tex}$	$Td = 9tex$
$tex = \frac{1000}{\text{čm}}$	$Nm$	$Ne = 0,59 Nm$	$Td = \frac{9000}{Nm}$
$tex = \frac{590,5}{\text{ča}}$	$Nm = 1,69 Ne$	$Ne$	$Td = \frac{5314,87}{Ne}$
$tex = 0,11 Td$	$Nm = \frac{9000}{Td}$	$Ne = \frac{5314,87}{Td}$	$Td$

Tabulka 2: Přehled konstant pro přepočít různých systémů číslování [6]

### 1.2.2 Počet a směr zákrutů

Nit je tvořena skaním nebo druzením dvou a více přízí pravým nebo levým zákrutem (S nebo Z zákrut). Zákrut zajišťuje zhutnění vlákněného svazku a tím zpevňuje vlákna ve vlákněném svazku nitě. Zákrut vyjadřuje počet otáček, které vynaloží pracovní orgán (vřeteno) do paralelizovaného vlákněného svazku na určitou délku.[4]

Zakrucování při předení či skaní má za následek zkrácování původní délky vlákna. Takovéto zkrácení délky vlákna se nazývá seskání. Zjišťování počtů zákrutu se dělá dvěma způsoby. První metoda je přímá a používá se pro skané nitě, druhá metoda je nepřímá a používá se pro příze jednoduché. Počet a směr zákrutu se stanovuje podle norem ČSN 80 0701: Zjišťovanie zákrutou nití a ČSN EN ISO 2061(80 0709): Textilie. Zjišťování zákrutů nití. Metoda přímého počítání.

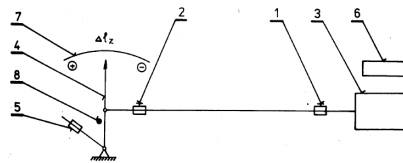


Obrázek 8: Pravý a levý zákrut nitě [4]

### Zkoušení zákrutů:

Při zkoušení zákrutů vycházíme ze tří základních předpokladů.

- 1) Jedna otáčka zakrucovacího orgánu na 1 m znamená 1zákrut/m. Tyto zákruty se zjišťují obráceným postupem, který se nazývá rozkrucování.
- 2) Zakroucením vlákenného svazku určité jemnosti nebo nití při skaní doleva určitým počtem zákrutu dojde ke zkrácení původní délky o tutéž hodnotu, jako když budeme vlákenný svazek nebo nit' zakrucovat doprava.
- 3) Stoupání šroubovice na povrchu příze nebo nitě je při stejných počtech zákrutu a různých jemnostech příze stále stejné.



Obrázek 9: Schéma zákrutoměru[4]

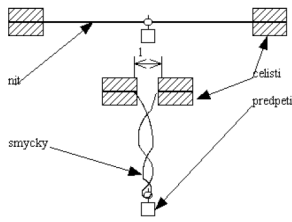
Na obrázku je znázorněné schéma zákrutoměru [4]

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1 - otočná čelist                    | 5 – předpětí                            |
| 2 – výkyvná čelist                   | 6 – displej                             |
| 3 – motorek s regulací otáček        | 7 – stupnice změn délky zkoušené nitě   |
| 4 - výkyvné rameno spojené s čelistí | 8 – zarážka výkyvného ramene – omezovač |

Pro provedení zkoušky máme zadanou upínací délku, která je zadaná dle normy [10]. Tato délka bývá 0,25m, někdy může být 0,5m. U ČSN je upínací délka stanovena na 0,25m.

### 1.2.3 Smyčkovitost

Smyčkovitostí se rozumí sklon nitě vytvářet smyčky při uvolnění osového napětí. Zjišťuje se počtem smyček, které se vytvoří při přiblížení konců nití. Nit je upnutá v pohyblivých čelistech a uprostřed zatížená závažím. Počet smyček, které se vytvoří při přiblížení čelistí se přepočítává na délku 1m. Situaci ilustruje následující obrázek.



**Obrázek 10: Zkouška smyčkovitosti [1]**

Pro dobré šití je důležité, aby nit byla rovnoměrná a nevytvářela při šití smyčky. Také je potřebné, aby se nit odvíjela z cívky ve směru zákrutu, který získává při konečném seskání. Zjišťování smyčkovitosti se provádí dle normy *ČSN 80 0707: Skúšanie sľučkovitosti nití*. [1]

### 1.2.4 Douprava

Douprava šicích nití je velmi důležitá pro výsledné vlastnosti, vzhled a použití. Jedná se o mnoho operací, zařazovaných dle potřeby, např. mercerace, bělení, barvení, praní, opalování, láznová douprava, různé aviváže, parafinování, leštění a další. Správně volený druh, množství a rovnoměrnost naneseného doupravovacího prostředku na šicí nitě ovlivňuje jejich šicí schopnost a spolehlivost. Nevhodným skladováním šicích nití dochází k snižování účinnosti doupravovacích prostředků. [4]

### 1.2.5 Pevnost v tahu a tažnost

**Pevnost** v tahu je definována jako síla potřebná k přetrhu nitě ve směru podélné osy. Pevnost příze a nitě je závislá na více faktorech. Mezi tyto faktory patří použitý vláknový materiál, délka a jemnost vláken, tuhost a pružnost vláken, konstrukce nitě a počet a směr zákrutů. [1]

**Tažností** se rozumí protažení nitě v okamžiku přetrhu při namáhání v tahu. Při nízké tažnosti může u šití docházet k nežádoucím účinkům a to k vrásnění švů. Naopak při vysoké tažnosti může docházet ke komplikacím při šití. [1]

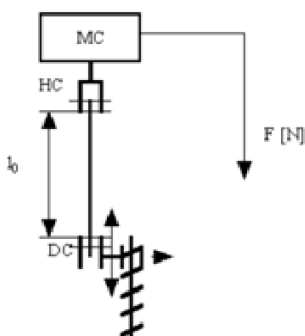
Relativní deformace do přetrhu nazýváme **tažnost [%]**

Relativní deformaci zjistíme ze vzorce 
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%]$$

$\Delta l$ ...absolutní deformace

$l_0$ ... počáteční délka vzorku v [mm] zvaná také upínací délka.

Pevnost a tažnost nitě se zkouší na přístroji zvaném dynamometr. Dynamometr je přístroj pro definované namáhání vzorku a registraci síly a deformace.[4] Síla potřebná k přetrhu se uvádí v jednotkách Newton[N]. Absolutní pevnost nitě v tahu se nazývá mez pevnosti ...F[N]. Během testu je nit upnuta do čelisti přístroje s upínací délkou 500 mm a následně namáhána konstantní rychlostí. Zkouška pevnosti končí při přetrhnutí nitě. Zkouška pevnosti v tahu a tažnosti se provádí dle normy ČSN EN ISO 2026 (80 0700): *Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.*[1]

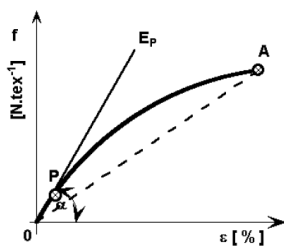


**Obrázek 11:Zkouška na dynamometru[1]**

Na obrázku je znázorněna zkouška na dynamometru.

Vzorek zkoušeného materiálu (nitě) se upíná do horní čelisti (HČ) a dolní čelisti (DČ). Dolní čelist je spojena s pohybovým šroubem, který ji svým otáčením stahuje dolů (napíná vzorek), nebo zvedá (uvolňuje vzorek). Síla, která je natahováním vzorku vyvíjena je měřená měřícím členem (MČ). Natažení a přetrh nitě a jím odpovídající síla je znázorňována do grafu závislosti pevnosti a tažnosti, který se též nazývá tahovou nebo též pracovní křivkou. Pracovní křivka je obrazem práce, kterou jsme na napětí ve vzorku museli vynaložit.[1]

Na obrázku 12 je znázorněná tahová křivka. Tato křivka znázorňuje průběh zkoušky pevnosti v tahu a tažnost.



**Obrázek 12:tahová křivka**

Popis tahové křivky:

0...počátek

0-P...oblast pružných deformací

P...mez pružnosti, zde se začnou projevovat plastické deformace

$E_p$ ...modul pružnosti

A...maximální síla dosažena při přetrhu

## Modul pružnosti $E_p$

Lze definovat vzorcem 
$$E_p = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{F_p * l}{S * \Delta l} \quad [\text{Pa}] \quad [23]$$

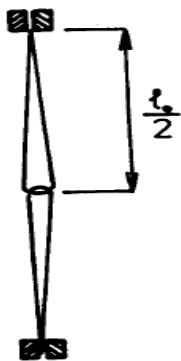
U nití a přízí se používá počáteční tangentský modul  $E_p$ . Modul pružnosti se definuje tangentským modulem pružnosti.[4]

$$E_t = \frac{f_p}{\varepsilon_p} \quad [\text{N} * \text{tex}^{-1}] \quad [4]$$

### 1.2.6 Pevnost ve smyčce

Tato vlastnost je důležitá při šití a to zejména při překřížení nití při tvorbě stehů.

Vztah pro absolutní pevnost ve smyčce je vyjádřen vzorcem:



$$f_{sm} = \frac{F_{sm}}{2 * F} * 10^2 \quad [\%]$$

kde  $f_{sm}$ ...relativní pevnost ve smyčce

$F_{sm}$ ...absolutní pevnost ve smyčce

$F$ ...pevnost jedné nitě [4]

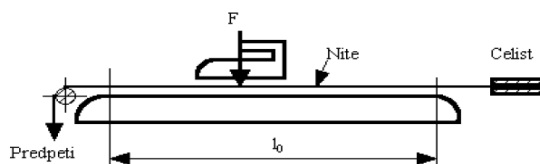
Obrázek 13: Zkouška pevnosti ve smyčce[4]

Na obrázku 13 je znázorněna zkouška pevnosti ve smyčce, kdy do horní i dolní čelisti jsou uchyceny dva vzorky nitě, které jsou navzájem provlečené do smyčky. Rozevíráním čelistí je na nitě ve smyčce vyvíjena síla a v okamžiku přetrhu je zaznamenána absolutní síla potřebná k přetrhu nitě ve smyčce.[4]

### 1.2.7 Sráživost

Sráživost šicí nitě je způsobena vlhkotepelným namáháním. Je to vlastnost, kdy se nit po praní, žehlení, nebo sušení srazí. Vyjadřuje se v % původní délky. Sráživost syntetických šicích nití se upravuje tak, aby její hodnota nepřekročila hodnotu 1,5%.

Někdy je potřebné, aby sráživost byla menší než 1%, a to v případech, kdy se šijí z tkanin se speciální úpravou. [4]



Obrázek 14: Zkouška sráživosti[4]

Zkoušku sráživosti provádíme simulačními zkouškami. Tyto zkoušky se vykonávají vlhkotepelným namáháním na laboratorní žehlicí podložce. Zkoušku můžeme provádět za sucha nebo za mokra. Zkoušku ilustruje obrázek 14. Po provedení zkoušky odečítáme absolutní změnu délky  $\Delta l = l - l_0$ . Absolutní změna se přepočítá na relativní sráživost v [%] dle vztahu:

$$\varepsilon_{SR} = \frac{l - l_0}{l_0} * 10^2 = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%]$$

*l...rozměr změřený po namáhání*

*l<sub>0</sub>...upínací (původní) délka vzorku (nitě)*

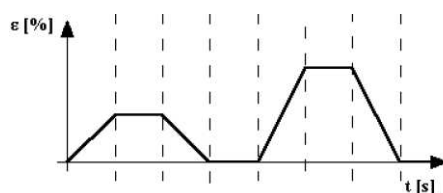
*Δl...absolutní změna délky*

*ε<sub>SR</sub>...relativní srážlivost*

Zkouška se provádí dle normy ČSN 80 0708: Šijacie nitě. Zjist'ovanie zmeny dlžky.

### 1.2.8 Pružnost

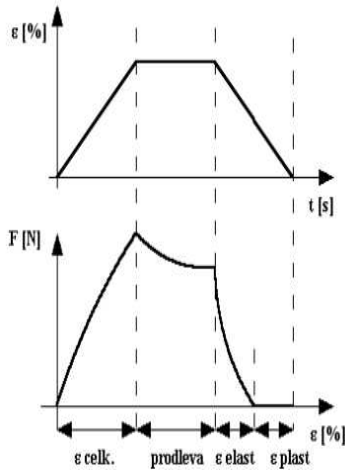
Pružnost šicích nití je elastická vlastnost nití, která se projevuje při spojovacím procesu na šicím stroji. Pružnost nitě je schopnost nitě vrátit se do původního stavu po odstranění zatížení. Zkouška pružnosti se zajišťuje opakovaným namáháním v tahu, a to do konstantního nebo rostoucího prodloužení. [2] Zjišťování pružnosti se provádí postupným zvyšováním úrovně napětí a deformace až k přetrhu nitě.



Obrázek 15: Namáhání šicí nitě při zkoušce pevnosti [4]



Na obrázku 15 je patrná zvyšující se úroveň napětí a deformace šicí nitě při zkoušce pružnosti. Protože deformace  $\varepsilon$  [%] je lineárně závislá na čase, nemůže se tedy průběh síly překreslit do os  $F$  [N] -  $\varepsilon$  [%]. [4]



**Obrázek 16: Rozbor celkové deformace [4]**

Z obrázku 16 lze vyčíst rozbor celkové deformace.

Celková deformace  $\varepsilon_{\text{celk}}$  [%] je složená z deformace elastické  $\varepsilon_{\text{elast}}$  [%], která se zcela vrátí a deformace plastické  $\varepsilon_{\text{plast}}$  [%], která se projevuje zůstatkovým protažením šicí nitě. [4]

$$\varepsilon_{\text{celková}} = \varepsilon_{\text{elastická}} + \varepsilon_{\text{plastická}}$$

K deformacím elastickým a plastickým je nutno ještě připočítat deformaci, která se tzv. zotaví při prodlevě s nulovým napětím. „Pro stanovení poměrů deformací během celého zatěžovacího procesu provádíme cyklické namáhání šicí nitě se zvyšující se úrovní napětí a deformace až do jejího přetrhu.“ [4]

Z jednotlivých deformačních stupňů se tedy vyhodnocuje:

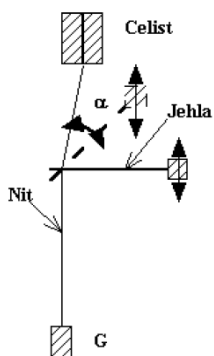
- deformace celková  $\varepsilon_{\text{celk.}}$  [%]
- deformace elastická zotavená  $\varepsilon_{\text{elast. zot.}}$  [%]
- deformace plastická zotavená  $\varepsilon_{\text{plast. zot.}}$  [%]

### 1.2.9 Odolnost v oděru

Při šití dochází k odírání nití. Nit se u šití odírá na stroji v brzdičkách, ve vodiči, v oušku jehly a i při průchodu materiálem. Výsledkem je pak narušení povrchu nitě a může docházet i k přetrhu. Největší namáhání nitě je v oušku šicí jehly, a to díky tomu, že nit vykonává v oušku vratný pohyb, který převážně u syntetických vláken způsobuje usazení částic vláken. Tyto usazeniny pak způsobují odírání nitě. [1]

Zkoušky, které zkoumají oděr šicích nití, jsou založeny na simulaci procesu šití. Nit provlečená ouškem strojní šicí jehly je upnuta v čelistech a je zatížena předpětím. Jehla

může být nakloněna vůči ose nitě o úhel  $\alpha$ . Jehla upnutá v pohyblivém rámu vykonává kmitavý pohyb, a to má za následek, že nit je namáhána na oděr jen v určité délce. Přetrh nitě je zaznamenáván po pádu předpětí a oděr nitě je posuzován podle počtu zdvihu jehly, který nit vydrží.[1]



$\alpha$ ...úhel naklonění  
G...závaží (předpětí)

**Obrázek 17: Zkouška odolnosti v oděru**

### 1.3 Označování šicích nití

Příze a nitě jsou označovány jemností a konstrukčními parametry. Při označování šicích

- Nití musí být uvedené tyto údaje
- označení jemnosti
  - druh suroviny
  - název výrobce
  - délka návinu
  - číslo platné státní normy[24]

**Příklad:**

*Vrchní nit – 100% bavlna česaná, např. 10tex. x 2 x 2, délka návinu 1000m – doporučuje se pro šití dámského a pánského svrchního ošacení*

*Obuvnická nit – 100% bavlna česaná, 60 tex x 3 leštěná, délka návinu 400m, 1000m – doporučuje se pro obuvnický průmysl, pro technické použití.[24]*

Jemnost	Etiketní číslo
20 tex x 2 x 2	16
20 tex x 2	40
14.5 tex x 2 x 2	30

**Tabulka 3: Příklad označení šicích nití etiketním číslem[24]**

## 2 Přehled výrobců šicích nití

Tato část práce je zaměřena na charakteristiku vybraných výrobců šicích nití a jejich sortimentu. Půjde tedy o společnosti Amann Group, Coats PRO, Hagal, Gütermann, DMC. Více prostoru je pak věnováno rozboru nití společností Amann Group a Coats PRO, jejichž nitě budou použity v následující experimentální části.

### 2.1 Výrobci šicích nití

**Firma Amann Group** je jednou z nejznámějších a nejrozšířenějších výrobců šicích nití v České Republice i v zahraničí. Je specialistou ve výrobě nití pro všechny průmyslové obory, převážně však pro textilní, obuvnické a kožedělné odvětví. Hlavní sortimentem této společnosti jsou zejména vysoce pevné nitě z polyesterového hedvábí Synton, bavlněné leštěné obuvnické nitě, bavlněné speciální nitě, polyesterové nitě, jádrové nitě bavlna-polyester a polyester-polyester. Speciální nitě firmy Amann Group, které jsou používány pro ochranné oděvy a oděvy pro auto a moto závodníky jsou pak především nitě K-tech, K<sup>c</sup>-tech, N-tech, Nc-tech.

#### **Charakteristika zkoumaných nití:**

V této části je uvedena základní charakteristika nití ze zdrojů výrobce, nejsou zde zatím uvedeny vlastnosti, jako je jemnost, pevnost, konstrukce nitě a podobně, které budou uvedeny až v experimentální části.

**K-tech** nitě jsou žáruvzdorné a netavící se. Jde o samozhašivé šicí nitě, které jsou vyrobeny z para-aramidových vláken s dlouhým staplem (chappé) pro vysoké teploty. Bod rozkladu leží kolem 425°C.[7]

**K<sup>c</sup>-tech** nitě jsou žáruvzdorné, netavící se, samozhašivé šicí nitě, vyráběné z bondýrovaných nekonečných para-aramidových multifilamentů k nasazení při vysokých teplotách. Bod rozkladu leží kolem 425°C.[7]

**N-tech** nitě jsou žáruvzdorné, netavící se, samozhašivé šicí nitě, vyráběné z metal-aramidových vláken dlouhého staplu, pro použití ve vysokých teplotách. Bod tepelného rozkladu leží kolem 370°C.[7]

**Nc-tech** nitě jsou žáruvzdorné, samozhašivé šicí nitě, vyráběny z nekonečných metal-aramidových multifilamentů pro použití ve vysokých teplotách. Bod teplotního rozkladu leží u 370°C.[7]

### **Použití**

**K-tech:** Tyto nitě jsou určeny pro ochranné pracovní oděvy do prostředí se zvýšenou teplotou. Používají se tedy pro výrobu pracovních rukavic, ochranných oděvů pro automobilový sport, oděvů pro hasiče, oděvů pro obsluhy vysokých pecí a hutníky, pro ochranné oděvy pro svářeče. Dále se používají i pro neprůstřelné vesty, díky odolnosti v řezu se používají pro kalhoty lesních dělníků a podobně.[7]

**K<sup>c</sup>-tech:** Využití u neprůstřelných vest, airbagy, pneumatiky, filtry, bezpečnostní ochranou obuv, bezpečnostní ochranné oděvy a podobné aplikace.[7]

**N-tech:** Pro ochranné oděvy do horkého prostředí, pracovní rukavice, oděvy pro závodní automobilový a motocyklový sport, oděvy pro hasiče, vysokopecní a hutnické oděvy, ochranné oděvy pro svářeče, speciální vojenské oděvy, těžkovzňetlivé textilie, vyšívací emblémy.[7]

**Nc-tech:** Využití pro ochranné rukavice do horkého prostředí, vysokopecní oděvy, oděvy pro automobilové závodníky, ochranné bezpečnostní oděvy, ochrannou bezpečnostní obuv, sedadla letadel, airbagy, filtry pro horké plyny a podobné aplikace.[7]

**Firma COATS PRO** je světová firma, která se zabývá výrobou nit'ářských výrobků s vyšší kvalitou než je normální standard. Kromě šicích nití vhodných na klasické šití, nabízí Coats i nitě na speciální použití. Sortimentem této firmy jsou zejména jádrové 100 % polyesterové nitě, vysokovýkonné jádrové nitě polyester/bavlna, 100 % polyesterový tvarovaný filament, předené 100 % polyesterové nitě, nitě ze 100 % polyesterového filamentu, strojové viskóзовé vyšívací nitě, ohnivzdorné nehořlavé nitě Firefly a Pyrostar z materiálu Nomex, ohnivzdorné nehořlavé nitě Protos, polyamidové monofilové nitě.[21]

### **Charakteristika:**

**Protos** je nit střížová dlouhovláknenná nit vyrobená ze 100 % Kevlaru (para-aramid). Mezi její vlastnosti patří odolnost vůči vysokým teplotám a excelentní pevnost. Netaví se a jsou samozhašivé. Bod tepelného rozkladu je kolem 425°C. Nit reaguje na UV záření, které má za následek, že za 40-60 týdnů ztrácí 50 % pevnosti, avšak odolnost vůči vysokým teplotám zůstává neměnná.[21]

**Pyrostar a Firefly** nitě jsou 100 % nomexové, meta-aramidové nitě s výjimečnou odolností v žáru a v plameni. Nabízí vysokou pevnost, trvanlivost a výborný vzhled švů. Bod tepelného rozkladu je kolem 370°C.[21]

### **Použití**

**Protos:** Využití pro ochranné oděvy pracovníků u vysokých pecí, pro hasičské oděvy, ochranné rukavice bránící pořezání a pro neprůstředné vesty. U technických textilií je využití při šití airbagových švů, ve filtračním průmyslu a u izolací.[21]

**Pyrostar a Firefly:** Využití na žáruvzdorné a ohnivzdorné oděvy pro hasiče, svářeče, armádu a policii. U technických textilií je využití pro elektroinstalace, filtrační průmysl a při výrobě těsnění. Využití i pro vyšívání ohnivzdorných známek a označení.[21]

Pro úplnost budou dále ještě stručně uvedeni další výrobci šicích nití, nicméně jejich produkty se již v experimentální části zabývat nebudou.

### **Firma Hagal**

Český výrobce šicích nití, oděvních šňůr a švihadel.

- 4) polyesterové nitě - UNILOPY
- 5) jádrové polyesterové nitě - PROFIPOLY
- 6) jádrové šicí nitě polyester/bavlna - COTOPOLY
- 7) texturované overlockové šicí nitě - POLYTEX
- 8) 100% len – LNĚNÉ NITĚ
- 9) 100% viskózová stříž- STEHOVKA
- 10) 100% bavlna – VRCHNÍ ŠICÍ NIT
- 11) strojní šicí nit na uzavírání papírových pytlů – TECHNICKÁ NIT[19]

### **Firma DMC**

- polyesterová jádrová nit Champion
- jádrová nit polyester/bavlna Bakra
- nekonečná dvojlákenná polyesterová nit Brodial
- skaná střížová polyesterová nit Pyral
- objemovaný polyesterový filament Thyl
- objemovaný polyamidový filament Surfilor
- skaná bavlněná mercerovaná nit Louis D`Or
- dvojlákenná mercerovaná bavlněná nit Au Croissant
- polyesterové hedvábí Roxal
- polyamidové hedvábí Nylon
- dvojlákenná bavlněná příze opalovaná Retors D`Alsace
- lesklá lehce kroucená nit Coton Perle[19]

### **Firma Gütermann**

Rakouská firma, která sídlí v Německém Gütachu. Tato firma působí ve více než 80 zemích světa. „Poskytuje renomovanou kvalitu s mimořádným rozsahem odstínů.“[22]

- Univerzální nit Sew-all Thread – 100% Polyester
- Přírodní bavlněná nit Natural Catton – 100% mercerovaná vlna
- Hedvábná nit Silk – 100% předené hedvábí
- Prošívací nit Top Stitch – 100% Polyester
- Prošívací quiltovací nit Quilty -100% bavlna
- Elastická nit Elastic Thread – 36% polyuretan, 64% polyester [22]

## **2.2 Trendy ve vývoji speciálních šicích nití**

Trend ve vývoji nití je dán potřebou průmyslu. V současné době probíhá největší rozvoj speciálních šicích nití u nití pro automobilový průmysl, zejména pro výrobu airbagů, kde se používá M-aramidové a antistatické nitě.

Rozvoj je rovněž u nití, které neobsahují silikonové složky (Epic SF, Gral SF, Astra SF), což je podmínkou pro oděvy do lakoven a filtry do klimatizačních jednotek v lakovnách, ve zdravotnictví a v potravinářství.

Speciální šicí nitě jsou v oblasti Tech X . Nomex, Kevlar, Teflonové nitě, Bondýrované nitě toto je však již záležitostí delší doby. Novinkou některých výrobců je speciální označování nití, tak aby v daném výrobku byl pod určitým světlem rozeznán daný výrobce.

Firma Amann Group zavádí ekologickou výrobu. Jednu z novinek speciálních šicích nití této firmy jsou právě nitě z organické bavlny a z recyklovaného polyesteru. Tyto nitě splňují současný trend v ochraně životního prostředí. Nitě z recyklovatelného polyesteru a organické bavlny budou zkoušeny ve spolupráci s laboratořemi, které zjistí jestli nitě splňují všechny potřebné standardy. Pokud budou potřebné standardy splňovat mohou se poté používat na výrobu pánského, dámského, sportovního oblečení, také na spodní prádlo a pracovní oděvy. Tyto nitě tedy zajišťují využití ve všech směrech.

V segmentu výroby filtrů jsou to pak především požadavky na různé kombinace působení alkalií, kyseli a vysokých teplot. Zde je možno použít teflonové (Helios-P), akrylové (Dolamit), skleněné (GlasmoTee) a polypropylenové nitě, pokud tedy nevyhovují standardní polyesterové nitě.

Velký rozvoj je také u "standardních" nití, kde jsou prováděny speciální doupravy. Tyto doupravy jsou například snížená hořlavost, vodoodpudivost, nebo bondování pro zvýšení odolnosti v oděru.

### **3 Experimentální část**

Po teoretickém vymezení nyní bude následovat samotné jádro práce, tedy experimentální část, v níž budou zkoumány mechanické a termodynamické vlastnosti a z jejichž výsledků budou formulovány závěry práce.

Tato část práce je zaměřena na testování pevnosti a tažnosti speciálních šicích nití, pevnosti a tažnosti ve smyčce, nehořlavosti a termodynamických vlastností. Po provedení a vyhodnocení jednotlivých pokusů budou porovnán výsledky s údaji, které uvádí výrobce. V experimentu budu testovat nitě od firmy Coats PRO a firmy Amann Group.

K testování mechanických vlastností šicích nití je zapotřebí použít určité přístroje, které jsou pro každou zkoušku jiné. Pro namáhání v tahu a určení pevnosti ve smyčce se používá přístroj dynamometr. Pro termodynamické vlastnosti byl použit přístroj DSC6 (Perkin Elemer). Pro zkoušku nehořlavosti byl použit přístroj HMV. Popis a funkce použitých přístrojů jsou zvlášť uvedeny u každé provedené zkoušky.

#### **3.1 Experiment 1 - Namáhání v tahu**

Namáhání v tahu je zkoušeno na přístroji dynamometru. Dynamometr je přístroj pro definování namáhání vzorku a registraci síly a deformace. Zkouška pevnosti v tahu a tažnosti se provádí dle normy *ČSN EN ISO 2026 (80 0700): Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.*

##### **3.1.1 Použité vzorky nití**

Pro měření byly použité nitě od společnost Amann Group a společnosti Coats PRO. Konkrétně šlo o tyto typy nití: Pyrostar, Firefly a Protos od firmy Coats PRO, K-tech, Kc- tech, N-tech od firmy Amann Group.

U jednotlivých nití uvádí výrobce následující vlastnosti:



**Pyrostar** – Nit využívaná pro šití ochranných oděvu, technických textilií a vyšívání.

Pyrostar je 100% nomexová (meta-aramidová) nit s výjimečnou odolností v žáru a plameni do 370°C. Tato nit je testovaná dle norem EN 469, EN 470, EN 531 a US-NFPA.[12]

**Firefly** – Využívá se pro šití ohnivzdorných oděvu, technických textilií a vyšívání.

Firefly má stejné charakteristiky jako nit Pyrostar, je to tedy 100% nomexová nit s výjimečnou odolností v žáru a plameni do 370°C. Také je testovaná dle norem EN 469, EN 470, EN 531 a US-NFPA.[12]

**Protos** – Tato nit je vyrobena ze 100 % kevlaru. Vyznačuje se vysokou pevností. Je plameni a žáru vzdorná. Tato nit se netaví a plameni odolává až do 425°C. Reaguje však na UV záření, díky kterému ztrácí za 40-60 týdnů přibližně 50 % pevnosti.

**Kc-tech** - Používá se pro šití neprůstřelných vest, airbagů, dále v pneumatickém průmyslu a podobně. Nit je vyrobena z nekonečného para-aramidového multiplu k použití ve vysokých teplotách.[12]

**N-tech** - Vyrábí se z meta-aramidového vlákna. Používá se pro ochranné oděvy do horkého prostředí, oděvy pro hasiče a automobilové závodníky.[12]

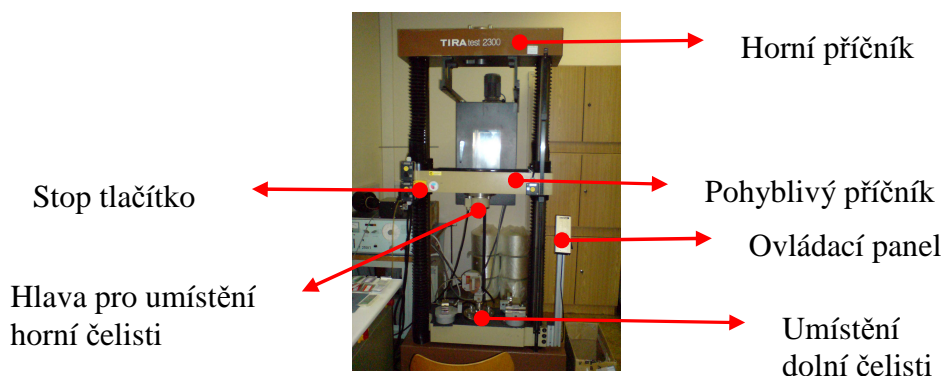
Výrobce	Nit	Jemnost [tex]	Tažnost [%]	Pevnost v tahu [N],[cN]
AMANN	Kc-Tech	Nm 20/3 [dtex 500*3]	4[%]	22,960 [cN]
	N-Tech	Nm 63/3 [dtex 160/3]	21[%]	1,600 [cN]
COATS	Pyrostar	50*3 [tex]	16-19 [%]	55 [N]
	Protos	20*4 [tex]	3-5 [%]	108 [N]
	Firefly	51,3*3 [tex]	17-20 [%]	52 [N]

Tabulka 4:Přehled použitých nití a jejich vlastností

V tabulce 4 jsou údaje, které udává výrobce. Firma Amann udává pevnost v tahu jednotkách [cN], v experimentální části je však používána jednotka [N].

### 3.1.2 Použitý přístroj

Pro zkoušku pevnosti v tahu byl zvolen trhací přístroj TIRAtest 2300.



Obrázek 18: Trhací přístroj TIRAtest 2300

### 3.1.3 Podstata zkoušky

Měření pevnosti a tažnosti šicích nití bylo zkušeno na trhacím přístroji TIRAtest 2300. Před samotným měřením byla zvolena hlava k upevnění čelisti trhacího stroje s rozsahem 1KN. Samotná zkouška byla provedená podle normy ČSN EN ISO 2026 (80 0700): *Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu*, a to tak, že nitě byly protahovány až do momentu protržení kdy se zaznamenala síla a prodloužení při přetrhu. Upínací délka nití byla 500 mm a byla nastavena rychlost posuvu 500 mm/minutu. Dále byly určeny výstupní hodnoty, které jsou po ukončení zkoušky automaticky vypočteny počítačovým programem LabTest, jenž slouží k ovládání trhacího přístroje. Pro zkoušku byly zvoleny tyto výstupní hodnoty:

- $F_{max}$  [N] ... pevnost
- $A_{max}$ [mm] ... tažnost
- $W$ [J] ...práce potřebná k provedení zkoušky

Pro výpočet těchto výstupních hodnot program požaduje zadání těchto vstupních parametrů:

- Předpětí
- Průběh a ukončení zkoušky

### 3.1.4 Postup zkoušky

Pro stanovení pevnosti a tažnosti byla zvolená upínací délka 500 mm, a rychlost posuvu 500 mm/min. Po nastavení zvolených parametrů na zkušebním trhacím zařízení byl zkušební vzorek nitě upnutý do čelistí tak aby procházely jejím středem. Během celé zkoušky se musí sledovat, aby se nit neposunula z čelisti víc než o 2 mm. Nitě byly odvíjeny z návinu stejným způsobem jako při běžném zpracování. Vzorky, které se vysunuly z čelistí, se neberou v úvahu (provedla se nová zkouška). Také se neberou v úvahu zkoušky, u kterých byl přetrh nitě ve vzdálenosti 5 mm od čelisti či ve vzdálenosti menší.

### 3.1.5 Zpracování výsledků

Výsledky jednotlivých měření jsou zaznamenány v tabulkách[1-10] uvedených v příloze[I-X]. Následující tabulka 5 je statistickým shrnutím naměřených výsledků. Výsledky pokusu jsou charakterizovány parametry:

- F [N] ... pevnost
- A[mm] ... tažnost
- W[J] ... mezní práce do přetrhu - nebo-li energie kterou je potřeba vynaložit aby došlo k přetrhu.
- $f [N \cdot \text{tex}^{-1}]$ ...relativní pevnost

Pro výpočet relativní pevnosti  $f [N \cdot \text{tex}^{-1}]$  byl použit vzorec:

$$f = \frac{F}{T} \quad [N \cdot \text{tex}^{-1}] \quad [4] \quad \begin{array}{l} F \dots \text{absolutní síla do přetrhu} \\ T \dots \text{jemnost [tex]} \end{array}$$

Pro výpočet 95% intervalu spolehlivosti byl použitý vzorec:

$$IS = \bar{x} \pm t_{\alpha(n-1)} * \frac{S}{\sqrt{n}} \quad [4]$$

Tabulka 5 uvádí hodnoty parametrů během zkoušek. V prvních dvou sloupcích je znázorněna pevnost a relativní pevnost. Relativní pevnost se liší tím, že je přepočtena pro jemnost daných nití. Je zde vidět, že pokud je vysoká pevnost, neznamená to i vysokou relativní pevnost. Toto je patrné u nitě Kc-tech, kde pevnost vyšla největší, zatímco relativní pevnost byla nízká. To je dáno konstrukcí a jemnosti nitě. Tato nit je vyrobena z para-aramidu. Do stejné skupiny nití patří také nit Protos, která už měla relativní pevnost vyšší. Dá se tedy říct, že pro výrobu kde se klade důležitost na pevnost, se ze skupiny nití patřících do para-aramidu dá brát za nejlepší nit Protos.

Ve skupině nití vyrobených z meta-aramidu dosahovala nejlepší relativní pevnosti nit Firefly. Je to dané její konstrukcí a jemností. Přibližně stejnou jemnost měla i nit Pyrostar, ale vykazovala menší relativní pevnost. V této skupině nití byla nejhorší nit N-tech, u které je to také dané její jemnosti.

Třetí sloupec tabulky uvádí tažnost jednotlivých nití. Z naměřených výsledků je zřejmé, že odpovídají údajům od výrobce. V první skupině nití, tedy para-aramidových nití, je rozdíl v tažnosti jen minimální, to má za následek jejich materiál i to že jsou obě třikrát skané. Ze skupiny meta-aramidových nití prokazovala nejlepší tažnost nit N-tech. I zde byla naměřená tažnost schodná s údaji od výrobce a spadala do 95% intervalu spolehlivosti.

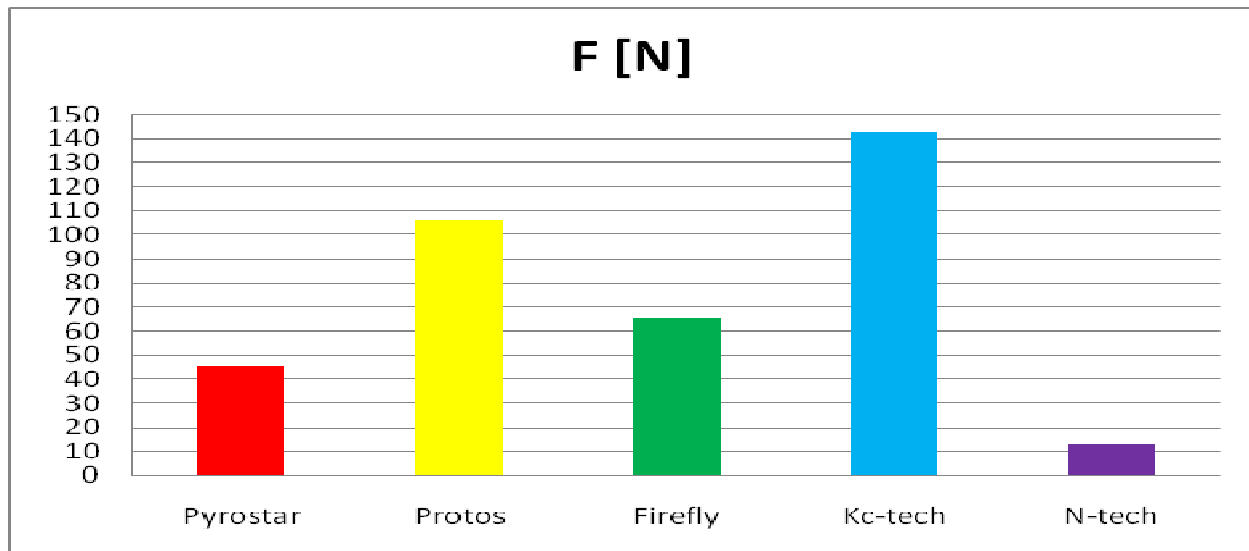
Poslední sloupec tabulky uvádí práci, která byla potřebná k přetrhu nití. Největší práce byla potřebná u nitě Firefly. Nejnižší hodnotu práce nutné k přetrhu nitě byla u Kevlarových nití, které jsou známy vysokou pevností, ale i svojí křehkostí.

V tabulce jsou také uvedeny směrodatné odchylky a variační koeficienty zjišťovaných parametrů. Variační koeficienty vycházely poměrně nízké, mírně zvýšené byly pouze u měření práce potřebné k přetrhu a to pouze u některých nití. Poměry směrodatných odchylek k aritmetickým průměrům vycházely nízké. Výsledky měření se tedy dají považovat za vypovídající o sledovaných vlastnostech daných nití.

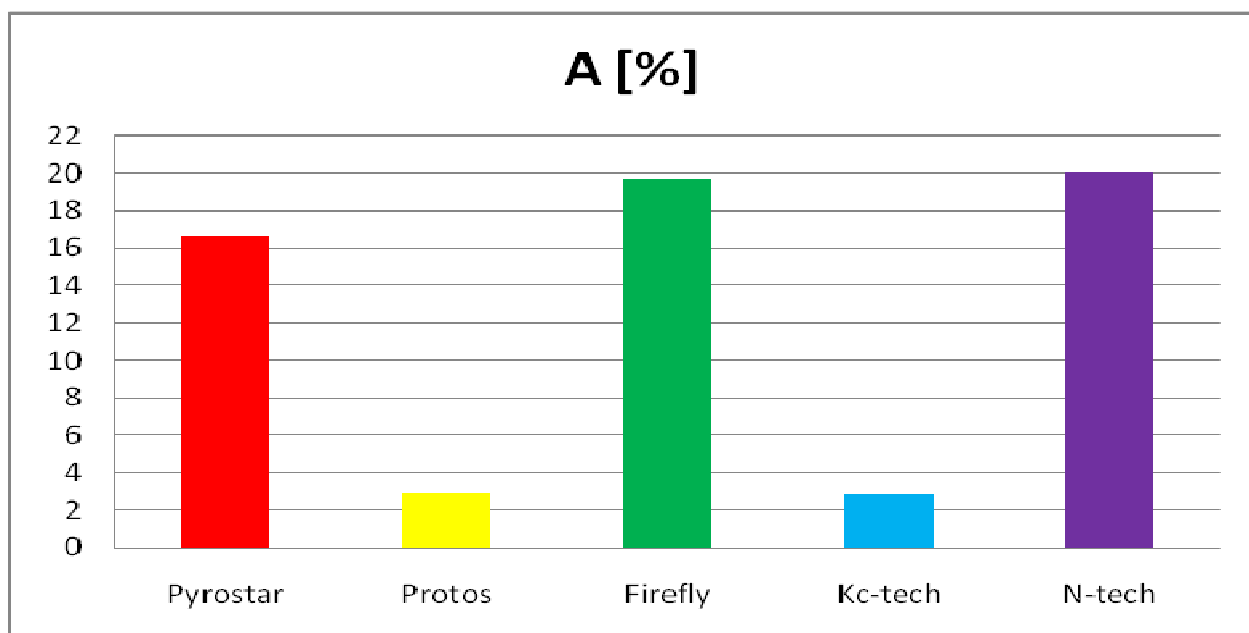
<b>Nit</b>	<b>F[N]</b>	<b>f [N*tex<sup>-1</sup>]</b>	<b>A [%]</b>	<b>W [J]</b>
<b>Pyrostar</b>				
aritmetický průměr	45,465	0,303	16,594	2,244
směrodatná odchylka	4,291	0,029	1,854	0,395
variační koeficient	9,438	9,437	11,172	17,585
95% Interval spolehlivosti	<44,45;46,48>	<0,296;0,309>	<16,15;17,03>	<2,25;2,34>
<b>Protos</b>				
aritmetický průměr	106,217	1,328	2,950	0,722
směrodatná odchylka	7,907	0,099	0,158	0,082
variační koeficient	7,445	7,445	5,346	11,392
95% Interval spolehlivosti	<104,34;108,09>	<1,304;1,351>	<2,913;2,988>	<0,7;0,74>
<b>Firefly</b>				
aritmetický průměr	65,081	0,423	19,674	2,800
směrodatná odchylka	4,951	0,032	1,320	0,362
variační koeficient	7,608	7,606	6,710	12,931
95% Interval spolehlivosti	<63,91;66,25>	<0,415;0,430>	<19,36;19,99>	<2,71;2,89>
<b>Kc-tech</b>				
aritmetický průměr	142,625	0,00951	2,889	0,966
směrodatná odchylka	11,608	0,00077	0,235	0,162
variační koeficient	8,139	8,139	8,127	16,725
95% Interval spolehlivosti	<139,87;145,38>	<0,0093;0,0096>	<2,833;2,945<	<0,93;1>
<b>N-tech</b>				
aritmetický průměr	12,960	0,00270	20,048	0,718
směrodatná odchylka	0,851	0,00018	1,183	0,071
variační koeficient	6,564	6,565	5,899	9,919
95% Interval spolehlivosti	<12,76;13,16>	<0,0026;0,0027>	<19,77;20,33>	<0,7;0,74>

**Tabulka 5:statistické vyhodnocení zkoušek**

Níže uvedené obrázky (19,20) graficky znázorňují naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti jednotlivých nití. Tyto grafy lépe ilustrují naměřenou pevnost a tažnost jednotlivých nití.



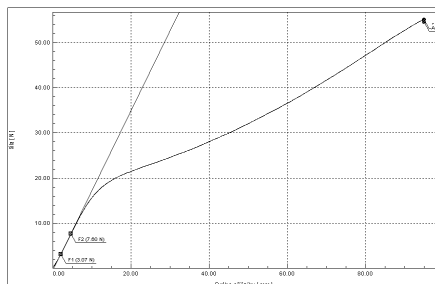
Obrázek 19: Grafické znázornění výsledků naměřené pevnosti



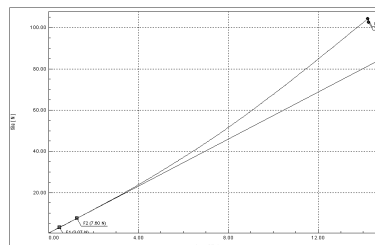
Obrázek 20: Grafické znázornění naměřené tažnosti

Následující grafy pak ilustrují samotný průběh měření nití. Na ose X je zaznamenávána dráha příčnicku v milimetrech, a na ose Y je zaznamenávána síla v Newtonech.

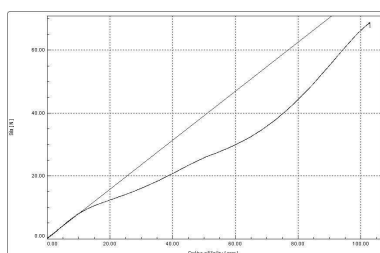
### Příklady grafů průběhů zkoušek jednotlivých nití



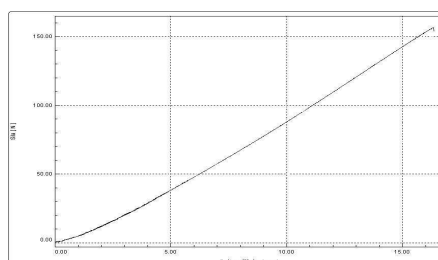
**Pyrostar**



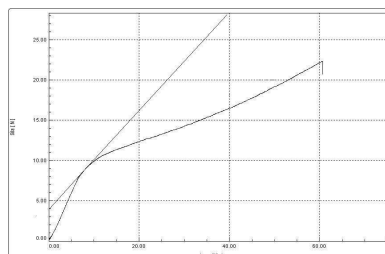
**Protos**



**Firefly**



**Kc-tech**



**N-tech**

Na ukázkách grafu jsou zaznamenány tahové křivky zkoušek. Je zde vidět oblast pružné deformace a mez pružnosti. Na grafech je zaznamenán modul pružnosti a dosažená síla.

### 3.1.6 Shrnutí

V této zkoušce byla měřena pevnost a tažnost nití. Nyní budou shrnuty a analyzovány výsledky měření.

Největší relativní pevnost byla naměřena u nitě Protos. Tato nit se ovšem vyznačuje nízkou tažností. Z tohoto důvodu je nit tedy vhodná k použití tam, kde je potřeba vysoká pevnost, ale není až tak důležitá tažnost. Jak je uvedeno v kapitole 2.1 tato nit se v praxi používá zejména u neprůstřelných vest, rukavic proti prořezání a hasičských a ochranných oděvů. Vzhledem k naměřeným vlastnostem se dané využití této nitě jeví jako méně vhodné, neboť u uvedených výrobků se klade větší důraz na tažnost, a to z důvodu dobrého komfortu při nošení.

Největší tažnost byla zjištěná u nitě N-tech. N-tech se vyznačuje ale poměrně nízkou pevností. Z toho tedy lze usoudit, že nit je vhodná na účely, kde je potřeba lepší tažnost než pevnost, například u oděvů. V kapitole 2.1 je uveden účel použití této nitě, jde zejména o výrobu pracovních a ochranných oděvů. Dle naměřených výsledků lze usoudit, že tento účel využití je vhodný, neboť jak již bylo uvedeno pro tvorbu oděvů je důležitá tažnost.

Vyšší tažnost dosahovala také nit Pyrostar a Firefly, ale pevnost těchto nití byla průměrná. Tyto nitě se používají především pro výrobu ochranných oděvů, jako jsou ohnivzdorné oděvy, rukavice brániči proříznutí a neprůstřelné vesty. U těchto výrobků je také důležitá tažnost, a to z důvodů přizpůsobení k nositeli, ale pevnost je zde důležitější.

Daná měření lze považovat za vypovídající o sledovaných vlastnostech. Jelikož směrodatné odchylky a variační koeficienty dosahují akceptovatelných hodnot.

Při porovnání naměřených dat s údaji od výrobce Coats PRO, nedochází v případě relativní pevnosti ke shodě u žádné nitě. To je možná tím, že výrobce zřejmě neudává relativní pevnost, ale pouze pevnost naměřenou na trhacím stroji. V případě pevnosti, která byla naměřená a nepřeočítána, by se tedy výsledky shodovaly. To je viditelné v tabulce, kde je uvedený i 95% interval spolehlivosti.



Oproti relativní pevnosti, je však u těchto nití naměřená tažnost s údaji od výrobce ve shodě. Tyto údaje totiž spadají do 95% intervalu spolehlivosti naměřených hodnot.

U nití firmy Amann byla výsledná tažnost velmi blízko tažnosti uváděné výrobcem. Uváděná data jen těsně nespádají do 95% intervalu spolehlivosti naměřených dat. Pevnost těchto nití je však neporovnatelná s údaji od výrobce, protože jsou zřejmě chybně zadaná. Údaje od výrobce je v řádech [cN] a jsou tedy extrémně nízké.

Celkově lze však měření považovat za úspěšné.

## **3.2 Experiment 2 – namáhání ve smyčce**

Namáhání ve smyčce je zkoušeno také na přístroji dynamometru. Namáhání ve smyčce je simulační zkouška kombinovaného namáhání. Dynamometr je popsán v kapitole 4.2.1. Zkouška namáhání ve smyčce byla provedena podle normy *ČSN EN ISO 2026 (80 0700): Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu*.

### **3.2.1 Podstata zkoušky**

Podstata zkoušky spočívá v kombinovaném způsobu namáhání, kdy je nit namáhána v přehybu nití jinou (v praxi se s tím můžeme setkat při provazování stehu). Vzorky nití jsou protahovány až do momentu přetržení. V momentu přetržení se zaznamená tržní síla a prodloužení při přetrhu. Byla použita upínací délka 500mm a rychlost posuvu 500mm/minuta. [10]

### **3.2.2 Podmínky zkoušky**

Stejně jako v předešlém experimentu vzorky nití nebyly klimatizovány, a to z důvodu neklimatizované místnosti. Z návínu bylo odebráno postupně 50 vzorků, podle *ISO ČSN*

EN ISO 2026 (80 0700): *Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu*, na kterých se provedla zkouška.

### 3.2.3 Zpracování výsledků

Jednotlivé výsledky zkoušek jsou zaznamenány v tabulkách v příloze. Tabulky, které následují, jsou statistickým shrnutím naměřených výsledků. Výsledky pokusu jsou znázorněny v následujících hodnotách:

- $F_{max}$  [N] ... pevnost
- $A_{max}$ [mm] ... tažnost
- $W$ [J] ... síla potřebná k provedení zkoušky
- $f_{sm}$  [%]...relativní pevnost ve smyčce

K výpočtu relativní pevnosti ve smyčce byl použitý následující vzorec:

$$f_{sm} = \frac{F_{sm}}{2 * F} * 10^2 \text{ [%]}$$

V tabulce 6 jsou zaznamenány hodnoty parametrů dosažených během zkoušky. Naměřená pevnost ve smyčce je znázorněná v prvním sloupci tabulky. V druhém sloupci je znázorněná relativní pevnost ve smyčce. Přepočet relativní pevnosti ve smyčce se provedl dle výše uvedeného vzorce.

V tomto experimentu nejvyšší relativní pevnost dosáhla nit N-tech. Tato nit stojí za povšimnutí, protože v předešlém experimentu měla relativní pevnost velmi nízkou a ve smyčce se relativní pevnost výrazně zvýšila. To je dáno provázáním nití při zkoušce. Za povšimnutí stojí také nit Pyrostár, u které také došlo k výraznému zlepšení v pevnosti. Tento výrazný nárůst je zřejmě dán tím, že obě nitě jsou vyrobené z meta-aramidu a jsou třikrát skané. I u poslední meta-aramidové nitě byl vysoký nárůst relativní pevnosti ve smyčce oproti pevnosti samotné nitě.

Ve skupině para-aramidových nití byl také nárůst relativní pevnosti, ale už né tak výrazný jak u nití vyrobených z meta-aramidu. Z toho tedy vyplívá, že pro šití ochranných oděvů jsou vhodnější meta-aramidové nitě.

Dalším sledovaným parametrem byla tažnost ve smyčce, která u všech nití poklesla. Oproti předešlé zkoušce nejvyšší tažnost ve smyčce dosahovala nit Pyrostar. U této nitě tažnost poklesla zhruba o jedno procento. Nejvyšší pokles tažnosti ve smyčce byl u nitě N-tech, tento pokles byl zhruba o sedm procent. Vysoká tažnost ve smyčce vyšla také u nitě Firefly, naopak velmi nízká tažnost ve smyčce byla naměřena u nití Protos a Kc-tech, tedy u kevlarových nití.

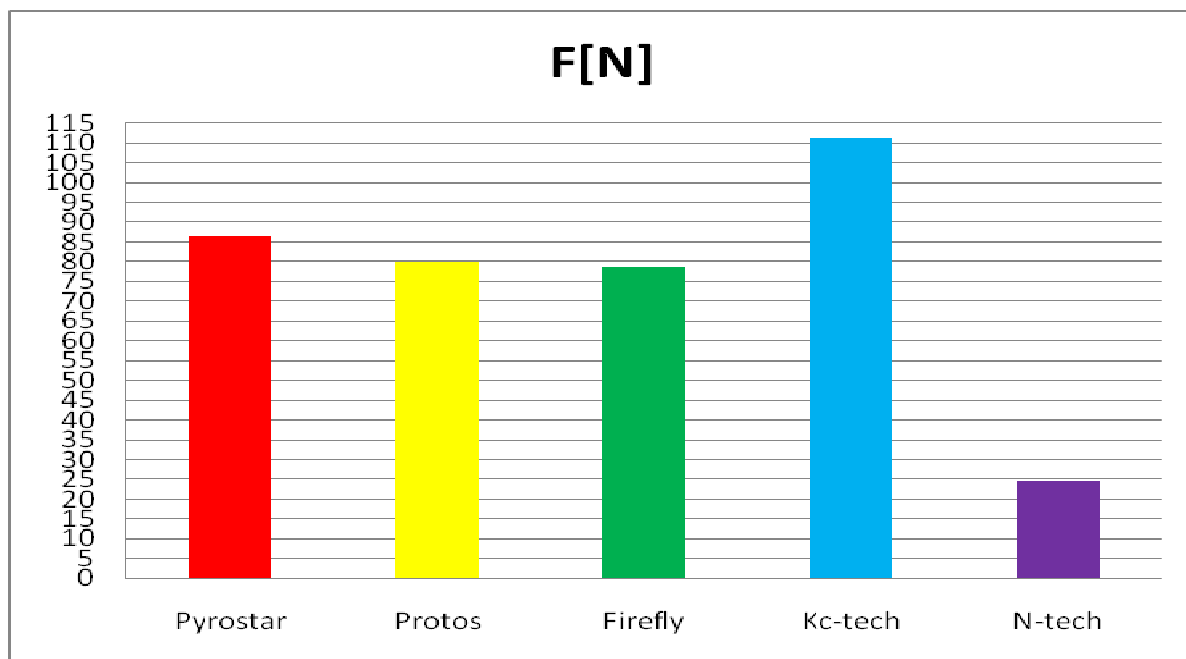
V tabulkách jsou také zaznamenány směrodatné odchylky a variační koeficienty zjišťovaných parametrů. I u tohoto experimentu vycházejí variační koeficienty poměrně nízké. Mírně zvýšené byly pouze u práce potřebné k přetrhu.

Směrodatné odchylky jsou nízké, čemuž odpovídají i nízké hodnoty už zmíněných variačních koeficientů. Výsledky měření se tedy dají považovat za vypovídající o sledovaných vlastnostech daných nití.

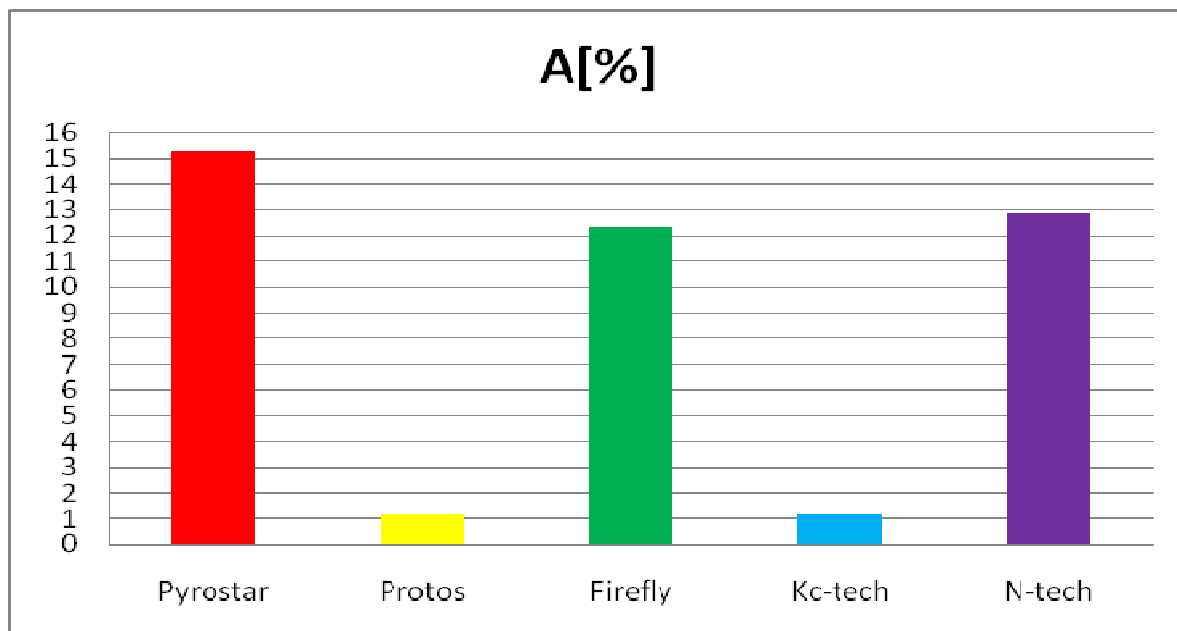
<b>Nit</b>	<b>F[N]</b>	<b>Fsm [%]</b>	<b>A [%]</b>	<b>W [J]</b>
<b>Pyrostar</b>				
aritmetický průměr	86,458	95,082	15,283	4,098
směrodatná odchylka	5,871	6,456	1,298	0,497
variační koeficient	6,790	6,790	8,493	12,135
Interval spolehlivosti	<85,07;87,85>	<93,551;96,612>	<14,98;15,59>	<3,98;4,22>
<b>Protos</b>				
aritmetický průměr	80,055	37,684	1,204	0,234
směrodatná odchylka	6,156	2,898	0,143	0,037
variační koeficient	7,689	7,689	11,853	15,702
Interval spolehlivosti	<78,6;81,51>	<36,996;38,370>	<1,17;1,238>	<0,23;0,24>
<b>Firefly</b>				
aritmetický průměr	78,577	60,370	12,341	2,549
směrodatná odchylka	4,585	3,523	0,670	0,223
variační koeficient	5,835	5,835	5,432	8,730
Interval spolehlivosti	<77,49;76,66>	<53,534;61,204>	<12,18;12,5>	<2,5;2,6>
<b>Kc-tech</b>				
aritmetický průměr	111,314	39,02359	1,191	0,306
směrodatná odchylka	8,132	2,85092	0,081	0,040
variační koeficient	7,306	7,306	6,813	12,950
Interval spolehlivosti	<109,39;113,24>	<38,347;39,699>	<1,172;1,21>	<0,3;0,32>
<b>N-tech</b>				
aritmetický průměr	24,653	95,12077	12,907	1,007
směrodatná odchylka	2,034	7,84840	1,164	0,146
variační koeficient	8,251	8,251	9,017	14,508
Interval spolehlivosti	<24,17;25,14>	<93,26;96,98>	<12,63;13,18>	<0,97;1,04>

**Tabulka 6: statistické vyhodnocení zkoušek**

Na obrázcích 21 a 22 je grafické znázornění naměřených hodnot pevnosti a tažnosti ve smyčce jednotlivých nití. Tyto grafy lépe ilustrují naměřenou pevnost a tažnost ve smyčce jednotlivých nití.



Obrázek 21: Grafické znázornění pevnosti ve smyčce

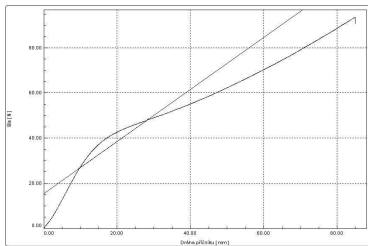


Obrázek 22: Grafické znázornění tažnosti ve smyčce

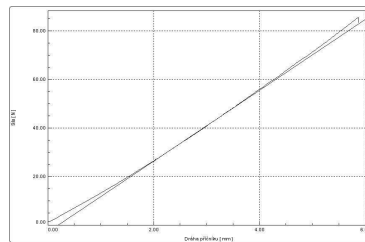
### 3.2.4 Vyhodnocení měření

Následující grafy pak ilustrují samotný průběh měření nití. Na ose X je zaznamenávána délka příčnicku v milimetrech, a na ose Y je zaznamenávána síla v Newtonech.

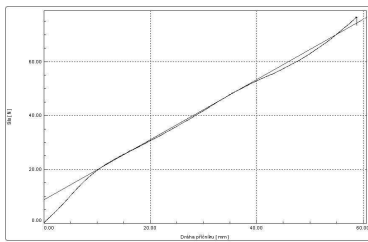
#### Příklady grafů průběhů zkoušek jednotlivých nití



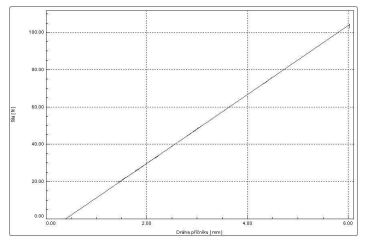
Pyrostar



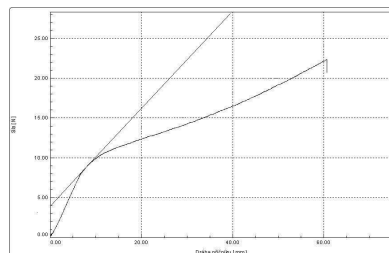
Protos



Firefly



Kc-Tech



N-Tech

Na ukázkách grafu jsou zaznamenány tahové křivky zkoušek. Je zde vidět oblast pružné deformace a mez pružnosti. Na grafech je zaznamenán modul pružnosti a dosažená síla.

### **3.2.5 Shrnutí**

Zkouška se zabývala sledováním pevnosti a tažnosti nití ve smyčce. Nyní následuje shrnutí a analyzování výsledků měření.

Z para-aramidových nití byla ve smyčce pevnější nit Kc-tech než nit Protos. Tato nit byla pevnější jen o 2 %, což není tak velký rozdíl. Zde je důležitější fakt, že nit Kc-tech má dle údajů od výrobce, že je jemnější. U těchto nití byla zaznamenána vyšší tažnost také u Kc-techu než u nitě Protos, tedy pro oděvní výrobu je nit Kc-tech vhodnější ve všech směrech.

Ze skupiny meta-aramidových nití vykazovaly relativní pevnost všechny nitě, a několikanásobně vyšší. U všech nití však poklesla tažnost ve smyčce, ale to je dáno provázáním nití a rozložením tažnosti. Z těchto nití je nejvhodnější k výrobě ochranných a nehořlavých oděvů nit N-tech, která je nejjemnější, ale vykazuje výsledky stejné jako méně jemné nitě.

Provedení měření pevnosti a tažnosti ve smyčce lze považovat za vypovídající o zkoumaných vlastnostech, jelikož směrodatné odchylky a variační koeficienty dosahují akceptovaných hodnot.

Porovnání naměřených dat pevnosti a tažnosti ve smyčce s údaji od výrobce nebylo provedeno, jelikož výrobci tyto data o svých nitích neudávají.

### **3.2.6 Závěr experimentu 1 a 2**

V experimentu 1 a 2 byly sledovány mechanické vlastnosti šicích nití. V experimentu 1 to byla pevnost a tažnosti šicích nití, a v experimentu 2 to byla pevnost a tažnost ve smyčce.

Při porovnání relativní pevnosti a relativní pevnosti ve smyčce vycházela u nití vyšší relativní pevnost ve smyčce. To vyplívá z provázání nití, kdy se pevnost nitě zdvojnásobí.

Nejvyšší relativní pevnost z experimentu 1 dosahovala nit Protos i přes to, že v experimentu 2 její pevnost poklesla. Tato nit je tedy ideální pro výrobu tam, kde je kladený důraz na pevnost.

Při posuzování tažnosti nelze jednoznačně určit nit s nejlepší tažností, a to z důvodu, že v prvním experimentu měla nejvyšší tažnost nit N-tech a v experimentu 2 měla vysokou tažnost nit Pyrostar. U obou zkoušek dosahovala velmi vysokou tažnost i nit Firefly.

Za nejuniverzálnější nit, tedy nit se slušnou relativní pevností i tažností zároveň, lze ze skupiny para-aramidových nití považovat nit Kc-tech.

Za nejuniverzálnější nit ze skupiny meta-aramidových nití lze považovat nit N-tech, která i přes svoji jemnost prokazovala stejné výsledky jako nitě méně jemné.

Při porovnávání nití obou skupin, tedy meta-aramidových a para-aramidových, lze za nejuniverzálnější považovat nit Pyrostar, která měla adekvátní relativní pevnost a tažnost ve smyčce, což je při výrobě oděvů velmi důležité.

### **3.3 Experiment 3 – termodynamické vlastnosti**

#### **3.3.1 Použitý přístroj**

Termodynamické vlastnosti nití byly zkoušeny na přístroji DSC6 Perkin Elmer. „Na tomto přístroji se měří tepelná energie nutná ke kompenzaci rozdílu teplot mezi vzorkem a referenční látkou.“[13] Přístroj měří teploty přechodu, jakou je teplota tání, skelný přechod a krystalizace.



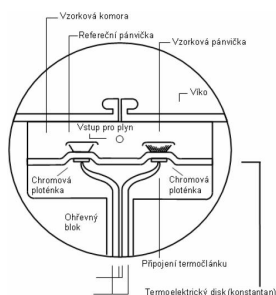


Komora na  
vzorky

Obrázek 23: Příklad DSC6 Perkin Elmer

### 3.3.2 Princip zkoušky

Přístroj DSC6 Perkin Elmer je určený k zjišťování tepelných přechodů v materiálu. Princip zkoušky je v postupném zahřívání vzorků a následném ochlazení. Při tomto procesu se na graf zaznamenávají tepelné přechody v daném vzorku. Měření přináší kvalitativní a kvantitativní informace o fyzikálních a chemických změnách materiálu. Tyto změny mají exotermický nebo endotermický charakter, anebo se mění pouze tepelná kapacita materiálu.[13] Přístroj se ovládá pomocí programu Pyris Player, který je kompatibilní s operačním systémem Windows. DSC6 pracuje v teplotním intervalu od  $-120^{\circ}\text{C}$  až po  $1000^{\circ}\text{C}$ .



Obrázek 24: schematické znázornění DSC přístroje[25]

### 3.3.3 Příprava vzorků

Pro samotné měření se musí vzorky připravit do speciálních mističek. Tyto mističky se musí před použitím zvážit. Po jejich zvážení se do nich umísťují připravené vzorky. Příprava vzorku nití byla provedena tak, že se jednotlivé nitě nastříhaly na malé kousky o hmotnosti v rozmezí 5-12 mg. Vzorky se následně slisovaly do tvaru mističek. Po slisování se vzorky nití umístily do mističek a ty se uzavřely na přístroji k tomu určeném.



Obrázek 25: Váha na navážení vzorků



Obrázek 27: Umístění vzorku do mističek



Obrázek 26: Uzavření vzorků

### 3.3.4 Postup zkoušky

Po přípravě vzorků se přešlo k samotnému měření. Uzavřené vzorky se vložily do přístroje DSC6. Vzorek se vkládá do levé referenční pánvičky. Po vložení vzorku uzavřeme komoru víčkem. Následně musíme pustit dusík tak, aby víčko komory bylo v klidu a nepohybovalo se. Po nastavení dusíku se uzavře komora vrchním víkem.

Umístění  
vzorku



Obrázek 28: Umístění vzorku

Dalším krokem je nastavení teploty a rychlosti zahřívání. Teplota byla nastavena od 25°C do 450°C, jelikož žádný z výrobců sledovaných nití neuvádí hodnoty degradace nití vyšší než právě zvolených 450°C. Rychlost ohřevu byla nastavena na 10°C/minuta, a následné ochlazování bylo nastaveno také na 10°C/minuta. Po nastavení teploty se sledoval průběh zkoušky na monitoru, kde se vykresloval graf postupného ohřívání nitě a následné ochlazení. Měření jednoho vzorku trvalo přibližně 1,5 hodiny, poté se vzorek vyjmul a mohl se dát testovat vzorek další.

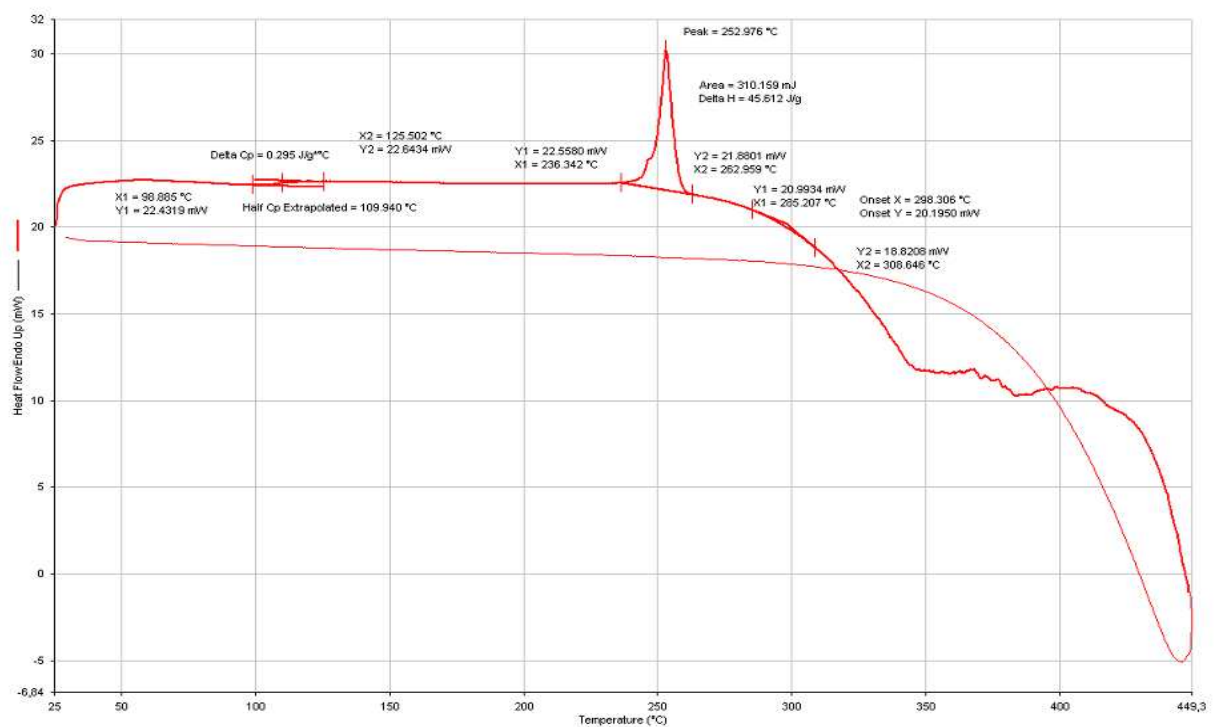
### 3.3.5 Použité vzorky nití

V tomto pokusu byly testovány také nitě firmy AmannGroup a firmy Coast PRO. Stejně jako v předešlých pokusech se jedná o nitě Kc-Tech a N-tech od firmy Amann Group, a o nitě Firefly, Protos a Pyrostar firmy Coats PRO.

U nitě Kc-tech by mělo dojít k tepelnému rozkladu při cca. 425°C. [14] Další testovanou nití společnosti Amann Group byla nit N-tech, u které by mělo dojít k tepelnému rozkladu při cca. 370°C[14] Stejně teploty platí pro nitě od firmy COATS PRO. Nit Firefly by měla odolávat žáru až do 370°C a nitě Protos a Pyrostar do 425°C.

### 3.3.6 Vyhodnocení vzorků

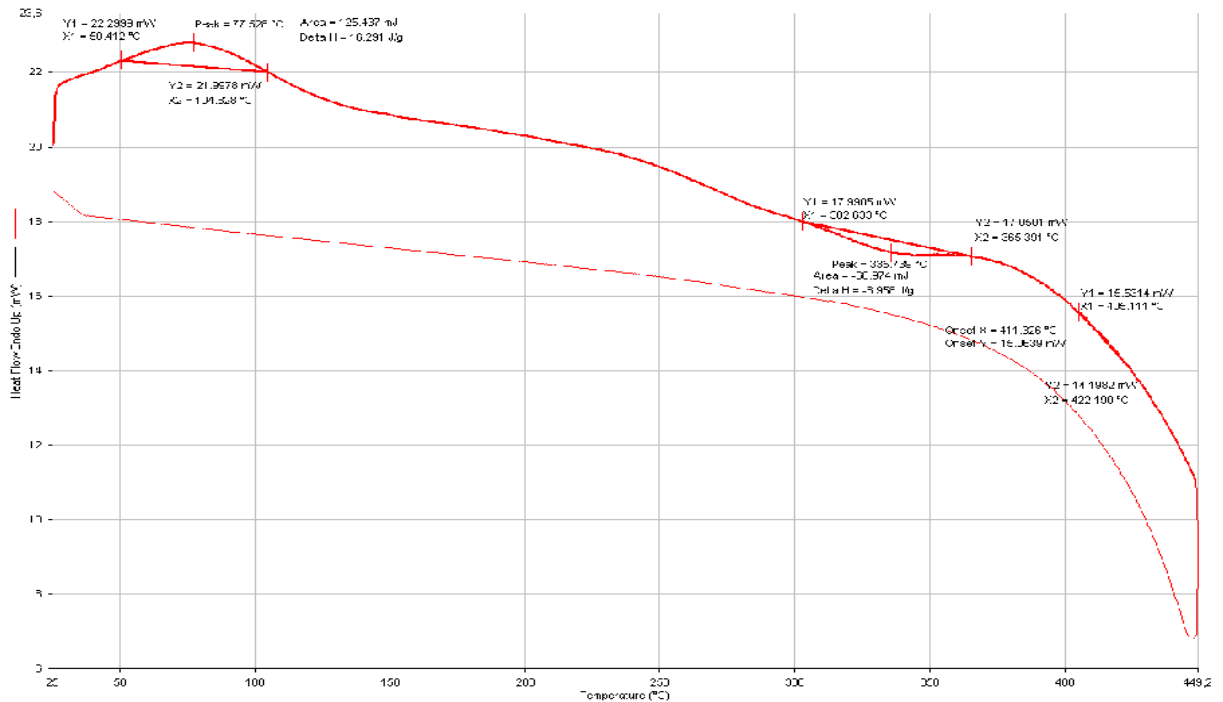
#### Vzorek 1: nit Firefly



Obrázek 29: Graf průběhu zkoušky nitě Firefly

Na obrázku 29 je znázorněný graf tepelného toku nitě Firefly. Na ose X je znázorněná teplota a na ose Y je znázorněný tepelný tok vzorku. Z grafu lze vyčíst, že kolem 100°C začala odcházet voda ze vzorku. Voda odchází až do 125°C. Tato nit má bod tání, který se začal projevovat při 236°C. Z toho vyplývá, že se nit může bez jakýchkoliv problémů bezpečně používat až do této teploty. Degradace nitě nastává při 298°C a úplné rozpadnutí nastává při teplotě 340°C.

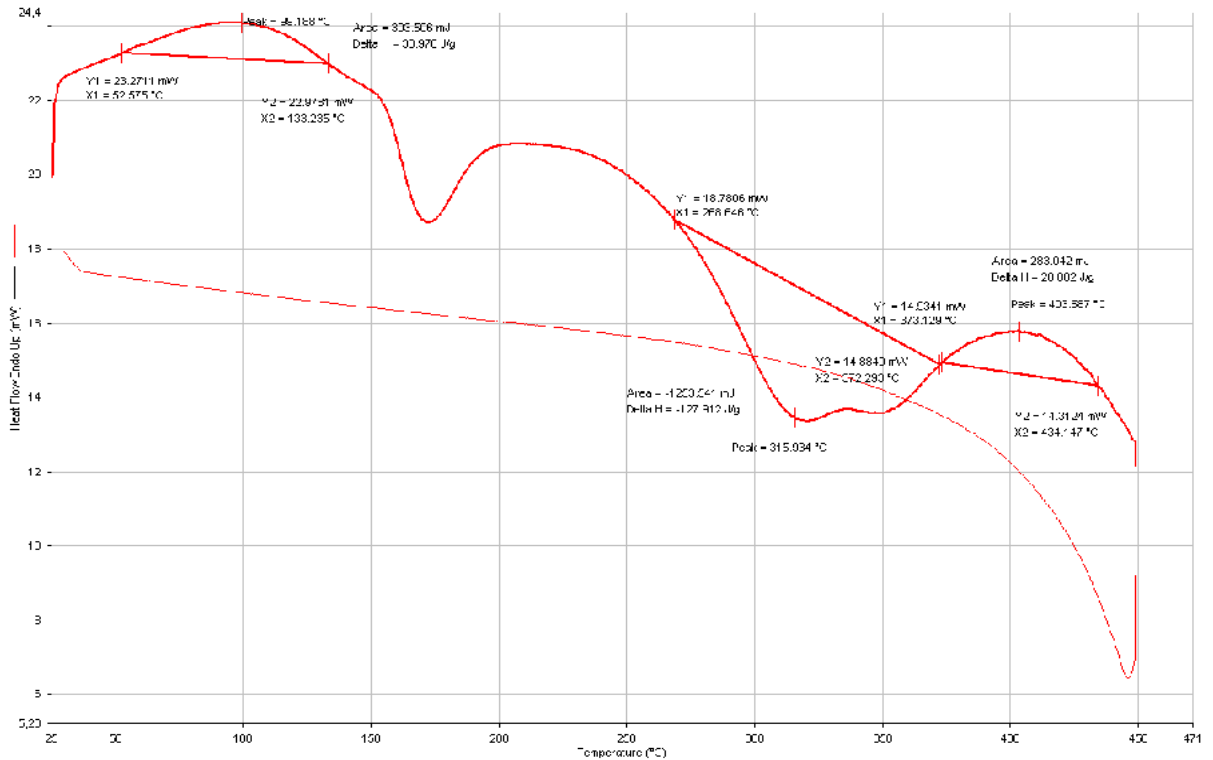
## Vzorek 2: nit Protos



Obrázek 30: grafické zobrazení průběhu zkoušky nitě Protos

Tepelný tok nitě Protos je znázorněný na obrázku 30. U této nitě začala voda odcházet při teplotě 50°C a odcházela až do 110°C. Po té se s nití nedělo nic až do teploty 300°C, z toho je tedy zřejmé, že nit se dá bezpečně použít do této teploty. Při teplotě 300°C začalo docházet k dalším změnám. U této nitě není bod tání, a tedy se nijak neprojevil. Kolem 350°C však dochází k degradaci nitě Protos a postupně nastává rozpad nitě. Jelikož byl stroj nastavený jen do 450°C nebylo možné zjistit přesnou teplotu, kdy nastal úplný rozpad nitě. Jelikož je to kevlarová nit, dá se předpokládat, že úplný rozpad nastane kolem teploty 500°C.

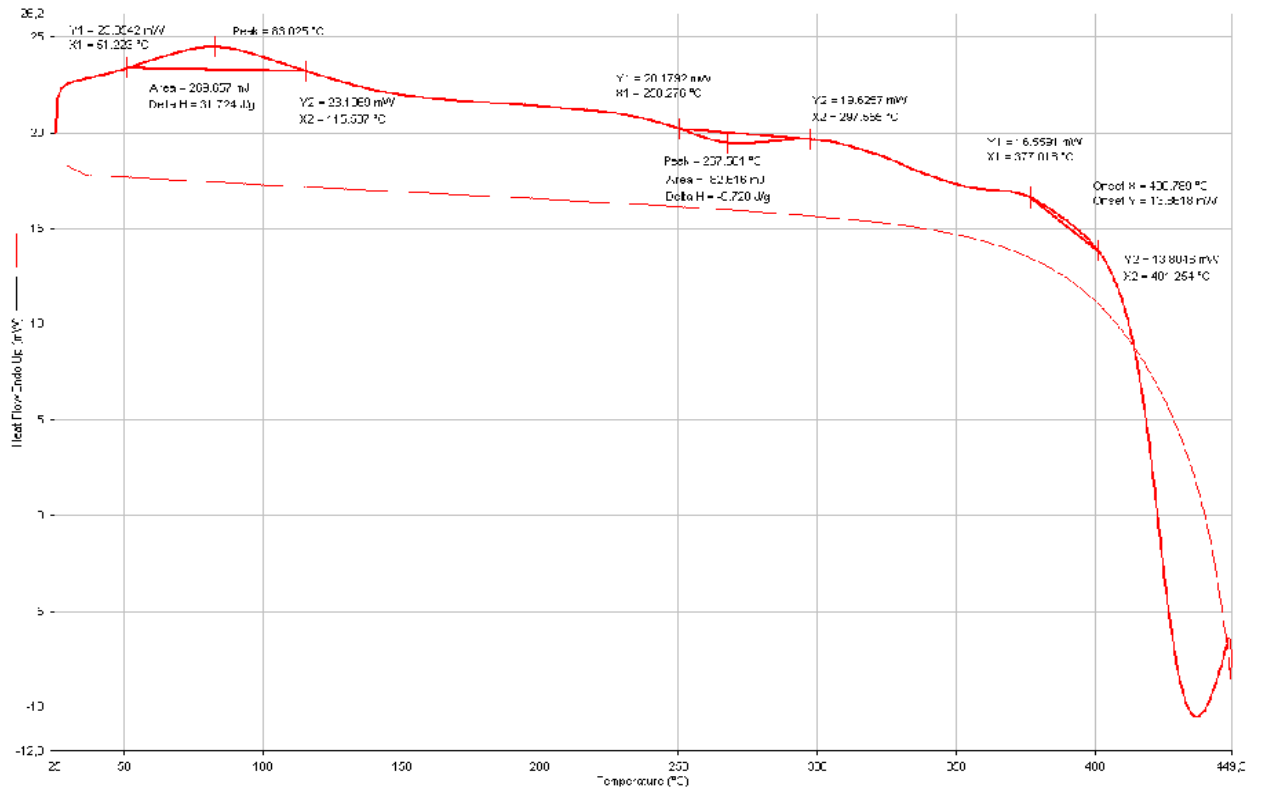
### Vzorek 3: nit Kc-tech



Obrázek 31: Grafické zobrazení průběhu zkoušky nitě Kc-tech

Výše uvedený obrázek 31 znázorňuje tepelný tok nitě Kc-tech. Z obrázku je zřejmé, že u této nitě nastává odvod vody při 50°C a voda odchází až do 130°C. Následně začíná první degradace nitě, která nastala kolem 150°C. Tato degradace netrvala dlouho, protože již při 170°C nastává krystalizace vzorku. Tento proces se opakuje ještě u 270°C. Tato nit nemá bod tání, ale degradace nastává při 400°C a nit se postupně rozpadá. Díky nastavení stroje, které bylo jen do 450°C, nešlo zjistit přesnou teplotu rozkladu nitě. Z výsledků uvedených na obrázku 30 je patrné, že k úplné degradaci nitě dochází při vyšších teplotách než je 450°C.

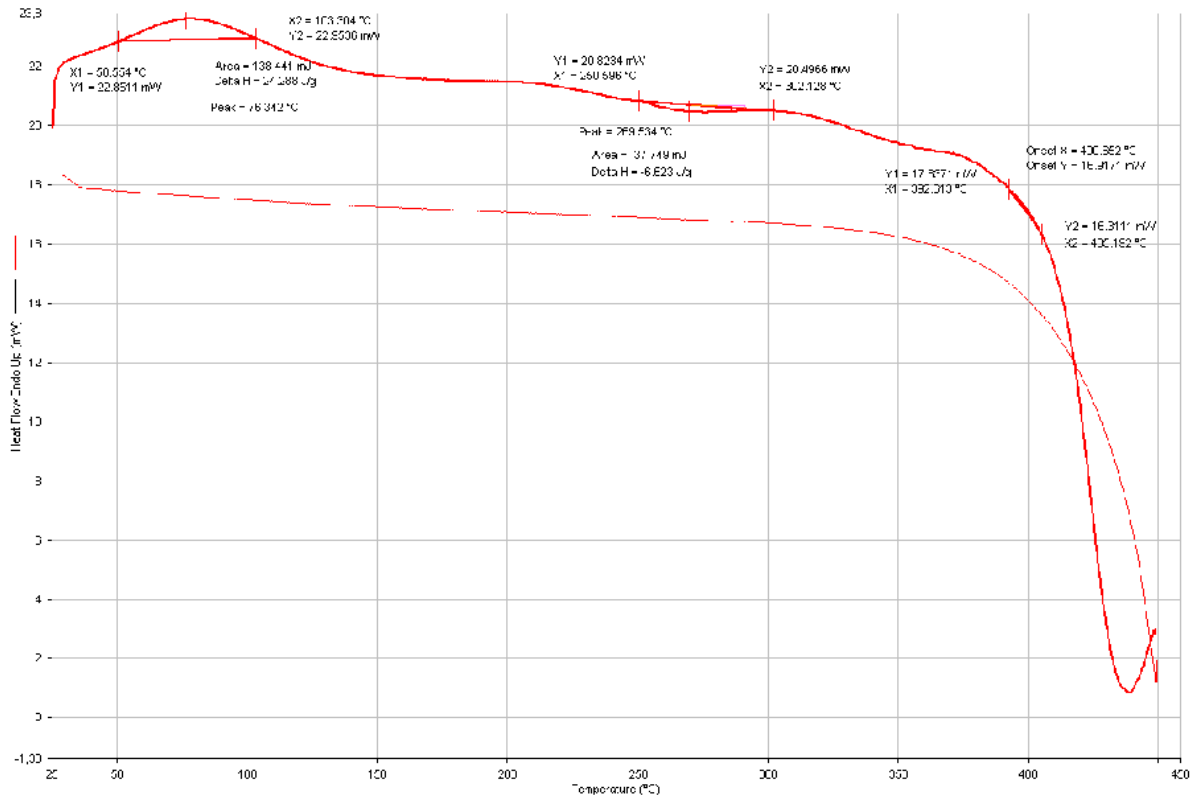
## Vzorek 4: N-tech



Obrázek 32: Grafické znázornění průběhu zkoušky nitě N-tech

Obrázek 32 znázorňuje tepelný tok nitě N-tech. U této nitě byla pozorována konečná degradace a úplný rozpad nitě. Z obrázku lze vyčíst odchod vody, který nastal kolem 50°C a trval až do 120°C. Při dalším ohřevu se nic nedělo až do teploty 250°C kdy nastala první degradace. Nit se tedy může bezpečně používat do této teploty. Kdyby se nit použila při vyšší teplotě, musel by se brát ohled na to, že si nit nemusí zachovat své vlastnosti. Degradace nitě N-tech nastává při teplotě 380°C a postupně pokračuje přibližně k 440°C kde se nit začíná úplně rozpadat.

## Vzorek 5: nit Pyrostar



Obrázek 33: grafické znázornění průběhu zkoušky Pyrostar

Na obrázku 33 je zaznamenaný průběh tepelného toku nitě Pyrostar. V průběhu zkoušky byla taktéž sledována konečná degradace a úplný rozpad nitě. Z obrázku lze vyčíst, že při 50 – 100 °C odchází voda. Při následném ohřevu se nic nedělo až do teploty kolem 250 °C kde byl zaznamenán první náznak degradace. Z toho lze usoudit, že nit se může bezpečně používat do této teploty. V případě použití ve vyšších teplotách se musí brát ohled na to, že nit nemusí mít zachované své vlastnosti. Při teplotě kolem 400 °C nastává degradace a následně rozpad nitě.

### 3.3.7 Shrnutí

Cílem tohoto experimentu bylo zjistit tepelný tok vybraných nití. Sledoval se bod tání, degradace a úplný rozpad nití. Během zkoušky bylo zjištěno, že z vybraných vzorků nití měla jen jediná bod tání. Tato nit byla Firefly od firmy Coats PRO. Ostatní vzorky nití

žádný bod tání neměly, ale po dosažení určité teploty začaly degradovat a následně se rozpadly.

Nit Firefly je jedinou, u které se zaznamenal bod tání, který nastal při teplotě kolem 235°C. Výrobce této nitě udává, že by tepelný rozklad měl nastat kolem 370°C. V experimentu 3 kde se sledoval tepelný tok této nitě, však vyšlo, že degradace nitě nastává již při nižší teplotě, a rozklad této nitě nastává také při teplotě nižší. Jelikož nějakou dobu trvá, než se nit úplně rozpadne, může se teplota, kterou uvádí výrobce považovat za odpovídající.

Další sledovanou nití byla nit Protos. Jak je již výše uvedeno, u této nitě nebyl zaznamenán bod tání. To je dáno materiálem nitě. Z průběhu zkoušky bylo zjištěno, že degradace nastává již při teplotě 350°C a následně se nit pomalu rozkládá. Výrobce u této nitě udává, že nit by se měla rozkládat až při 425°C, což se také nedá zcela zamítnout, jelikož díky natavení přístroje se zkouška ukončila při teplotě 450°C a nebyl zaznamenaný úplný rozpad nitě.

Dále se v experimentu zkoušela nit Kc-tech, která měla zajímavý průběh tepelného toku. V grafu této nitě je vidět, že u nitě proběhla dvakrát degradace, a následně hned nastává krystalizace. Naposledy se tento jev opakoval u teploty 270°C. Poté nastává poslední degradace a nit se začíná rozpadat. Rozpad této nitě se začal projevovat při teplotě 400°C. Výrobce uvádí tepelný rozklad kolem 425°C, dá se tedy říct, že výsledek experimentu je shodný s údaji výrobce.

Další sledovanou nití byla nit N-tech od firmy Amann. I u této nitě vycházel tepelný rozklad velice podobný jak s údaji od výrobce. Výrobce udává, že tepelný rozklad této nitě je kolem 370°C a v experimentu nit začala degradovat při 380°C.

Poslední sledovanou nití byla nit Pyrostar. Výsledky měření tepelného toku nitě vykazovaly také výsledky srovnatelné s údaji od výrobce. Naměřená teplota, kdy nit začala degradovat a následně se rozpadla, byla kolem 400°C, Výrobce udává, že rozpad nitě by měl nastat při 425°C.



U tohoto experimentu bylo díky pozorování tepelného toku zjištěno, že pro výrobu nehořlavých a ochranných oděvů je nejvhodnější používat nit Kc-tech, Pyrostar nebo nit Protos. U těchto nití výrobce udává nejvyšší teplotu pro bod tepelného rozkladu 425°C, a tyto teploty vycházely i v experimentu zhruba stejné.

### 3.4 Experiment 4 – Nehořlavost nití

Hořením rozumíme souhrn pochodů, které se vyskytují od počátku působení tepelné energie na vlákno na vzduchu až do zhasnutí plamene.

Běžné typy přírodních a syntetických vláken jsou hořlavé organické látky. Proces hoření je složitá soustava fyzikálně-chemických dějů. Základem procesu je vývoj tepla chemickou reakcí. Teplotní režim v procesu hoření závisí na dvou hlavních faktorech – na rychlosti přívodu tepla a rychlosti odvodu tepla. Rychlost přívodu tepla určují zákony chemické kinetiky. Rychlost odvodu tepla určují fyzikální a chemické vlastnosti reagující soustavy a okolí. Proces hoření podmiňuje přítomnost tří základních složek: tepla, paliva a kyslíku.[15]

Když je uvolněná energie větší než spotřebovaná, materiál hoří, a naopak materiál je nehořlavý nebo samozhášející, když uvolněná energie je menší než spotřebovaná. [15]

#### 3.4.1 Použitý přístroj

Vzorky se zkoušely v přístroji H MV.



Umístění nitě

Obrázek 34:H MV přístroj

### 3.4.2 Podstata zkoušky

Cílem této zkoušky bylo zjistit, zda si nitě při působení žáru o vysoké teplotě zanechají své mechanické vlastnosti či nikoli. Také se zjistí či jsou nitě nehořlavé, nebo zda mají jen sníženou hořlavost. K provedení zkoušky nehořlavosti nití není určena žádná norma, proto bylo nutné vymyslet jak tuto zkoušku provést.

„Nítě jsou testovány ve švu na použité tkanině. Je nutné testovat tento celek, ne jednotlivé komponenty.“<sup>6</sup> Z toho důvodu byly nitěmi prošívány bavlněný materiál a poté zapalován. Vzorky nití byly také zapalovány bez bavlněného materiálu pod různými úhly a to proto, aby se zjistilo, zda nitě hoří či nehoří i samostatně.

### 3.4.3 Příprava vzorků

K provedení zkoušky bylo nutno připravit bavlněné vzorky o rozměrech 30x8 cm, které byly středem prošité jednoduchým vázaným stehem. Použité vzorky látky byly z 100% bavlněného plátna, které bylo bělené a mercerované. Tyto vzorky by tak neměly mít žádný vliv na nehořlavost samotných nití.



Obrázek 35: Vzorek materiálu

<sup>6</sup> Zdroj: Milan Komenda (COAST PRO)

### 3.4.4 Postup zkoušky

Testování nehořlavosti nití bylo provedeno čtyřmi způsoby.

#### 1. Způsob zkoušky

První testování bylo takové, že se připravený vzorek látky s prošitou nití vložil do přístroje HMV mezi dvě destičky. Po vložení se vzorek zapálil zápalkou a nechal se hořet. Teplota ohně dosahovala 750°C. Vzorek hořel přibližně 2 minuty a poté se uhasil. Na obrázku 36 je vidět vzorek uchycený mezi destičky a jeho hoření. Po uhašení plamene zůstala ohořelá nit, jak je ukázáno na obrázku 37. Tento postup se provedl u každé zkoušené nitě.



Obrázek 36: Ohořelá nit'



Obrázek 37: Ohořelá nit

#### Vzorek 1 – nit Pyrostar

Touto nití nebylo možné prošít bavlněný vzorek, a to z důvodů, že nit je tlustější, než byla jehla na šicím stroji, který byl poskytnut k provedení této zkoušky. Proto se vzorek prošil ručně a to stehem řetízkovým. Průběh zkoušky byl ale stejný jak u ostatních vzorků. Nit nehořela. Zkrátila se její délka a po zkoušce výrazně ztvrdla a zkřehla

#### Vzorek 2 – nit Protos

Zkouška trvala asi 2 minuty a během ní se měnila barva nitě. Nit nehořela a netavila se, ale zkracovala se. Po ukončení zkoušky a vytahování z přístroje se nit rozpadala, tudíž se dá říct, že ztratila svojí pevnost.

### **Vzorek 3 – nit Firefly**

U této nitě musel být také použitý ruční steh řetízkový. Tato nit shořela, zůstal po ní jen 5cm dlouhý zbytek, který se nedal uchopit do ruky. V kontaktu s rukou se rozpadl na jemné miniaturní částičky vlákna.

### **Vzorek 4 – nit Kc-tech**

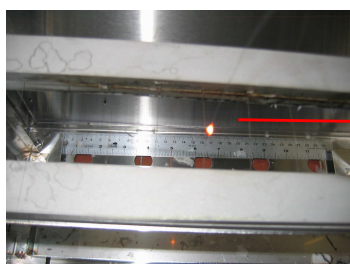
Tato nit se netaví a nehoří. Po ukončení zkoušky zůstala nit v celku.

### **Vzorek 5 – nit N-tech**

Během zkoušky nit měnila svojí barvu, zkracovala se a tavila se. Po vytahování z přístroje se v ruce rozpadala.

## **2. Způsob zkoušky**

Druhým způsobem zjišťování, zda nitě hoří, či nikoliv bylo zapalování samotných nití. Tato zkouška se prováděla stejným způsobem jako zapalování s bavlněným materiálem.



Zkoušená nit

**Obrázek 38: Znázornění zkoušky samotné nitě**

Na obrázku 38 je zobrazeno, jak se nit zkoušela samostatně bez bavlněného materiálu. Na tomto obrázku nit hoří. Při této zkoušce se nit zapalovala po dobu 10 sekund při teplotě 350°C. Většina nití však po 2-5 sekundách uhasla a dál nehořela.

### **Vzorek 1 – nit Pyrostar**

Tento vzorek samostatně hoří minimálně, zato velmi zapáchá. Délka hoření byla přibližně 5 sekund, poté nit sama od sebe uhasla.

### **Vzorek 2 – nit Protos**

Nit Protos hoří jen v místě kde je zrovna plamen, a to do protrhnutí. Mimo působení ohně nit nehořela vůbec.

### **Vzorek 3 – nit Firefly**

Tato nit je jediná, která po 2 sekundách chytla a shořela.

### **Vzorek 4 – nit Kc-tech**

Vzorek této nitě hořel 3 sekundy, poté se přetrhl a uhasil.

### **Vzorek 5 – nit N-tech**

Tato nit se po dobu zkoušky kroutila a tím se zkracovala její délka. Délka se zkrátila asi o 2 cm. Pokud se na nit působilo déle než 10 sekund, zůstal by pouze malý zákrutek.

## **3. Způsob zkoušky**

Dalším způsobem aplikovaný na zkoušku nehořlavosti nehořlavých šicích nití byl takový, že se nit zapalovala v úhlu 45° a sledovalo se, zda se oheň bude po niti šířit a zda nit bude hořet či nikoliv. V tomto experimentu vykazovali nitě naprosto stejný průběh hoření jako u předešlého pokusu.



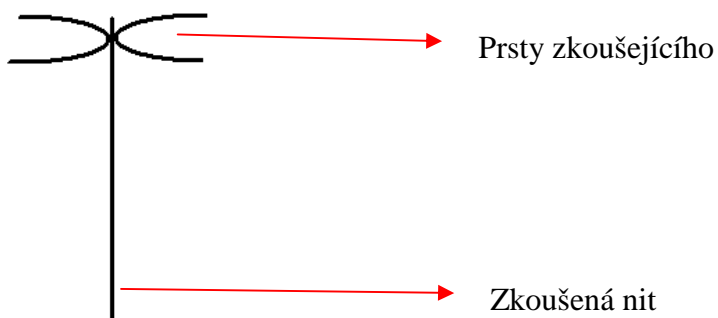
**Obrázek 39: Zkoušení nehořlavosti nití v úhlu 45°**



**Obrázek 40: Umístění vzorku**

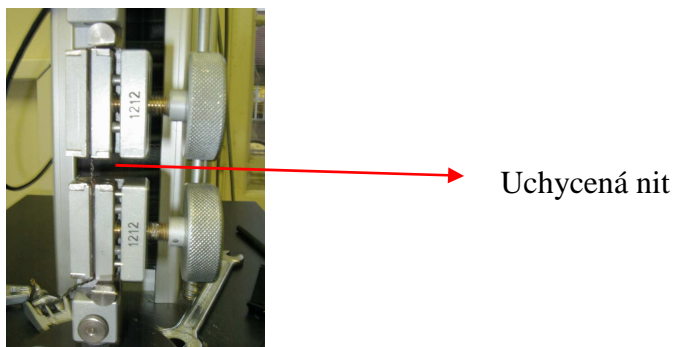
#### 4. Způsob zkoušky

Posledním způsobem provedení zkoušky nehořlavosti bylo zapalování nitě ve svislém směru. Tato zkouška se prováděla tak, že zkoušející osoba držela nit mezi prsty a následně ji zapálila. Během této zkoušky se sledovalo, jak se bude plamen šířit po niti. V tomto experimentu vykazovali nitě také naprosto stejný průběh hoření jako u předchozích dvou pokusů.



Obrázek 41: Znázornění zkoušky ve svislém stavu

Po ukončení zkoušky nehořlavosti byly nitě zkoušeny na trhačím stroji. Toto se provádělo pro zjištění, zda nitě ztratily svojí pevnost a tažnost.



Obrázek 42: Uchycení nitě to trhačky

Zkoušení ohořelých nití se provádělo totožně jako u experimentu 1. Změny však nešlo zjistit, protože se většina nití rozpadla při uchycování do čelistí. Nitě, u kterých bylo možno zkoušky provést, se ihned po spuštění stroje přetrhly, tudíž se dá říct, že nitě ztratily svojí pevnost.

### **3.4.5 Shrnutí**

Cílem této zkoušky bylo zjistit, zda zvolené speciální šicí nitě hoří či nikoliv. Toto ověřování se provádělo k zjištění, jestli jsou nitě vhodné k výrobě speciálních hasičských a nehořlavých oděvů.

U prvního provedeného testu bylo zjištěno, že vzorky nití neshořely, až na nit Firefly. Tato nit po sobě zanechala pětcentimetrový zbytek, který se po uchopení do ruky rozpadl. V nejlepším stavu po zkoušce zůstala nit Kc-tech. Která neprojevovala žádné změny. U ostatních zkoušených nití bylo viditelné, jak se v průběhu hoření zkracují.

U ostatních testů, kde se nitě zkoušely samostatně, bylo zjištěno, že se oheň šířil opět pouze u nitě Firefly. Tato nit celá shořela. U ostatních nití se plamen nešířil, a sám se uhasil.

Z toho vyplývá, že nit Firefly je pouze nit se sníženou hořlavostí a ostatní nitě jsou nehořlavé. Proto by bylo dobré tuto nit používat spíše u oděvů, které nepřicházejí do přímého kontaktu s ohněm. Ostatní sledované nitě by se mohly použít na výrobu oděvů, které přichází do přímého kontaktu s ohněm.

### **3.5 Závěr experimentální části**

V experimentální části byly zkoumány mechanické vlastnosti nití, termomechanické vlastnosti a zkouška nehořlavosti. Tyto zkoušky byly prováděny k nalezení nitě, která bude mít nejlepší vlastnosti pro šití speciálních ochranných oděvů.

Ve zkouškách pevnosti a tažnosti byla nejlépe hodnocena nit Pyrostar, z důvodů její univerzálnosti. Ve zkoušce tepelného toku nití byly nejlépe hodnoceny nitě Pyrostar, Protos a Kc-tech, které odolávaly nejvyšším teplotám. V poslední zkoušce, ve které se zkoumala nehořlavost, vyšly všechny nitě kromě nitě Firefly jako nehořlavé.

Ze zjištěných vlastností je zřejmé že nejvhodnější nití k šití nehořlavých oděvů je nit Pyrostar, které měla vynikající mechanické vlastnosti, patřila mezi nejlepší nitě ve zkoušce tepelného toku a vyznačovala se i nehořlavostí. K tomu přispěl fakt, že nit je Nomexová a tudíž by tyto vlastnosti měla vykazovat.

Ostatní nitě prokazovaly o něco horší vlastnosti, nicméně i tyto nitě se ukázaly jako vhodné pro využití ve výrobě ochranných oděvů.

Další zkoumanou nití byla nit firmy Amann Group, která je pod obchodním značením N-tech. Tato nit nevykazovala dobrou pevnost i pevnost ve smyčce, zato její tažnost patřila k nejvyšším. U zkoušky nehořlavosti se ukázalo, že nit se sice taví a smršťuje, ale neshoří.

Nit Kc-tech měla velmi nevyvážené mechanické vlastnosti. Pevnost byla sice ze všech nití nejvyšší, ale tažnost byla naopak nejnižší. Ve zkoušce tepelného toku však tato nit patřila mezi nejlepší a byla i nehořlavá.

Nit Protos se vyznačovala podobnými mechanickými vlastnostmi jako nit Kc-tech, měla tedy vyšší pevnost ale nízkou pružnost. I tato nit patřila mezi nejlepší ve zkoušce tepelného toku a byla nehořlavá.

Nit Firefly v tomto experimentu měla vynikající vlastnosti v pevnosti a tažnosti. Zajímavé je, že při zkoušce pevnosti a tažnosti ve smyčce prokazovala menší tažnost než v jednoduchém upnutí a pevnost nitě byla také vyšší. Nevýhodou této nitě je oproti ostatním snížená nehořlavost. Při vysokých teplotách nit shoří. Tuto nit bych tedy hodnotila jako nejhorší.



## 4 Závěr

Diplomová práce sledovala mechanické a termomechanické vlastnosti speciálních šicích nití. Jelikož byly sledované nitě nehořlavé tak se v práci provádí také zkouška nehořlavosti. Cílem bylo zjistit, která nit se nejvíce hodí na šití speciálních nehořlavých oděvů.

Úvodní kapitoly se zabývají teorií šicích nití, jejich vlastnostmi a rozdělením. Závěr teoretické části je již věnován přehledu výrobců šicích nití a jejich sortimentu, kterým jsem se dále v práci zabývala.

Praktická část diplomové práce, která tvořila samotné jádro práce, postupně řešila cíl diplomové práce, metodiku přípravy vzorků, specifikaci použitých přístrojů, průběh vlastního experimentu a jeho zpracování. Tato část se skládala ze čtyř experimentů. V prvním a druhém experimentu se sledovali mechanické vlastnosti nití, a to pevnost a tažnost nití a také pevnost a tažnost nití ve smyčce. Třetí experiment se zabýval termomechanickými vlastnostmi a to konkrétně tepelným pochodem při ohřevu a následném ochlazení. Posledním experimentem v této kapitole je nehořlavost nití, kde se zjišťovalo, zda jsou nitě nehořlavé, nebo zda mají jen sníženou nehořlavost.

U opakovaných měření, tedy u prvních dvou experimentů, byly zjišťovány směrodatné odchylky a variační koeficienty. Jejich hodnoty byly v akceptovatelných mezích. Výsledky experimentů byly také porovnávány s údaji od výrobců, a jejich hodnoty byly velmi podobné, případně spadali do 95% intervalů spolehlivosti naměřených dat. Na základě těchto zjištění se výsledky experimentu dají považovat za vypovídající o daných vlastnostech nití.

Podle výsledků experimentů pak byla jako nejvhodnější nit' pro šití ochranných a nehořlavých oděvů vybrána nit Pyrostar od firmy Coats PRO. Tato nit vykazovala univerzální mechanické vlastnosti, nejlépe odolávala vysokým teplotám při zkoušce tepelného toku a ukázala se i jako nit nehořlavá.

I další nitě se však ukázaly také jako vhodné pro daný účel použití, i přes to že ne všechny měly tak dobré mechanické vlastnosti jako nit Pyrostar. Kromě nitě Firefly se totiž všechny ukázaly jako nehořlavé. Nit Firefly pak lze označit jako nit se sníženou hořlavostí.

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: PŘÍRODNÍ ŠICÍ NITĚ.....	- 12 -
OBRÁZEK 2: SYNTETICKÉ ŠICÍ NITĚ .....	- 12 -
OBRÁZEK 3: CHIRURGICKÁ ŠICÍ NIT .....	- 13 -
OBRÁZEK 4: PŘÍČNÝ ŘEZ JÁDROVOU ŠICÍ NITÍ[19].....	- 14 -
OBRÁZEK 5: EFEKTNÍ NIT PLAMENOVÁ .....	- 15 -
OBRÁZEK 6: EFEKTNÍ NIT NOPKOVÁ .....	- 16 -
OBRÁZEK 7: EFEKTNÍ NIT OBSEKÁVANÁ .....	- 16 -
OBRÁZEK 8: PRAVÝ A LEVÝ ZÁKRUT NITĚ [4].....	- 21 -
OBRÁZEK 9: SCHÉMA ZÁKRUTOMĚRU .....	- 22 -
OBRÁZEK 10: ZKOUŠKA SMYČKOVITOSTI [1].....	- 23 -
OBRÁZEK 11: ZKOUŠKA NA DYNAMOMETRU .....	- 24 -
OBRÁZEK 12: TAHOVÁ KŘIVKA .....	- 24 -
OBRÁZEK 13: ZKOUŠKA PEVNOSTI VE SMYČCE[4] .....	- 25 -
OBRÁZEK 14: ZKOUŠKA SRÁŽIVOSTI[4] .....	- 26 -
OBRÁZEK 15: NAMÁHANÍ ŠICÍ NITĚ PŘI ZKOUŠCE PEVNOSTI [4].....	- 26 -
OBRÁZEK 16: ROZBOR CELKOVÉ DEFORMACE .....	- 27 -
OBRÁZEK 17: ZKOUŠKA ODOLNOSTI V ODĚRU.....	- 28 -
OBRÁZEK 18: TRHACÍ PŘÍSTROJ TIRATEST 2300 .....	- 36 -
OBRÁZEK 19: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VÝSLEDKŮ NAMĚŘENÉ PEVNOSTI.....	- 40 -
OBRÁZEK 20: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ NAMĚŘENÉ TAŽNOSTI.....	- 40 -
OBRÁZEK 21: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PEVNOSTI VE SMYČCE .....	- 47 -
OBRÁZEK 22: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ TAŽNOSTI VE SMYČCE .....	- 47 -
OBRÁZEK 23: PŘÍSTROJ DSC6 PERKIN ELMER.....	- 51 -
OBRÁZEK 24: SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ DSC PŘÍSTROJE[25].....	- 51 -
OBRÁZEK 28: UMÍSTĚNÍ VZORKU .....	- 52 -
OBRÁZEK 25: VÁHA NA NAVÁŽENÍ VZORKŮ .....	- 51 -
OBRÁZEK 26: UZAVŘENÍ VZORKŮ.....	- 52 -
OBRÁZEK 27: UMÍSTĚNÍ VZORKU DO MISTIČEK .....	- 52 -
OBRÁZEK 29: GRAF PRŮBĚHU ZKOUŠKY NITĚ FIREFLY.....	- 53 -
OBRÁZEK 30: GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ PRŮBĚHU ZKOUŠKY NITĚ PROTOS .....	- 54 -
OBRÁZEK 31: GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ PRŮBĚHU ZKOUŠKY NITĚ KC-TECH .....	- 55 -
OBRÁZEK 32: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU ZKOUŠKY NITĚ N-TECH.....	- 56 -
OBRÁZEK 33: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU ZKOUŠKY PYROSTAR.....	- 57 -
OBRÁZEK 34: HMV PŘÍSTROJ .....	- 59 -
OBRÁZEK 35: VZOREK MATERIÁLU .....	- 60 -
OBRÁZEK 36: OHOŘELÁ NIŤ.....	- 61 -
OBRÁZEK 37: OHOŘELÁ NIT.....	- 61 -
OBRÁZEK 38: ZNÁZORNĚNÍ ZKOUŠKY SAMOTNÉ NITĚ .....	- 62 -
OBRÁZEK 39: ZKOUŠENÍ NEHOŘLAVOSTI NITÍ V ÚHLU 45° .....	- 63 -
OBRÁZEK 40: UMÍSTĚNÍ VZORKU .....	- 63 -
OBRÁZEK 41: ZNÁZORNĚNÍ ZKOUŠKY VE SVISLÉM STAVU.....	- 64 -
OBRÁZEK 42: UCHYCENÍ NITĚ TO TRHAČKY .....	- 64 -

## Použitá literatura

- [1] Ing. Vladimír Kovačič: Základy oděvní výroby, skriptum TUL, Liberec
- [2] Ing. Zuzana Fléglová: Zpracovatelské a užité vlastnosti materiálů, skriptum TUL, Liberec
- [3] Ing. Vladimír Kovačič: Zkoušení textilií I, skriptum TUL, Liberec
- [4] Ing. Vladimír Kovačič: Zkoušení textilií II, skriptum TUL, Liberec
- [5] Ing. Jana Zouharová: Výroba oděvů I, skriptum TUL, Liberec
- [6] Ing. Petra Jirásková: Výroba délkových textilií, skriptum TUL, Liberec 2004
- [7] [www.amann.cz](http://www.amann.cz)
- [8] [www.stoklasa.cz](http://www.stoklasa.cz)
- [9] [www.hedva.cz/nite/sortiment/polyamidove-nite](http://www.hedva.cz/nite/sortiment/polyamidove-nite)
- [10] ČSN EN ISO 2062: Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.
- [11] Ing. Mirka Dostálová, Ing. Mária Křivánková: Základy textilní a oděvní výroby, skriptum TUL, Liberec 2004
- [12] Materiálové listy firmy COATS PRO
- [13] Doc. RNDr. Jiří Vaníček, CSc.: Metody termické analýzy, katedra textilních materiálů, TF, TÚ Liberec Metody termické analýzy
- [14] Materiálové listy firmy Amann Group
- [15] Kryštůfek, J. – Machaňová, D. – Odvárka, J. – Prášil, M.: Technologie zušlechťování, skriptum TU, Liberec 2002
- [16] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Aramid>
- [17] <http://www.lanex.cz/produkty/vlakna-sici-nite/sortiment/nite/>
- [18] [http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/8\\_ochranne\\_pracovni0.pdf](http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/8_ochranne_pracovni0.pdf)
- [19] Ing. Dagmar Růžičková: Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů, skriptum TUL, Liberec 2003
- [20] Hana Pařilová: Textilní zbožíznalství, skriptum TUL, Liberec 2005
- [21] [www.coats.cz](http://www.coats.cz)
- [22] Reklamní brožura Gütermann
- [23] Zkoušení textilií, přednáška 9 - mechanické vlastnosti nití a přízí
- [24] Doc. Ing. Jaroslav Staněk, CSc., Ing. Hana Pařilová: Textilní zbožíznalství 2, skriptum TUL, Liberec 1996

- [25] doc. RNDr. Jiří Vaníček, CSc, katedra textilních materiálů, TF, TÚ Liberec,  
Metody termické analýzy

## Přílohy

### Zkoušky pevnosti a tažnosti

**Příloha 7: Zkouška nitě Firefly**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	Fb N	E MPa	Amax %	Ab %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	105,1332	70,51857	3,26684	67,07	422,35	21,03	21,04	70,52	58,54	107,83	3,27
2	102,4304	68,5597	3,056249	66,19	418,82	20,49	20,49	68,56	57,02	107,82	3,06
3	102,93201	68,80656	3,013439	66,49	395,61	20,59	20,6	68,81	57,3	107,86	3,01
4	94,87407	61,07468	2,49299	57,64	382,57	18,97	18,99	61,07	52,84	107,81	2,49
5	100,7588	66,97511	2,90066	65,76	398,83	20,15	20,16	66,98	56,08	107,84	2,9
6	104,2522	68,29692	3,138364	63,81	389,67	20,85	20,86	68,3	58,04	107,85	3,14
7	100,1774	64,7376	2,865803	48,92	389,64	20,04	20,11	64,74	55,94	107,87	2,87
8	97,23238	66,63268	2,786464	66,15	370,62	19,45	19,45	66,63	54,1	107,87	2,79
9	88,43776	62,7628	2,362828	62,38	344,92	17,69	17,69	62,76	49,22	107,85	2,36
10	101,5162	67,8988	2,973973	65,7	388,91	20,3	20,31	67,9	56,5	107,84	2,97
11	100,5956	67,5803	2,971437	58,26	415,93	20,12	20,13	67,58	55,98	107,89	2,97
12	103,4268	68,56765	3,077219	61,56	398,28	20,69	20,7	68,57	57,56	107,88	3,08
13	102,002	68,01027	2,979186	67,45	373,42	20,4	20,41	68,01	56,74	107,9	2,98
14	100,6246	66,53716	2,88151	61,07	393,74	20,12	20,14	66,54	56,02	107,85	2,88
15	86,26056	53,77278	2,071524	52,82	382,47	17,25	17,26	53,77	48,02	107,82	2,07
16	98,73722	67,59624	2,874894	62,46	360,62	19,75	19,76	67,6	54,94	107,91	2,87
17	89,36979	58,20012	2,267843	54,79	360,59	17,87	17,89	58,2	49,78	107,8	2,27
18	91,49776	58,20808	2,324905	55,03	370,52	18,3	18,31	58,21	50,94	107,85	2,32
19	78,78268	48,45364	1,778611	46,18	382,37	15,76	15,77	48,45	43,86	107,87	1,78
20	90,36271	57,22862	2,308839	52,95	376,45	18,07	18,12	57,23	50,38	107,92	2,31
21	99,72495	66,32214	2,850891	65,31	386,03	19,94	19,95	66,32	55,46	107,93	2,85
22	81,56944	48,73234	1,829282	47,34	374,2	16,31	16,33	48,73	45,4	107,89	1,83
23	91,55782	64,09258	2,499111	63,56	363,14	18,31	18,32	64,09	50,92	107,92	2,5
24	91,82114	63,99702	2,521078	56,84	367,57	18,36	18,38	64	51,08	107,94	2,52
25	105,3762	69,73021	3,220355	67,29	412,19	21,08	21,09	69,73	58,64	107,89	3,22
26	98,74966	64,88884	2,784142	52,36	396,66	19,75	19,79	64,89	55	107,92	2,78
27	104,347	68,51194	3,090202	67,75	389,32	20,87	20,88	68,51	58	107,98	3,09
28	101,28259	67,19804	2,940325	65,37	370,29	20,26	20,26	67,2	56,3	107,98	2,94
29	103,41679	68,84636	3,106013	67,02	386,88	20,68	20,69	68,85	57,5	107,95	3,11
30	105,598	69,04546	3,151617	67,85	389,87	21,12	21,13	69,05	58,7	107,97	3,15
31	99,27888	65,81254	2,831887	48,8	378,87	19,86	19,88	65,81	55,22	107,99	2,83
32	103,58559	68,44826	3,071958	65,76	397,26	20,72	20,73	68,45	57,58	108,01	3,07
33	103,4528	68,31284	3,107198	65,15	386,74	20,69	20,7	68,31	57,5	108,02	3,11
34	98,00868	64,14037	2,72104	60,6	362,84	19,6	19,62	64,14	54,48	108,02	2,72
35	104,1154	69,14894	3,13256	68,54	400,06	20,82	20,83	69,15	57,86	108	3,13
36	101,34059	68,79063	3,017452	60,89	365,76	20,27	20,28	68,79	56,32	108,04	3,02
37	101,4146	67,17416	2,96273	63,8	392,19	20,28	20,3	67,17	56,36	108,04	2,96
38	101,8192	66,04343	3,009393	52,2	405,85	20,36	20,62	66,04	57,22	108,09	3,01
39	100,82	65,66127	2,840056	64,84	369,36	20,16	20,17	65,66	56	108,06	2,84
40	93,57365	63,5989	2,53697	54,9	369,37	18,71	18,73	63,6	52,04	107,97	2,54
41	101,3066	66,6964	2,957879	50,77	391,36	20,26	20,36	66,7	56,54	108,04	2,96
42	86,97591	59,3149	2,254778	45,2	376,31	17,4	17,42	59,31	48,36	108,04	2,25
43	94,63075	64,72166	2,627181	63,78	375,64	18,93	18,93	64,72	52,6	107,98	2,63
44	102,79939	68,36861	3,067042	67,99	394,8	20,56	20,57	68,37	57,08	108,09	3,07
45	105,65041	68,61542	3,16132	63,34	384,8	21,13	21,14	68,62	58,7	108,06	3,16
46	107,7478	69,22858	3,284871	63,89	396,88	21,55	21,56	69,23	59,84	108,11	3,28
47	96,61617	63,53518	2,652099	48,74	361,45	19,32	19,34	63,54	53,7	108,07	2,65
48	87,64962	59,19544	2,276503	58,62	361,52	17,53	17,54	59,2	48,7	108,03	2,28
49	101,67001	68,05006	3,041279	62,96	396,37	20,33	20,35	68,05	56,48	108,08	3,04
50	103,347	67,40511	3,073744	49,28	433,39	20,67	20,71	67,41	57,54	107,95	3,07

**Příloha 8: zkoušky nitě Pyrostar**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	Fb N	E MPa	Amax [%]	Ab %	Fmax [N]	t sec	v mm/min	W J
1	90,56622	51,01762	2,665773	46,35	847,66	18,11	18,13	51,02	50,46	107,77	2,67
2	80,25163	45,72242	2,167389	45,04	836,03	16,05	16,06	45,72	44,72	107,72	2,17
3	95,49786	50,73892	2,78433	42,35	826,57	19,1	19,12	50,74	53,24	107,74	2,78
4	80,25163	45,72242	2,167389	45,04	836,03	16,05	16,06	45,72	44,72	107,72	2,17
5	92,19272	50,70708	2,701656	48,24	800,98	18,44	18,45	50,71	51,36	107,78	2,7
6	69,98997	38,32498	1,663769	35,28	797,93	14	14,08	38,32	39,2	107,73	1,66
7	91,68941	50,54788	2,674364	49,39	805,63	18,34	18,35	50,55	51,1	107,7	2,67
8	84,82969	47,30696	2,363042	45,28	847,83	16,97	17,02	47,31	47,36	107,79	2,36
9	75,50314	42,21876	1,944517	41,88	821,75	15,1	15,24	42,22	42,42	107,76	1,94
10	80,25163	45,72242	2,167389	45,04	836,03	16,05	16,06	45,72	44,72	107,72	2,17
11	95,87679	49,99049	2,749401	48,25	788,16	19,18	19,19	49,99	53,44	107,72	2,75
12	90,56622	51,01762	2,665773	46,35	847,66	18,11	18,13	51,02	50,46	107,77	2,67
13	74,25326	40,8492	1,843015	34,77	803,78	14,85	14,87	40,85	41,38	107,77	1,84
14	80,73713	42,5213	2,027761	42,32	757,83	16,15	16,17	42,52	45	107,79	2,03
15	75,50314	42,21876	1,944517	41,88	821,75	15,1	15,24	42,22	42,42	107,76	1,94
16	62,85532	37,44112	1,474575	37,09	823,19	12,57	12,58	37,44	35,04	107,69	1,47
17	64,3477	37,80738	1,50322	34,89	764,76	12,87	12,88	37,81	35,88	107,72	1,5
18	81,64709	49,52064	2,362765	47,4	862,36	16,33	16,34	49,52	45,5	107,76	2,36
19	70,45874	39,39994	1,702207	38,66	766,3	14,09	14,1	39,4	39,26	107,73	1,7
20	90,59258	48,51738	2,552858	42,82	793,85	18,12	18,13	48,52	50,46	107,8	2,55
21	80,25163	45,72242	2,167389	45,04	836,03	16,05	16,06	45,72	44,72	107,72	2,17
22	84,82969	47,30696	2,363042	45,28	847,83	16,97	17,02	47,31	47,36	107,79	2,36
23	69,98997	38,32498	1,663769	35,28	797,93	14	14,08	38,32	39,2	107,73	1,66
24	91,91322	46,80534	2,48887	45,01	750,27	18,38	18,4	46,81	51,18	107,84	2,49
25	70,45874	39,39994	1,702207	38,66	766,3	14,09	14,1	39,4	39,26	107,73	1,7
26	84,58723	45,69854	2,272018	42,73	789,34	16,92	16,93	45,7	47,14	107,75	2,27
27	91,91322	46,80534	2,48887	45,01	750,27	18,38	18,4	46,81	51,18	107,84	2,49
28	74,25326	40,8492	1,843015	34,77	803,78	14,85	14,87	40,85	41,38	107,77	1,84
29	95,17717	50,18954	2,736553	46,68	812,55	19,04	19,05	50,19	52,98	107,87	2,74
30	84,82969	47,30696	2,363042	45,28	847,83	16,97	17,02	47,31	47,36	107,79	2,36
31	90,59258	48,51738	2,552858	42,82	793,85	18,12	18,13	48,52	50,46	107,8	2,55
32	80,25163	45,72242	2,167389	45,04	836,03	16,05	16,06	45,72	44,72	107,72	2,17
33	80,73713	42,5213	2,027761	42,32	757,83	16,15	16,17	42,52	45	107,79	2,03
34	87,15524	47,45034	2,420178	47,13	895,19	17,43	17,44	47,45	48,56	107,73	2,42
35	90,59953	49,07474	2,55841	46,63	804,04	18,12	18,13	49,07	50,46	107,81	2,56
36	75,50314	42,21876	1,944517	41,88	821,75	15,1	15,24	42,22	42,42	107,76	1,94
37	80,73713	42,5213	2,027761	42,32	757,83	16,15	16,17	42,52	45	107,79	2,03
38	74,25326	40,8492	1,843015	34,77	803,78	14,85	14,87	40,85	41,38	107,77	1,84
39	95,17717	50,18954	2,736553	46,68	812,55	19,04	19,05	50,19	52,98	107,87	2,74
40	95,87679	49,99049	2,749401	48,25	788,16	19,18	19,19	49,99	53,44	107,72	2,75
41	93,78435	50,95394	2,749241	47,44	831,29	18,76	18,77	50,95	52,22	107,84	2,75
42	74,25326	40,8492	1,843015	34,77	803,78	14,85	14,87	40,85	41,38	107,77	1,84
43	94,71374	50,23734	2,766158	49,91	818,53	18,94	18,95	50,24	52,72	107,83	2,77
44	91,91322	46,80534	2,48887	45,01	750,27	18,38	18,4	46,81	51,18	107,84	2,49
45	64,3477	37,80738	1,50322	34,89	764,76	12,87	12,88	37,81	35,88	107,72	1,5
46	74,25326	40,8492	1,843015	34,77	803,78	14,85	14,87	40,85	41,38	107,77	1,84
47	87,15524	47,45034	2,420178	47,13	895,19	17,43	17,44	47,45	48,56	107,73	2,42
48	91,68941	50,54788	2,674364	49,39	805,63	18,34	18,35	50,55	51,1	107,7	2,67
49	93,7968	50,75484	2,762022	43,16	806,45	18,76	18,77	50,75	52,22	107,85	2,76
50	75,50314	42,21876	1,944517	41,88	821,75	15,1	15,24	42,22	42,42	107,76	1,94

**Příloha 9: Zkoušky nitě Protos**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	Fb N	E MPa	Amax %	Ab %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	15,24	103,8668	0,715677	103,32	2399,76	3,05	3,06	103,87	8,58	106,83	0,72
2	14,20304	104,16139	0,682991	102,58	2803,26	2,84	2,85	104,16	8	106,79	0,68
3	14,8378	103,0306	0,701279	102,06	2560,26	2,97	2,97	103,03	8,36	106,75	0,7
4	14,77096	108,3578	0,732237	107,82	2640,35	2,95	2,96	108,36	8,32	106,78	0,73
5	14,41198	103,4528	0,690817	96,62	2696,62	2,88	2,9	103,45	8,14	106,76	0,69
6	14,37746	102,80779	0,673639	101,46	2528,42	2,88	2,88	102,81	8,1	106,77	0,67
7	15,20474	114,7838	0,795855	113,9	2678,79	3,04	3,05	114,78	8,56	106,83	0,8
8	14,37718	106,9802	0,705397	105,97	2733,67	2,88	2,88	106,98	8,1	106,76	0,71
9	15,01696	109,0426	0,747421	105,36	2595,7	3	3,01	109,04	8,44	107,01	0,75
10	14,44698	102,8316	0,680828	100,78	2583,62	2,89	2,9	102,83	8,14	106,75	0,68
11	14,65832	112,50639	0,760865	94,36	2792,68	2,93	2,95	112,51	8,3	106,48	0,76
12	15,01934	107,05979	0,737742	100,31	2545,4	3	3,02	107,06	8,48	106,78	0,74
13	15,3424	114,7838	0,80805	111,65	2717,77	3,07	3,08	114,78	8,64	106,79	0,81
14	14,55428	103,6438	0,690928	97,93	2591,52	2,91	2,92	103,64	8,2	106,76	0,69
15	14,67074	106,9008	0,711603	106,59	2562,53	2,93	2,94	106,9	8,26	106,83	0,71
16	13,22418	91,3333	0,553948	90,46	2555,41	2,64	2,65	91,33	7,48	106,37	0,55
17	15,27022	113,9	0,797271	108,61	2665,3	3,05	3,06	113,9	8,6	106,79	0,8
18	14,41114	104,3924	0,690961	103,68	2694,69	2,88	2,89	104,39	8,12	106,75	0,69
19	15,45252	112,9286	0,794621	109,37	2588,55	3,09	3,1	112,93	8,7	106,82	0,79
20	14,76712	103,2616	0,697355	102,35	2542,96	2,95	2,96	103,26	8,32	106,75	0,7
21	14,76754	104,4482	0,707708	102,93	2595,68	2,95	2,96	104,45	8,32	106,76	0,71
22	15,089	107,0836	0,740989	106,16	2563,85	3,02	3,02	107,08	8,5	106,76	0,74
23	15,30536	111,1208	0,780317	107,9	2614,12	3,06	3,07	111,12	8,62	106,78	0,78
24	15,16264	103,95441	0,727576	96,9	2544,52	3,03	3,05	103,95	8,54	107,03	0,73
25	14,5211	104,0816	0,696448	85,72	2609,96	2,9	2,92	104,08	8,2	106,78	0,7
26	14,47782	98,71482	0,657958	95,74	2564,27	2,9	2,9	98,71	8,16	106,72	0,66
27	15,38554	110,5554	0,785178	103,4	2615,91	3,08	3,09	110,56	8,68	106,85	0,79
28	15,03148	106,8448	0,742672	99,94	2627,05	3,01	3,02	106,84	8,52	106,36	0,74
29	15,32006	114,8476	0,804733	110,17	2689,73	3,06	3,07	114,85	8,62	106,89	0,8
30	14,37554	103,4688	0,679926	102,47	2613,23	2,88	2,88	103,47	8,12	106,49	0,68
31	15,3409	108,4374	0,765477	100,84	2571,55	3,07	3,08	108,44	8,66	106,79	0,77
32	14,66456	109,2892	0,734587	108,86	2692,49	2,93	2,94	109,29	8,26	106,78	0,73
33	14,62274	107,1154	0,717523	106,51	2660,18	2,92	2,93	107,12	8,22	107	0,72
34	14,84608	106,41479	0,722466	103,92	2619,63	2,97	2,98	106,41	8,36	106,81	0,72
35	15,19702	112,89661	0,782203	112,4	2649,41	3,04	3,05	112,9	8,56	106,77	0,78
36	14,23148	99,45544	0,646145	97,24	2534,1	2,85	2,85	99,46	8,02	106,74	0,65
37	14,77288	109,8786	0,749049	106,61	2803,56	2,95	2,96	109,88	8,34	106,54	0,75
38	14,48476	105,96899	0,700963	102,54	2657,89	2,9	2,9	105,97	8,16	106,77	0,7
39	15,48602	114,338	0,81439	113,53	2712,53	3,1	3,1	114,34	8,72	106,8	0,81
40	11,20598	74,58754	0,39313	70,54	2644,2	2,24	2,25	74,59	6,36	106,06	0,39
41	15,34152	109,42479	0,765646	108,64	2555,93	3,07	3,08	109,42	8,64	106,79	0,77
42	15,56916	114,50499	0,824362	101,61	2704,79	3,11	3,13	114,5	8,78	106,89	0,82
43	15,23554	108,79559	0,764221	106,75	2652,83	3,05	3,05	108,8	8,56	107,04	0,76
44	15,30522	112,49839	0,793395	91,68	2671,27	3,06	3,08	112,5	8,64	106,78	0,79
45	12,0033	76,58618	0,427625	76,53	2493,82	2,4	2,41	76,59	6,78	106,54	0,43
46	15,16558	114,1946	0,798277	92,33	2740,45	3,03	3,05	114,19	8,56	106,81	0,8
47	15,56264	113,7328	0,802196	113,22	2534,93	3,11	3,12	113,73	8,76	106,84	0,8
48	14,5854	101,7168	0,680137	99,29	2554,99	2,92	2,92	101,72	8,22	106,73	0,68
49	15,28134	108,7002	0,764538	87,87	2579,9	3,06	3,07	108,7	8,62	106,87	0,76
50	15,05354	107,19521	0,745654	106,87	2637,41	3,01	3,02	107,2	8,46	107,02	0,75



**Příloha 10: Zkoušky nitě Kc-tech**

Zkouška	Amax	Fmax	W	Fb	E	Amax	Ab	Fmax	t	v	W
	mm	N	J	N	MPa	%	%	N	sec	mm/min	J
1	13,7562	134,707	0,861325	125,65	2950,27	2,75	2,76	134,71	15,34	53,95	0,86
2	14,69564	147,47881	1,012025	141,94	3318,06	2,94	2,94	147,48	16,36	53,96	1,01
3	15,5462	155,23482	1,134158	148,45	3231,32	3,11	3,11	155,23	17,3	53,98	1,13
4	12,88022	124,60201	0,741642	114,22	2792,53	2,58	2,58	124,6	14,38	53,89	0,74
5	16,16212	156,71599	1,18118	134,01	2875,28	3,23	3,24	156,72	18,02	53,93	1,18
6	13,61988	135,20799	0,847949	103,09	2747,73	2,72	2,73	135,21	15,2	53,97	0,85
7	13,7352	136,30721	0,839657	133,89	2303,84	2,75	2,75	136,31	15,28	54	0,84
8	13,7638	137,54941	0,885763	127,89	3568,2	2,75	2,76	137,55	15,34	53,98	0,89
9	15,1407	151,63541	1,076454	147,69	3409,96	3,03	3,03	151,64	16,84	54,01	1,08
10	15,51772	155,5054	1,137815	146,28	3437,94	3,1	3,11	155,51	17,28	54,01	1,14
11	15,75632	158,32439	1,166579	152,87	2969,67	3,15	3,15	158,32	17,56	53,9	1,17
12	13,61988	135,20799	0,847949	103,09	2747,73	2,72	2,73	135,21	15,2	53,97	0,85
13	13,02974	129,332	0,788906	124,36	3430,76	2,61	2,61	129,33	14,5	53,99	0,79
14	13,13676	128,72701	0,776555	126,3	2872,68	2,63	2,63	128,73	14,62	53,99	0,78
15	13,7638	137,54941	0,885763	127,89	3568,2	2,75	2,76	137,55	15,34	53,98	0,89
16	15,89594	156,74759	1,159252	129,89	2837,19	3,18	3,19	156,75	17,68	54,07	1,16
17	13,71782	134,9614	0,862619	123,14	3577,89	2,74	2,75	134,96	15,34	53,8	0,86
18	13,23558	128,1532	0,767344	126,81	2251,75	2,65	2,65	128,15	14,74	53,95	0,77
19	13,13676	128,72701	0,776555	126,3	2872,68	2,63	2,63	128,73	14,62	53,99	0,78
20	13,01298	127,8186	0,775167	122,91	3247,8	2,6	2,61	127,82	14,48	53,99	0,78
21	13,7638	137,54941	0,885763	127,89	3568,2	2,75	2,76	137,55	15,34	53,98	0,89
22	16,24556	156,94659	1,185766	152,09	2853,22	3,25	3,25	156,95	18,06	54,03	1,19
23	15,1238	151,6356	1,074308	149,83	3146,37	3,02	3,03	151,64	16,82	54,01	1,07
24	15,89372	160,05241	1,197893	134,05	3137,12	3,18	3,19	160,05	17,7	54	1,2
25	14,69564	147,47881	1,012025	141,94	3318,06	2,94	2,94	147,48	16,36	53,96	1,01
26	14,92002	149,99501	1,050435	148,87	3261,5	2,98	2,99	150	16,64	53,86	1,05
27	15,553	155,91159	1,143631	154,11	3476,22	3,11	3,11	155,91	17,32	53,94	1,14
28	13,5351	135,9968	0,847268	134,91	2796,76	2,71	2,71	136	15,08	53,92	0,85
29	13,7638	137,54941	0,885763	127,89	3568,2	2,75	2,76	137,55	15,34	53,98	0,89
30	13,0794	130,20798	0,781604	128,42	3024,54	2,62	2,62	130,21	14,58	53,9	0,78
31	12,74712	125,29501	0,747873	97,57	3019,48	2,55	2,56	125,3	14,24	53,94	0,75
32	13,61988	135,20799	0,847949	103,09	2747,73	2,72	2,73	135,21	15,2	53,97	0,85
33	15,86822	156,54858	1,156441	152,01	2718,48	3,17	3,18	156,55	17,64	54,03	1,16
34	12,88022	124,60201	0,741642	114,22	2792,53	2,58	2,58	124,6	14,38	53,89	0,74
35	16,3318	156,6682	1,180034	153,67	2377,79	3,27	3,27	156,67	18,16	54,02	1,18
36	13,23558	128,1532	0,767344	126,81	2251,75	2,65	2,65	128,15	14,74	53,95	0,77
37	13,7562	134,707	0,861325	125,65	2950,27	2,75	2,76	134,71	15,34	53,95	0,86
38	16,15144	156,6044	1,184103	154,84	3002,25	3,23	3,23	156,6	17,98	53,96	1,18
39	15,9524	154,44661	1,150888	147,99	2919,34	3,19	3,19	154,45	17,8	53,83	1,15
40	16,16212	156,71599	1,18118	134,01	2875,28	3,23	3,24	156,72	18,02	53,93	1,18
41	14,92002	149,99501	1,050435	148,87	3261,5	2,98	2,99	150	16,64	53,86	1,05
42	13,0794	130,20798	0,781604	128,42	3024,54	2,62	2,62	130,21	14,58	53,9	0,78
43	16,24556	156,94659	1,185766	152,09	2853,22	3,25	3,25	156,95	18,06	54,03	1,19
44	15,64934	154,4704	1,137981	149,64	3613,67	3,13	3,13	154,47	17,4	54,02	1,14
45	14,5479	143,649	0,975862	123,39	3440,38	2,91	2,92	143,65	16,2	54,02	0,98
46	15,7427	152,89381	1,138084	144,25	3530,01	3,15	3,16	152,89	17,54	53,98	1,14
47	13,71782	134,9614	0,862619	123,14	3577,89	2,74	2,75	134,96	15,34	53,8	0,86
48	15,1407	151,63541	1,076454	147,69	3409,96	3,03	3,03	151,64	16,84	54,01	1,08
49	13,13676	128,72701	0,776555	126,3	2872,68	2,63	2,63	128,73	14,62	53,99	0,78
50	13,71782	134,9614	0,862619	123,14	3577,89	2,74	2,75	134,96	15,34	53,8	0,86

**Příloha 11: Zkoušky nitě N-tech**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	Fb N	E MPa	Amax %	Ab %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	96,70998	13,1386	0,699179	13,11	208,37	19,34	19,41	13,14	107,47	54,17	0,7
2	90,79948	12,5016	0,62851	12,3	205,95	18,16	18,17	12,5	100,54	54,21	0,63
3	99,46324	13,64824	0,750842	13,53	221,38	19,89	19,91	13,65	110,17	54,22	0,75
4	99,91852	13,5766	0,750001	12,85	218,92	19,98	20,03	13,58	110,79	54,23	0,75
5	97,79898	13,6164	0,749296	12,38	237,88	19,56	19,65	13,62	108,77	54,21	0,75
6	89,22146	11,1877	0,558819	10,92	178,89	17,84	17,86	11,19	98,78	54,24	0,56
7	94,83746	13,2182	0,687763	12,52	213,96	18,97	18,98	13,22	105,03	54,22	0,69
8	94,8428	13,0988	0,691797	12,96	229,46	18,97	18,98	13,1	105,03	54,21	0,69
9	101,7402	12,9395	0,707313	12,77	167,13	20,35	20,36	12,94	112,55	54,26	0,71
10	93,35026	13,0988	0,682475	12,21	173,51	18,67	18,68	13,1	103,46	54,17	0,68
11	101,36	14,4525	0,822747	14,27	250,57	20,27	20,32	14,45	112,55	54,15	0,82
12	98,50053	13,15452	0,705846	11,01	209,52	19,7	19,71	13,15	109,17	54,15	0,71
13	94,02088	12,3822	0,640905	12,14	181,32	18,8	18,83	12,38	104	54,31	0,64
14	93,84975	13,0192	0,68422	12,92	229,54	18,77	18,79	13,02	104,04	54,19	0,68
15	94,9695	13,8553	0,744555	13,62	247,64	18,99	19,02	13,86	105,39	54,13	0,74
16	99,19366	13,99858	0,781984	13,64	245,37	19,84	19,85	14	109,79	54,23	0,78
17	101,7402	14,134	0,80323	13,06	236,21	20,35	20,41	14,13	112,83	54,27	0,8
18	97,4667	13,7358	0,749129	12,13	227,97	19,49	19,54	13,74	108,09	54,24	0,75
19	101,1144	13,9349	0,797574	13,87	239,44	20,22	20,26	13,93	112,07	54,22	0,8
20	95,06215	13,20228	0,711005	13,07	210,34	19,01	19,03	13,2	105,25	54,25	0,71
21	97,57574	13,8553	0,759944	11,08	236,22	19,52	19,54	13,86	108,01	54,27	0,76
22	95,8239	12,77234	0,695836	11,13	229,23	19,16	19,21	12,77	106,25	54,23	0,7
23	96,98341	13,6164	0,742206	12,88	236,27	19,4	19,43	13,62	107,45	54,23	0,74
24	99,49316	12,9794	0,722714	10,66	214,11	19,9	19,93	12,98	110,37	54,18	0,72
25	99,81818	12,422	0,683198	12,25	182,28	19,96	19,99	12,42	110,49	54,26	0,68
26	100,01044	14,134	0,793095	13,4	227,78	20	20,05	14,13	110,79	54,3	0,79
27	94,89868	12,7803	0,687459	10,77	219,01	18,98	18,99	12,78	105,13	54,18	0,69
28	97,22139	12,3025	0,662617	12,06	191,37	19,44	19,52	12,3	107,95	54,26	0,66
29	93,21159	12,56528	0,658374	12,02	211,88	18,64	18,65	12,57	103,36	54,14	0,66
30	93,73636	12,92358	0,673131	12,3	220,05	18,75	18,76	12,92	103,75	54,24	0,67
31	103,0472	12,7007	0,730672	12,65	190,49	20,61	20,64	12,7	114,11	54,26	0,73
32	99,45567	12,7007	0,701876	12,06	185,79	19,89	19,93	12,7	110,15	54,27	0,7
33	109,2016	13,70396	0,836341	12,83	213,97	21,84	21,86	13,7	120,89	54,25	0,84
34	106,5986	11,9442	0,689077	11,82	132,1	21,32	21,38	11,94	118,25	54,23	0,69
35	114,826	13,24214	0,814056	11,97	152,78	22,97	22,99	13,24	127,09	54,26	0,81
36	106,5616	13,5368	0,797907	13,32	207,22	21,31	21,37	13,54	118,29	54,21	0,8
37	106,5442	13,3377	0,775627	13,31	185,92	21,31	21,31	13,34	117,87	54,24	0,78
38	113,02919	13,7358	0,857716	13,42	193,38	22,61	22,66	13,74	125,33	54,25	0,86
39	110,8304	13,63232	0,838562	11,66	205,84	22,17	22,21	13,63	122,85	54,24	0,84
40	113,11301	13,4571	0,854142	13,19	203,64	22,62	22,64	13,46	125,23	54,24	0,85
41	102,44521	12,3423	0,699668	12,2	181,45	20,49	20,54	12,34	113,59	54,25	0,7
42	98,44494	11,06034	0,58566	11	108,99	19,69	19,69	11,06	108,85	54,27	0,59
43	105,5754	11,7451	0,651546	11,51	91,15	21,12	21,13	11,75	116,81	54,27	0,65
44	102,10181	11,1081	0,588966	10,91	69,44	20,42	20,47	11,11	113,15	54,28	0,59
45	106,03481	11,7053	0,661386	11,69	117,72	21,21	21,22	11,71	117,27	54,29	0,66
46	106,82501	12,422	0,727365	12,39	159,43	21,37	21,39	12,42	118,25	54,28	0,73
47	108,7858	11,59386	0,671245	11,46	93,95	21,76	21,77	11,59	120,21	54,32	0,67
48	101,67739	14,0942	0,789042	13,47	215,15	20,34	20,39	14,09	112,77	54,23	0,79
49	96,56044	11,3868	0,590757	11,37	118,08	19,31	19,35	11,39	106,97	54,27	0,59
50	95,66474	12,3025	0,636943	11,94	159,81	19,13	19,14	12,3	105,59	54,38	0,64

## Zkouška pevnosti a tažnosti ve smyčce

Příloha 12: Zkoušky nitě Firefly

Zkouška	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	11,76862	76,70567	32,7406	107,8351	2,38454	559,72	11,77	76,71	32,74	107,84	2,38
2	11,93434	76,93658	33,2606	107,77386	2,419823	543,35	11,93	76,94	33,26	107,77	2,42
3	12,43333	80,16149	34,5806	107,86389	2,594587	534,06	12,43	80,16	34,58	107,86	2,59
4	11,5888	74,89012	32,2605	107,83469	2,317635	553,79	11,59	74,89	32,26	107,83	2,32
5	12,27535	79,24577	34,1606	107,86567	2,537277	548,39	12,28	79,25	34,16	107,87	2,54
6	12,94035	85,24176	36,0006	107,8942	2,804521	543,05	12,94	85,24	36	107,89	2,8
7	12,57267	82,5185	34,9806	107,88755	2,668412	551,25	12,57	82,52	34,98	107,89	2,67
8	11,99614	77,70896	33,3806	107,87733	2,455321	552,22	12	77,71	33,38	107,88	2,46
9	11,959	76,29955	33,3006	107,86711	2,435543	549,74	11,96	76,3	33,3	107,87	2,44
10	13,17246	86,92192	36,6406	107,85136	2,896881	555,55	13,17	86,92	36,64	107,85	2,9
11	13,7936	91,6996	38,3807	107,87318	3,147102	537,82	13,79	91,7	38,38	107,87	3,15
12	13,41296	87,0573	37,3207	107,8773	2,938678	525,08	13,41	87,06	37,32	107,88	2,94
13	11,39075	70,95648	31,6805	107,93367	2,198701	536,96	11,39	70,96	31,68	107,93	2,2
14	12,27277	78,97504	34,1606	107,78004	2,530401	536,57	12,27	78,98	34,16	107,78	2,53
15	12,04193	76,8649	33,5006	107,901	2,442685	541,71	12,04	76,86	33,5	107,9	2,44
16	12,58396	81,69036	35,0206	107,86102	2,669783	521,45	12,58	81,69	35,02	107,86	2,67
17	12,80673	83,26699	35,6406	107,92092	2,745602	517,03	12,81	83,27	35,64	107,92	2,75
18	11,56707	72,07926	32,1605	107,96758	2,253031	539,27	11,57	72,08	32,16	107,97	2,25
19	11,51831	73,38515	32,0205	107,91505	2,281815	554,07	11,52	73,39	32,02	107,92	2,28
20	11,77707	74,69906	32,8006	107,9136	2,359066	547,88	11,78	74,7	32,8	107,91	2,36
21	12,60897	80,83038	35,0806	107,89019	2,655363	541,16	12,61	80,83	35,08	107,89	2,66
22	12,40544	80,0739	34,4806	107,99673	2,587015	540,76	12,41	80,07	34,48	108	2,59
23	11,82277	74,60345	32,8606	107,9357	2,351125	532,48	11,82	74,6	32,86	107,94	2,35
24	11,77226	73,30553	32,7006	108,00044	2,313863	527,64	11,77	73,31	32,7	108	2,31
25	12,11961	77,05599	33,7006	107,8878	2,461351	543,29	12,12	77,06	33,7	107,89	2,46
26	11,3681	70,94057	31,6005	107,92325	2,191902	538,61	11,37	70,94	31,6	107,92	2,19
27	12,17854	78,88746	33,8606	107,96414	2,508399	545,06	12,18	78,89	33,86	107,96	2,51
28	11,6155	71,91203	32,3005	107,94916	2,260366	536,21	11,62	71,91	32,3	107,95	2,26
29	13,30596	87,7421	36,9407	108,05931	2,945605	537,79	13,31	87,74	36,94	108,06	2,95
30	12,28809	77,60545	34,2006	107,9145	2,513819	532,31	12,29	77,61	34,2	107,91	2,51
31	12,80792	83,0918	35,6006	107,93008	2,745051	548,82	12,81	83,09	35,6	107,93	2,75
32	12,5202	78,11507	34,8206	107,9928	2,570357	529,15	12,52	78,12	34,82	107,99	2,57
33	11,84358	74,99364	32,9006	107,99423	2,390726	540,02	11,84	74,99	32,9	107,99	2,39
34	11,3681	70,94057	31,6005	107,92325	2,191902	538,61	11,37	70,94	31,6	107,92	2,19
35	12,45686	80,25706	34,6206	108,00582	2,615357	540,41	12,46	80,26	34,62	108,01	2,62
36	11,73533	74,43626	32,6206	107,99216	2,33555	544,98	11,74	74,44	32,62	107,99	2,34
37	12,27843	76,8649	34,1206	108,01948	2,490253	535,04	12,28	76,86	34,12	108,02	2,49
38	12,78533	82,47072	35,5406	107,98293	2,733226	540,7	12,79	82,47	35,54	107,98	2,73
39	11,88345	74,22922	33,0206	108,0294	2,347914	526,42	11,88	74,23	33,02	108,03	2,35
40	12,78649	81,17278	35,5206	108,05324	2,701782	543,03	12,79	81,17	35,52	108,05	2,7
41	12,03529	76,21194	33,4206	108,0997	2,431042	536,46	12,04	76,21	33,42	108,1	2,43
42	12,64475	82,37518	35,1406	108,01141	2,706228	549,03	12,64	82,38	35,14	108,01	2,71
43	12,84829	83,13161	35,6806	108,08858	2,757194	543,87	12,85	83,13	35,68	108,09	2,76
44	12,67507	81,02148	35,2006	108,08597	2,685354	540,84	12,68	81,02	35,2	108,09	2,69
45	12,3787	78,36988	34,3806	108,14115	2,533361	531,98	12,38	78,37	34,38	108,14	2,53
46	11,93899	75,12902	33,1606	108,14183	2,389417	536,81	11,94	75,13	33,16	108,14	2,39
47	12,31563	77,7408	34,1806	108,09314	2,520737	534,83	12,32	77,74	34,18	108,09	2,52
48	12,5566	79,87483	34,8806	108,12078	2,625217	542,53	12,56	79,87	34,88	108,12	2,63
49	12,83107	81,7063	35,6206	108,12534	2,720863	534,96	12,83	81,71	35,62	108,13	2,72
50	15,04968	76,43494	41,7208	108,2171	3,052508	427,8	15,05	76,43	41,72	108,22	3,05

**Příloha 13: Zkoušky nitě Pyrostar**

Zkouška	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	17,07214	94,0805	47,5209	107,82207	4,804867	574,37	17,07	94,08	47,52	107,82	4,8
2	14,51266	85,44084	40,3807	107,81882	3,865479	707,87	14,51	85,44	40,38	107,82	3,87
3	15,83239	88,90469	44,0608	107,84818	4,31064	657,69	15,83	88,9	44,06	107,85	4,31
4	16,20721	91,26166	45,1208	107,85478	4,507176	624,96	16,21	91,26	45,12	107,85	4,51
5	16,29705	92,78252	45,3208	107,87794	4,578617	676,44	16,3	92,78	45,32	107,88	4,58
6	15,84774	90,33	44,1208	107,85427	4,380731	677,51	15,85	90,33	44,12	107,85	4,38
7	15,68143	85,17805	43,6408	107,84816	4,096406	522,31	15,68	85,18	43,64	107,85	4,1
8	13,68935	79,92262	38,1007	107,78819	3,458159	625,18	13,69	79,92	38,1	107,79	3,46
9	15,36052	87,75006	42,7608	107,81619	4,15508	633,49	15,36	87,75	42,76	107,82	4,16
10	15,82231	91,02275	44,0408	107,82851	4,388327	610,87	15,82	91,02	44,04	107,83	4,39
11	15,7007	88,14819	43,7008	107,88158	4,262553	646,4	15,7	88,15	43,7	107,88	4,26
12	15,52887	87,39172	43,2008	107,8874	4,185965	637,07	15,53	87,39	43,2	107,89	4,19
13	15,01536	83,04404	41,7608	107,86687	3,86193	554,05	15,02	83,04	41,76	107,87	3,86
14	14,78615	84,61269	41,1408	107,87355	3,899287	634,02	14,79	84,61	41,14	107,87	3,9
15	15,06652	86,65118	41,9008	107,92434	4,060466	652,58	15,07	86,65	41,9	107,92	4,06
16	13,88678	79,3095	38,6407	107,81465	3,471852	610,04	13,89	79,31	38,64	107,81	3,47
17	15,99946	89,6213	44,5408	107,86059	4,37952	620,58	16	89,62	44,54	107,86	4,38
18	14,29087	84,50122	39,7807	107,88029	3,791685	737,55	14,29	84,5	39,78	107,88	3,79
19	15,05552	86,7547	41,8808	107,89707	4,068554	665,94	15,06	86,75	41,88	107,9	4,07
20	16,61456	92,50382	46,2009	107,88462	4,653857	617,92	16,61	92,5	46,2	107,88	4,65
21	15,87838	85,52048	44,1808	107,81867	4,165379	540,06	15,88	85,52	44,18	107,82	4,17
22	14,63822	81,11702	40,7407	107,89712	3,719872	595,78	14,64	81,12	40,74	107,9	3,72
23	15,75766	89,74872	43,8208	107,92746	4,33229	630,61	15,76	89,75	43,82	107,93	4,33
24	13,71722	78,67249	38,1407	107,89432	3,424018	592,68	13,72	78,67	38,14	107,89	3,42
25	15,68071	90,82368	43,6208	107,94244	4,375499	669,09	15,68	90,82	43,62	107,94	4,38
26	15,2555	87,14487	42,4208	107,93811	4,103926	647,43	15,26	87,14	42,42	107,94	4,1
27	15,41466	87,53508	42,8608	107,94386	4,162234	596,37	15,41	87,54	42,86	107,94	4,16
28	15,163	86,0062	42,4608	107,94656	4,096217	641,25	15,16	86,01	42,46	107,95	4,1
29	15,49458	89,93184	43,0808	107,94931	4,280868	690,79	15,49	89,93	43,08	107,95	4,28
30	14,53587	83,98362	40,4207	107,93783	3,81372	670,23	14,54	83,98	40,42	107,94	3,81
31	14,70947	85,41695	40,8807	107,99742	3,932854	670,73	14,71	85,42	40,88	108	3,93
32	15,6563	88,77727	43,5208	107,97292	4,269094	657,64	15,66	88,78	43,52	107,97	4,27
33	16,09754	87,75006	44,7608	107,93893	4,322452	609,32	16,1	87,75	44,76	107,94	4,32
34	14,83542	84,51714	41,2608	107,97086	3,912961	673,39	14,84	84,52	41,26	107,97	3,91
35	15,77912	88,90466	43,8408	107,97557	4,308022	630,61	15,78	88,9	43,84	107,98	4,31
36	8,12714	55,73164	22,9003	107,79296	1,540683	627,3	8,13	55,73	22,9	107,79	1,54
37	16,51808	92,5357	45,9009	108,00645	4,659428	671,52	16,52	92,54	45,9	108,01	4,66
38	15,50708	87,0334	43,0808	107,98602	4,159868	632,93	15,51	87,03	43,08	107,99	4,16
39	16,51885	90,56889	45,9009	108,0113	4,540484	603,91	16,52	90,57	45,9	108,01	4,54
40	15,78393	86,80245	43,8608	108,0089	4,219794	607,47	15,78	86,8	43,86	108,01	4,22
41	14,41268	79,25376	40,0807	107,93162	3,584578	602,87	14,41	79,25	40,08	107,93	3,58
42	13,88062	80,72688	38,5807	107,99065	3,544492	704,38	13,88	80,73	38,58	107,99	3,54
43	16,23362	90,5211	45,1008	108,0304	4,446407	666,01	16,23	90,52	45,1	108,03	4,45
44	16,83315	95,45008	46,7609	108,0414	4,852608	704,33	16,83	95,45	46,76	108,04	4,85
45	15,98915	89,21523	44,4208	108,03304	4,37331	634,88	15,99	89,22	44,42	108,03	4,37
46	14,87033	84,35789	41,3408	107,96279	3,915289	636,18	14,87	84,36	41,34	107,96	3,92
47	15,44155	86,054	42,8808	108,08157	4,095301	636,65	15,44	86,05	42,88	108,08	4,1
48	15,16724	81,50722	42,1208	108,07823	3,853959	547,66	15,17	81,51	42,12	108,08	3,85
49	15,26288	87,61469	42,4208	107,99005	4,135756	662,35	15,26	87,61	42,42	107,99	4,14
50	16,70608	90,50515	46,4009	108,05795	4,577483	559,54	16,71	90,51	46,4	108,06	4,58

**Příloha 14: Zkoušky nitě Protos**

Zkouška	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	1,55408	90,74406	4,4	105,96033	0,331766	5895,23	1,55	90,74	4,4	105,96	0,33
2	1,39533	79,9465	3,96	105,70701	0,266152	5879,4	1,4	79,95	3,96	105,71	0,27
3	1,38066	78,56097	3,92	105,66284	0,255856	5885,71	1,38	78,56	3,92	105,66	0,26
4	1,3868	77,43825	3,96	105,60598	0,260076	5699,63	1,39	77,44	3,96	105,61	0,26
5	1,28786	74,42828	3,66	106,15006	0,235623	5832,33	1,29	74,43	3,66	106,15	0,24
6	1,24251	72,6048	3,54	105,90523	0,226877	5933,99	1,24	72,6	3,54	105,91	0,23
7	1,31436	74,66718	3,76	105,44588	0,236777	5891,55	1,31	74,67	3,76	105,45	0,24
8	1,45123	79,6917	4,1	106,1878	0,284349	6069,13	1,45	79,69	4,1	106,19	0,28
9	1,40262	78,79986	3,98	105,72543	0,265155	5741,66	1,4	78,8	3,98	105,73	0,27
10	1,49676	85,6399	4,24	105,90289	0,306339	5797,81	1,5	85,64	4,24	105,9	0,31
11	1,40953	81,16482	4	105,71475	0,273627	5822,2	1,41	81,16	4	105,71	0,27
12	1,5018	85,05066	4,24	106,25938	0,301501	5762,05	1,5	85,05	4,24	106,26	0,3
13	1,25816	72,72424	3,58	105,4323	0,221909	5873,9	1,26	72,72	3,58	105,43	0,22
14	1,21533	72,3898	3,46	105,37533	0,212699	6128,1	1,22	72,39	3,46	105,38	0,21
15	1,32846	76,34732	3,8	105,44971	0,24704	5853,27	1,33	76,35	3,8	105,45	0,25
16	1,2576	92,34456	3,58	105,38511	0,277721	7320,82	1,26	92,34	3,58	105,39	0,28
17	1,09766	77,11971	3,14	104,87177	0,203556	7185,03	1,1	77,12	3,14	104,87	0,2
18	1,15712	78,86354	3,32	105,21217	0,219076	7023,83	1,16	78,86	3,32	105,21	0,22
19	0,97424	72,66054	2,8	104,38253	0,173266	7553,16	0,97	72,66	2,8	104,38	0,17
20	1,12715	81,36388	3,22	105,01402	0,221718	7266,58	1,13	81,36	3,22	105,01	0,22
21	1,1706	83,67308	3,34	105,78815	0,236424	7295,98	1,17	83,67	3,34	105,79	0,24
22	1,28457	95,9836	3,66	105,29246	0,293746	7431,83	1,28	95,98	3,66	105,29	0,29
23	1,16423	84,09514	3,32	105,20148	0,232668	7359,71	1,16	84,1	3,32	105,2	0,23
24	1,10418	80,1456	3,18	104,16781	0,214804	7326,81	1,1	80,15	3,18	104,17	0,21
25	1,07679	76,14825	3,06	105,5678	0,197217	7238,74	1,08	76,15	3,06	105,57	0,2
26	1,03224	72,84367	2,96	104,6192	0,182066	7271,86	1,03	72,84	2,96	104,62	0,18
27	1,19215	87,67043	3,4	105,18974	0,250525	7323,57	1,19	87,67	3,4	105,19	0,25
28	1,17084	85,83101	3,36	105,18496	0,247045	7261,58	1,17	85,83	3,36	105,18	0,25
29	1,02498	71,2193	2,94	104,58991	0,178148	7216,65	1,02	71,22	2,94	104,59	0,18
30	1,08376	77,3188	3,12	104,89708	0,205703	7288,95	1,08	77,32	3,12	104,9	0,21
31	1,14896	81,1409	3,3	105,10881	0,228022	7126,49	1,15	81,14	3,3	105,11	0,23
32	0,98846	69,79392	2,82	105,15581	0,168456	7205,88	0,99	69,79	2,82	105,16	0,17
33	1,17609	83,2511	3,34	105,63643	0,236241	7136,39	1,18	83,25	3,34	105,64	0,24
34	1,07629	75,51124	3,08	104,83321	0,195583	7216,44	1,08	75,51	3,08	104,83	0,2
35	1,03218	74,27702	2,96	104,6132	0,187302	7392,48	1,03	74,28	2,96	104,61	0,19
36	1,14891	81,33998	3,28	105,08279	0,225935	7211,32	1,15	81,34	3,28	105,08	0,23
37	1,19179	84,53307	3,4	105,15836	0,243239	7079,17	1,19	84,53	3,4	105,16	0,24
38	1,35778	91,40498	3,88	105,54207	0,2822	7349,66	1,36	91,4	3,88	105,54	0,28
39	1,06935	78,60081	3,06	104,83843	0,205678	7377,26	1,07	78,6	3,06	104,84	0,21
40	1,10536	77,48604	3,16	104,9397	0,206131	7194,56	1,11	77,49	3,16	104,94	0,21
41	1,14811	84,28624	3,28	105,0097	0,236711	7265,07	1,15	84,29	3,28	105,01	0,24
42	1,15549	86,61142	3,3	105,04418	0,244301	7452,37	1,16	86,61	3,3	105,04	0,24
43	1,169	74,93791	3,36	104,37514	0,210652	6602,74	1,17	74,94	3,36	104,38	0,21
44	1,09665	79,22189	3,14	104,77553	0,209643	7323,82	1,1	79,22	3,14	104,78	0,21
45	1,04757	74,42828	3	104,75668	0,189503	7365,24	1,05	74,43	3	104,76	0,19
46	1,05311	73,75938	3,04	104,63605	0,192157	7166,19	1,05	73,76	3,04	104,64	0,19
47	1,09078	77,62138	3,12	104,88285	0,205083	7197,79	1,09	77,62	3,12	104,88	0,21
48	1,30594	93,84956	3,74	105,33452	0,294623	7134,56	1,31	93,85	3,74	105,33	0,29
49	1,11349	77,43024	3,18	105,04581	0,208847	7147,31	1,11	77,43	3,18	105,05	0,21
50	1,17629	85,80715	3,38	105,04398	0,24733	7283,13	1,18	85,81	3,38	105,04	0,25

**Příloha 15: Zkoušky nitě Kc-tech**

Zkouška	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	1,18554	108,51699	3,38	105,22551	0,293632	9263,92	1,19	108,52	3,38	105,23	0,29
2	1,27333	119,4022	3,62	105,52493	0,342694	9244,43	1,27	119,4	3,62	105,52	0,34
3	1,04952	91,69162	3	104,95224	0,218545	8942,74	1,05	91,69	3	104,95	0,22
4	1,20736	113,16701	3,46	105,31364	0,313025	9158,23	1,21	113,17	3,46	105,31	0,31
5	1,22369	115,33301	3,48	105,49031	0,320148	9304,62	1,22	115,33	3,48	105,49	0,32
6	1,14431	109,83881	3,28	105,32141	0,297741	9509,61	1,14	109,84	3,28	105,32	0,3
7	1,25798	117,9932	3,58	105,41742	0,339052	9116,96	1,26	117,99	3,58	105,42	0,34
8	1,15137	106,8926	3,28	105,30787	0,282583	9072,16	1,15	106,89	3,28	105,31	0,28
9	1,16426	102,4016	3,32	105,20414	0,267579	8856,94	1,16	102,4	3,32	105,2	0,27
10	1,27313	118,81281	3,62	105,50774	0,343848	8978,41	1,27	118,81	3,62	105,51	0,34
11	1,17274	108,6204	3,36	105,35429	0,296566	9158,2	1,17	108,62	3,36	105,35	0,3
12	1,22206	108,4374	3,5	105,36768	0,296366	8943,52	1,22	108,44	3,5	105,37	0,3
13	1,16527	107,1156	3,32	105,29515	0,288411	9126,04	1,17	107,12	3,32	105,3	0,29
14	1,2672	115,15	3,6	105,59991	0,327151	9039,67	1,27	115,15	3,6	105,6	0,33
15	1,31077	125,95541	3,72	105,70723	0,37311	9115,77	1,31	125,96	3,72	105,71	0,37
16	1,13643	107,824	3,28	105,26723	0,287927	9304,76	1,14	107,82	3,28	105,27	0,29
17	1,1725	109,401	3,36	105,33315	0,296097	9120,28	1,17	109,4	3,36	105,33	0,3
18	1,26631	117,9292	3,62	105,54212	0,347599	9048,56	1,27	117,93	3,62	105,54	0,35
19	1,19381	112,8168	3,4	105,33617	0,309614	9310,06	1,19	112,82	3,4	105,34	0,31
20	1,32405	123,7578	3,76	105,64217	0,369199	9206,63	1,32	123,76	3,76	105,64	0,37
21	1,29482	119,37	3,68	105,55627	0,342881	9128,49	1,29	119,37	3,68	105,56	0,34
22	1,12792	99,97292	3,24	105,10674	0,261564	9160,73	1,13	99,97	3,24	105,11	0,26
23	1,32417	125,85201	3,8	105,67671	0,385232	9026,24	1,32	125,85	3,8	105,68	0,39
24	1,09185	98,52367	3,1	105,66283	0,246064	9190,49	1,09	98,52	3,1	105,66	0,25
25	1,26492	121,5442	3,6	106,01241	0,357843	9237,32	1,26	121,54	3,6	106,01	0,36
26	1,24334	112,67381	3,54	105,36769	0,315079	9019,34	1,24	112,67	3,54	105,37	0,32
27	1,13631	100,72966	3,24	105,21378	0,259746	8885,96	1,14	100,73	3,24	105,21	0,26
28	1,15095	106,0246	3,3	105,28937	0,283227	9145,68	1,15	106,02	3,3	105,29	0,28
29	1,33771	126,1786	3,8	105,60891	0,38267	9008,45	1,34	126,18	3,8	105,61	0,38
30	1,14271	107,2748	3,24	105,80655	0,283438	9169,89	1,14	107,27	3,24	105,81	0,28
31	1,2806	116,034	3,66	105,5597	0,340969	8980,27	1,28	116,03	3,66	105,56	0,34
32	1,09176	102,17879	3,12	104,9769	0,258235	9217,96	1,09	102,18	3,12	104,98	0,26
33	1,21574	120,8672	3,46	105,41129	0,343012	9437,63	1,22	120,87	3,46	105,41	0,34
34	1,15798	108,62041	3,32	105,28718	0,291695	9227,33	1,16	108,62	3,32	105,29	0,29
35	1,21571	117,70599	3,46	105,40872	0,328734	9319	1,22	117,71	3,46	105,41	0,33
36	1,29512	122,4362	3,68	105,58043	0,359236	9238,64	1,3	122,44	3,68	105,58	0,36
37	1,22301	116,9338	3,48	105,43147	0,329726	9204,28	1,22	116,93	3,48	105,43	0,33
38	1,17229	111,519	3,34	105,29565	0,300072	9221,39	1,17	111,52	3,34	105,3	0,3
39	1,07759	98,58744	3,08	104,96023	0,245041	9234,12	1,08	98,59	3,08	104,96	0,25
40	1,1364	105,7618	3,22	105,8756	0,275234	9160,65	1,14	105,76	3,22	105,88	0,28
41	1,21654	113,22319	3,46	105,48074	0,317327	9223,67	1,22	113,22	3,46	105,48	0,32
42	1,10009	101,9558	3,14	105,10395	0,261739	9279,01	1,1	101,96	3,14	105,1	0,26
43	1,10857	104,88619	3,18	105,26116	0,272647	9427,82	1,11	104,89	3,18	105,26	0,27
44	1,15104	107,9198	3,26	105,92393	0,280403	9386,57	1,15	107,92	3,26	105,92	0,28
45	1,15062	110,0462	3,28	105,24007	0,286894	9523,23	1,15	110,05	3,28	105,24	0,29
46	1,17342	115,24561	3,34	105,39686	0,31094	9513,96	1,17	115,25	3,34	105,4	0,31
47	1,0786	103,83479	3,1	105,07766	0,264407	9512,27	1,08	103,83	3,1	105,08	0,26
48	1,30241	121,7274	3,72	105,6188	0,362942	9395,85	1,3	121,73	3,72	105,62	0,36
49	0,92687	98,2769	2,68	104,56062	0,232488	10890,53	0,93	98,28	2,68	104,56	0,23
50	1,20899	108,73979	3,44	105,43483	0,294198	9110,86	1,21	108,74	3,44	105,43	0,29

**Příloha 16: Zkoušky nitě N-tech**

Zkouška	Amax mm	Fmax N	W J	E MPa	Amax %	Fmax N	t sec	v mm/min	W J
1	67,29539	26,50814	1,104333	0	13,46	26,51	37,34	108,13	1,1
2	51,68816	21,00588	0,759612	0	10,34	21,01	29,52	107,92	0,76
3	62,81636	24,79614	0,991553	0	12,56	24,8	34,9	108,05	0,99
4	67,16364	26,26128	1,094171	0	13,43	26,26	37,32	108,09	1,09
5	72,08553	26,97002	1,180094	0	14,42	26,97	40	108,13	1,18
6	66,4944	25,55264	1,066754	0	13,3	25,55	36,94	108,12	1,07
7	68,87208	27,3522	1,169892	0	13,77	27,35	38,26	108,06	1,17
8	61,4716	23,9282	0,938883	0	12,29	23,93	34,16	108,1	0,94
9	62,81768	24,42192	0,972308	0	12,56	24,42	34,9	108,12	0,97
10	57,72332	21,8181	0,827283	0	11,54	21,82	32,26	107,89	0,83
11	63,49554	24,35028	0,976468	0	12,7	24,35	35,26	108,11	0,98
12	60,5723	22,98862	0,88746	0	12,11	22,99	33,62	108,1	0,89
13	62,76476	24,38212	0,963706	0	12,55	24,38	34,82	108,15	0,96
14	59,96602	22,694	0,876973	0	11,99	22,69	33,3	108,11	0,88
15	70,5328	27,50354	1,201655	0	14,11	27,5	39,16	108,12	1,2
16	69,73344	27,16108	1,170676	0	13,95	27,16	38,7	108,17	1,17
17	58,21698	23,44244	0,890216	0	11,64	23,44	32,3	108,14	0,89
18	58,94476	22,7736	0,859418	0	11,79	22,77	32,8	108,15	0,86
19	66,90829	25,14648	1,054056	0	13,38	25,15	37,12	108,21	1,05
20	70,99862	27,98922	1,226942	0	14,2	27,99	39,38	108,23	1,23
21	68,53938	26,46038	1,12864	0	13,71	26,46	38,02	108,22	1,13
22	60,90266	24,59712	0,957063	0	12,18	24,6	33,86	108,05	0,96
23	59,32684	22,51878	0,859358	0	11,87	22,52	32,94	108,19	0,86
24	59,29288	23,37876	0,890611	0	11,86	23,38	32,9	108,13	0,89
25	59,90718	22,31176	0,856354	0	11,98	22,31	33,22	108,2	0,86
26	61,14066	21,77032	0,849476	0	12,23	21,77	34	107,89	0,85
27	70,81158	26,04636	1,13065	0	14,16	26,05	39,36	107,94	1,13
28	63,30852	23,75304	0,953759	0	12,66	23,75	35,24	107,85	0,95
29	69,95368	25,94278	1,117084	0	13,99	25,94	38,9	107,95	1,12
30	57,72332	21,8181	0,827283	0	11,54	21,82	32,26	107,89	0,83
31	70,27804	24,35028	1,054054	0	14,06	24,35	39,08	107,95	1,05
32	60,14534	22,86116	0,881748	0	12,03	22,86	33,42	107,98	0,88
33	59,96602	22,694	0,876973	0	11,99	22,69	33,3	108,11	0,88
34	71,38142	26,9143	1,172251	0	14,28	26,91	39,68	108,04	1,17
35	74,82512	28,15646	1,278036	0	14,97	28,16	41,52	108,13	1,28
36	76,69337	28,37944	1,309947	0	15,34	28,38	42,6	108,07	1,31
37	64,42416	24,83594	0,991214	0	12,88	24,84	35,82	108,03	0,99
38	56,72486	21,27662	0,782274	0	11,34	21,28	31,52	107,98	0,78
39	77,64184	27,7902	1,307458	0	15,53	27,79	43,12	108,08	1,31
40	64,71422	24,2467	0,984137	0	12,94	24,25	35,96	108,04	0,98
41	70,59608	25,7198	1,116213	0	14,12	25,72	39,22	108,11	1,12
42	72,80592	27,50354	1,219753	0	14,56	27,5	40,44	108,07	1,22
43	64,17102	25,54468	1,03283	0	12,83	25,54	35,66	107,97	1,03
44	69,11971	26,41262	1,121173	0	13,82	26,41	38,38	108,05	1,12
45	55,5824	21,79422	0,790246	0	11,12	21,79	30,9	107,93	0,79
46	57,17718	22,47102	0,848552	0	11,44	22,47	31,78	108,02	0,85
47	60,5723	22,3357	0,85831	0	12,11	22,34	33,7	108,04	0,86
48	66,36237	25,35354	1,035962	0	13,27	25,35	36,86	108,08	1,04
49	59,56572	24,02376	0,916968	0	11,91	24,02	33,1	108,04	0,92
50	62,76476	24,38212	0,963706	0	12,55	24,38	34,82	108,15	0,96