

Bakalářská práce

Směrové mechanicko-fyzikální vlastnosti tkanin

Studijní program:

B0723A270001 Textilní technologie, materiály
a nanomateriály

Autor práce:

Ota Pačes

Vedoucí práce:

Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Liberec 2024



Zadání bakalářské práce

Směrové mechanicko-fyzikální vlastnosti tkanin

Jméno a příjmení:

Ota Pačes

Osobní číslo:

T19000270

Studijní program:

B0723A270001 Textilní technologie, materiály
a nanomateriály

Zadávající katedra:

Katedra technologií a struktur

Akademický rok:

2022/2023

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na téma směrové mechanicko-fyzikální vlastnosti tkanin o různé konstrukci, zaměřte se na Poissonův poměr.
2. Zatěžujte vybrané tkaniny ve všech možných směrech namáhání.
3. Vytvořte polární diagramy vybraných mechanicko-fyzikálních vlastností předložených tkanin.
4. Zhodnoťte výsledky na základě předpokladů získaných z literární rešerše.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: čeština

Seznam odborné literatury:

- [1] Schwarz, P. (editor): Structure and mechanics of textile fibre assemblies, Woodhead publishing, USA, 2008
[2] Hearle, J. W. S., Grosberg, P., Backer, S.: Structural mechanics of fibers, yarn and fabrics, John Wiley and Sons, Inc., USA, 1969
[3] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií, skriptum Technické univerzity v Liberci, Liberec, 1998

Vedoucí práce: Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Datum zadání práce: 5. října 2022
Předpokládaný termín odevzdání: 20. května 2024

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
děkan

L.S.

doc. Ing. Pavel Pokorný, Ph.D.
garant studijního programu

V Liberci dne 15. dubna 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

Chtěl bych touto cestou vyjádřit své upřímné poděkování všem, kteří mi pomohli s vypracováním této bakalářské práce.

Především bych rád poděkoval své vedoucí práce, Ing. Monice Vyšanské, Ph.D., za její cenné rady, vedení a podporu při tvorbě této práce. Velmi si vážím její odbornosti a ochoty se mnou diskutovat o mé práci.

V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a přátelům za jejich podporu. Bez nich bych tuto práci nikdy nedokončil.

Anotace

Cílem této bakalářské práce je nastudovat problematiku mechanicko-fyzikálních vlastností tkaných textilií a vlivu konstrukční parametrů, zejména vazby na tyto parametry. Za tímto účelem byly vytkány čtyři vzorky tkanin o různých vazbách, ale totožných technologických parametrech. Z každého vzorku byly odebrány menší vzorky k testování. Na ty byla následně aplikována tahová síla.

V rešeršní části bude představena problematika mechanicko-fyzikálních vlastností u tkanin a prvků, které na ně mohou mít vliv. Následně byl dohledán stav současného poznání v této oblasti a vybrány nejvhodnější studie se zaměřením na stejnou problematiku.

V experimentální části této práce bude popsán proces odběru vzorků, samotného měření, zpracování dat, následného zhodnocení výsledků a porovnání s již provedenými studiemi. V závěru práce proběhne celkové zhodnocení a konstatování závěrů.

Klíčová slova: Tkaniny, jednoosé namáhání, tahová zkouška, vazba tkaniny, mechanické vlastnosti, Poissonův poměr.

Annotation

The aim of this bachelor thesis is to study the mechanical and physical properties of woven textiles and the influence of structural parameters, especially weave, on these parameters. For this purpose, four samples of fabrics with different weaves but identical technological parameters were woven. Samples were taken from each sample. Tensile force was then applied to them.

The research part will introduce the problem of mechanical and physical properties of fabrics and the factors that can influence them. Subsequently, the current state of knowledge in this area was searched for and the most suitable studies were selected with a focus on the same problem.

The practical part of this work will describe the process of sampling, measurement itself, data processing, subsequent evaluation of results and comparison with already carried out studies. The conclusion of the work will be a general evaluation and statement of conclusions.

Keywords: Fabrics, uniaxial stress, tensile test, fabric weave, mechanical properties, Poisson's ratio

1.	REŠERŠNÍ ČÁST	9
1.1	Obecná definice tkanin	9
1.1.1.	Vybrané Základní konstrukční parametry tkaniny.....	9
1.2.	Základní vazby tkanin	11
1.3.	Mechanicko-fyzikální vlastnosti	12
1.3.1.	Mechanické namáhání.....	12
1.3.2.	Mechanické namáhání tkanin	12
1.3.3.	Obecná definice mechaniky tkanin	13
1.3.4.	Základní parametry struktury textilií.....	13
1.3.5.	Druhy mechanického namáhání	14
1.3.6.	Veličiny podstatné pro měření a vyhodnocování mechanických vlastností.....	15
1.3.7.	Tahové namáhání.....	18
1.3.8.	Poissonův poměr	22
1.3.9.	Auxetické materiály.....	25
1.4.	Polární diagram	26
1.4.1.	Tahové polární diagramy.....	27
1.5.	Obrazová analýza	27
1.6.	Statistické metody	29
1.6.1.	Analýza malých výběrů	29
1.6.2.	Analýza rozptylu.....	29
2	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
2.1.	Základní parametry vzorků	30
2.2.	Příprava vzorků:	31
2.3.1.	Označování vzorků:	32
2.4.	Parametry zkoušky:	33
2.5.	Kontrola vzorků	34
2.5.1.	Vzorek 1	34
2.5.2.	Vzorek 2	35
2.5.3.	Vzorek 3	36
2.5.4.	Vzorek 4	37
2.6.	Průběh zkoušky:	38
2.7.	Získávání dat	40
2.8.	Vyhodnocení získaných výsledků:	46
2.8.1.	Plátňová vazba – P1/1.....	47
2.8.2.	Keprová vazba – K1/2.....	50
2.8.3.	Keprová vazba – K1/4.....	52
2.8.4.	Atlasová vazba – 1/4(2).....	54

2.9.	Celkové zhodnocení výsledků	57
3.	ZÁVĚR	62
4.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63
5.	PŘÍLOHY	64

Použité symboly a zkratky

Symbol, zkratka	Popis	Jednotky
CO	Bavlna	
S _o	Setkání ve směru osnovy	[%]
S _ú	Setkání ve směru útku	[%]
L _o	Délka nitě ve tkanině ve směru osnovy	[m]
L _ú	Délka nitě ve tkanině ve směru útku	[m]
L _{vO}	Délka tkaniny ve směru osnovy	[m]
L _{vÚ}	Délka tkaniny ve směru útku	[m]
T _o	Jemnost osnovní příze	[tex]
T _ú	Jemnost útkové příze	[tex]
M _o	Hmotnost osnovní příze	[g]
M _ú	Hmotnost útkové příze	[g]
ρ_s	Plošná hmotnost	[kg.m ⁻²]
m	Hmotnost odstříhu	[kg]
S	Plocha odstříhu	[m ²]
l	Délka vzorku o ploše S	[m]
b	Šířka vzorku o ploše S	[m]
d	Průměr nitě	[m]
p	Rozteč nití	[m]
t	Tloušťka tkaniny	[m]
l ₀	Upínací délka	[m]
F	Síla	[N], [kg.m.s ⁻²]
σ	Napětí	[Pa], [kg.m ⁻¹ .s ⁻²]
σ_s	Specifické napětí	[N.Mtex ⁻¹]
T	Jemnost	[tex]
A	Poměrná pevnost	[N.tex ⁻¹], [N/nit]
D _o	Dostava osnovy	[cm ⁻¹]
D _u	Dostava útku	[cm ⁻¹]
ε	Tažnost	[%]
l ₀	Upínací (původní) délka vzorku	[m]
E	Youngův modul pružnosti	[N.mm ⁻¹]
μ	Poissonův poměr	[-]
ε_b	Poměrná deformace v příčném směru	[-]
ε_L	Poměrná deformace v podélném směru	[-]

1. Rešeršní část

V této části práce budou teoreticky popsány tkaniny a jejich charakteristika. Dále zde budou popsány mechanicko-fyzikální vlastnosti tkaných textilií, způsoby jejich testování a zejména problematika vlivu směru namáhání, na výsledné vlastnosti. V závěrečné části bude popsán Poissonův poměr, jeho definice a účel.

1.1 Obecná definice tkanin

Tkaniny jsou typem textilního materiálu, který vzniká mechanickým procesem provazováním dvou, nebo více soustav přízí, které jsou vzájemně kolmé. Tento proces vytváří stabilní a strukturovanou tkaninu s odlišnými vzory, charakteristikami a mechanickými vlastnostmi.

Přesné znění definice tkanin je obsaženo normou ČSN 80 0021 (1).

Příze použité pro tkaní mohou být vyrobeny z různých vláken, včetně přírodních vláken, jako je bavlna, len, hedvábí a vlna. Ale také ze syntetických vláken, jako je polyester, nylon a umělé hedvábí. Typ použitého vlákna přímo ovlivňuje vlastnosti výsledné tkaniny, jako například její pevnost, trvanlivost, texturu a splývavost.

Proces tkaní umožňuje vytvářet různé struktury vazeb, což vede k různým typům tkanin. Běžné vzory vazeb zahrnují plátňovou vazbu, keprovou vazbu, atlasovou vazbu a žakárovou vazbu. Každá struktura vazby vytváří ve tkanině jedinečnou texturu, vzhled a ovlivňuje její nejenom mechanické vlastnosti.

Tkaniny se široce používají při výrobě oděvů, bytového textilu, čalounění a k průmyslovým aplikacím. Mohou pokrývat sortiment od lehkých a prodyšných látek až po odolné textilie.

Všestrannost a mechanické vlastnosti tkanin z nich dělají oblíbenou volbu v mnoha průmyslových odvětvích.

1.1.1. Vybrané Základní konstrukční parametry tkaniny

Při výrobě tkaniny, je nutné určení řady parametrů. Některé je možné ovlivnit při konstrukci tkaniny, jiné jsou pevně dány například limity technologie/strojního zařízení.

Délka tkaniny

Délka výsledné tkaniny ve směru osnovních nití. Jedná se o délku celku tkaniny v jednom kuse po sejmutí ze stroje. Tento rozměr může být za určitých okolností teoreticky „nekonečný“. Závisí na použitém způsobu snování.

l_o [m]

Šířka tkaniny

Rozměr tkaniny ve směru útkových nití. Tento rozměr je limitován použitým strojem. Do šířky tkaniny jsou, za určitých okolností, započítané i okraje, které tvoří 0,8-1,8% celkové šířky (2).

$$l_u \text{ [cm]}$$

Dostava osnovy

Počet nití osnovy na 1 cm její šíře. Tato hodnota nemusí být konstantní po celé šíři osnovy. Závisí na mnoha parametrech (materiálových, technologických...) (2).

$$D_o \text{ [cm}^{-1}\text{]}$$

Dostava útku

Počet nití útku na 1cm délky osnovy. Tato hodnota nemusí být konstantní po celé délce tkaniny. Závisí stejně jako dostava osnovy na mnoha parametrech (materiálových, technologických...) (2).

$$D_u \text{ [cm}^{-1}\text{]}$$

Setkání osnovy a útku

Rozdíl délky nitě před tkaním a délky nitě ve tkanině. Principem technologie je provázání nití, kdy dojde ke zvlnění osnovní/útkové nitě a tím k jejímu zkrácení. Proto je reálná délka nitě pro tkaní vždy větší, než je vlastní délka/šířka výsledné tkaniny. Konkrétně je její délka definována jako rozměr tkaniny + setkání. Setkání je různé pro osnovu/útek. Je nutné ho odděleně uvažovat při výpočtech potřebné délky nití pro obě soustavy.

$$S_o = \frac{L_{vo} - L_o}{L_o} \cdot 100 \text{ [%]} \qquad S_u = \frac{L_{vú} - L_u}{L_u} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

Kde: S_o [%]..... Setkání ve směru osnovy

S_u [%]..... Setkání ve směru útku

L_o, L_u [m]..... Délka nitě ve tkanině ve směru osnovy, útku

$L_{vo}, L_{vú}$ [m]..... Délka tkaniny ve směru osnovy, útku

Jemnost osnovy a útku

Parametr jemnosti přímo ovlivňuje dostavu dostavy. Jelikož je jemnost funkcí průměru, je třeba se snižující se jemností zvyšovat dostavu tak, aby bylo možné technologicky dosáhnout provázání soustav. Pokud je dostava příliš velká, nitě jsou tak blízko u sebe, že se mezi ně provazující nití nevejde a dochází k deformacím a vysokému mechanickému namáhání. Pokud je dostava naopak nízká, tkanina nemusí být soudružná a tím pádem nedosahuje mechanických vlastností. Existují výjimky, kdy je nízká dostava požadována, například při tkaní perlinkové vazby.

$$T_o = \frac{M_o}{L_o} [\text{tex}] \quad T_{\dot{u}} = \frac{M_{\dot{u}}}{L_{\dot{u}}} [\text{tex}] \quad (2)$$

Kde: $T_o, T_{\dot{u}}$ [tex]..... Jemnost osnovní, útkové příze
 $M_o, M_{\dot{u}}$ [g]..... Hmotnost osnovní, útkové příze
 $L_o, L_{\dot{u}}$ [km]..... Délka nitě ve směru osnovy, útku

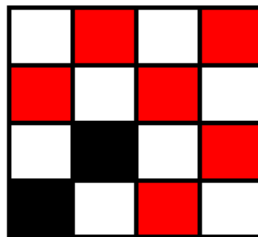
1.2. Základní vazby tkanin

Vzor vazby definuje uspořádání nití ve tkanině. Určuje, jak se osnovní a útkové nitě vzájemně kříží. To má za následek různé textury, vzory a vlastnosti tkanin. Vzory tkanin se mohou velmi lišit a nabízejí řadu vizuálních a hmatových efektů. Mezi běžné příklady patří plátňová vazba, keprová vazba, atlasová vazba. Častěji se však používají vazby odvozené, které ze základních vycházejí. Jinou variantou je žakárové vzorování, které není nikterak limitováno a má v podstatě neomezené možnosti vzorování. Každý vzor vazby má své vlastní jedinečné vlastnosti, jako je pevnost, splývavost, prodyšnost a vhodnost pro různé aplikace. Vazby tkanin jsou základním aspektem konstrukce tkanin a hrají významnou roli v celkové estetice a funkčnosti tkaných textilií (3).

Následující kapitola definuje základní používané vazby a přehled jejich odvozených typů.

Plátňová vazba (P)

Jedná se o vazbu, která má v základním provedení nejmenší střihu ze všech používaných vazeb. Skládá se z dvou útkových a dvou osnovních nití. Tato vazba dosahuje maximálního provázání, jelikož je tvořena pouze provazujícími úseky (4).

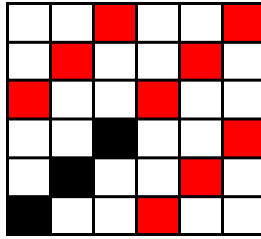


Obrázek 1 Střída plátňové vazby (4)

Keprová vazba (K)

Tato vazba má nejmenší střihu vazby 3/3 (3 osnovní a 3 útkové nitě). Vazba je charakteristická diagonálním řádkováním. Kepr může být v osnovním i útkovém efektu. Základní rozlišení je na kepry pravého (S) a levého (Z) směru podle směru řádkování (4).

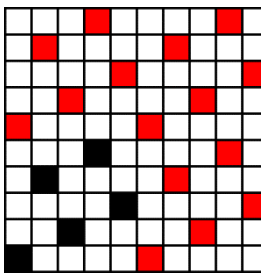
Na rozdíl od základního plátna, má kepr výrazně menší provázanost vazby. Jedná se tedy o vazbu flotážní.



Obrázek 2 Střída třívazné keprové vazby (4)

Atlasová vazba (A)

Používá se spíše pro Žakárské vzorování. Skládá se z vazných bodů, které se vzájemně nedotýkají. Rozmístění vazných bodů je dáno postupným číslem atlasu. Hodnota postupného čísla se určuje na základě definovaných kritérií. Jeho nejmenší střída je 5/5.



Obrázek 3 Střída pětivazné atlasové vazby (postupné číslo 2) (4)

1.3. Mechanicko-fyzikální vlastnosti

1.3.1. Mechanické namáhání

Za mechanické namáhání označujeme sílu nebo zatížení působící na materiál, které vyvolává deformaci nebo změnu jeho tvaru. Je to výsledek působení vnějších sil na pevné těleso, který vyvolává vnitřní odpor/vnitřní napětí. Mechanické namáhání může být jednoho druhu (například tah), nebo kombinací více druhů zatížení (například tah a ohyb).

Když je materiál vystaven mechanickému namáhání, jeho reakcí je deformace, jejíž míra, je přímo úměrná aplikovanému napětí. Materiály mají různé úrovně odporu vůči namáhání, charakterizované jejich pevností a pružností. Nadměrné nebo trvalé mechanické namáhání přesahující pevnost materiálu vede k trvalé deformaci nebo destrukci.

Pochopení a analýza mechanického namáhání je zásadní při konstrukci a návrhu, protože pomáhá určit trvanlivost, spolehlivost a bezpečnost konstrukcí, komponent a materiálů. Používají se různé metody testování, jako je analýza napětí-deformace, analýza metodou konečných prvků (FEM) a fyzikální testování. Na základě výsledků, se posuzuje výsledná vhodnost materiálu pro konkrétní aplikaci.

1.3.2. Mechanické namáhání tkanin

Textilní materiály se výrazně liší od konvenčních technických materiálů v několika ohledech. Jsou nehomogenní, což znamená, že nemají jednotné vlastnosti v celé své struktuře, postrádají kontinuitu a vykazují vysokou anizotropii, což znamená, že se jejich vlastnosti výrazně liší v různých směrech. Textilní materiály vykazují nelineární a

plastické chování, což znamená, že jejich odezva na napětí je nelineární a dochází k trvalé deformaci i při nízkém napětí. Na rozdíl od papíru, který se ostře skládá, textilní materiály mají tendenci se vybořit do tvarů s dvojitým zakřivením (5).

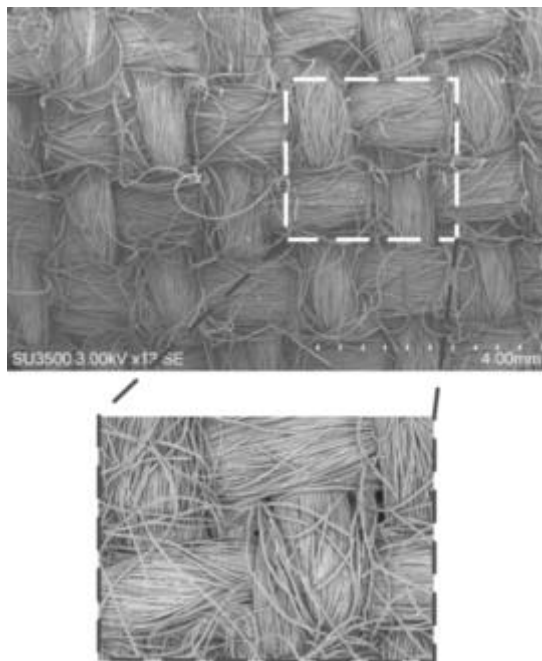
1.3.3. Obecná definice mechaniky tkanin

Strukturu tkaniny tvoří a definují provazující body a jejich četnost. Vzdálenost mezi dvěma sousedními nitěmi určuje poréznost tkaniny. Tkané látky se liší od jiných technických materiálů díky své diskretní (nespojité) porézní struktuře.

Nejjednodušší teoretický model konfigurace příze je ten, který vyvinul Peirce. Avšak i tento zjednodušený model vyžaduje použití transcendentálních (ne algebraických) funkcí pro výpočet geometrických parametrů (5).

Geometrická struktura tkanin je extrémně složitá z důvodu nepravidelného tvaru nití, ale i struktury tkaniny samotné. Obrázek 4 ukazuje povrch tkané textilie.

Je patrné, že každá příze ve struktuře je zkadeřená a je zde i mnoho volných částí vláken na povrchu. Tento parametr příze se nazývá chlupatost.



Obrázek 4 Morfologie povrchu tkanin pozorovaná pomocí SEM (6)

1.3.4. Základní parametry struktury textilií

Geometrické parametry textilií se dělí na nezávisle proměnné (vstupní parametry) a závisle proměnné (výstupní parametry). Mezi závisle proměnné se řadí délka nitě ve vazebných prvcích l a průměr/průřez nitě d . Nezávislé parametry jsou u tkanin rozteč nití p a tloušťka textilie t .

Obecně je velice obtížné tyto parametry u tkanin zjišťovat a definovat díky jejich, na rozdíl například od kovů, značné nehomogenitě.

Plošná hmotnost textilie

Jedná se o hmotnost tkaniny vztažená na její určitou plochu.

$$\rho_s = \frac{m}{S} = \frac{m}{l \cdot b} \quad (3)$$

Kde: ρ_s [kg.m⁻²] Plošná hmotnost
m [kg]..... Hmotnost odstříhu
S [m²]..... Plocha odstříhu
l, b [m]..... Délka, šířka vzorku o ploše S

Průměr nitě

Tento parametr je značně ovlivněn nekruhovou charakteristikou průřezu nitě. K jeho měření se nejčastěji používají optické metody z důvodu eliminace nepřesnosti výsledků deformace nitě mechanickým přitlakem.

d [m]

Rozteč nití

Tento parametr je obtížně definovatelný z důvodu nemožnosti přesného určení osy nití. Analogicky parametru délky nitě se rozteč určuje jako průměrná hodnota z více hodnot. Běžně se jedná o převrácenou hodnotu dostavy D_o , D_u .

p [m]

Tloušťka tkaniny

Zde nastávají obdobné problémy jako u průměru nitě. Výsledek měření je ovlivněn silou přitlaku. Pro měření tloušťky jsou stanoveny konkrétní podmínky normou.

t [m]

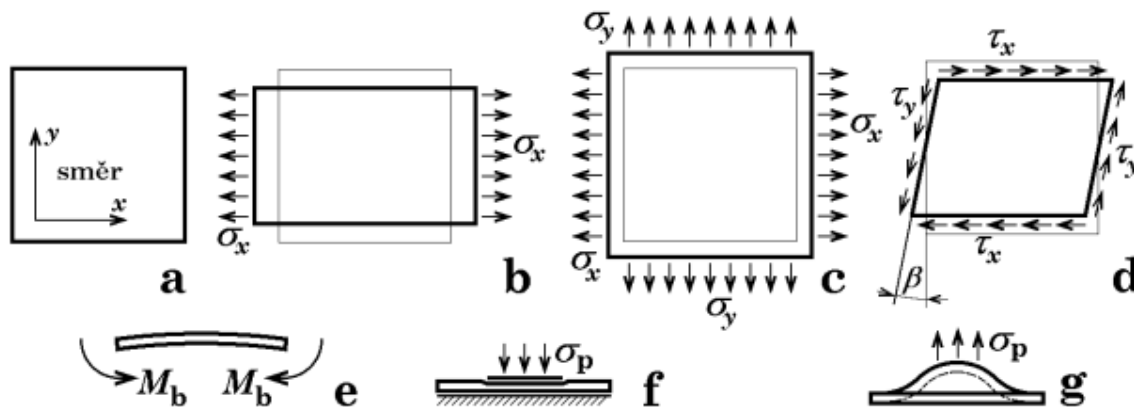
1.3.5. Druhy mechanického namáhání

Základní druhy mechanického namáhání textilních útvarů se nijak zásadně neliší svou fyzikální podstatou od mechaniky kovů. Pouze jsou některé upozaděny na úkor, pro textilní aplikace, více podstatných parametrů a druhů namáhání.

Základní rozdělení

- Tahové namáhání
 - o Jednoosé namáhání
 - o Dvouosé namáhání (biaxiální)
 - o Víceosé namáhání (multiaxiální)
- Tlakové namáhání (příčné stlačení)
- Ohybové namáhání
 - o Ohybové namáhání
 - o Vzpěr (kombinace ohybového a tlakového namáhání)

- Smykové namáhání (tečné napětí) (7)



Obrázek 5 Formy rovinné deformace a,b) Jednoosé zatížení, c) Biaxiální napětí, d) Smykové napětí, e) Ohybové napětí, f) Příčné stlačení, g) vyboulení textilie (7)

Textilie lze také hodnotit podle deformace:

- Polovinou cyklu (až do samotné destrukce)
- Celým cyklem (zatížení na definovanou úroveň + odlehčení)
- Více cyklů (cyklicky se opakující varianta 2, zejména pro hodnocení únavy textilie)

1.3.6. Veličiny podstatné pro měření a vyhodnocování mechanických vlastností

Hmotnost

Jedná se o jednu ze základních SI veličin. Hmotnost je fyzikální veličina, která vyjadřuje množství látky v tělese. Je to aditivní vlastnost, což znamená, že hmotnost dvou těles je součtem hmotností těchto těles (8).

$m [kg]$

SI veličina

SI veličina je fyzikální veličina, která je součástí soustavy SI. Soustava SI je mezinárodní soustava jednotek, která je používána ve většině vědních a technických oborů. Veličiny se dělí na základní a odvozené (8).

Upínací délka

Vzdálenost mezi dvěma definovanými body na vzorku, nejčastěji hranou čelistí. Tento parametr je většinou definován normou, podle které je zkouška prováděna.

$l_0 [m]$

Síla

Vektorová fyzikální veličina vyjadřující míru vzájemného působení dvou těles a mění stav tělesa (9).

$$F [N], [kg \cdot m \cdot s^{-2}]$$

Napětí (Mechanické)

Tenzorová fyzikální veličina vyjadřující stav kontinua, které je podrobena vnějšímu silovému působení. Jedná se o rozložení sil na jednotku plochy. Z tohoto důvodu se u textilií používá velice výjimečně. Právě z důvodu obtížně definovatelné plochy působení. Jeho hlavní složky jsou Normálové napětí (σ) a Tečné napětí (τ). Jedná se o odvozenou SI veličinu (10).

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (4)$$

Kde: σ [Pa], [kg.m⁻¹.s⁻²]Napětí
F [N]..... Síla
S [m²]..... Plocha

Tenzorová veličina

Je fyzikální veličina, která je popsána více než jednou číselnou hodnotou. Tyto hodnoty se nazývají složky tenzoru a jsou uspořádány do tabulky nebo matice. Příkladem tenzorové veličiny je například vektor (11).

Specifické napětí

V praxi daleko více užívanější zejména pro příze. Namísto definice pomocí poměru síly na plochu, se vyjadřuje jako síla vztažená na jemnost. Slouží zejména pro porovnávání hodnot pevností přízí (12).

$$\sigma = \frac{F}{t} \quad (5)$$

Kde: σ [N.Mtex⁻¹]Specifické napětí
F [N]..... Síla
t [tex]..... Jemnost

Pevnost

Jedná se o vlastnost pevných látek odolávat působení vnějších sil. Ve většině případů se jedná o působící sílu těsně před přetrhem/destrukcí vzorku. Nemusí tak být případě, že destrukce/porušení vzorku není „okamžitá“, ale síla již překročila maximální hodnotu a snižuje se při stálém prodlužování vzorku. Rozlišuje se podle druhů aplikovaného namáhání (Pevnost v tahu, tlaku, smyku, torzní pevnost...). Většinou se vyjadřuje v jednotkách [N.m⁻²] (13).

Poměrná pevnost

Specifické napětí odpovídající maximální síle na tahové křivce. Poměr tržné síly a skutečné jemnosti bez zahrnutí vlivu zúžení vzorku působením tahového namáhání (13).

$$A = \frac{F}{T} \quad (6)$$

Kde: A [N.tex⁻¹] Poměrná pevnost
F [N] Síla
T [tex] Jemnost

Poměrná pevnost na nit

Specifické napětí odpovídající maximální síle na tahové křivce vztažené na nit.

$$A = \frac{F}{b \cdot D_{o,u}} \quad (7)$$

Kde: A [N/nit] Poměrná pevnost
F [N] Síla
b [cm] Šířka vzorku
D_{o,u} [cm⁻¹] Dostava osnovy, útku

Tažnost

Přírůstek délky vzorku po jeho zatížení silou proti jeho původní délce. Podstatné je zejména v momentě působení největší síly na vzorek. Jedná se o procentuální vyjádření poměrného prodloužení (14).

$$\varepsilon = \frac{l-l_0}{l_0} \cdot 100 \quad (8)$$

Kde: ε [%] Tažnost
l [m] Délka zatíženého vzorku
l₀ [m] Původní (upínací) délka vzorku

Modul pružnosti v tahu

Youngův modul. Vyjadřuje poměr napětí a jím vyvolané deformace. Čím vyšší modul, tím větší napětí je potřebné k dosažení určité deformace. Absolutně tuhé těleso by mělo Youngův modul rovno nekonečnu.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (9)$$

Kde: E [Pa] Youngův modul pružnosti
 σ [Pa] Napětí
 ε [%] Tažnost

Textilie, zejména z chemických vláken, jsou na rozdíl například od kovů, velice citlivé na vnější podmínky jako je teplota a vlhkost. Například u vlhkosti se i relativně drobná změna v řádu jednotek procent může projevit výraznou odchylkou v měřeních.

1.3.7. Tahové namáhání

K tahovému namáhání dochází, když je na předmět/vzorek aplikována síla takovým způsobem, že se předmět prodlužuje v jednom směru a zužuje ve směru k němu kolmém.

Může být: Jednoosé – Tahové napětí působí pouze v jednom směru
Dvouosé – Tahové napětí je aplikováno ve více směrech

Pro zjišťování pevnostních parametrů v tahu, se v drtivé většině případů používá zkouška tahem na trhacím stroji. Jedná se o statickou zkoušku vzorku materiálu, jejíž parametry stanovuje norma, které musí celá zkouška podléhat, aby bylo možné výsledky přímo porovnávat s dalšími měřeními (např. jiných laboratoří) (15).

Norma udávající tyto parametry pro strojní materiály je **ČSN EN ISO 6892** (16) a **ČSN EN ISO 13934-1** (17) pro textilní materiály. Jedná se tedy o mezinárodní normu, jenž specifikuje metodu provádění tahových zkoušek za okolní teploty (laboratorní)/ zvýšené teploty/ snížené teploty.

Zkouškou se sleduje hned několik veličin jako jsou Mez pevnosti, mez kluzu v tahu, tažnost a kontrakce.

Výsledkem tahové zkoušky jsou data naměřených hodnot, která jsou současně vynesena v hrubé nezpracované formě do grafu závislosti síly na čase. Prodloužení je dáno konstantní rychlostí pohybu čelistí.

Jednoosé tahové namáhání

Jednoosé napětí, také označované jako tahové napětí, je druh síly, který způsobuje protažení materiálu v jednom směru. Je to nejběžnější typ namáhání, kterému jsou vystaveny materiály pro technické aplikace.

Když je materiál vystaven jednoosému tahu, částice v materiálu se oddělují. To způsobí, že se materiál natáhne a síla k tomu potřebná se měří jako napětí. Deformace je typicky vyjádřena jako procento původní délky materiálu.

Míra napětí, které materiál vydrží, než dojde k jeho destrukci, závisí na vlastnostech materiálu, jako je jeho pevnost a tažnost. Pevné materiály vydrží větší napětí, než se poruší, zatímco tvárné materiály se mohou plasticky deformovat, než se poruší (18).

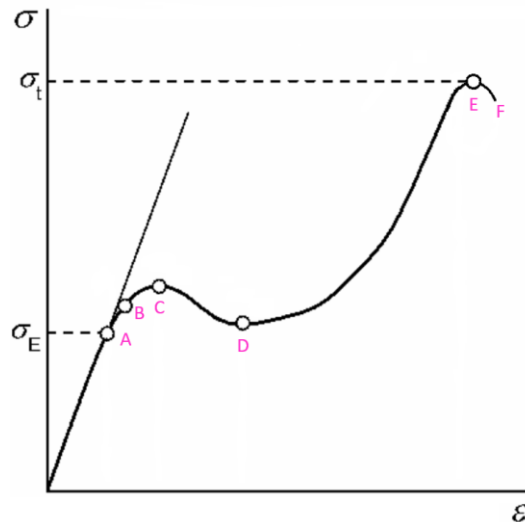
Tahová křivka

Křivka napětí v tahu, známá také jako křivka napětí-deformace, je grafickým znázorněním vztahu mezi napětím v tahu (σ) a deformací (ϵ). Získává se postupným

zatěžováním zkušebního tělesa a měřením deformace. U těchto údajů lze sledovat jejich vzájemnou závislost.

Napětí je typicky vyneseno na vertikální ose a deformace na ose horizontální. Hodnoty napětí jsou uváděny v pascálech [Pa] a hodnoty deformace v procentech [%].

Významné body na obecné tahové křivce jsou zobrazeny v následujícím obrázku (Obr.6):



Obrázek 6 Obecná tahová křivka

Osy:

σ – Napětí

ε – Deformace

A) Mez úměrnosti – Do tohoto bodu je aplikovatelná platnost Hookeova zákona

B) Mez pružnosti (elasticity) – Do tohoto bodu se materiál deformuje elasticky a po uvolnění napětí by se vrátil do původního stavu. Po překročení již nastává plastická (nevratná) deformace.

C→D) Mez kluzu – Vzorek se v tomto bodě prodlužuje, aniž by docházelo ke zvyšování napětí ve vzorku. Pokud dojde k poklesu napětí, nazýváme ho jako horní mez kluzu (C), pokud ne, jedná se o dolní mez kluzu (D).

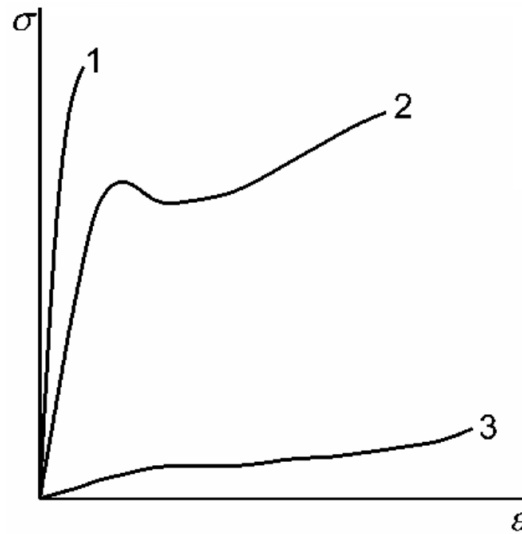
E) Mez pevnosti – Maximální napětí potřebné k přerušení vzorku

F) Přeřez vzorku

Tahová křivka je specifická pro každý materiál.

Nicméně ne u všech materiálů jsou důležité body na křivce tak zřetelně vidět - Obr.7 křivka číslo 2. Mnoho materiálů vykazuje výrazně odlišné průběhy deformace pod napětím. Například u tvrdých a křehkých materiálů, nemusí být mez kluzu vůbec zaznamatelná (například sklo) a dojde rovnou k destrukci vzorku – Obr.7 křivka číslo

1 Oproti tomu u elastických materiálů může být křivka velice plochá z důvodu tažnosti v rámci stovek až tisíců procent (například kaučuky a pryže) – Obr.7 křivka číslo 3.



Obrázek 7 Příklady tvarů tahových křivek pro různé materiály

Plocha pod křivkou vyjadřuje součin napětí a deformace – práci potřebnou k přetržení testovaného vzorku.

V počátečních fázích je prodloužení vzorku úměrné napětí. Platí zde tedy Hookeův zákon (rovnice 8).

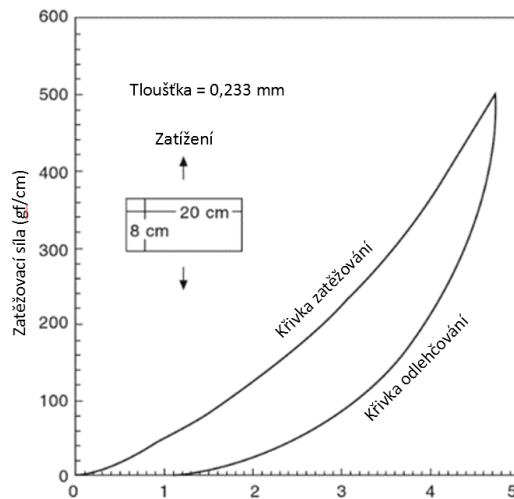
Tento zákon je aplikovatelný až do meze úměrnosti (7).

Tahové vlastnosti tkanin

Tahové vlastnosti jsou jednou z nejdůležitějších vlastností tkaniny po celou dobu životnosti její aplikace. Studium tahových vlastností je u tkanin velmi obtížné z důvodu značné nehomogenity její struktury.

Každý kus tkaniny se skládá z velkého množství vláken a přízí, tudíž jakákoli mírná deformace tkaniny povede k řetězení a komplexním pohybům mezi těmito základními vlákny a přízemi. Situace je ještě složitější, jelikož vlákna i příze vykazují hysterezi v průběhu času.

Na Obrázku 8 je typická křivka tahové zkoušky tkaniny provedené celým cyklem (5).



Obrázek 8 Křivka napětí-deformace tkaniny (5)

Tahovou zkoušku textilií lze provádět následujícími metodikami:

- Metodou Strip odpovídající normě ČSN EN ISO 13934-1 (17)
- Metodou Grab odpovídající normě ČSN EN ISO 13934-2 (19)

Hlavní nevýhodou metody Grab oproti metodě Strip, je její omezenější použití pro různé materiály. Není možné ji použít například pro elastické tkaniny, tkaniny ze skleněných vláken a další.

Používají se i další metody testování pevnosti, ty ale nejsou využívány v takové míře jako dvě, již zmíněné.

Výsledky závisí na geometrii vzorku, typu přízí/vláken a jejich uspořádání, stejně tak jako na struktuře tkaniny (13).

Faktory ovlivňující výsledek zkoušky

Je třeba poznamenat, že výsledky zkoušky tahem může ovlivnit mnoho faktorů. Tyto faktory by měly být pečlivě zváženy, při provádění tahových zkoušek tkanin.

Počet zkušebních vzorků – závisí na požadované přesnosti zkoušky. Čím větší je počet testů, tím přesnější výsledky jsou.

Upínací délka – Ovlivní získané hodnoty maximálního zatížení, meze pevnosti a počátečního modulu. Čím větší vzdálenost čelistí bude, tím nižší bude počáteční modul. Vzdálenost čelistí musí být konzistentní, jinak není možné zkoušky porovnávat.

Rychlost pohybu čelistí – Ovlivňuje tažnost a maximální zatížení. Zkoušky provedené různou rychlostí nelze porovnávat. Rychlost se buď volí v závislosti na modulu pružnosti testovaného materiálu, nebo je přímo definována normou podle které je měření prováděno.

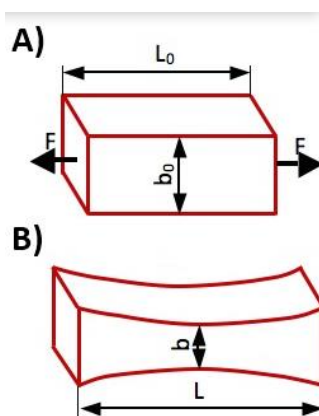
Čelisti stroje – Jejich účelem je udržet vzorek bez prokluzu po celou dobu trvání zkoušky. Přílišné sevření může naopak vést k poškození vzorku. Čelisti lze použít hladké/zdrsněné. Pokud vzorek klouže asymetricky, nebo sklouzne o více než 2 mm, měření je neplatné. Výsledné naměřené parametry za sucha a mokra se u textilních materiálů mohou výrazně lišit.

Důvodem je, působení vody na vlákna, což mění jejich vlastnosti. Například pevnost, tažnost, geometrii atd (20).

1.3.8. Poissonův poměr

Definuje poměr mezi relativním prodloužením vzorku v jednom směru a jeho zúžení ve směru kolmém (21).

Popisuje schopnost materiálu se natahovat/zužovat v reakci na působící sílu. Jedná se o jeden ze základních materiálových parametrů. Tato vlastnost je znázorněna na Obrázku 13.



Obrázek 9Vzorek A) před, B) po zatížení (21)

Jedná se o bezrozměrnou veličinu, značící se μ , která může pro materiály se spojitou strukturou nabývat hodnot 0-0,5. Materiál s Poissonovým poměrem 0 je dokonale elastický a po natažení se v žádném jiném směru nezúží. Je definován vztahem:

$$\mu = - \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_L} = - \frac{\frac{b-b_0}{b_0}}{\frac{L-L_0}{L_0}} \leq 0,5 \quad (10)$$

Kde: μ [-].....Poissonův poměr

$\varepsilon_b, \varepsilon_L$ [-].....Poměrná deformace v příčném(b), podélném směru(L)

b_0, L_0 [m].....Příčný/podélný rozměr deformovaného vzorku

b, L [m].....Příčný/podélný rozměr původního vzorku

Směr namáhání je zejména podstatný u materiálů anizotropních. U izotropních materiálů nezávisí na hlavním směru zatěžování, a jejich chování bude vždy (v rámci mírné tolerance) stejné a tím pádem bude stejná i hodnota Poissonova poměru. Ve většině případů se jedná o homogenní látky/materiály, například sklo. Naproti tomu textilie, jsou silně nehomogenní a silně anizotropní. Není ojedinělé, že se mechanické vlastnosti v kolmých směrech mohou lišit až o desítky procent (zejména u pletenin) (22).

Poissonův poměr souvisí s dalšími mechanickými vlastnostmi. Například modulem pružnosti.

Původní premisa, že Poissonův poměr nabývá hodnot 0-0,5 se týká pouze malých deformací materiálu s nízkou pružností. Pro materiály s větší pružností (pleteniny), může tento parametr nabývat hodnot větších než 0,5.

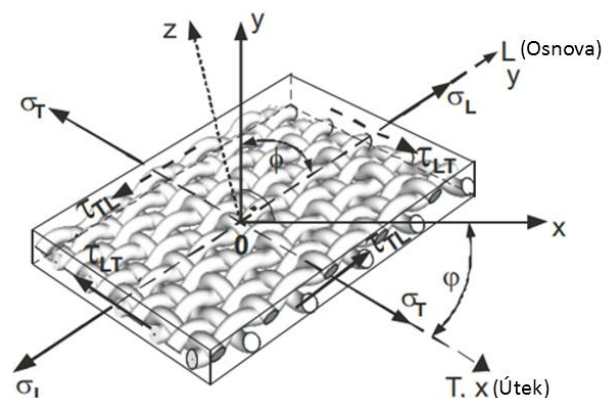
Jelikož jsou textilie značně neizotropní útvary, má na jejich chování a vlastnosti nezanedbatelný vliv způsob aplikace sil. Pro účel této práce se jedná o porovnání tahových parametrů v různých směrech zatěžování.

Tento efekt není zdaleka tak výrazný, pravděpodobně i zanedbatelný například u kovových materiálů, kdy není důležité, zda je testovací vzorek z většího bloku materiálu vyříznut v podélném, nebo příčném směru, pokud je zachována stejná geometrie a rozměry. Takovéto kovové vzorky, budou mít velice pravděpodobně díky vlastnostem kovů (homogenní, izotropní materiál) stejné nebo velice podobné vlastnosti. To u textilií neplatí, bez rozdílu, zda se jedná o tkaniny, pleteniny nebo i netkané textilie u kterých by tento efekt měl být teoreticky minimální, nicméně z praxe víme, že tomu tak není.

Anizotropie textilií je zapříčiněna zejména tím, že jsou tvořeny délkovými útvary – přízemi, které jsou znovu tvořeny délkovými útvary – vlákny (21).

Ačkoliv je Poissonův efekt u textilií nepopíratelný, věnuje se mu relativně málo výzkumů. Zejména výzkumy posledních let se ve větší míře věnují dříve zmíněným auxetickým textiliím, patrně z důvodu jejich větší „zajímavosti“ a výzkumů s „konvenčními“ tkaninami je méně.

Zkoumání chování tkanin při zatěžování ve všech směrech je velice podstatné zejména u technických tkanin. Například u tkanin na padáky, nebo kompozity se jak napětí, tak deformace může vyskytovat ve více směrech. Na Obrázku 14 můžeme vidět znázorněný prvek tkaniny zatížený ve více směrech.



Obrázek 10 Prvek tkaniny se znázorněným silovým působením (23)

Mezi prvními, kdo začal tuto problematiku mechanických vlastností materiálů při působení tahového zatížení studovat, byl WF Kilby který vycházel z konvenční teorie pružnosti s předpokladem, že tkanina je anizotropní materiál se dvěma rovinami symetrie.

Z výsledků jeho studie vyplývá, že vztah napětí a deformace je u tkanin nelineární, hysterický a časově závislý (23).

Tato studie byla publikována v Journal of The Textile Institute v roce 1963.

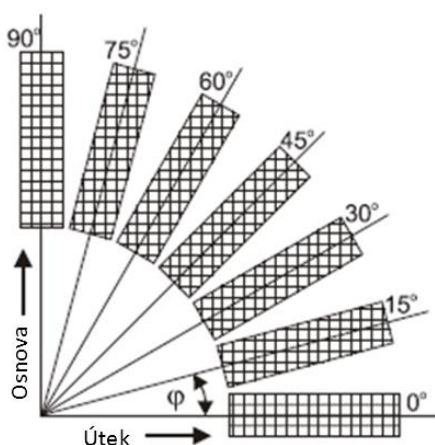
V loňském roce (2023) byla v Journal of Civil Engineering and Architecture 17 (24) publikována studie, zabývající se vlivem směru zatěžování tkaniny na Poissonův poměr u technických tkanin v základních vazbách (The Impact of Fabric Weave and Anisotropy on the Poisson's Ratio in Technical Fabrics) (24). Výzkum byl prováděn na vzorcích bavlněné tkaniny s konstantní dostavou osnovy i útku utkaných v základních vazbách (plátno, kepr, atlas).

Parametry testovaných tkanin ve studii jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Parametry testovaných tkanin (24)

Typ tkaniny	Dostava tkaniny		Jemnost příze		Odtah tkaniny		Plošná hmotnost tkaniny m (g/m ²)	Tloušťka tkaniny d (mm)
	Osnova g_o	Útek g_p	Osnova T_{t_o}	Útek T_{t_p}	Osnova U_o	Útek U_p		
Plátňová vazba	24,00	24,00	32,52	29,35	3,85	3,29	149,94	0,48
Keprová vazba	24,00	24,00	31,75	30,77	2,72	2,68	154,77	0,54
Atlasová vazba	24,00	24,00	30,48	30,44	2,34	2,54	144,44	0,71

Úhel sklonu vzorků byl od $\varphi = 0^\circ$ (směr útku) do $\varphi = 90^\circ$ (směr osnovy) a v úhlech 15° , 30° , 45° , 60° a 75° . Schématické znázornění odebraných vzorků můžeme vidět na Obrázku 15.

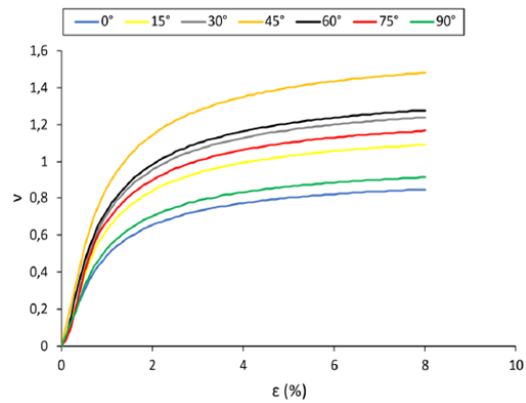


Obrázek 11 Schématické znázornění směru odběru vzorků (24)

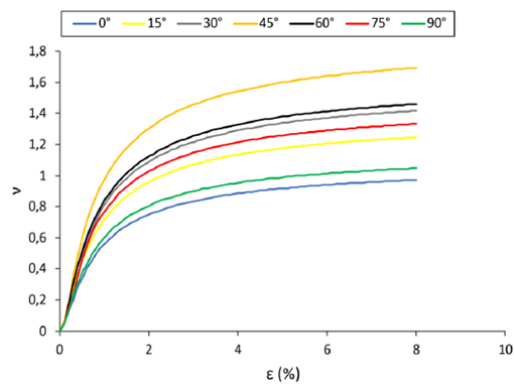
Z výsledků studie lze jasně vyvodit, že ačkoliv se výsledné hodnoty naměřeného Poissonova poměru liší, měření vzájemně vykazují synergie, jelikož maximální hodnoty Poissonova poměru bylo vždy dosaženo u vzorků s úhlem sklonu 45° . Průběhy křivek

ostatních směrů zatěžování jsou také prakticky totožné. Graficky zaznamenané hodnoty můžeme vidět na Obrázcích 16-18.

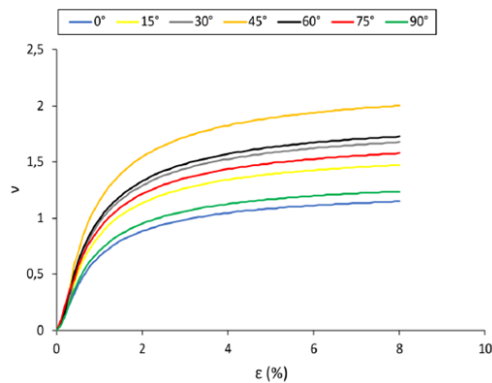
Atlasová vazba má nejvyšší Poissonův poměr, zatímco tkaniny s plátňovou vazbou mají nejnižší. Keprová vazba má vlastnosti, které spadají mezi tkaniny s plátňovou a atlasovou vazbou (24).



Obrázek 12 Poissonův poměr tkanin v plátňové vazbě (24)



Obrázek 13 Poissonův poměr tkanin v keprové vazbě (24)



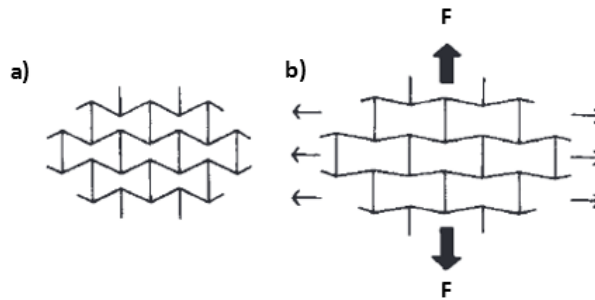
Obrázek 14 Poissonův poměr tkanin v atlasové vazbě (24)

1.3.9. Auxetické materiály

Nicméně, výzkumy ukazují, že existují moderní materiály, které mohou mít Poissonův poměr záporný. Takové materiály se nazývají auxetické.

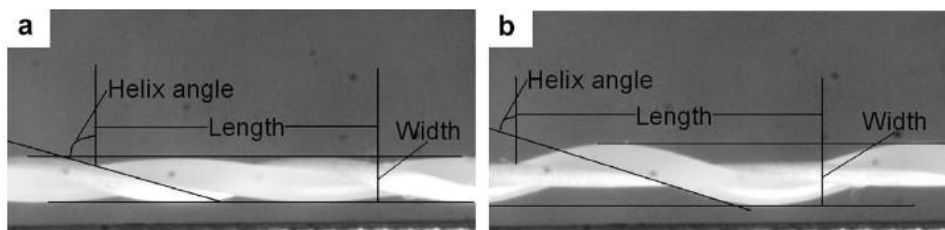
Toto označení bylo poprvé použito 1991 profesorem Kenem Evansem a jeho spoluautory v časopise Nature 1991, roč. 353, čís. 6340, s. 124. Výzkumy na toto téma probíhaly už i

dříve. Výzkum popisovaný v tomto článku popisuje toto chování jako výsledek pohybů na úrovni mikrostruktur na příkladu polymerních pěn kdy, pokud má struktura správnou geometrii, dochází k jejímu roztažení v obou směrech (25).



Obrázek 15 Auxetická struktura a) před, b) po zatížení (25)

Výzkumů na toto téma je celá řada, například se tímto tématem zabývala studie zveřejněná v periodiku Composites Science and Technology z roku 2009 (20). Zde je popisováno auxetické chování kompozitní tkaniny vyrobené z dvojmo skané příze (Obrázek 12).

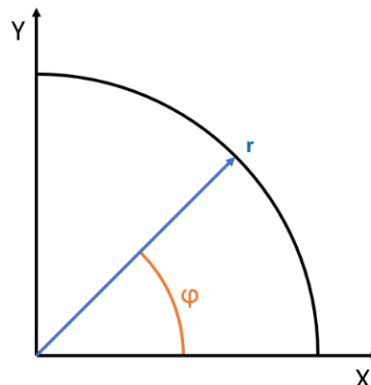


Obrázek 16 Příze a) před, b) po zatížení (25)

Toto chování u vzorků testovaných v rámci této práce neočekáváme, proto ho nebudeme v této práci více rozebírat a zaměříme se na konvenční materiály s kladným Poissonovým poměrem.

1.4. Polární diagram

Tímto typem grafu se zpravidla zaznamenávají data, která vykazují cykličnost, nebo je jedním z hlavních parametrů směr.

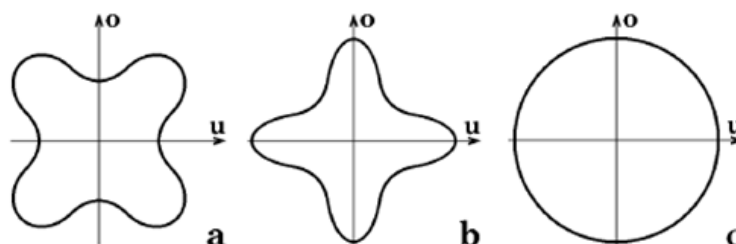


Obrázek 17 Znárodnění polárního souřadného systému

Na rozdíl od kartézského souřadného systému, který využívá souřadnice $[x; y]$, využívá polární diagram polární souřadnice. Tyto souřadnice jsou složeny ze vzdálenosti počátečního bodu r a úhlu φ , který svírá spojnice bodů s osou x (kladnou částí) (26). Znázornění vztahu polárního a kartézského systému lze vidět na Obrázku 9.

1.4.1. Tahové polární diagramy

Diagramy se u tkanin tvoří nejčastěji pro veličiny tažnosti, počátečního modulu deformace a pevnosti. Vyjadřují závislost směru zatěžování vůči orientaci struktury (7).



Obrázek 18 Polární diagram a) tažnosti, b) počátečního modulu deformace, c) pevnosti tkaniny (7)

Tažnost – Je u tkanin ve směru osnovní/útkové soustavy výrazně nižší než v diagonálním směru. Dochází k tomu vlivem smykového napětí, které je vyvoláno zkosením tkaniny. Tento efekt je patrný na Obrázku 10a.

Počáteční modul deformace – Bude v případě zatěžování ve směru soustavy větší než pro diagonální směry. Tato závislost je vidět na obrázku 10b.

Pevnost – Její stanovení je výrazně komplikovanější. Pokud uvažujeme čtvercovou tkaninu, kterou zatížíme v diagonálním směru a zanedbáme vliv deformace, bude pevnost teoreticky izotropní, jelikož se na rozložení síly bude podílet stejně útková i osnovní soustava, jak je znázorněno na obrázku 10c. Nicméně se jedná skutečně o hodně teoretický model. Mezi osnovní a útkovou soustavou je vždy rozdíl, který je dán principem samotné technologie. Tj. rozdílným napětím soustav.

1.5. Obrazová analýza

Jedná se o komplexní oblast počítačového vidění, která se zabývá získáváním informací z digitálních obrazů. Jde o sofistikovaný proces, který zahrnuje širokou škálu technik a algoritmů pro extrakci a interpretaci dat z obrazového materiálu.

Základní principy:

Obrazová analýza se zaměřuje na analýzu pixelů, základních stavebních kamenů digitálních obrazů. Každý pixel má specifické parametry, které reprezentují jeho barvu a jas. Algoritmy obrazové analýzy manipulují s těmito parametry a vzájemnými vztahy mezi pixely, čímž odhalují skryté struktury, objekty a informace. (27)

Klíčové úkoly:

Obrazová analýza zahrnuje širokou škálu úkolů, mezi které patří:

Segmentace obrazu: Rozdělení obrazu na smysluplné segmenty, které odpovídají objektům, oblastem zájmu nebo specifickým vlastnostem.

Detekce objektů: Identifikace a lokalizace objektů v obraze, včetně jejich typu, polohy a dalších charakteristik.

Rozpoznávání vzorů: Identifikace opakujících se prvků, struktur a motivů v obraze.

Sledování objektů: Sledování pohybu objektů v sekvenci obrazů, jako je video.

Klasifikace obrazu: Přiřazení obrazu k určité kategorii na základě jeho obsahu.

Techniky a algoritmy:

Obrazová analýza využívá širokou paletu technik a algoritmů, z nichž nejdůležitější jsou:

Filtry: Změna vlastností pixelů pro zdůraznění specifických detailů, potlačení šumu a úpravu kontrastu.

Převody obrazu: Transformace obrazu z jedné reprezentace do druhé, například z barevného do binárního.

Morfologické operace: Matematické operace na obrazech pro analýzu tvarů a struktur objektů. (27)

Aplikace:

Obrazová analýza se stává nepostradatelným nástrojem v široké škále oblastí.

Například:

Lékařská diagnostika: Analýza rentgenů, magnetických rezonancí a dalších snímků pro diagnostiku nemocí a plánování léčby.

Průmyslová kontrola: Detekce vad a nesrovnalostí ve výrobcích pro zajištění kvality.

Vědecký výzkum: Analýza dat z mikroskopů, teleskopů a satelitů. Počínaje studiem struktury materiálů, až po studium vesmíru a mikrokosmu.

Budoucnost obrazové analýzy:

Výzkum v oblasti obrazové analýzy se zaměřuje například na:

Zvýšení přesnosti a robustnosti: Algoritmy by měly fungovat s nízko kvalitními obrazovými daty a v rušivých prostředích.

Integrace s dalšími technologiemi: Obrazová analýza by měla být propojena s robotikou, drony a autonomními systémy pro komplexní řešení reálných problémů. (27)

1.6. Statistické metody

Získaná, naměřená data vyžadují další statistické zpracování. Správná aplikace statistických metod nám pomůže shrnout výsledky, jejich interpretaci a následně konstatovat závěry a potvrdit nebo vyvrátit hypotézy.

Pro účely vyhodnocení získaných dat v rámci této práce byly použity metody „Analýzy malých výběrů“ a „Analýza rozptylu“ (ANOVA) (28).

1.6.1. Analýza malých výběrů

Také známa jako „Statistická analýza malých výběrů dle Horna“. Jedná se o metodu odhadu parametrů střední hodnoty a rozptylu na základě malého vzorku da. (28).

Předpoklady pro analýzu – Data musí být spojitá a velikost vzorku musí být 4-20

Výhody – Je rychlá a snadná bez nutnosti speciálních statistických nástrojů. Umožňuje vypočítat interval spolehlivosti pro střední hodnotu.

Nevýhody – Citlivost na extrémní hodnoty a horší přesnost.

1.6.2. Analýza rozptylu

Používá se označení ANOVA (Analysis of Variance). Je statistická technika používaná k analýze rozdílů mezi průměry několika skupin. Jinými slovy pomůže zjistit, zda existuje významný rozdíl v průměrných hodnotách více skupin. Porovnává průměry více skupin a zjišťuje, zda jsou tyto rozdíly způsobeny náhodou nebo skutečným účinkem zkoumané proměnné.

Analýzou variací vám ANOVA pomůže posoudit, zda jsou pozorované rozdíly v průměrech pravděpodobně způsobeny faktorem, který zkoumáte (například typem hnojiva), nebo jen náhodou (28).

Existují různé typy ANOVA v závislosti na složitosti studie, například:

Jednofaktorová ANOVA: Porovnává průměry dvou nebo více skupin, přičemž zkoumá pouze jeden nezávislý faktor.

Dvojfaktorová ANOVA: Zkoumá vliv dvou nezávislých faktorů na závislou proměnnou.

Vícefaktorová ANOVA: Analyzuje vliv tří nebo více nezávislých faktorů.

Pro detailnější porovnání směrů byla jednofaktorová metoda aplikována vždy na dvojici podobných vazeb pro porovnání konkrétních úhlů.

2 Experimentální část

Tato část práce se věnuje samotným experimentům, jejich průběhu a vyhodnocení. Dále je zde popsán proces přípravy vzorků, technologie jejich výroby a parametry tkaniny použité pro přípravu vzorků.

Výroba zkušebních vzorů probíhala na tkalcovně Katedry technologií a struktur v přízemí budovy E3.

Samotné testování tahových parametrů bylo provedeno v laboratořích Katedry technologií a struktur v druhém patře budovy D.

2.1. Základní parametry vzorků

K vytkání vzorků byl použit jehlový tkací stroj Somet s elektronickým žakárským strojem Stäubli (Obrázek 19). Pracovní šíře stroje je 140 cm.



Obrázek 19 Tkací stroj Somet

Pro experimenty byly vyhotoveny vzorky ve čtyřech vazbách se shodnými materiálovými a technologickými parametry.

Tkané vazby

Plátno - P1/1

Kepr - K1/2

Kepr - K1/4

Atlas - A1/4(2)

Tato volba vazeb byla z důvodu vzájemného porovnávání vazeb, kdy dvě vazby mají vyšší stupeň provázání, konkrétně P1/1 a K1/2. zatímco zbylé dvě vazby jsou flotážní

K1/4 a A1/4 (2). V rámci obou párů vazem je očekávána podobná soudržnost výsledné tkaniny.

Jako materiál byla použita shodně pro osnovu i útek nešlichtovaná, dvojmo skaná (2x6 tex) kompaktně dopřádaná příze ze 100% bavlny.

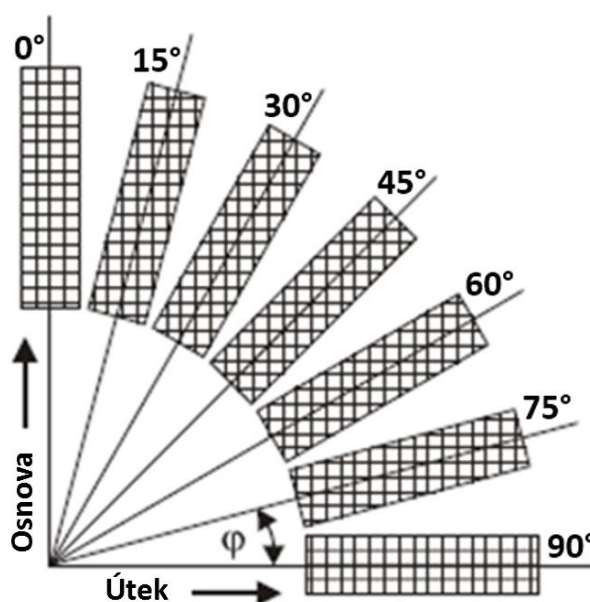
Dostava byla shodně pro osnovu i útek 29 nití na cm.

Tkanina byla vytkána v plné šíři 140 cm, ale pro účely experimentů bylo možné využít pouze polovinu šíře z důvodu, že polovina osnovních nití byla barvena. U těchto nití by byly očekávány jiné mechanicko-fyzikální vlastnosti, tím pádem by došlo k ovlivnění vlastností výsledné tkaniny a nemožnosti přímého porovnání výsledků.

Délka vytkané tkaniny byla 5 metrů pro každou vazbu.

2.2. Příprava vzorků:

U každé vazby byly vzorky odebrány po patnácti stupních v intervalu 0° (směr osnovy) až 90° (směr útku). Graficky je znázorněno rozložení vzorků v závislosti na úhlu je znázorněno na obrázku 20.



Obrázek 20 Úhly odebíraných vzorků

Odebírání vzorků z plochy tkaniny bylo provedeno takovým způsobem, aby více vzorků stejného směru a stejné vazby nesdílelo totožné osnovní nitě. Ideálně žádné.

Na rozdíl od studie uvedené v rešeršní části, byla zde pro značení směrů a úhlů použita běžně užívaná konvence. Osnovní směr je tedy označen úhlem 0° a útkový úhlem 90° .

Vzorky jsou tedy vytvořeny pod úhly – 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° a 90° .

Pro každý směr každé vazby bylo vytvořeno celkem šest vzorků. Pět pro samotné měření a jeden rezervní pro případ neplatného měření.

Během přípravy vzorků byla maximální snaha jednotlivé vzorky pro konkrétní úhel odebírat z celé dostupné šíře tkaniny, aby sdílely co nejméně stejných osnovních nití. Tím by byla co největší relevance výsledků.



Obrázek 21 Průběh tvorby vzorků


2.3.1. Označování vzorků:

Jmenná konvence pro označování konkrétních vzorků byla vytvořena na základě:

- vazby ve které byl vzorek vytkán
- úhlu pod kterým byl z tkaniny odebrán vůči osnově
- pořadí vzorku/číslo konkrétního vzorku
- U Atlasové vazby bylo z označování vynecháno postupné číslo.

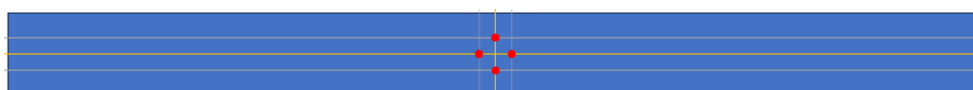
Příklad označení vzorku můžeme vidět na obrázku 22.

P1_1_30_001



Obrázek 22 Příklad označení vzorku

Na středu každého vzorku byly vyznačeny v osách vzorku 4 body. Po dvou v každém směru. Vzdálenost vyznačených bodů byla 10 mm. 5 mm od středu v každém z osových směrů vzorku. Schématické znázornění můžeme vidět na Obrázku 23.

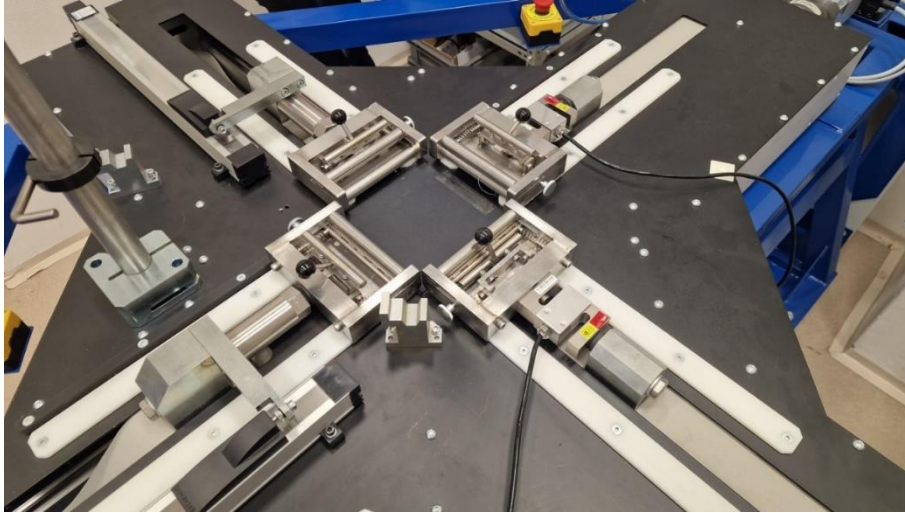


Obrázek 23 Schématické znázornění bodů na vzorku

Tyto body budou následně snímány kamerou během zkoušky. Jedná se o velice podstatný element pro následné vyhodnocování zkoušky.

2.4. Parametry zkoušky:

Zkouška byla prováděna na Biaxiálním trhacím stroji (Obrázek 24). Pro samotnou zkoušku byl využit pouze jeden pár čelistí ve směru osy x. Hlavní výhodou použití tohoto stroje pro účely této práce bylo, že obě čelisti jsou pohyblivé, tím pádem vyznačení body na vzorku zůstávají vždy na stejném místě, a jsou lépe zaznamenány pro účely obrazové analýzy a jejího následného vyhodnocení.



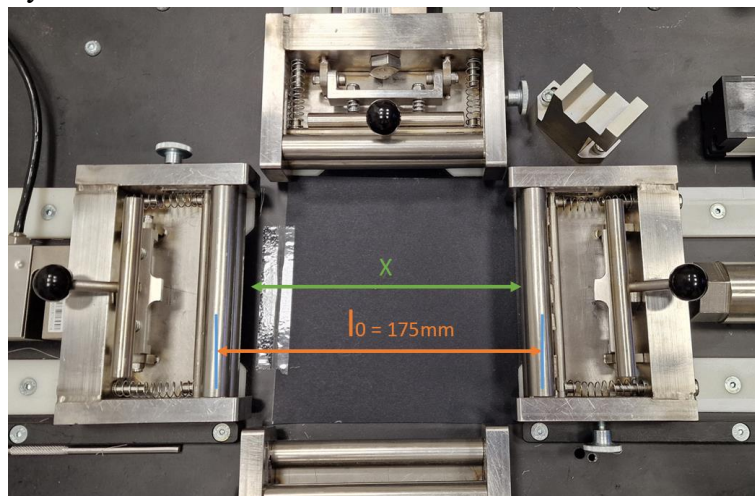
Obrázek 24 Biaxiální trhací stroj

Vzorek byl testován polovinou cyklu až do jeho destrukce.

Zkouška byla prováděna konstantní rychlostí zatěžování vzorku při současném zaznamenávání hodnot síly a posuvu.

Rychlost pohybu čelistí byla pro testování 2 mm/s a maximální pohyb čelistí omezen na 100 mm. Tuto hodnotu bylo nicméně nutné zvýšit na 200 mm z důvodu vysoké tažnosti některých vzorků, u kterých nedošlo vinou omezení přírůstku délky k dosažení maximální síly.

Upínací délka vzorků $l_0 = 175$ mm. Viz Obrázek 25. Tento údaj je velice podstatný pro následné výpočty.



Obrázek 25 Směr zatěžování a upínací délka

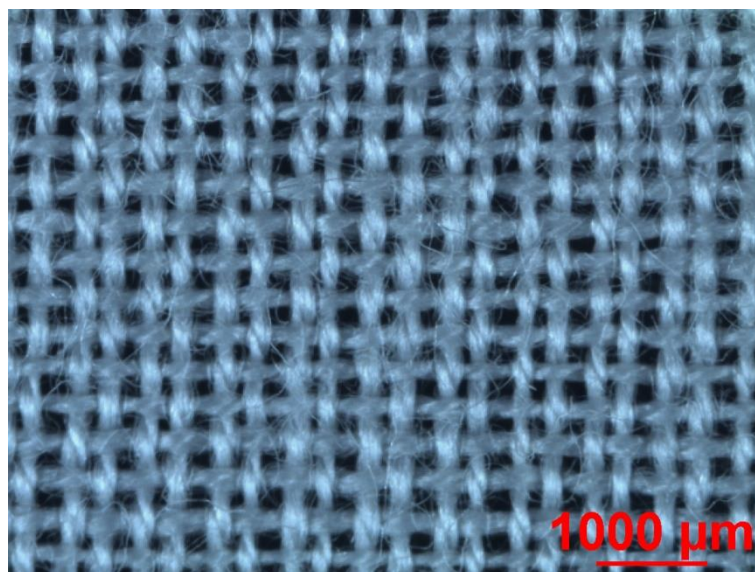
Vzorky byly připraveny v jednotné délce 600 mm. Šířka byla u vzorků ve směru osnovní/útkové soustavy 60 mm a odpáráním zúžena na šířku 50 mm. U vzorků odebraných mimo směry soustav, byla šířka 50 mm.

2.5. Kontrola vzorků

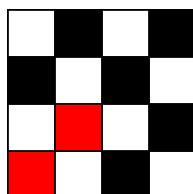
Před samotným testováním byly vzorky zkontrolovány pomocí makroskopu a obrazové analýzy, zda jejich vazba odpovídá zadání.

Všechny vzorky byly snímány z lícové strany v osnovním směru.

2.5.1. Vzorek 1



Obrázek 26 Makroskopický snímek vzorku 1



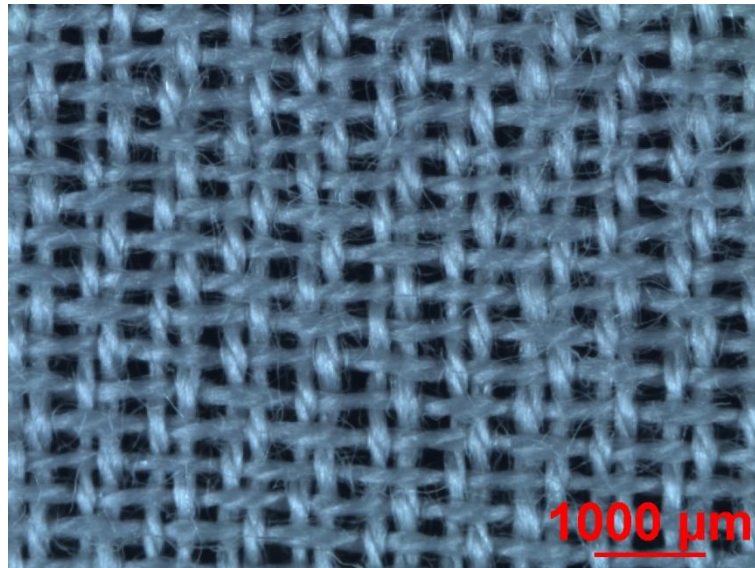
Obrázek 27 Střída vazby vzorku 1

Na základě snímku z makroskopu (Obrázek 26) a následně překreslené stříde vazby (Obrázek 27) lze konstatovat, že se jedná skutečně o plátňovou vazbu.

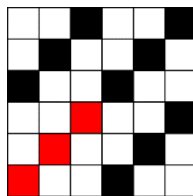
$$P \frac{1}{1}$$

Jelikož se jedná o vazbu s nejvyšší mírou provázání, měly by tyto vzorky vykazovat největší hodnoty pevnosti.

2.5.2. Vzorek 2



Obrázek 28 Makroskopický snímek vzorku 2



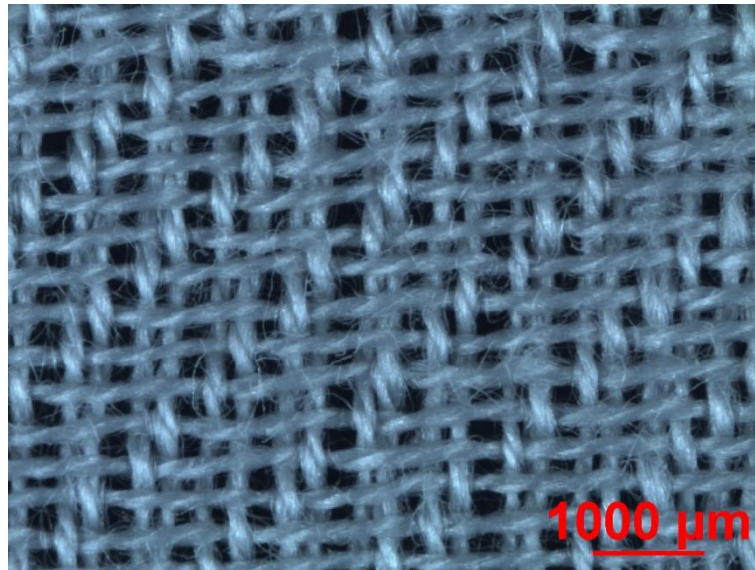
Obrázek 29 Střída vazby vzorku 2

Na základě snímku z makroskopu (Obrázek 28) a následně překreslené střídě vazby (Obrázek 29) lze konstatovat, že se jedná skutečně o keprovou vazbu. Konkrétně o třívazný kepr pravého směru.

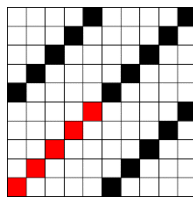
$$K \frac{1}{2} Z$$

Ačkoliv se jedná už o vazbu flotážní, mechanické vlastnosti by se měly blížit vazbě plátnové. Zejména pevnost.

2.5.3. Vzorek 3



Obrázek 30 Makroskopický snímek vzorku 3



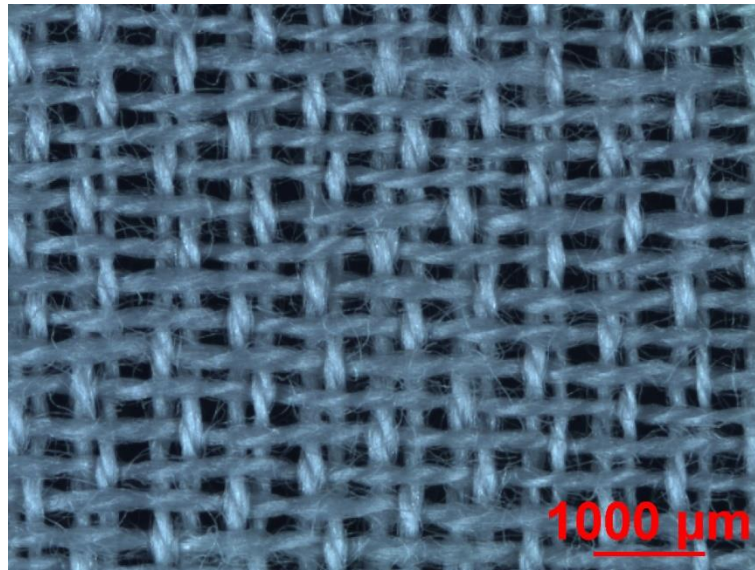
Obrázek 31 Střída vazby vzorku 3

Na základě snímku z makroskopu (Obrázek 30) a následně překreslené stříde vazby (Obrázek 31) lze konstatovat, že se jedná skutečně o keprovou vazbu. V tomto případě o pětivazný kepr pravého směru.

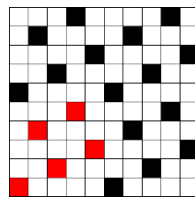
$$K \frac{1}{4} Z$$

U této vazby jsou flotující úseky výrazně delší než u předchozího kepru třívazného. Vazba by tedy měla vykazovat nižší pevnost než předešlé, nicméně tažnost by měla být vyšší.

2.5.4. Vzorek 4



Obrázek 32 Makroskopický snímek vzorku 4



Obrázek 33 Střída vazby vzorku 4

Na základě snímku z makroskopu (Obrázek 32) a následně překreslené stříde vazby (Obrázek 33) lze konstatovat, že se jedná skutečně o pětivaznou vazbu Atlasovou (útkovou). Z uspořádání vazných bodů lze vyčíst postupné číslo 2.

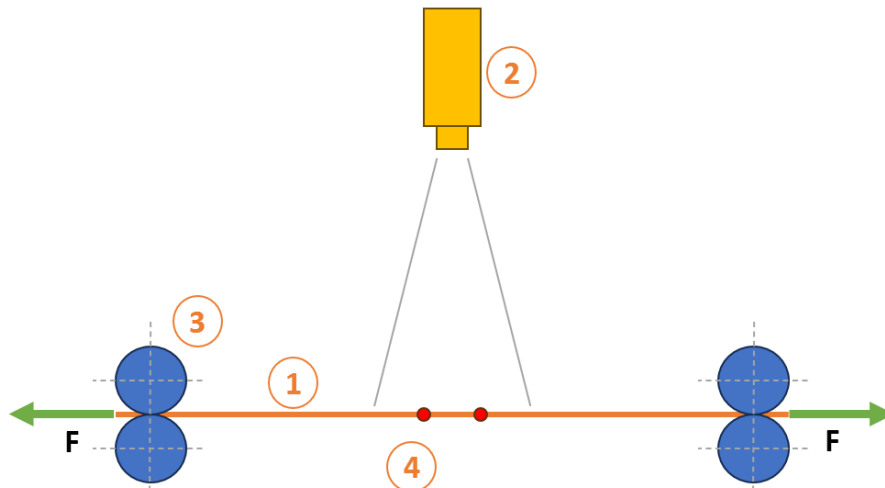
$$A \frac{1}{4} (2)$$

Jelikož mají atlasové vazby obecně nízké provázání s dlouhými flotážními úseky, měla by tato vazba vykazovat nejhorší mechanické vlastnosti oproti třem předcházejícím.

Můžeme tedy potvrdit, že se jedná o vzorky odpovídající zadání pro tkaní.

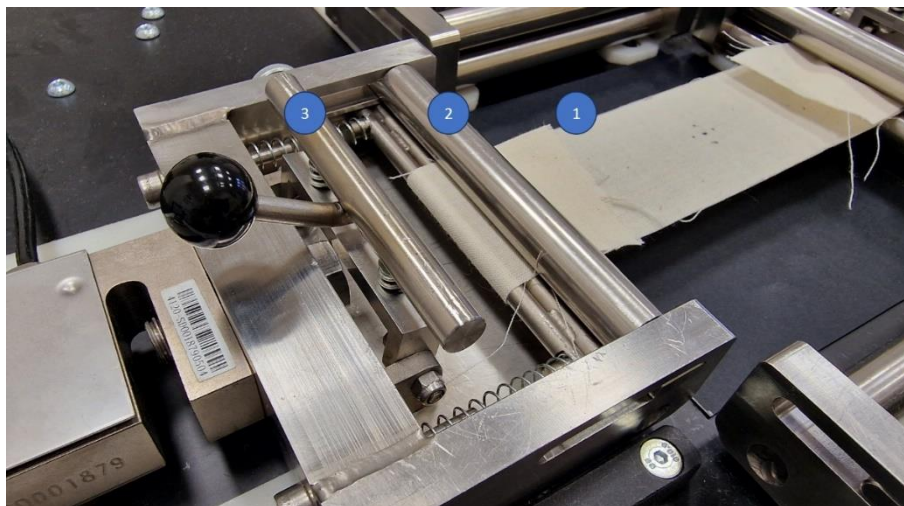
2.6. Průběh zkoušky:

Během zkoušky bude vzorek zatěžován jednoosým namáháním – tahovým. Po celou dobu deformace vzorku až do jeho přetržení bude v kolmém směru snímán kamerou, která bude sledovat změnu polohy bodů, vyznačených na vzorku, viz Obrázek 23. Schéma testovacího zařízení můžeme vidět na Obrázku 34.



Obrázek 34 Schéma testovacího zařízení 1) Testovaný vzorek, 2) Snímací kamera, 3) Upínací čelisti, 4) Vyznačené body na vzorku, F – zatěžovací síla

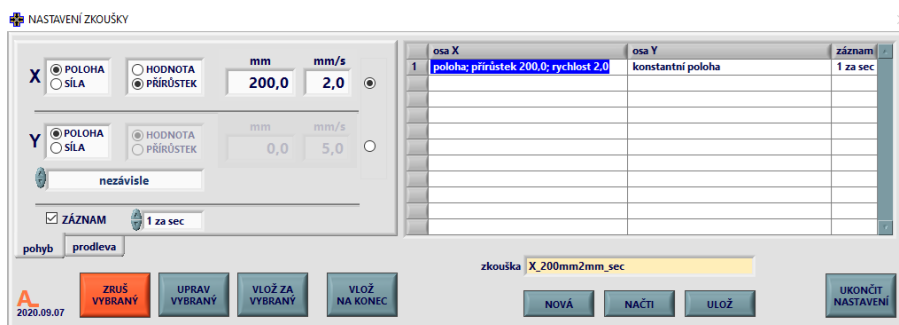
Upevnění vzorku – vzorek byl upnut na obou stranách do mechanických čelistí mezi čelisti válcového tvaru a zajištěn proti pohybu/prokluzu. Pro zkoušku byl použit pár čelistí pro zatěžování ve směru osy x . Popis čelistí lze vidět na obrázku 35.



Obrázek 35 Upínací čelisti 1) Testovaný vzorek, 2) Válcové čelisti, 3) Zajištění proti prokluzu vzorku

Aplikace síly na vzorek – Na vzorek je postupně aplikována řízená tahná síla konstantní rychlostí. Tato síla vede k deformaci vzorku a následně k jeho přetržení. Velikost síly je

dána konstantní rychlostí pohybu upínacích čelistí, tedy konstantní rychlostí přírůstků prodloužení. Frekvence zaznamenávání hodnot byla zvolena jednou za vteřinu.

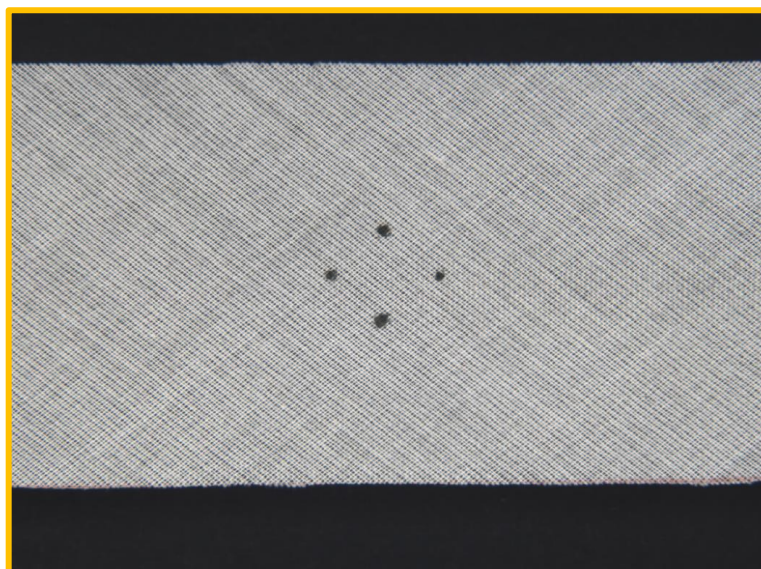


Obrázek 36 Nastavení parametrů tahové zkoušky

Na obrázku 36 můžeme vidět nastavené hodnoty pro tahovou zkoušku, kdy v ose X nastavena jako řídicí parametr poloha čelistí a zaznamenáván je přírůstek hodnoty. Maximální přírůstek, při jehož dosažení dojde automaticky k ukončení zkoušky byl nastaven původně na 100 mm, ale později bylo nutno ho upravit na 200 mm. Důvody budou uvedeny později (kapitola 2.8.1)

Jak již bylo zmíněno, v průběhu zkoušky byla deformace vzorku zaznamenávána kamerou pro účely následného vyhodnocení pomocí obrazové analýzy. Frekvence snímání byla nastavena shodně jako pro hodnoty namáhání na 1 snímek za vteřinu.

Vzorky bylo nutno upnout tak, aby vyznačené body byly co nejvíce ve středu kamerou snímané oblasti. V opačném případě by mohlo vlivem deformace vzorku dojít k jejich posunu mimo zorné pole kamery. Příklad upnutí vzorku před začátkem zkoušky lze vidět na obrázku 37.



Obrázek 37 Snímek nezátíženého vzorku (Plátno 45°) – Zorné pole kamery

Ukončení testu – Ukončení testu proběhne automaticky, po dosažení definovaného přírůstku délky vzorku. Nebo je možné zkoušku ukončit manuálně po pozorování přetržení testovaného vzorku a tím odpovídajícímu poklesu napětí. Ve většině případů byla zkouška ukončena manuálně z důvodů jednotně nastavených parametrů pro všechny

vzorky. Nejvíce se toto chování projevilo u vzorků s nízkou tažností, kdy k destrukci vzorku docházeli již při relativně malých přírůstcích délky (směry 0° a 90°).

2.7. Získávání dat

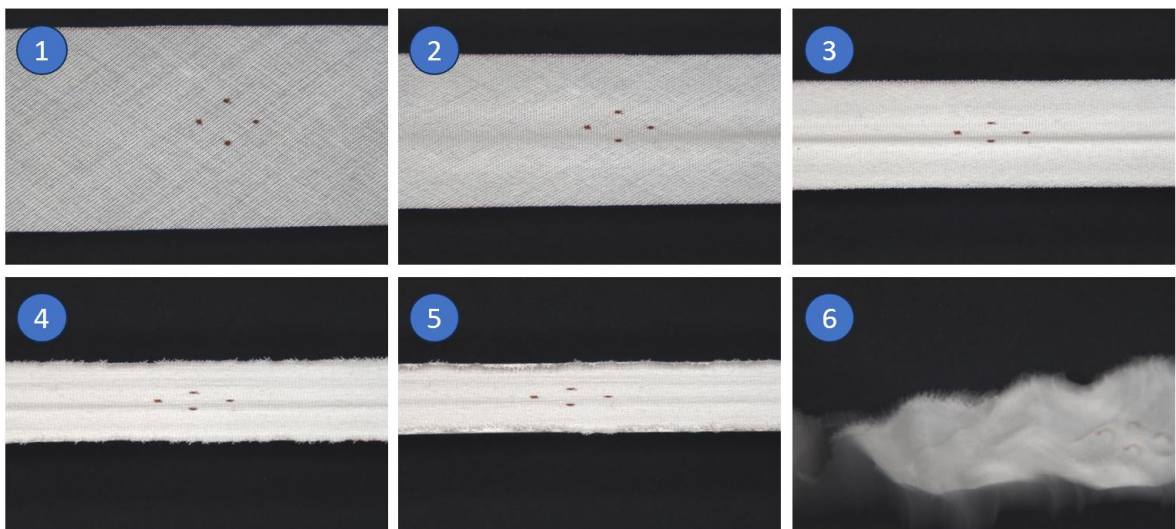
Získaná a výstupní data – Získaná data z obou zařízení slouží pro následné vyhodnocování, porovnávání a konstatování závěrů.

Tahová zkouška: Výstupem samotné tahové zkoušky je textový soubor obsahující přírůstek polohy a tomu ekvivalentní naměřenou sílu v obou osách vztažené na čas trvání zkoušky. Příklad výstupních nezpracovaných dat lze vidět na Obrázku 38. Kroky zpracování naměřených dat budou uvedeny v následujících kapitolách.

čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	poloha y [mm]	síla y [N]
0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
1.0	1.8	2.5	-0.1	0.0
2.0	3.8	7.3	0.0	0.0
3.0	5.7	14.1	-0.0	0.0
4.0	7.8	23.1	0.0	0.0
5.0	9.8	39.9	0.0	0.0
6.0	11.7	66.4	-0.0	0.0
7.0	13.8	107.1	-0.0	0.0
8.0	15.8	159.1	0.0	0.0
9.0	17.8	220.0	0.0	0.0
10.0	19.8	282.1	0.0	0.0
11.0	21.8	31.4	-0.0	0.0
12.0	23.8	7.8	-0.0	0.0
13.0	25.8	4.8	0.1	0.0
14.0	27.8	3.9	0.0	0.0
15.0	29.8	1.8	-0.0	0.0
16.0	31.8	3.5	-0.0	0.0
17.0	33.8	6.0	-0.0	0.0
18.0	35.8	8.1	0.0	0.0
19.0	37.9	10.9	0.0	0.0
20.0	39.8	14.1	0.0	0.0
21.0	41.8	14.3	0.0	0.0

Obrázek 38 Výstupní data tahové zkoušky v nezpracované podobě (Plátno 0°)

Obrazová analýza: Výstupem kamerou zaznamenávaného obrazu je sekvence kalibrovaných obrazů celého průběhu zkoušky. Příklad vybraných kroků sekvence můžeme vidět na Obrázku 39.



Obrázek 39 Vybrané kroky zaznamenané sekvence (Plátno 45°) 1) 0s, 2) 13s, 3) 25s, 4) 35s, 5) 46s, 6) 47s

Získaná data, jejich typ a množství by měla být dostatečná pro vyhodnocení veličin dohodnutých v rámci této práce. Vyhodnocované veličiny:

- Poměrná pevnost
- Tažnost
- Youngův modul
- Poissonův poměr

Zpracování získaných dat

Výsledné zpracování probíhalo odděleně pro data z tahového namáhání a data z obrazové analýzy. Oddělené zpracování bylo možné z důvodu, že vyhodnocované veličiny vycházejí čistě z dat získaných jedním zařízením. V případě poměrné pevnosti, tažnosti a Youngova modulu stačí data ze samotného průběhu tahové zkoušky a Poissonův poměr je vyhodnocován čistě z dat obrazové analýzy.

Jako nástroj pro vyhodnocování a výpočty byl zvolen Microsoft Excel. Tento software byl použit z důvodu dostatečné funkcionality s důrazem na maximální možnou automatizaci výpočtů s minimální nutností manuálního zásahu z důvodu minimalizace numerické chyby, nebo vlivu lidského faktoru/nepozornosti.

V prvním kroku byly na oddělený list definovány parametry, které jsou obecně platné pro celý experiment a následné výpočty. Na tyto údaje se budou veškeré následné výpočty přímo odkazovat. Jejich případná změna automaticky ovlivní veškeré následné výpočty a vykreslené grafy. Jedná se o tyto hodnoty:

Dostava – 29 nití/cm

Šířka vzorku – 5 cm

Délka vzorku – 60 cm

Upínací délka (výchozí vzdálenost čelistí) – 175 mm

Tahová zkouška: Pro řízení a zaznamenávání zkoušky byl použit software FABIS 5k. Jak již bylo zmíněno dříve, surová data ve formátu textového souboru není možné přímo dále zpracovávat. Proto byly veškeré údaje přeneseny do MS Excel. Data byla rozdělena do jednotlivých listů podle vazby vzorku a úhlu zatěžování. Každý jeden z těchto listů obsahoval data všech dílčích vzorků. Pro zjednodušení orientace, byla odebrána nulová data pro směr osy Y. Data bylo také nutné z důvodu správné funkcionality výpočtových vzorců přeformátovat do formátu čísel.

V následujících odstavcích bude uveden postup vyhodnocení relevantních veličin. Každá z veličin byla vyhodnocena pro každý jednotlivý vzorek a pro účely výsledného zhodnocení byla data statisticky zpracována. Tyto hodnoty reprezentovaly vždy právě jednu konkrétní vazbu a úhel. Data pro jednotlivé úhly byla zpracovávána odděleně aby nedošlo k jejich vzájemnému ovlivnění nebo záměně.

Maximální síla $F [N]$: Tento parametr není cílovou zkoumanou veličinou, je však velice podstatné pro další výpočty. Pro její stanovení byla použita funkce MAX na množinu dat „síla $[N]$ “, která vrátí vždy nejvyšší hodnotu z vybrané množiny. Tato hodnota byla graficky vyznačena jako podstatné pro další zpracování.

Poměrná pevnost A [N/nit]: Pro výpočet byl použit vzorec 6 (str.17). Vzorec pro výpočet pracuje s již zjištěnou hodnotou maximální síly a zároveň s obecně definovanými hodnotami šířky vzorku a dostavy.

Tažnost ε [%] – Pro výpočet tažnosti byl použit vzorec 8 (str.17). Zde bylo nutné nalézt přírůstek délky v momentě přetržení vzorku. Jedná se tedy o hodnotu přírůstku v momentě, kdy je na vzorek aplikována maximální síla. Jelikož zjištění maximální síly proběhlo jako první operace, použijeme tedy jí ekvivalentní hodnotu přírůstku. Další hodnoty byly opět použity z obecně definovaných (upínací délka).

Youngův modul E [N/mm] – Pro určení směrnice přímky v počátečním bodě byla použita funkce SLOPE. Tato funkce se používá k výpočtu sklonu lineární regresní přímky, která nejlépe odpovídá sadě datových bodů. Jednodušeji řečeno, určuje rychlost změny mezi dvěma proměnnými. Tuto směrnici – modul, je možné určit v libovolném místě na křivce dat, pro účely této práce byl zvolen počáteční modul. Funkce tedy pracuje na jedné straně s nulovou hodnotou počátku a s prvním bodem kde, již byla zaznamenána první měřitelná síla. V některých případech bylo nutné zvolit jiný, než počáteční bod. Jinak by směrnice vyšla nulová. Důvodem této úpravy byl vliv deformací na úrovni pohybu struktury tkaniny. Ta nastává při silách menších, než bylo možné zaznamenat.

Všechny takto zjištěné hodnoty byly zaneseny do tabulky a následně reprezentovány střední hodnotou. Níže v tabulce 2 je možné vidět příklad výstupu zpracovaných dat pro jednu vazbu a jeden úhel. V tomto případě pro Plátnovou vazbu pod úhlem 0°.

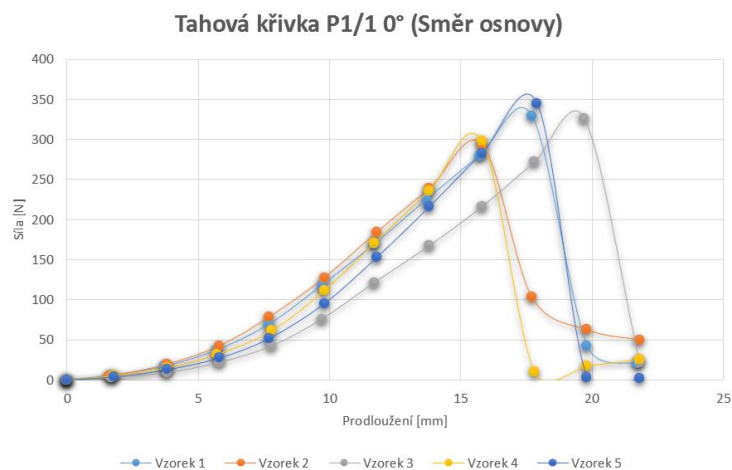
Tabulka 2 Příklad zpracovaných dat pro plátnovou vazbu pod úhlem 0°

Veličina/Vzorek	1	2	3	4	5	Výsledná hodnota
Maximální síla F [N]	329,4	294,0	325,9	297,9	344,7	318,380
Poměrná pevnost A [N/nit]	2,272	2,028	2,248	2,054	2,377	2,163 ± 0,299
Tažnost ε [%]	10,114	9,029	11,257	9,029	10,229	9,629 ± 1,644
Youngův modul E [N/mm]	3,588	2,938	1,706	3,056	2,222	2,639 ± 1,143

Totožné hodnoty tažnosti u vzorků 2 a 5 byly způsobeny dosažením maximální síly při identickém přírůstku prodloužení.

Veškerá zpracovaná data je možné vidět jako přílohy této práce.

Zároveň je možné se zpracovanými daty možné provádět velké množství dalších operací. Například graficky znázornit průběhy jednotlivých tahových křivek, jak je například možné vidět na následujícím Grafu (Obrázek 40).



Obrázek 40 Příklad grafického znázornění tahových křivek jednotlivých vzorků

Obrazová analýza: Další částí zpracování naměřených hodnot bylo získání hodnot nutných pro výpočet Poissonova poměru. Tyto údaje bylo možné získat ze záznamu obrazové analýzy pořízeného souběžně s údaji samotné tahové zkoušky.

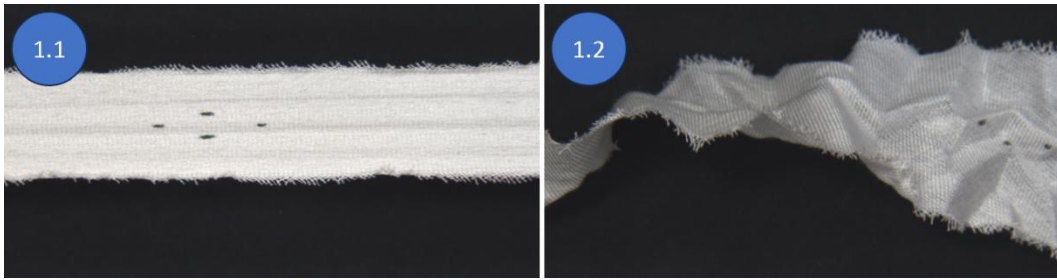
Nahrávání záznamu bylo zpuštěno krátce před zahájením samotné tahové zkoušky z důvodu zpožděné reakce softwaru.

K zaznamenávání byla použita kamera DFK 33UX250 a software NIS-Elements ve verzi 5.10.01.

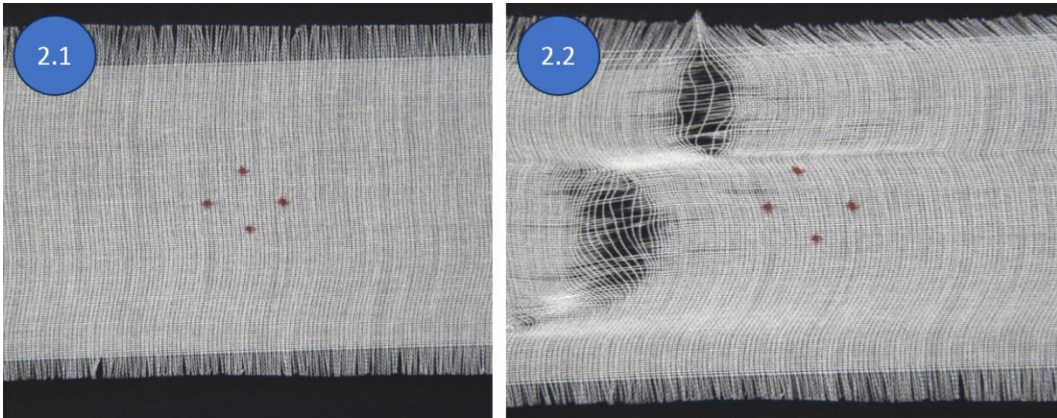
Výsledná data/sekvence obrazů byla uložena ve formátu **nd2**. Jedná se speciální formát vytvořený společností Nikon který je hojně používán v oblastech fluorescenční mikroskopie. Tento formát obsahuje nejen samotný obrazový záznam, ale zejména metadata k těmto obrazům. Proto je nutné s těmito soubory pracovat pouze ve specializovaném softwaru NIS-Elements. Nicméně již existuje i modul pro programovací jazyk Python, který s těmito soubory pracovat umí. Toto řešení ale není pro naše účely vhodné z důvodu jeho komplexnosti.

Samotné vyhodnocení probíhalo výběrem snímku, který reprezentoval vzorek těsně před jeho destrukcí, případně výraznějším poškozením. Rázová destrukce byla doménou většiny vzorků. Pouze u vzorků s minimální tažností, výhradně ve směru soustav (0° a 90°) docházelo k lokálnímu poškození vzorku.

Rozdíl můžeme vidět na obrázcích 41 a 42. U plátňové vazby na Obrázku 41 byla volba snímku pro odečet hodnot evidentní, a to těsně před destrukcí vzorku. U plátňové vazby ve směru útku, kterou můžeme vidět na Obrázku 42, byl pro vyhodnocení zvolen snímek vzorku bez vzniku lokálního poškození. Podle stejného klíče probíhal výběr u všech měření.

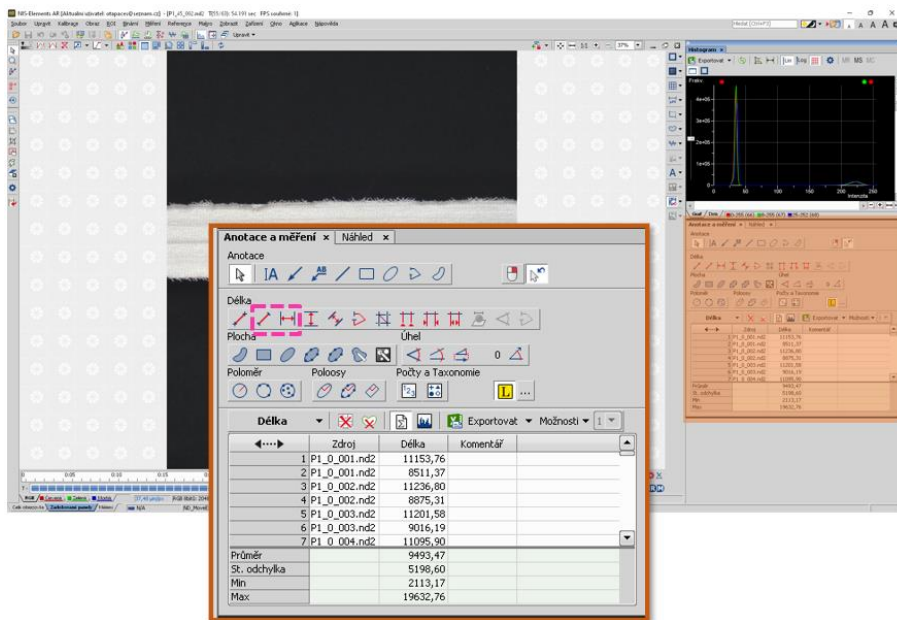


Obrázek 41 Rázová destrukce vzorku Plátňové vazby 45° (46-47 vteřina experimentu), 1.1) Vzorek těsně před destrukcí (maximální prodloužení), 1.2) Vzorek těsně po destrukci



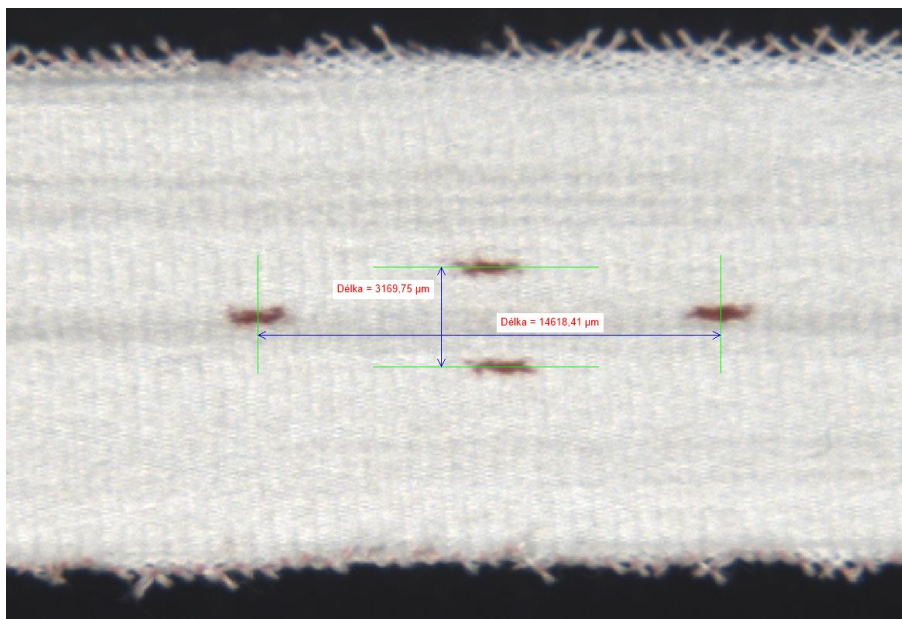
Obrázek 42 Lokální poškození vzorku Plátňové vazby 90° (7-8 vteřina experimentu), 1.1) Vzorek těsně před destrukcí (maximální prodloužení), 1.2) Vzorek s lokálním poškozením

K samotnému odečtu měření byly použity funkce z panelu „Anotace a měření“. Konkrétně funkce pro měření horizontálních a vertikálních vzdáleností (Obr. 42).



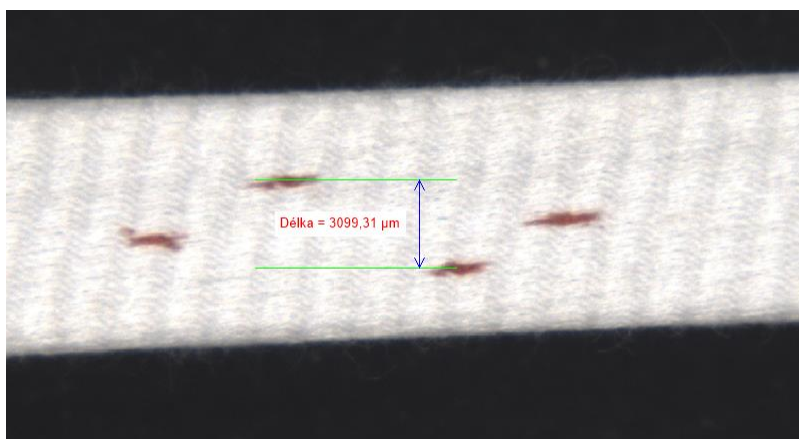
Obrázek 43 Nástroje použité k měření hodnot

Jelikož došlo vlivem deformace vzorku i k deformaci vyznačených referenčních bodů, bylo měření vždy vztaženo ke středu vyznačených bodů. Příklad odečtu hodnot lze vidět na Obrázku 43, kde byl ilustrativně použit vzorek s plátňovou vazbou pod úhlem 45°.



Obrázek 44 Odečítání hodnot zdeformovaného vzorku (Plátno 1/1, 45°)

U některých vzorků, zejména u vazeb s nižším stupněm provázání došlo k posuvu vyznačených bodů v ose Y proti sobě. To je způsobeno vznikem smykového namáhání ve tkanině. Pro účely této práce nebudeme tento jev brát v potaz a vzdálenost bude měřena mezi rovnoběžnými přímkami proloženými těmito body (Obrázek 44).



Obrázek 45 Posun referenčních bodů vlivem smyku ve tkanině (Kepr 1/4 75°)

Odečtené hodnoty byly zaneseny pro všechna měření do tabulky.

Následně proběhl výpočet tažnosti pro oba směry x/y podle vzorce (8), pouze bez výsledného přepočtu na procenta, který pro tyto účely není nutný. Hodnoty s indexem „0“ jsou výchozí vzdálenosti bodů na vzorku.

Ze získaných hodnot tažnosti, byl následně vypočítán Poissonův poměr podle vzorce (10) (Str.23). Výsledná reprezentativní hodnota byl střední hodnota vypočtena pomocí statistických metod. Příklad naměřených hodnot můžete vidět v tabulce 3.

Tabulka 3 Naměřené hodnoty pro plátňovou vazbu pod úhlem 45°

Vzorek	x_0 [μm]	y_0 [μm]	x [μm]	y [μm]	ϵ_x [-]	ϵ_y [-]
1	10000	10000	14764	3081	0,4764	-0,6919
2	10000	10000	14688	3275	0,4688	-0,6725
3	10000	10000	14794	3169	0,4794	-0,6831
4	10000	10000	14583	3275	0,4583	-0,6725
5	10000	10000	15046	3255	0,5046	-0,6745

Statistické operace

Získaná data bylo nutné následně statisticky zpracovat. Pro tyto účely byly použity metody Analýzy malých výběrů a Analýzy rozptylu (ANOVA). SW

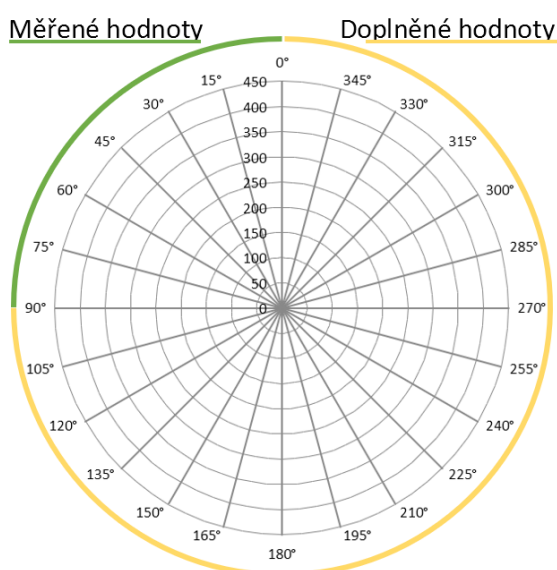
Metoda malých výběrů byla použita za účele získání střední hodnoty z více měření a získání intervalů spolehlivosti. Střední hodnoty získané touto metodikou byly dále použity jako reprezentativní pro zanesení do polárních diagramů včetně intervalů spolehlivosti.

Analýza rozptylu byla použita ke stanovení velikost faktoru vlivu vazby. Pro naše účely byla použita jednofaktorová analýza, která porovnává průměry dvou nebo více skupin, přičemž zkoumá pouze jeden nezávislý faktor. V našem případě vazbu.

2.8. Vyhodnocení získaných výsledků:

Nejdříve dojde k vyhodnocení dílčích částí, tj. jednotlivých vazeb a jejich reakci na aplikované zatížení a následně budou vazby porovnány proti sobě a proti v rešeršní části zmíněné studii.

V této části práce se budou hojně vyskytovat polární diagramy pro znázornění naměřených hodnot v závislosti na úhlu. Jelikož bylo měření prováděno v rozmezí úhlů 0°-90° a pro ostatní úhly se předpokládají stejné vlastnosti, hodnoty pro úhly 90°-360° jsou totožné jako pro 0°-90°, pouze o +90° posunuté (Obrázek 45).



Obrázek 46 Zanášení hodnot do polárních diagramů

2.8.1. Plátňová vazba – P1/1

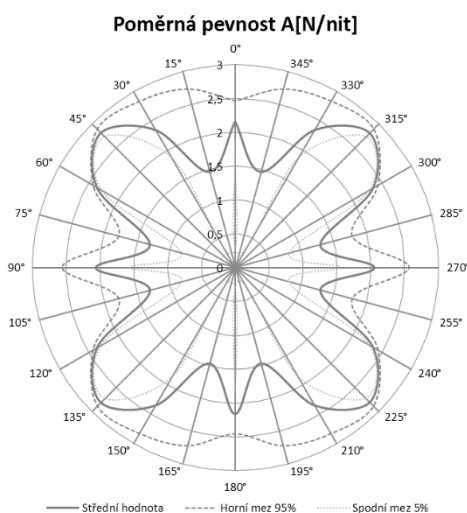
Jelikož se jedná o vazbu s nejvyšším, v tomto případě maximálním stupněm provázání, lze očekávat vysokou pevnost, ale zároveň relativně menší tažnost.

To se potvrdilo a v tabulce 4 můžeme vidět statisticky zpracované hodnoty veličin pro jednotlivé směry zatěžování.

Tabulka 4 Výsledné hodnoty pro Plátňovou vazbu

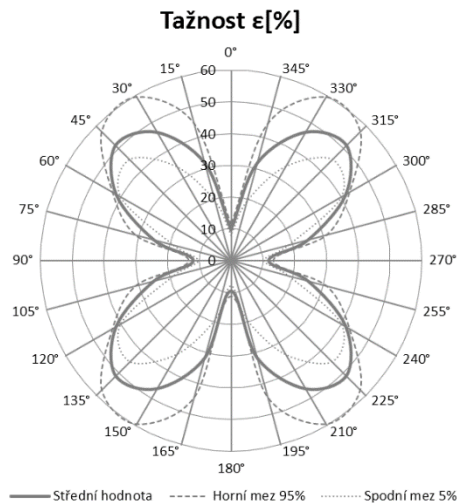
Plátno 1/1	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Poměrná pevnost A [N/nit]	2,163 ± 0,299	1,467 ± 1,263	2,352 ± 0,484	2,813 ± 0,077	2,355 ± 0,073	1,304 ± 0,481	2,058 ± 0,503
Tažnost ε [%]	9,629 ± 1,644	31,886 ± 12,526	46,771 ± 12,604	51,315 ± 6,262	41,600 ± 1,565	25,029 ± 6,262	11,857 ± 1,488
Youngův modul E [N/mm]	2,639 ± 1,143	0,250 ± 0,274	0,293 ± 0,390	0,290 ± 0,215	0,275 ± 0,206	0,550 ± 0,959	1,283 ± 0,292
Poissonův poměr μ [-]	0,6905 ± 0,796	1,8810 ± 0,178	1,4195 ± 0,481	1,4385 ± 0,037	1,6940 ± 0,403	2,5270 ± 0,743	0,9735 ± 0,412

Daleko lépe jsou výsledné hodnoty a jejich vliv úhlu na jejich velikost vidět po zanesení do grafů.

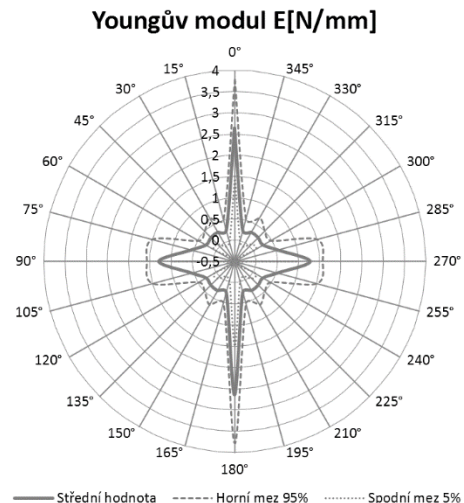


Obrázek 47 Poměrná pevnost plátňové vazby

Na grafu závislosti poměrné pevnosti na úhlu (Obrázek 47) můžeme pozorovat, že nejvyšší poměrnou pevnost dosahuje plátňová vazba při zatěžování pod úhlem 45°. Nižší hodnoty vykazují směry 0° a 90°, tedy směry odpovídající osnovní a útkové soustavě. Výrazně nejnižších hodnot pevnosti je dosaženo pod úhly 15° a 75°. Toto chování bude z velké pravděpodobnosti způsobeno vnosem smykové složky, kdy je struktura tkaniny silně orientována k jedné straně. To potvrzuje i fakt, že pod úhly 30°/60° už není vliv smykové složky tak výrazný, tím pádem je dosaženo lepšího rozložení namáhání po šířce tkaniny, což vede i k vyšší pevnosti.



Obrázek 48 Tažnost plátňové vazby

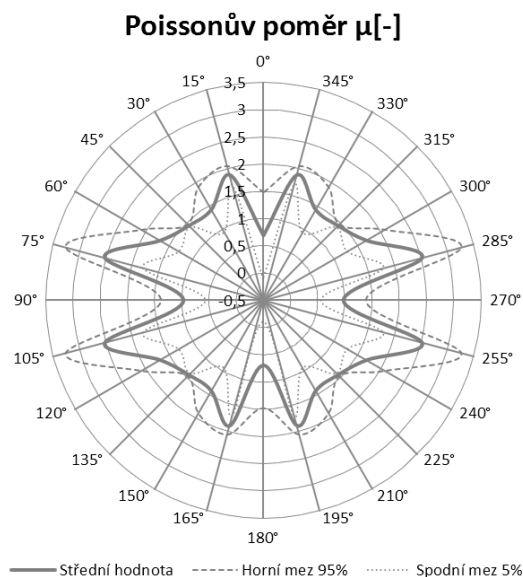


Obrázek 49 Youngův modul plátňové vazby

Na grafech Tažnosti (Obrázek 48) a Počátečního modulu (Obrázek 49) lze pozorovat že tažnost je významně vyšší při zatěžování ve směru 45°, oproti tomu je minimální ve směrech soustav (0° a 90°). Tomu odpovídají i hodnoty Youngova modulu, které jsou řádově vyšší právě ve směrech soustav (0° a 90°) a minimální pro ostatní směry.

Na základě těchto informací lze konstatovat, že z důvodu absence mikro pohybů struktury v počátečních fázích zatěžování ve směru soustav, dochází okamžitě k tahovému zatěžování nití ve struktuře a tím pádem má vzorek minimální tažnost a maximální počáteční modul.

Vzorky v této vazbě se tedy chovají přesně podle očekávání. Pouze u průběhu tažnosti byl očekáván menší rozdíl výsledných hodnot mezi úhly 0°/90° a 45°. To ale nemá na závěry žádný vliv.



Obrázek 50 Poissonův poměr plátňové vazby

Z hodnot a grafu Poissonova poměru (Obrázek 50) plátňové vazby lze vyčíst, že nejvyšších hodnot je dosaženo při úhlech zatěžování 75° a trochu méně u 15°. To

znamená, že v těchto směrech se vzorek při podélném zatěžování nejvíce zužuje. Naopak ve směrech soustav, je zúžení vzorku minimální. Toto chování lze vysvětlit na základě vlastností předchozích veličin. Jelikož je ve směrech soustav minimální tažnost, která odpovídá nízkému prodloužení vzorku, není zde prostor ani k jeho zúžení. Nicméně tato premisa není 100% aplikovatelná, jelikož v takovém případě, by se maximální tažnost měla rovnat maximálnímu Poissonovu poměru. To ale z měření nepotvrzuje. Lze předpokládat, že v tomto případě značně ovlivňuje výsledky smyková složka, která má největší vliv z důvodu výrazně ostře orientované struktury právě u směrů pod ostrými úhly proti soustavám (15° a 75°). Rozdíl mezi zatěžováním 15° a 75° je dán vlivem dominantnější soustavy ve vzorku. U vzorku 75° je zatěžování více ve směru útkové soustavy, která není během procesu výroby zdaleka tolik tahově zatížena jako soustava osnovní. Takže umožňuje mírně větší mikro pohyby ve struktuře.

Obecně se vlastnosti plátňové vazby shodují s předpoklady. V průběhu provádění experimentu bylo nutné pouze provést úpravu velikosti maximálního přírůstku (ze 100 mm na 200 mm), jelikož u vzorku pod úhlem 45° nedošlo při prvním měření k úplnému přetržení vzorku. Měření tedy bylo vyřazeno a parametry upraveny. Po úpravě už se podobný problém nevyskytl.

Porovnání výsledků:

Při porovnání výsledků získaných v rámci této práce se závěry předchozí studie (The Impact of Fabric Weave and Anisotropy on the Poisson's Ratio in Technical Fabrics), bylo zjištěno následující.

Tabulka 5 Výsledky předchozí studie pro plátňovou vazbu (24)

Angle (°)	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
ε_{\max} (%)	14.60	13.87	24.87	41.27	31.47	23.33	19.87
F_{\max} (N)	494.5	198.2	170.8	296.8	181.0	277.4	535.8
W_{\max} (N·mm)	3,439	1,557	1,702	4,191	2,150	1,704	3,214
E (N/mm ²)	251.0	131.1	51.4	26.2	40.1	77.9	152.2

Ve studii bylo použito odlišné konvence značení úhlů vzorků. Osnovní směr je označen úhlem 90° a útkový jako 0°.

Při porovnání hodnot studie (Tabulka 5) proti námi zjištěným (Tabulka 4), můžeme vidět, že absolutní hodnoty se sice liší, nicméně průběh veličiny s úhlem je velice podobný jako u námi zjištěných výsledků. Jedinou výjimkou, je pokles tažnosti pro úhel 15°. Bohužel původní studie nezmiňuje důvod tohoto poklesu tažnosti. V námi prováděných experimentech se neprojevil.

Porovnání Poissonova poměru s předchozí studií bohužel není exaktně možné, jelikož cílem této práce bylo zkoumat maximální hodnoty Poissonova poměru, na rozdíl od předchozí studie, kdy byl Poissonův poměr zkoumán pro malé deformace do tažnosti $\varepsilon = 8\%$. S přihlédnutím k tomu faktu, že studie vyplývá, že nejnižších hodnot Poissonův poměr nabývá ve směru soustav, což potvrzují i závěry této práce. Rozdíly lze nalézt při porovnání hodnot pro různé úhly, kdy podle studie má vazba nejvyšší Poissonův poměr při zatěžování pod úhlem 45°. Z našeho měření ale vyplývá že nejvyšších hodnot je

dosaženo pod úhlem 75°. Porovnání nicméně není dostatečně přesné, aby bylo možné vyvodit jednoznačné závěry.

Lze tedy prohlásit, že v rámci porovnatelných výsledků obou prací, se nevyskytují výraznější rozdíly.

2.8.2. Keprová vazba – K1/2

Třívazná keprová vazba se sice řadí mezi vazby flotážní, ale flotážní úseky jsou nejmenší možné. Vazba by tedy měla vykazovat podobné mechanické vlastnosti jako vazba plátňová. V praxi by pro tuto vazbu byla použita vyšší dostava, nicméně pro účely našich experimentů byla zachována dostava stejná. Obecně lze čekat ve většině případů nižší výsledné hodnoty, ale vlastní průběh hodnot by měl být obdobný vazbě plátňové.

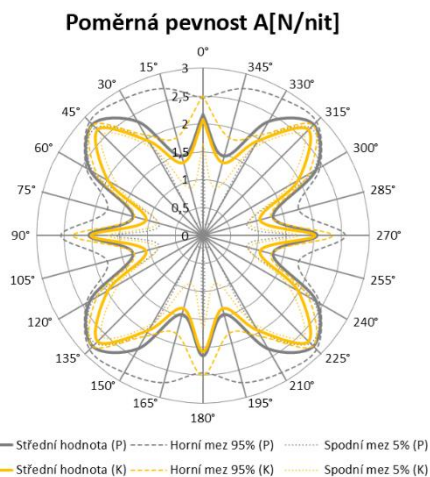
Právě z důvodu očekávané podobnosti, budou v následujících polárních diagramech zobrazeny hodnoty jak pro vlastní keprovou vazbu, tak vazbu plátňovou.

V tabulce 6 můžeme vidět střední hodnoty veličin pro jednotlivé směry zatěžování s intervaly spolehlivosti.

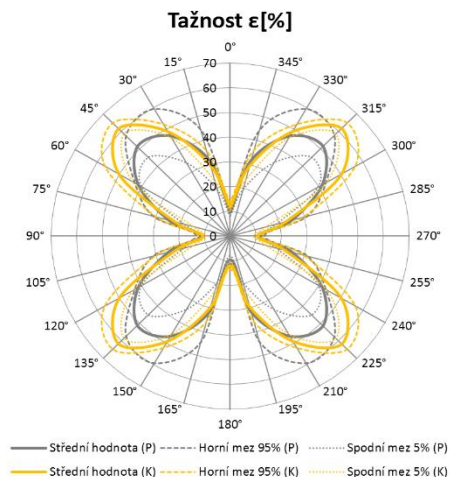
Tabulka 6 Výsledné hodnoty pro Keprovou (1/2) vazbu

Kepr 1/2	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Poměrná pevnost A [N/nit]	2,077 ± 0,434	1,355 ± 0,467	1,953 ± 0,136	2,685 ± 0,123	1,984 ± 0,216	1,067 ± 0,210	2,019 ± 0,318
Tažnost ε [%]	11,886 ± 1,566	29,600 ± 6,264	49,029 ± 3,130	61,629 ± 3,054	50,172 ± 6,262	22,286 ± 7,516	10,743 ± 1,566
Youngův modul E [N/mm]	0,500 ± 0,153	0,275 ± 0,343	0,250 ± 0,274	0,263 ± 0,240	0,225 ± 0,343	0,425 ± 0,206	1,250 ± 1,293
Poissonův poměr μ [-]	0,1385 ± 0,133	1,4805 ± 0,284	1,2010 ± 0,167	1,0525 ± 0,177	1,0825 ± 0,021	1,5950 ± 0,384	0,3025 ± 0,114

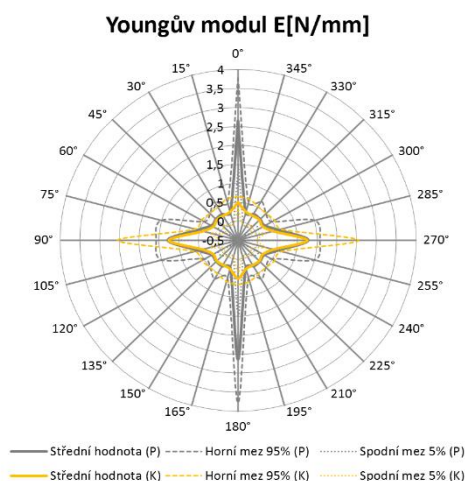
Pro lepší orientaci opět zaneseme hodnoty do polárních diagramů.



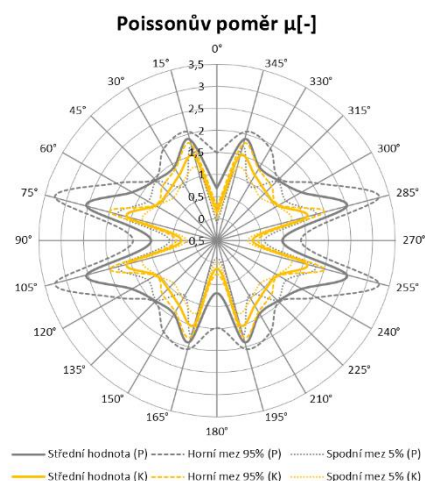
Obrázek 51 Poměrná pevnost Keprové (1/2) vazby



Obrázek 52 Tažnost Keprové (1/2) vazby



Obrázek 53 Youngův modul Keprové (1/2) vazby



Obrázek 54 Poissonův poměr Keprové (1/2) vazby

Poměrná pevnost (Obrázek 51) – Porovnáním hodnot a grafů poměrné pevnosti Plátnové a Keprové (1/2) vazby je zcela patrné, že průběh veličiny je pro obě vazby téměř identický, pouze Keprová vazba vykazuje podle očekávání celkově nižší hodnoty. Pouze pro směr zatěžování 90° (útkový směr) jsou si i výsledné hodnoty velice blízké.

Tažnost (Obrázek 52) – Samotný průběh závislosti je opět velice podobný plátnové vazbě. Pouze pro hodnoty úhlů kolem 45° vykazuje Keprová vazba vyšší tažnosti.

Youngův modul (Obrázek 53) – Ve směru osnovním je Youngův modul výrazně nižší než u plátnové vazby. Ve všech ostatních směrech téměř identicky kopíruje vlastnosti plátnové vazby. Dramatický pokles v osnovním směru je pravděpodobně způsoben nižším provázáním vazby a tím pádem menší tuhostí.

Poissonův poměr (Obrázek 54) – Velice podobně kopíruje průběh Plátnové vazby, pouze obecně vykazuje nižší celkové hodnoty. Tento rozdíl je způsoben právě flotážními úseky

ve vazbě (tím pádem obsahuje méně vazných bodů), které při zatěžování nikterak napřímo neovlivňují druhou soustavu.

Při porovnání se studií, se naše výsledky shodují, že Poissonův nabývá minimálních hodnot pro směry osnovní a útkové soustavy.

Porovnání výsledků:

Tabulka 7 Výsledky předchozí studie pro Keprovou vazbu (24)

Angle (°)	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
ϵ_{\max} (%)	14.53	13.33	21.07	35.33	25.53	14.53	14.80
F_{\max} (N)	426.3	204.3	120.0	296.8	197.8	260.3	474.6
W_{\max} (N·mm)	2,726	1,176	1,232	3,431	1,897	1,614	2,979
E (N/mm ²)	127.0	84.0	30.9	17.3	35.1	74.9	133.2

Porovnáním výsledků studie (Tabulka 7) a výsledků této práce (Tabulka 6), můžeme opět vidět značnou podobnost průběhů. Ani zde se v našem měření na rozdíl od studie neprojevil pokles tažnosti u úhlu zatěžování 15°.

I porovnání vzorků v rámci studie potvrzuje značnou podobnost plátňové a keprové vazby. I zde je pozorovatelný značný pokles Youngova modulu pro osnovní směr.

2.8.3. Keprová vazba – K1/4

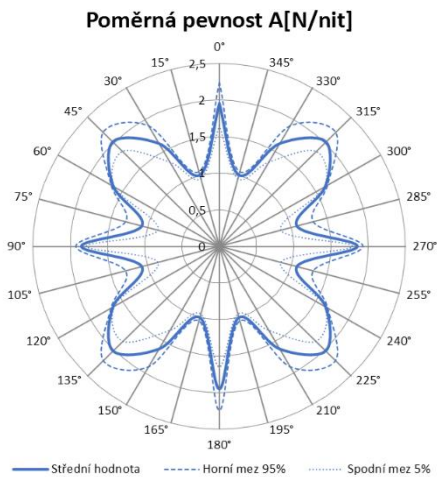
Tato vazba se řadí do skupiny flotážních vazeb a na rozdíl od předešlých, má výrazně nižší stupeň provázání. Díky těmto už relativně větším flotujícím úsekům lze čekat výraznější pohyby uvnitř struktury a menší soudružnost tkaniny, což by mělo vést k menším hodnotám pevnosti a tažnosti. Naopak by zde díky větší volnosti struktury tkaniny způsobené pro tuto vazbu nižší dostavou (dostava je totožná pro všechny vzorky) měl projevit vyšší Poissonův poměr.

V tabulce 8 můžeme vidět střední hodnoty veličin pro jednotlivé směry zatěžování s intervaly spolehlivosti.

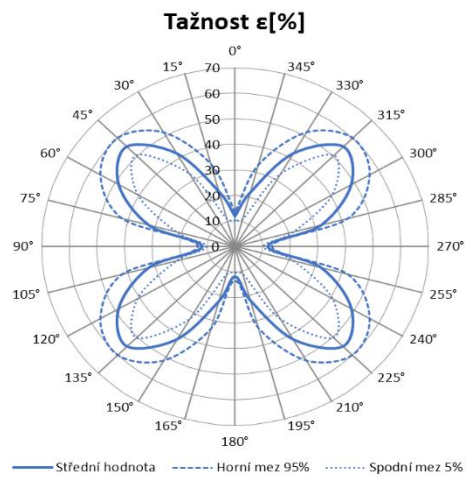
Tabulka 8 Výsledné hodnoty pro Keprovou (1/4) vazbu

Kepr 1/4	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Poměrná pevnost A [N/nit]	1,948 ± 0,297	1,008 ± 0,049	1,618 ± 0,289	2,022 ± 0,185	1,651 ± 0,025	1,078 ± 0,225	1,856 ± 0,070
Tažnost ϵ [%]	11,886 ± 1,566	22,200 ± 11,039	42,172 ± 9,394	55,343 ± 4,776	48,457 ± 7,828	32,172 ± 10,178	11,886 ± 1,566
Youngův modul E [N/mm]	1,195 ± 2,207	0,294 ± 0,153	0,184 ± 0,216	0,125 ± 0,069	0,325 ± 0,069	0,275 ± 0,206	1,025 ± 0,343
Poissonův poměr μ [-]	0,1765 ± 0,234	1,8660 ± 0,904	1,3940 ± 0,510	1,3395 ± 0,253	1,1255 ± 0,097	1,7980 ± 0,480	0,4915 ± 0,199

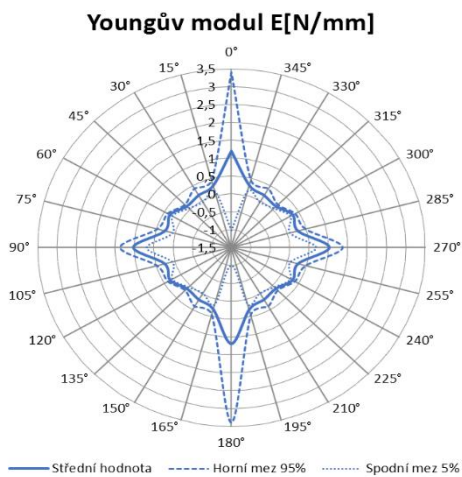
Data opět zaneseme do polárních diagramů pro názornější reprezentaci výsledků.



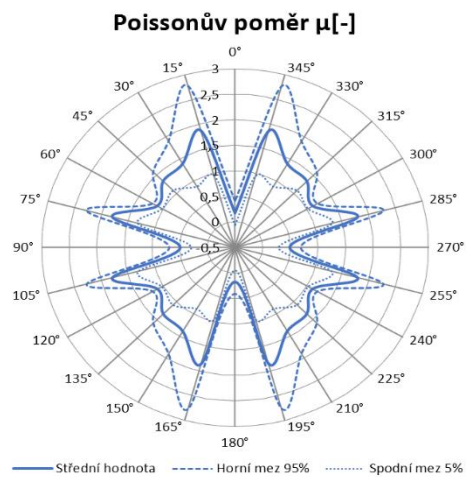
Obrázek 55 Poměrná pevnost Keprové (1/4) vazby



Obrázek 56 Tažnost Keprové (1/4) vazby



Obrázek 57 Youngův modul Keprové (1/4) vazby



Obrázek 58 Poissonův poměr Keprové (1/4) vazby

Poměrná pevnost (Obrázek 55) – Na rozdíl od všech předchozích vazeb je u této vazby dosaženo velice podobných hodnot poměrné pevnosti jak pro úhly $0^\circ/90^\circ$, tak 45° . Toto chování bude způsobeno tím, že se jedná řidší tkaninu než předchozí (dostava je stále totožná). U hustších tkanin, například plátňové vazby, dochází při zatěžování pod úhlem 45° k rovnoměrnějšímu rozložení silového účinku do směru soustav. V případě řidší tkaniny tento efekt nebude zdaleka tak významný. V ostatních směrech dochází k poklesu poměrné pevnosti, obdobně jako u předchozích vazeb.

Tažnost (Obrázek 56) – Průběh a parametry tažnosti odpovídají očekávání a parametrům předchozích vzorků vazeb. Největší tažnosti je dosaženo pod úhlem zatěžování 45°

Youngův modul (Obrázek 57) – Na rozdíl od předchozích vazeb zde není modul výrazně dominantní ani v jednom směru soustavy. U plátňové vazby byl dominantní směr osnova,

oproti tomu u keprové vazby 1/2 byl dominantnější směr útku. Zde veličina nabývá velice podobných hodnot. V ostatních směrech je opět modul řádově menší.

Poissonův poměr (Obrázek 58) – Samotný průběh relativně věrně kopíruje předchozí vazby. Tato vazba má nicméně největší rozdíl Poissonova poměru mezi směrem soustav (zejména osnovní) a ostatními směry.

Jelikož původní studie, se kterou porovnáváme výsledky této práce pracovala pouze s jednou variantou keprové vazby, je možné porovnání pouze se stejnými výsledky jako u předchozí vazby K1/2. Nevíme přesně, jaká konkrétní vazba byla ve studii použita, nicméně při porovnání výsledků studie a námi získaných výsledků pro vazbu K1/2 a K1/4 můžeme konstatovat následující.

Jelikož vazba K1/4 má oproti studii výrazněji odlišnější průběhy než vazba K1/2, lze předpokládat, že pro studii byla použita keprová vazba s větším provázáním (tří až čtyřvazná).

2.8.4. Atlasová vazba – 1/4(2)

Jedná se o vazbu s nejnižším stupněm provázání a největší flotáží ze všech vzorků. Měla by tedy vykazovat nejnižší hodnoty poměrné pevnosti i Poissonova poměru. Z pohledu tažnosti lze očekávat podobnost s předchozí keprovou vazbou (K1/4).

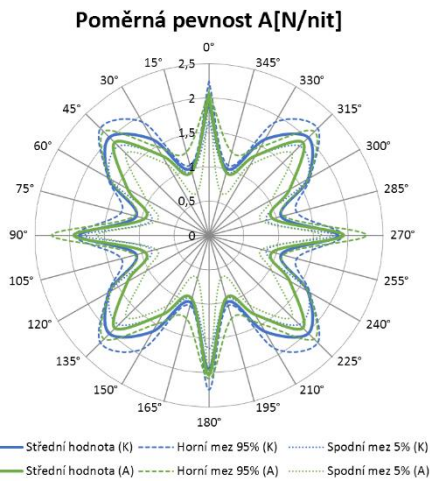
Pro větší názornost bude tato vazba v diagramech zanesena současně s vazbou keprovou (K1/4), se kterou bude mimo samotnou studii porovnávána.

V tabulce 9 můžeme vidět střední hodnoty veličin pro jednotlivé směry zatěžování s intervaly spolehlivosti.

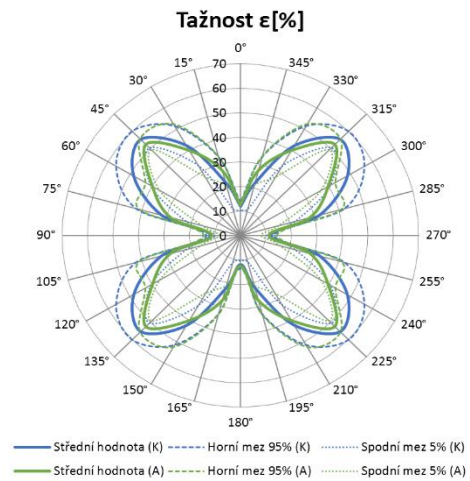
Tabulka 9 Výsledné hodnoty pro Atlasovou 1/4 (2) vazbu

Atlas 1/4 (2)	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Poměrná pevnost A [N/nit]	2,033 ± 0,058	0,952 ± 0,301	1,335 ± 0,153	1,911 ± 0,226	1,344 ± 0,301	0,948 ± 0,159	1,938 ± 0,321
Tažnost ε [%]	12,429 ± 0,078	27,343 ± 6,184	39,886 ± 12,526	52,457 ± 3,132	39,858 ± 3,210	28,458 ± 12,526	11,314 ± 3,132
Youngův modul E [N/mm]	1,124 ± 0,484	0,460 ± 0,827	0,333 ± 0,047	0,375 ± 0,206	0,381 ± 0,464	0,306 ± 0,259	1,275 ± 1,576
Poissonův poměr μ [-]	0,0340 ± 0,036	1,0075 ± 0,215	0,8930 ± 0,030	0,7825 ± 0,075	0,9240 ± 0,195	1,0815 ± 0,149	-0,1330 ± 0,115

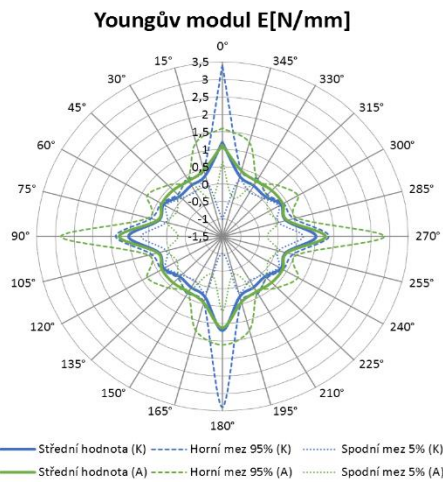
Data opět zaneseme do polárních diagramů pro názornější reprezentaci výsledků.



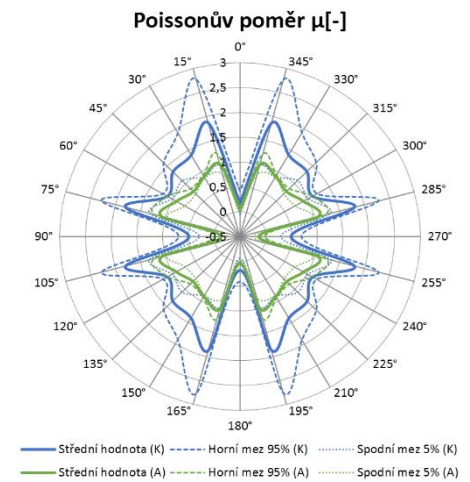
Obrázek 59 Poměrná pevnost Atlasové 1/4 (2) vazby



Obrázek 60 Tažnost Atlasové 1/4 (2) vazby



Obrázek 61 Youngův modul Atlasové 1/4 (2) vazby



Obrázek 62 Poissonův poměr Atlasové 1/4 (2) vazby

Poměrná pevnost (Obrázek 59) – Obecně vykazuje Atlasová vazba nejmenší poměrné pevnosti ve všech směrech, pouze ve směrech soustav, se blíží vazbám předchozím. Také můžeme pozorovat, že graf je daleko „ostřejší“ než u předchozích vazeb. To je způsobeno výrazně vyšší pevností ve směrech zatěžování ve směru soustav a úhlu 45°. I tak, je ale pevnost ve směru 45° dokonce nepatrně nižší, což u vazeb s vyšším provázáním neplatí. Toto chování je patrné při porovnání s vazbou K1/4, která má lehce vyšší provázání.

Tažnost (Obrázek 60) – Při sledování hodnot tažnosti můžeme pozorovat velice obdobný tvar grafu, jako u předchozích vazeb. V absolutních číslech vychází výrazně nejmenší

v porovnání s ostatními vazbami. Největší podobnost hodnot a průběhu lze pozorovat s plátnovou vazbou

Youngův modul (Obrázek 61) – Počáteční modul u Atlasové vazby je velice podobný modulu u Keprové vazby 1/4. Na rozdíl od všech předchozích vazeb vykazuje Atlasová vazba lehce vyšší hodnoty i pro úhly mimo směry soustav. Konkrétně se jedná o úhel 15°.

Poissonův poměr (Obrázek 62) – Vykazuje velice podobný tvar grafu jako u vazby K1/4, pouze výrazně menší hodnoty ve všech směrech. Blízkých hodnot vůči K1/4 dosahuje pouze v osnovním směru. Velice zajímavé jsou záporné hodnoty Poissonova poměru v útkovém směru. Toto chování nebylo očekávané a jelikož se projevilo v měření všech vzorků daného směru, nelze ho považovat za chybu. Znamená to, že při tahovém zatěžování vzorku v jednom směru, došlo k jeho rozšíření ve směru druhém. Jedná se tedy o auxetické chování, které není u konvenčních materiálů běžné. Toto chování bylo pravděpodobně způsobeno velice nízkou dostavou tkaniny, která je při běžných aplikacích v praxi u této vazby výrazně vyšší.

Porovnání výsledků:

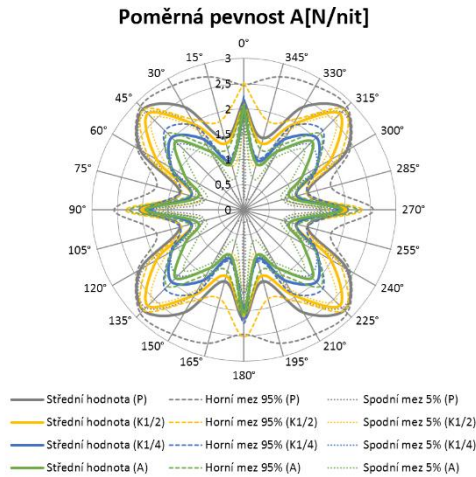
Tabulka 10 Výsledky předchozí studie pro Atlasovou vazbu (24)

Angle (°)	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
ϵ_{\max} (%)	12.40	10.00	14.73	21.27	15.20	8.07	8.93
F_{\max} (N)	371.7	150.1	106.4	237.1	118.8	213.9	481.1
W_{\max} (N·mm)	2,190	681	1,074	1,817	700	834	2,107
E (N/mm ²)	69.0	45.9	21.6	15.1	23.8	67.0	127.8

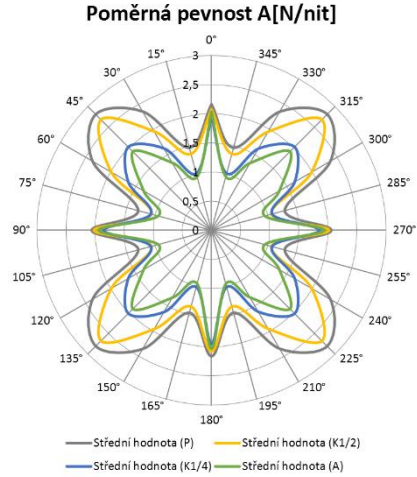
Porovnáním hodnot předchozí studie (Tabulka 10) s výsledky našich experimentů (Tabulka 9) lze pozorovat značnou podobnost. Ve studii se vyskytuje pokles tažnosti nejen pro úhel 15°, ale i 75°. Toto chování nebylo na námi měřených vzorcích pozorováno. Zásadním rozdílem je již zmíněný záporný Poissonův poměr pro útkový směr. K této anomálii v rámci studie The Impact of Fabric Weave and Anisotropy on the Poisson's Ratio in Technical Fabrics (24) nedošlo. Nicméně tato studie nezkoumala maximální hodnoty Poissonova poměru.

2.9. Celkové zhodnocení výsledků

Pokud zaneseme do jednoho grafu sledujícího konkrétní veličinu, můžeme napřímo sledovat průběh chování jednotlivých vazeb a porovnávat je.

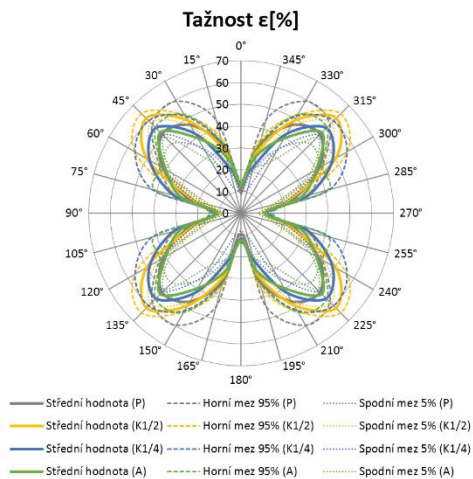


Obrázek 63 Výsledný diagram Poměrné pevnosti

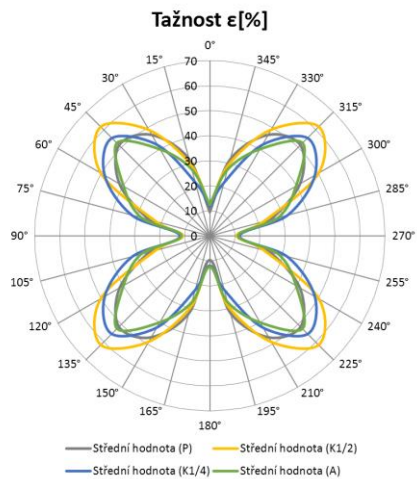


Obrázek 64 Výsledný diagram Poměrné pevnosti (bez intervalů)

Na polárním diagramu Poměrné pevnosti (Obrázek 63/64) je patrné, že z porovnávané čtveřice vazeb vykazují vždy dvě vazby podobné výsledky. Konkrétně vazby s větším stupněm provázání (P1/1 a K1/2) a vazby se stupněm nižším (K1/4 a A1/4(2)). Toto chování lze vysvětlit právě rozdílným počtem vazných bodů ve struktuře. Vazby s vyšším stupněm provázání vykazují vyšší hodnoty pevnosti, oproti tomu vazby s nižším stupněm mají pevnost menší. Nižší pevnost je způsobena tím, že vnos pevnosti vlastní struktury/vazby a tím pádem menšího tření ve struktuře je menší.

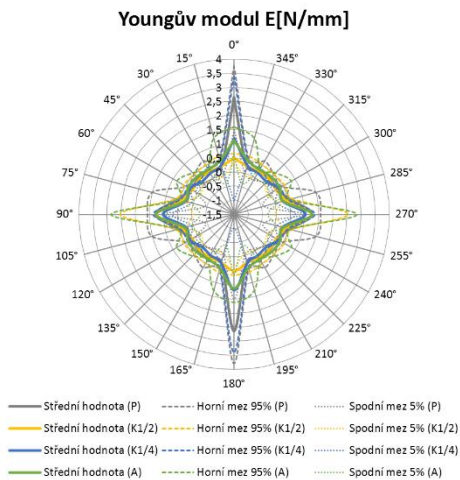


Obrázek 65 Výsledný diagram Tažnosti

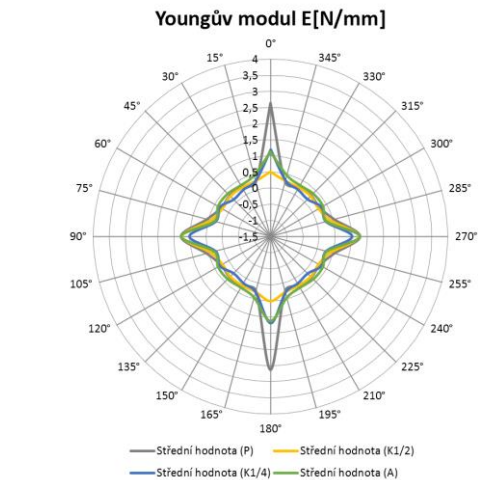


Obrázek 66 Výsledný diagram Tažnosti (bez intervalů)

Porovnáním výsledků z pohledu tažnosti všech vazeb (Obrázek 65/66) je patrné, že všechny vazby mají tažnost podobnou. Rozdíly se pohybují do maximálně 10%. Největší tažnost vykazují vazby Keprové. Plátňová a Atlasová vazba mají tažnost prakticky identickou.

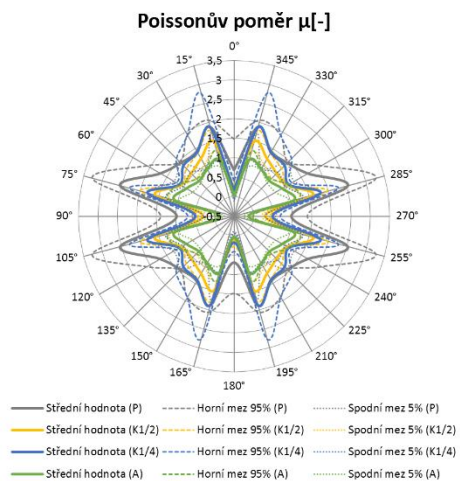


Obrázek 67 Výsledný diagram Youngova modulu

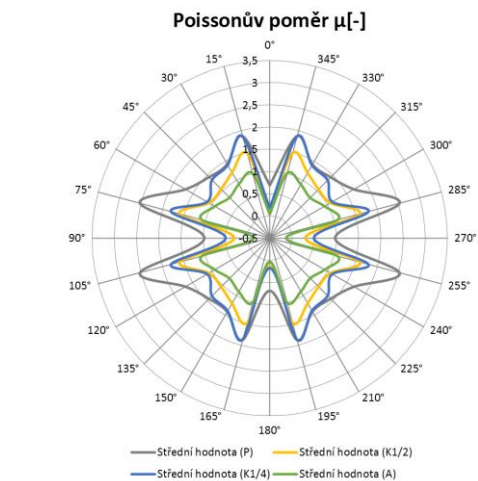


Obrázek 68 Výsledný diagram Youngova modulu (bez intervalů)

Při sledování Youngova modulu (Obrázek 67/68) lze pozorovat trend, kdy se nižší provázaností tkaniny vyrovnává rozdíl mezi hlavními směry. U vzorku Plátňové vazby s maximálním provázáním jasně dominuje počáteční modul ve směru osnovy a ostatní směry jsou násobně menší. Oproti tomu u Atlasové vazby, která má nejmenší provázání, je počáteční modul v útkovém a osnovním směru velmi podobný. Nicméně u všech vazeb je počáteční modul významný pouze ve směru soustav, ale už nikoliv v ostatních směrech zatěžování. Tento rozdíl je způsoben pohyby ve struktuře tkaniny (smykem) v počátečních fázích deformace vzorku které jsou ve směru soustav minimální, ale u ostatních směrů hrají podstatnou roli.



Obrázek 69 Výsledný diagram Poissonova poměru



Obrázek 70 Výsledný diagram Poissonova poměru (bez intervalů)

Při porovnání výsledků jednotlivých vazeb navzájem, můžeme pozorovat podobný průběh závislosti Poissonova poměru na úhlu zatěžování (Obrázek 69/70). Nejvyšších hodnot poměru ve všech směrech dosahuje plátňová vazba. Z toho vyplývá, že při zatěžování plátňové vazby jednoosým tahovým namáháním, bude docházet k jejímu

nejvýraznějšímu zúžení. Naproti tomu nejnižších hodnot Poissonova poměru dosahuje vazba Atlasová. Toto chování je způsobeno principem konstrukce samotné vazby, kdy se jedná o flotážní vazbu s nízkým počtem zakřížených úseků. Tím pádem se během zatěžování sousední nitě neovlivňují zdaleka tolik, jako u vazeb Plátnových a Keprových. Dále se u Atlasové vazby projevilo v útkovém směru Auxetické chování. Nevětší rozdíly v jednotlivých směrech vykazuje vazba Keprová (1/4). Při porovnání výsledků se studií The Impact of Fabric Weave and Anisotropy on the Poisson's Ratio in Technical Fabrics (24) která zkoumala Poissonův poměr při malých deformacích se shodují výsledky pro hodnoty v osnovním a útkovém směru, tedy že při zatěžování v těchto směrech je Poissonův poměr nejnižší. Samozřejmě mimo již zmíněnou Atlasovou vazbu v útkovém směru, zde se jedná o anomálii.

Na získaná data byla následně aplikována statistická metoda ANOVA, která měla za úkol posoudit, zda pozorované rozdíly v průměrech skupin jsou pravděpodobně způsobeny skutečným vlivem zkoumaného faktoru (vazby), nebo zda je pravděpodobnější, že jde pouze o náhodný výkyv. Výsledky vyhodnocení vlivu faktoru pro jednotlivé veličiny můžeme vidět v Tabulkách 11-14. Tato metodika je popsána v rešeršní části (str.29).

Tabulka 11 ANOVA analýza Poměrné pevnosti

Poměrná pevnost	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
P1/1 – K1/2	0,21143	0,108505	Nevýznamný
K1/4 – A1/4 (2)	0,10371	0,321169	Nevýznamný

Při porovnání dalších kombinací vazeb nad rámec byla zjištěna významnost faktoru. Konkrétně při porovnávání P1/1 – K1/4, P1/1 – A1/4, K1/2 – A1/4. Celkový faktor vazby pro Poměrnou pevnost **Významný**.

Tabulka 12 ANOVA analýza Tažnosti

Tažnost	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
P1/1 – K1/2	-1,86771	0,659608	Nevýznamný
K1/4 – A1/4 (2)	2,28242	0,551244	Nevýznamný

Při porovnání dalších kombinací vazeb nad rámec nebyla zjištěna významnost faktoru. Celkový faktor vazby pro Tažnost **Nevýznamný**.

Tabulka 13 ANOVA analýza Youngova modulu

Youngův modul	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
P1/1 – K1/2	0,318971	0,071258	Nevýznamný
K1/4 – A1/4 (2)	-0,1752	0,181545	Nevýznamný

Při porovnání dalších kombinací vazeb nad rámec nebyla zjištěna významnost faktoru. Celkový faktor vazby pro Youngův modul **Nevýznamný**.

Tabulka 14 ANOVA analýza Poissonova poměru

Poissonův poměr	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
P1/1 – K1/2	0,54820	0,000168	Významný
K1/4 – A1/4 (2)	0,53788	0,000272	Významný

Při porovnání dalších kombinací vazeb nad rámec byla zjištěna významnost faktoru pouze u jedné další kombinace vazeb, a to pro kombinaci P1/1 – A1/4. Celkový faktor vazby pro Poissonův poměr **Významný**.

Ze získaných dat můžeme pozorovat, že významnost faktoru se projevila pouze u Poissonova poměru. Významností faktoru si můžete být jistější, že nezávislá proměnná ovlivňuje závislou proměnnou statisticky významným způsobem. Samotná analýza nám bohužel nedefinuje, která konkrétní skupiny dat se od sebe liší. Pro detailnější informace by bylo zapotřebí aplikace dalších metod.

Dále byla jednofaktorová metoda použita pro kontrolu vlivu faktoru pro konkrétní úhly, vždy mezi dvojicí vazeb. Toto porovnání můžete vidět v Tabulkách 15-18.

Tabulka 15 ANOVA analýza směrů Poměrné pevnosti

Poměrná pevnost	P1/1 - K1/2			K1/4 - A1/4		
	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
0°	0,1354	0,999998626	Nevýznamný	0,026	1	Nevýznamný
15°	0,2728	0,99629062	Nevýznamný	-0,0286	1	Nevýznamný
30°	0,4162	0,871577531	Nevýznamný	0,275	0,778083748	Nevýznamný
45°	0,142	0,99999755	Nevýznamný	0,0942	0,999992433	Nevýznamný
60°	0,3238	0,981542466	Nevýznamný	0,3272	0,504203579	Nevýznamný
75°	0,2056	0,999814265	Nevýznamný	0,1282	0,999735303	Nevýznamný
90°	-0,015	1	Nevýznamný	-0,096	0,99999052	Nevýznamný

Tabulka 16 ANOVA analýza směrů Youngova modulu

Tažnost	P1/1 - K1/2			K1/4 - A1/4		
	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
0°	-1,611	0,999999992	Nevýznamný	-0,6516	1	Nevýznamný
15°	3,1884	0,999967421	Nevýznamný	-4,3544	0,999275208	Nevýznamný
30°	-2,9374	0,999987559	Nevýznamný	3,9544	0,999746115	Nevýznamný
45°	-7,577	0,864793336	Nevýznamný	3,2002	0,999977329	Nevýznamný
60°	-8,2398	0,775658662	Nevýznamný	9,5998	0,598919403	Nevýznamný
75°	3,1998	0,99996604	Nevýznamný	3,7714	0,999850367	Nevýznamný
90°	0,903	1	Nevýznamný	0,4572	1	Nevýznamný

Tabulka 17 ANOVA analýza směrů Youngova modulu

Youngův modul	P1/1 - K1/2			K1/4 - A1/4		
	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
0°	1,9964	1,49963E-06	Významný	-0,2778	0,999985437	Nevýznamný
15°	0,0366	1	Nevýznamný	-0,2576	0,999994065	Nevýznamný
30°	0,0966	1	Nevýznamný	-0,169	0,999999967	Nevýznamný
45°	0,025	1	Nevýznamný	-0,2042	0,999999649	Nevýznamný
60°	0,0352	1	Nevýznamný	-0,0646	1	Nevýznamný
75°	-0,02	1	Nevýznamný	-0,251	0,999995653	Nevýznamný

Tabulka 18 ANOVA analýza směrů Poissonova poměru

Poissonův poměr	P1/1 - K1/2			K1/4 - A1/4		
	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru	Rozdíl	Pravděpodobnost	Významnost faktoru
0°	0,56808	0,21527262	Nevýznamný	0,13274	0,999997452	Nevýznamný
15°	0,37432	0,856146237	Nevýznamný	0,82196	0,008177441	Významný

30°	0,29312	0,97725462	Nevýznamný	0,46294	0,65305026	Nevýznamný
45°	0,37642	0,850942775	Nevýznamný	0,53996	0,383009572	Nevýznamný
60°	0,57344	0,202232902	Nevýznamný	0,2625	0,994914588	Nevýznamný
75°	0,68316	0,043769	Významný	0,6404	0,132370537	Nevýznamný
90°	0,68316	0,043768681	Významný	0,6404	0,132370537	Nevýznamný

Z tabulek detailnějšího porovnání výše můžeme vidět, že se vliv faktoru vazby na výsledné hodnoty projevil hlavně mezi plátňovou (P1/1) a keprovou (K1/2) vazbou. To zejména u hodnot Poissonova poměru při úhlech zatěžování 75° a 90°. Dále se faktor podle očekávání projevil u hodnoty Youngova modulu při úhlu 0° kdy je hodnota pro plátňovou vazbu řádově odlišná od ostatních hodnot.

Při porovnání keprové (K1/4) a atlasové (A1/4) vazby lze pozorovat významnost faktoru pouze u Poissonova poměru při úhlu 15°.

Obecně se vliv faktoru projevil pouze u veličin Youngova modulu a Poissonova poměru. U hodnot Poměrné pevnosti a Tažnosti je vliv nevýznamný pro všechna porovnání.

3. Závěr

Cílem této BP bylo v rámci zpracování rešeršní části nastudovat problematiku mechanicko-fyzikálních vlastností tkanin se zaměřením na jednoosé tahové namáhání se zaměřením na Poissonův poměr. A také do této problematiky zanést vliv konstrukce tkaniny. Obsahem rešeršní části je popis dílčích částí, které jsou pro pochopení tématu podstatné. Dále byly dohledány již provedené studie na toto téma. Nejvhodnější pro porovnání se ukázala studie *The Impact of Fabric Weave and Anisotropy on the Poisson's Ratio in Technical Fabrics* (24).

V experimentální části se zaměřujeme na samotné experimenty. Za účelem získání a ověření dat byly vytkány vzorky tkanin o různé konstrukci, ale stejných technologických parametrech. Jako materiál byla zvolena bavlněná příze. Stejně parametry byly zvoleny z důvodu maximální eliminace ostatních vlivů. Dalším krokem byla příprava vzorků odebraných pod různými úhly, každých 15° v rozmezí 0° - 90° . Pro každý úhel a vazbu bylo provedeno 5 měření.

Výsledná data byla zpracována a zanesena do polárních digramů, které jsou pro tento účel nejvhodnější. Výsledné hodnoty byly následně porovnávány jak mezi sebou, tak s výsledky studie zmíněné v rešeršní části práce.

Ve většině případů byla potvrzena data z předchozí studie, ne ale ve všech bodech.

Samotné průběhy většiny veličin v závislosti na úhlu byly obdobné až totožné, rozdíl byl ale při porovnávání hodnot mezi vazbami.

Ze studie vyplývá Atlasová vazba jako vazba s největším Poissonovým poměrem, což se v rámci této práce neprojevílo. Z výsledků této práce vyplývá jako vazba s nejvyšším Poissonovým poměrem vazba Plátňová. Tento rozpor může být způsoben zásadním rozdílem, kdy v rámci naší práce byl Poissonův poměr zkoumán při maximálním zatížení, ale v předchozí studii byl monitorován pouze do tažnosti 8%. Ostatní veličiny byly sledovány v obou případech sledovány při maximálním zatížení.

Při statistickém porovnání rozptylu hodnot, se vliv faktoru vazby projevil pouze u hodnot Youngova modulu a Poissonova poměru.

Zajímavostí v rámci této práce bylo zjištění Auxetického chování Atlasové vazby v jednom směru zatěžování (útkovém směru). Tento výsledek je neočekávaný a odporuje konvenčnímu chování a předpokladům u bavlněných tkanin. Vysvětlení tohoto efektu by vyžadovalo mnohem hlubší zkoumání tohoto jednoho konkrétního problému.

4. Seznam použité literatury

1. ČSN 80 0021. *Terminologie a charakteristika tkanin*. srpen 2021.
2. Škola textilu. *Škola textilu*. [Online] e-LTex. [Citace: 4. únor 2024.]
<https://www.skolertextilu.cz/elearning/411/zaklady-textilnich-technologii/technologie-tkani/Zakladni-pojmy.html>.
3. BEDNÁŘ, Vladimír a SVATOŠ, Stanislav. *Vazby a rozborů tkanin I*. Praha : SNTL, 1989. ISBN: 80-03-00082-3.
4. PAŘILOVÁ, Hana. *Typologie tkanin: textilní zbožíznalství*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2018. ISBN 978-80-7494-400-0.
5. HU, Jinlian. *Structure and Mechanics of Woven Fabrics*. místo neznámé : Woodhead Publishing, 2004. ISBN 978-1-85573-904-8.
6. Prasetiyo, Iwan & Desendra, G. & Hermanto, Melissa & Adhika, Damar. On Woven Fabric Sound Absorption Prediction. *Archives of Acoustics*. 43. 707-715.
10.24425/aoa.2018.125164. .
7. KOVÁŘ, Radko. *Struktura a vlastnosti plošných textilií*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 1998. ISBN 80-7083-676-8.
8. Mesures, Bureau International des Poids et. *The International System of Units (SI)*. 2022. ISBN 978-92-822-2272-0.
9. COHEN, Michael. *Classical Mechanics: a Critical Introduction*. Philadelphia : University of Pennsylvania, 2013. ISBN 978-977-454-109-4.
10. MOEBS, William, LING, Samuel J. a SANNY, Jeff. *University Physics Volume 1*. Houston, Texas : OpenStax, 2016.
11. KLINE, Morris. *Mathematical Thought From Ancient to Modern Times Vol.3*. místo neznámé : Oxford University Press, 1990. ISBN 978-0-19-506137-6.
12. NECKÁŘ, Bohuslav. *Morfologie a strukturní mechanika obecných vláknenných útvarů*. Liberec : Technická univerzita, Textilní fakulta, 2001. ISBN 80-7083-473-0.
13. SAVILLE, B. P. *Physical testing of textiles*. Cambridge : The Textile Institute, 1999. ISBN 1-85573-367-6.
14. BRANDE, William Thomas. *Dictionary of Science, Literature, and Art: Comprising the History, Description, and Scientific Principles of Every Branch of Human Knowledge : with the Derivation and Definition of All the Terms in General Use*. 1853. ISBN 978-0282060961.
15. Kurz Fyziky. [Online] CUNI. [Citace: 04. únor 2024.]
https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/kontinuum/2_6.

16. ČSN EN ISO 6892. Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty. únor 2021.
17. ČSN EN ISO 13934-1. Textilie - Tahové vlastnosti plošných textilií - Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. prosinec 2013.
18. K. BHASKAR, T. K. VARADAN. *Strength of Materials*. místo neznámé : Springer Cham, 2022. ISBN 978-3-031-06376-3.
19. ČSN EN ISO 13934-2. Textilie - Tahové vlastnosti plošných textilií - Část 2: Zjišťování maximální síly pomocí metody Grab. říjen 2014.
20. HU, Jinlian. *Fabric Testing*. místo neznámé : Woodhead Publishing, 2008. ISBN 9781845692971.
21. BĚHÁLEK, Luboš. *Polymery*. místo neznámé : Code Creator, s.r.o., 2016. isbn 978-80-88058-68-7.
22. KRAISER, Jaroslav a další., a. *Pružnosť a plasticita: diel I*. Bratislava : Alfa, 1990. ISBN 8005005792.
23. KILBY, W. F. PLANAR STRESS–STRAIN RELATIONSHIPS IN WOVEN FABRICS. *Journal of the Textile Institute Transactions*. 1963, Sv. 54,1, T9-T27.
24. Penava D.Š., Penava Ž., Jovanović T. The Impact of Fabric Weave and Anisotropy on the Poisson's Ratio in Technical Fabrics. *Journal of Civil Engineering and Architecture*. 2023, Sv. 17, 373-389.
25. Kenneth E Evans, MA Nkansah, IJ Hutchinson, SC Rogers. *Nature Publishing Group UK*. 1991/9/12, Sv. 353, 124-124.
26. MAŘÍK, Robert. Inženýrská matematika. [Online] Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně. [Citace: 04. únor 2024.] <https://user.mendelu.cz/marik/in-mat-web/in-mat-webse21.html>.
27. RUSS, John C. a RUSS, J. Christian. *Introduction to Image Processing and Analysis*. Boca Raton : CRC Press, 2008. ISBN 9781315221939.
28. BUDÍKOVÁ, Marie, KRÁLOVÁ, Maria a MAROŠ, Bohumil. *Průvodce základními statistickými metodami*. místo neznámé : Grada Publishing a.s, 2010. ISBN 8024775115.

5. Přílohy

Příloha 1: Naměřené hodnoty tahového namáhání

Příloha 2: Naměřené hodnoty Poissonova poměru

Příloha 1: Naměřené hodnoty tahového namáhání

Plátno 1/1 0°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7	6,1	1	1,6	4,7	1	1,7	2,9	1	1,8	5,5	1	1,8	4
2	3,7	17	2	3,8	19,6	2	3,8	9,4	2	3,8	15,2	2	3,8	12,8
3	5,7	37,5	3	5,8	42,5	3	5,8	21,8	3	5,7	31,9	3	5,8	27,4
4	7,7	69,6	4	7,7	78,5	4	7,8	42,6	4	7,8	61,5	4	7,7	51,7
5	9,7	118,2	5	9,8	127,5	5	9,7	75,9	5	9,8	111,8	5	9,8	95,1
6	11,7	169,6	6	11,8	184,4	6	11,7	121,4	6	11,7	170,8	6	11,8	152,9
7	13,7	225,5	7	13,8	238,9	7	13,8	167,7	7	13,8	236,4	7	13,8	215,9
8	15,7	279,7	8	15,8	294	8	15,8	216,1	8	15,8	297,9	8	15,8	282,3
9	17,7	329,4	9	17,7	103,5	9	17,8	272	9	17,8	10,5	9	17,9	344,7
10	19,8	42,2	10	19,8	62,6	10	19,7	325,9	10	19,8	17,7	10	19,8	3
11	21,7	20,1	11	21,8	49,8	11	21,8	21,8	11	21,8	26	11	21,8	1,9

Plátno 1/1 15°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	1,1	2	3,8	0,7	2	3,7	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	2,3	3	5,7	1,9	3	5,7	0
4	7,7	0	4	7,8	0,1	4	7,8	4,6	4	7,8	4,8	4	7,7	0,3
5	9,8	0,7	5	9,8	0,7	5	9,7	6,4	5	9,7	7,3	5	9,8	0,3
6	11,7	0,7	6	11,8	1,7	6	11,8	10,5	6	12,1	12,2	6	11,7	1,2
7	13,7	2,4	7	13,8	3,3	7	13,8	14,4	7	13,8	15	7	13,8	1,9
8	15,7	2,8	8	15,8	4,5	8	15,8	18,9	8	15,8	19,2	8	15,7	2,9
9	17,8	4,9	9	17,8	5,6	9	17,8	24,9	9	17,8	25,3	9	18,1	3,7
10	19,8	4,8	10	19,8	5,9	10	19,8	31,8	10	19,8	33,3	10	19,8	4,8
11	21,7	6,2	11	21,7	7,6	11	21,8	39,2	11	21,8	41,1	11	21,8	6,3
12	23,8	7,8	12	23,8	9,3	12	23,8	48,6	12	23,8	52,3	12	23,8	7,2
13	25,8	9,7	13	25,8	11,4	13	25,8	61	13	25,8	67,5	13	25,8	8,5
14	27,7	12	14	27,8	12,1	14	27,8	74,6	14	27,8	82,5	14	27,7	11,1
15	30,1	13,8	15	29,8	14,3	15	29,8	91	15	29,6	88,1	15	29,8	13,8
16	31,8	18,2	16	31,8	16,5	16	31,8	108,8	16	31,8	116,2	16	31,8	16,3
17	33,7	20,9	17	33,8	21,4	17	33,8	129,4	17	33,8	64,3	17	33,8	19,5
18	35,8	25,2	18	35,8	25,2	18	35,8	145,8	18	35,8	62,1	18	35,9	20,2
19	37,8	29,4	19	37,8	29,2	19	37,8	85,1	19	37,8	71,2	19	37,8	26,6
20	39,8	34,6	20	39,8	33,6	20	39,8	74,6	20	39,8	77,9	20	39,8	30,9
21	41,7	40,8	21	41,8	42,2	21	41,8	61,9	21	41,8	88,5	21	41,7	35,4
22	43,8	50,4	22	43,8	52,3	22	43,8	64,3	22	43,7	96,3	22	43,7	44
23	45,7	65	23	45,8	64,2	23	45,8	67,5	23	45,8	103,3	23	45,8	51,6
24	47,8	71,7	24	47,8	82,6	24	47,8	68,9	24	47,8	116,2	24	47,8	62,8
25	49,8	102,9	25	49,8	103	25	49,8	68,9	25	49,8	82,2	25	49,8	79,7
26	51,8	128,4	26	51,8	127,2	26	51,8	74,6	26	51,8	48,9	26	51,8	101,6
27	53,8	156	27	53,8	155,5	27	53,8	59,2	27	53,8	40	27	53,8	125,5
28	55,8	192,2	28	55,8	181,1	28	55,8	70	28	55,8	28,4	28	55,8	152,9
29	57,8	223,5	29	57,8	212,9	29	57,8	10,8	29	57,8	12,2	29	57,8	184,7
30	59,8	254,4	30	59,9	224,1	30	59,8	10	30	59,8	7,1	30	59,8	201
31	61,7	279,5	31	61,8	258,1	31	61,8	8,8	31	61,8	4,4	31	61,7	223,3
32	63,7	63,1	32	63,8	271,4	32	63,8	0,1	32	63,8	3,5	32	63,8	241,8
33	65,8	52,8	33	65,8	75,9	33	65,8	0	33	65,8	2,9	33	65,8	262,5
34	67,8	42,3	34	67,8	82,7	34	67,8	0	34	67,8	0,4	34	67,8	273,5
35	69,8	31	35	69,8	36	35	69,8	0	35	69,8	0,1	35	69,8	284,8
36	71,8	10	36	71,8	6,6	36	71,8	0	36	71,8	6,6	36	71,8	303,5
37	73,8	2,6	37	73,8	1,2	37	73,8	0	37	73,8	1,2	37	73,8	318,4
38	75,8	0	38	75,9	0	38	75,8	0	38	75,9	0	38	75,8	320,1
39	77,8	0	39	77,7	0	39	77,9	0	39	77,7	0	39	77,8	69,4

Plátno 1/1 30°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,9	0	3	5,9	0	3	5,7	0	3	5,7	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	10	0	5	9,8	0	5	9,8	0,3	5	9,7	1	5	10,1	1
6	11,8	0	6	11,9	0,3	6	11,8	0,8	6	11,7	0,7	6	11,8	0,9
7	13,8	0	7	13,8	0,5	7	13,8	1,4	7	13,8	1,4	7	13,8	1,6
8	15,9	0,9	8	15,8	1,1	8	15,7	1,1	8	15,8	2,6	8	15,8	2,6
9	17,8	1,4	9	17,8	2,2	9	17,8	4	9	17,8	3,8	9	17,8	3,3
10	19,8	2,9	10	19,8	3,1	10	19,8	4,4	10	20,1	5,3	10	19,8	5,1
11	21,8	3,6	11	21,8	4,6	11	21,8	6,7	11	21,7	6,6	11	21,8	5,7
12	23,8	5,2	12	23,8	5,9	12	23,8	9,2	12	23,7	8,9	12	23,8	6,8
13	25,8	5,6	13	25,8	8,1	13	25,9	12,1	13	25,7	11,3	13	25,8	7,9
14	27,7	6,3	14	27,8	9,5	14	27,9	15,7	14	27,7	14,2	14	27,7	9,8
15	29,8	9,3	15	29,8	11,8	15	29,9	19,8	15	29,8	17	15	29,8	13
16	31,8	11,4	16	31,8	16	16	31,8	24,8	16	31,7	22,6	16	31,8	16,1
17	33,8	13,9	17	33,8	21,3	17	33,8	31,2	17	33,7	27,4	17	33,8	21,1
18	35,8	17,2	18	35,8	25,2	18	35,8	39	18	35,7	34	18	35,8	25,1
19	37,9	21,3	19	37,8	31,3	19	37,9	49,6	19	37,7	37	19	37,8	29,7
20	39,8	24,8	20	39,8	38,9	20	39,8	61,7	20	39,8	51	20	39,8	35,9
21	41,8	30,1	21	41,8	47	21	41,8	76,4	21	41,8	61,6	21	41,8	42,4
22	43,8	36,2	22	43,8	57,5	22	43,8	93,2	22	43,7	74	22	43,8	51,5
23	45,8	45,9	23	45,8	69,3	23	45,8	112,6	23	45,8	90,1	23	45,8	64,2
24	47,8	56,3	24	47,8	84,4	24	47,8	136,3	24	47,8	108,8	24	47,8	77
25	49,9	67,2	25	49,8	101,8	25	49,8	155,1	25	49,8	127,7	25	49,8	89,6
26	51,9	81,8	26	51,8	122,7	26	51,8	175,6	26	51,9	148,8	26	51,9	106,1
27	53,8	97,4	27	53,8	139,3	27	53,8	193,2	27	53,8	166,6	27	53,8	118,7
28	55,9	118	28	55,9	156	28	55,9	213,8	28	55,8	183,8	28	55,8	133,4
29	57,8	140,6	29	57,8	164,5	29	57,8	237	29	57,7	194,9	29	57,8	148,9
30	59,8	164	30	59,8	180,3	30	59,8	261,1	30	59,8	216	30	59,8	165,6
31	61,8	180,7	31	61,8	192,5	31	61,8	267	31	61,8	229,1	31	61,8	179,5
32	63,8	195,8	32	63,8	212,7	32	63,8	275,5	32	63,8	246,6	32	63,8	198,3
33	65,8	211	33	65,7	230,2	33	65,8	315,4	33	65,7	268,3	33	65,8	214,1
34	67,8	221,4	34	67,8	246,4	34	67,8	60,2	34	67,8	292,5	34	67,8	233,3
35	69,8	227,5	35	69,8	267,5	35	69,9	15,8	35	69,8	304,2	35	69,8	252,4
36	71,8	250	36	71,8	288,4	36	71,8	7,1	36	71,8	291,3	36	71,8	268,7
37	73,8	269,6	37	73,8	306,5	37	73,8	3,7	37	73,8	266,8	37	73,8	270,9
38	75,9	290,7	38	75,8	67,7	38	75,9	1,5	38	75,8	307,3	38	75,9	285,3
39	77,9	315,3	39	77,8	15,9	39	77,9	0	39	77,8	337,4	39	77,8	300,1
40	79,8	340,1	40	79,8	5,6	40	79,8	0	40	79,8	350,1	40	79,8	316,6
41	81,8	346,2	41	82	1,5	41	81,8	0	41	81,7	355,7	41	81,8	322,4
42	83,9	289	42	83,9	0,2	42	83,8	0	42	83,8	366,5	42	83,8	332,2
43	85,8	289,5	43	85,8	0	43	85,8	0	43	85,8	0	43	85,8	350,9
44	87,8	333,3	44	87,8	0	44	87,8	0	44	87,8	0	44	87,8	358,8
45	89,9	360,5	45	89,9	0	45	89,9	0	45	89,9	0	45	89,8	368,6
46	91,9	0	46	91,8	0	46	91,8	0	46	91,8	0	46	91,9	373,8
47	93,8	0	47	93,8	0	47	93,8	0	47	93,8	0	47	93,8	0

Plátno 1/1 45°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,6	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,7	0
3	5,7	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,7	0
5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0,1	5	9,8	0	5	9,7	0
6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0,7	6	11,8	0	6	11,7	0
7	13,7	0,8	7	13,8	0,7	7	13,8	1,8	7	13,9	0	7	13,7	0
8	15,8	0,5	8	15,8	1,3	8	15,8	2,2	8	15,8	0,7	8	15,7	0
9	17,8	1,3	9	17,9	2,7	9	17,8	2,7	9	17,8	0,8	9	17,8	0
10	19,8	2,4	10	19,8	3,7	10	19,8	2,9	10	19,8	2,4	10	19,7	0,4
11	21,8	3	11	21,8	4,5	11	21,8	3,5	11	21,8	2,3	11	21,7	0,3
12	23,8	4,3	12	23,8	6,3	12	23,8	4	12	23,8	3,6	12	23,8	1,7
13	25,8	5,5	13	25,8	8,1	13	25,8	5,5	13	25,8	3,7	13	25,8	1,8
14	27,8	7,2	14	27,8	10	14	27,8	6,4	14	27,8	5,7	14	27,8	3,1
15	29,8	9,2	15	29,9	12,5	15	29,8	7,8	15	29,8	6,5	15	29,8	4,3
16	31,8	12,2	16	31,8	14,4	16	31,8	10,2	16	31,8	8,5	16	31,7	5,9
17	33,8	14,8	17	33,9	17,8	17	33,8	11,6	17	33,8	10,3	17	33,8	7,1
18	35,8	18,1	18	35,8	23,6	18	35,8	15	18	35,8	12,5	18	35,7	8,7
19	37,8	23,7	19	37,9	28,5	19	37,8	18,1	19	37,8	16,3	19	37,7	11
20	39,8	28,1	20	39,8	34,3	20	39,8	21,5	20	39,8	19	20	39,7	12,6
21	41,8	35,2	21	41,8	41	21	41,8	25,4	21	41,8	23,6	21	41,7	15,3

22	43,8	42,9	22	43,8	51,1	22	43,8	31,6	22	43,8	29	22	43,7	19,1
23	45,8	52,1	23	45,8	63,9	23	45,8	33,3	23	45,8	34,7	23	45,7	24,6
24	47,9	63,3	24	47,8	77,3	24	47,8	46,3	24	47,8	41,6	24	47,7	28,6
25	49,8	75,7	25	49,8	94	25	49,8	57,2	25	49,8	50	25	49,7	33,6
26	51,9	91,7	26	51,8	112,7	26	51,9	69,4	26	51,9	61,3	26	51,8	41
27	53,8	107,8	27	53,8	130,7	27	53,8	84	27	53,8	72,9	27	53,8	50,4
28	55,8	123,8	28	55,8	149,2	28	55,9	101,7	28	55,8	87,2	28	55,7	61,9
29	58	134	29	57,8	167	29	57,8	122,3	29	57,8	103,1	29	57,8	75,6
30	59,8	158,9	30	59,8	185	30	59,8	142,3	30	59,8	122,2	30	59,7	91,4
31	61,8	181,5	31	62,3	204,4	31	61,8	167	31	61,8	139,2	31	61,8	106,6
32	63,8	202,8	32	63,8	214,9	32	63,7	175,4	32	63,8	159,9	32	63,8	124,5
33	65,8	223	33	65,9	233	33	65,8	204,6	33	65,8	178,5	33	65,7	141,8
34	67,8	246,2	34	67,8	251,9	34	67,8	226,2	34	67,8	200,1	34	67,8	160,3
35	69,9	267,3	35	69,8	271,7	35	69,8	244,6	35	69,8	217,8	35	69,7	174,5
36	71,8	285,6	36	71,8	292,2	36	71,8	267,7	36	71,8	240,7	36	72,1	195,3
37	73,8	295,9	37	73,8	310,7	37	73,8	289,6	37	73,8	262,7	37	73,8	208,5
38	75,8	296,3	38	75,9	323,9	38	75,8	314,1	38	75,8	289,8	38	75,8	227,8
39	77,8	303,2	39	77,8	319,4	39	77,8	336,3	39	77,9	314,3	39	77,8	244,8
40	79,8	297,5	40	79,9	314,3	40	79,8	351	40	79,8	338,7	40	79,7	267,8
41	81,8	289,3	41	81,9	340,6	41	81,8	363,9	41	81,8	350,3	41	81,7	290,1
42	83,8	300,3	42	83,8	350,3	42	83,8	390,5	42	83,8	385,3	42	83,7	311,6
43	85,8	312,7	43	85,8	348	43	85,8	410,7	43	85,8	403,8	43	85,8	332,1
44	87,8	315	44	87,8	371	44	87,8	0	44	87,8	0	44	87,7	354,4
45	89,8	316,9	45	89,8	389,9	45	89,8	0	45	89,8	0	45	89,8	352,8
46	91,8	339,2	46	91,9	400,9	46	91,9	0	46	91,9	0	46	91,8	389
47	93,8	350,3	47	93,8	414,5	47	94,1	0	47	94,1	0	47	93,7	402,2
48	95,8	368,4	48	95,8	0	48	95,8	0	48	95,8	0	48	95,8	0
49	97,8	383,6	49	97,8	0	49	97,8	0	49	97,8	0	49	97,8	0
50	99,8	397,8	50	99,8	0	50	99,8	0	50	99,8	0	50	99,8	0
51	101,8	412	51	101,8	0	51	101,8	0	51	101,8	0	51	101,8	0
52	103,9	0	52	103,9	0	52	103,9	0	52	103,9	0	52	103,9	0

Plátno 1/1 60°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,7	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,7	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,7	0
4	7,8	0,4	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0,7	4	7,8	0
5	9,7	0,9	5	9,7	1	5	9,8	0,7	5	9,8	1,1	5	9,8	0,2
6	11,8	1,1	6	11,8	1,3	6	11,8	1,2	6	11,8	3,1	6	11,7	0,7
7	13,8	2,7	7	13,8	1,5	7	13,8	2,5	7	13,9	4,6	7	13,7	1,9
8	15,8	2,8	8	15,8	2,3	8	15,8	2,9	8	15,8	5,9	8	15,7	2,7
9	17,8	4,5	9	17,8	3,2	9	17,8	3,8	9	17,8	7	9	17,8	2,9
10	19,8	5,9	10	19,8	4	10	19,8	5,4	10	19,8	8,5	10	19,8	4,2
11	21,7	8,2	11	21,8	4,9	11	21,8	7,2	11	21,8	10,7	11	21,7	5
12	23,8	9	12	23,8	5,6	12	23,8	8,5	12	23,8	13,8	12	23,8	5,8
13	25,8	12,2	13	25,8	7	13	25,8	10,6	13	25,8	16,8	13	25,8	7,6
14	27,8	14	14	27,8	9,8	14	27,8	13,3	14	27,8	20,5	14	27,7	10,6
15	29,8	18,8	15	29,8	12,2	15	29,8	16,6	15	29,8	26,7	15	29,8	11,8
16	31,8	24	16	31,7	14,8	16	31,8	21,3	16	32,2	34,6	16	31,7	15,1
17	33,8	29,2	17	33,8	18,4	17	33,8	27,6	17	33,8	41,3	17	33,8	17,7
18	35,8	35,5	18	35,8	22,7	18	35,8	33,1	18	35,9	50,9	18	35,8	23,2
19	37,8	44	19	37,9	28,9	19	37,9	39,2	19	37,8	61,4	19	37,8	27,8
20	39,8	53,5	20	39,8	35,6	20	40,2	50,3	20	39,8	75,3	20	39,8	33,8
21	41,8	66,3	21	41,8	42,3	21	41,8	58,6	21	41,8	92,8	21	41,7	40,8
22	43,8	79,5	22	43,8	52,2	22	43,8	70,7	22	43,7	107,7	22	43,7	48,9
23	46,4	100,6	23	45,8	64,5	23	45,8	86,4	23	45,8	130,4	23	45,8	61,9
24	47,8	114,2	24	47,8	78,9	24	47,8	102,9	24	47,8	148,8	24	47,7	74,8
25	49,8	134	25	49,8	92,1	25	49,8	120,2	25	49,9	149,4	25	49,8	88,3
26	51,8	153,8	26	51,8	107,6	26	51,9	142	26	51,8	189,2	26	51,8	104,4
27	53,8	171,1	27	53,8	124,4	27	53,8	161,4	27	53,8	207,6	27	53,7	123,7
28	55,8	187,7	28	55,8	141,1	28	55,8	181,5	28	55,8	223,4	28	55,8	142,9
29	57,8	202,1	29	58,1	157	29	58	194,4	29	57,8	242,3	29	57,8	163,8
30	59,7	223,9	30	59,8	167,8	30	59,8	226,4	30	59,8	265,1	30	59,8	182,3
31	61,8	242,6	31	61,8	184,5	31	61,8	242	31	61,8	287,8	31	62,2	207,3
32	63,6	228,7	32	63,8	200,4	32	63,8	262,9	32	63,8	311	32	63,8	220,6
33	65,8	281,8	33	65,8	213,6	33	65,8	282,2	33	65,8	337,5	33	65,7	239,6
34	67,8	301,8	34	67,8	234,4	34	67,9	303,7	34	67,8	7,7	34	67,7	258,2
35	69,8	322,8	35	69,8	257,4	35	69,9	325,8	35	69,9	2,7	35	69,8	279,2
36	71,8	344,5	36	71,8	279,4	36	71,8	346,8	36	71,8	0,7	36	71,8	305,1
37	73,8	0	37	73,8	303,2	37	73,8	6,3	37	73,8	0	37	73,8	324,4

38	75,8	0	38	75,7	292,9	38	75,8	3,2	38	75,8	0	38	75,8	49,9
39	77,8	0	39	77,8	345,3	39	77,8	1,1	39	77,8	0	39	77,8	3,5
40	79,8	0	40	79,8	0,3	40	79,8	0	40	79,8	0	40	79,6	1,2
Plátno 1/1 75°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,9	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,9	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,9	0	3	5,8	0,4	3	5,7	0,3	3	5,8	0,5	3	5,8	2,1
4	7,9	0,9	4	7,8	1,8	4	7,8	2,2	4	7,8	1,8	4	7,8	3,7
5	9,9	2,7	5	9,8	2,9	5	9,7	3,4	5	9,7	3,4	5	9,8	5,7
6	12	4,1	6	11,7	4,1	6	11,7	5	6	11,7	4,4	6	11,8	8,9
7	13,9	4,9	7	13,8	6,3	7	13,8	7,2	7	13,8	7,2	7	13,8	11,7
8	15,9	7,7	8	15,8	9	8	15,7	9,7	8	15,8	10,2	8	15,8	15,7
9	17,9	9,9	9	17,8	10,6	9	17,7	13,6	9	17,8	13	9	17,8	20,5
10	20	14	10	19,8	14,6	10	19,7	16,6	10	19,8	15,9	10	19,8	27,7
11	21,9	17,6	11	21,8	19,3	11	21,7	21,8	11	21,8	20,9	11	21,8	36,2
12	23,9	23,9	12	23,8	25,1	12	23,7	29,4	12	23,8	27,3	12	23,8	47,4
13	25,9	31,1	13	25,8	32	13	25,7	37,5	13	25,7	35	13	25,8	61,5
14	27,9	37,7	14	27,8	39,1	14	27,7	46,9	14	27,8	43,4	14	27,8	77,8
15	29,9	45,4	15	29,8	47,4	15	29,8	59,5	15	29,8	53,2	15	29,8	100,1
16	31,9	55,3	16	31,8	56	16	31,7	75,9	16	31,7	67,4	16	31,8	120,3
17	33,9	68	17	33,8	68,5	17	33,8	92,6	17	33,8	81,6	17	33,8	141,1
18	35,9	87,4	18	35,8	85,8	18	35,7	110,3	18	35,8	98,9	18	35,9	163,5
19	37,9	106,3	19	37,8	102,9	19	37,7	128	19	37,8	116,6	19	37,9	84,6
20	39,9	126	20	40,1	122,5	20	39,8	148,4	20	39,8	135,1	20	39,8	69,1
21	41,9	147	21	41,8	138,8	21	41,8	89	21	41,8	158,3	21	41,8	65,5
22	43,9	165,1	22	43,8	158,2	22	44	79	22	43,8	176,7	22	43,8	60,2
23	45,9	40,4	23	45,8	177,7	23	45,8	78,6	23	45,8	194,5	23	45,8	55,3
24	47,9	48,5	24	47,9	194	24	47,7	78,6	24	47,8	214,4	24	47,8	29,7
25	49,9	46,5	25	49,8	213,6	25	49,8	76	25	49,8	80,7	25	49,8	29
26	52,3	39,2	26	51,9	231	26	51,8	18,2	26	51,8	75,2	26	51,8	28,2
27	53,9	35	27	53,8	80,1	27	53,7	21,9	27	53,8	39,9	27	53,8	19,6
28	56	5,8	28	55,8	60,6	28	55,7	26,6	28	55,8	36	28	55,8	12,4

Plátno 1/1 90°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	2,5	1	1,8	1,7	1	1,7	2	1	1,7	2	1	1,8	2,6
2	3,8	7,3	2	3,8	6,1	2	3,7	7,3	2	3,7	6,4	2	3,8	7,7
3	5,7	14,1	3	5,8	11	3	5,8	13,2	3	5,7	13,5	3	5,8	15
4	7,8	23,1	4	7,8	20,3	4	7,7	23,7	4	7,8	22,8	4	7,8	26,6
5	9,8	39,9	5	9,8	35,1	5	9,7	38,9	5	9,7	38,3	5	9,8	44,1
6	11,7	66,4	6	11,7	55,9	6	11,7	62,9	6	11,7	65,3	6	11,8	74,3
7	13,8	107,1	7	13,8	91,3	7	13,7	102,8	7	13,8	104,2	7	13,8	112,8
8	15,8	159,1	8	16,2	150,7	8	16,2	162	8	15,8	152,6	8	15,8	163,6
9	17,8	220	9	17,8	199,2	9	17,8	207,3	9	17,7	209,7	9	17,8	215,5
10	19,8	282,1	10	19,8	261,8	10	19,8	265,1	10	19,8	269,2	10	19,8	271,7
11	21,8	31,4	11	21,7	325	11	21,7	125,9	11	21,8	329,1	11	21,8	63,7
12	23,8	7,8	12	23,8	19,6	12	23,8	17,2	12	23,7	3	12	23,8	22,2
13	25,8	4,8	13	25,8	28,5	13	25,7	24,5	13	25,8	4,2	13	25,8	16,4
14	27,8	3,9	14	27,8	21,1	14	27,7	21,9	14	27,7	2,1	14	27,8	15,3
15	29,8	1,8	15	29,8	19,9	15	29,8	19,8	15	29,8	1,3	15	29,8	13,3

Kepr 1/2 0°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0,5	1	1,8	1	1	1,8	0,8	1	1,8	0,9	1	1,7	0
2	3,8	2,8	2	3,8	3,4	2	3,8	3,5	2	3,8	5,6	2	3,7	3,5
3	5,8	6,8	3	6,2	4	3	5,8	10,1	3	5,8	13,5	3	5,8	4,8
4	7,8	15,5	4	7,8	5,1	4	7,8	24	4	7,8	31,4	4	7,8	9,9
5	9,8	33,7	5	9,7	9,6	5	9,8	51,1	5	9,8	62,5	5	9,7	21,3
6	11,8	65,4	6	11,7	22,9	6	11,8	97,7	6	12,2	122,9	6	11,7	45,5
7	13,8	108,5	7	13,8	51,1	7	13,8	153,7	7	13,8	171,1	7	13,8	82,9

8	15,8	155,7	8	15,8	97	8	15,8	212,2	8	15,8	230,4	8	15,7	135,3
9	17,8	205,8	9	17,8	154	9	17,8	273,6	9	17,8	295,5	9	17,8	197,3
10	19,8	258,6	10	19,8	215,5	10	19,8	337,5	10	19,8	192,5	10	19,9	244,6
11	21,8	172,2	11	21,8	278,1	11	21,8	84,8	11	21,8	63,2	11	21,8	324,1
12	23,8	53	12	23,7	216,8	12	23,8	39,6	12	23,8	27,6	12	23,8	97,1

Kepr 1/2 15°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,9	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0,3	3	5,8	0,4	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	1,5	4	7,8	1,9	4	7,8	0,8	4	7,9	0	4	7,8	0
5	9,8	2,7	5	9,8	4,2	5	9,8	1	5	9,8	0	5	9,7	0
6	11,7	4,8	6	11,7	6	6	11,8	2,1	6	11,8	0,8	6	11,7	0,2
7	13,8	6,6	7	13,8	8,5	7	13,8	4,2	7	13,8	0,7	7	13,8	1,1
8	15,8	8,3	8	15,8	12,1	8	15,8	5,8	8	15,8	1,2	8	15,8	1,8
9	17,8	12,2	9	17,8	16,1	9	17,8	8,1	9	17,8	2,4	9	17,8	3,2
10	19,8	16,9	10	19,8	20,2	10	19,9	10,5	10	19,8	3,3	10	19,8	3,9
11	21,8	21,8	11	21,8	27,4	11	21,9	13,8	11	21,8	3,3	11	21,9	6,4
12	23,8	28,9	12	23,8	35,7	12	23,8	17,2	12	23,8	5,4	12	23,9	8,3
13	25,8	39,8	13	25,8	44,4	13	25,8	22,6	13	25,8	6,3	13	25,8	11,5
14	27,8	51,5	14	27,8	48,6	14	27,8	30,7	14	27,8	8,1	14	27,8	14
15	29,8	68	15	29,8	73,8	15	29,9	38,3	15	29,9	10,3	15	29,8	18,9
16	31,8	84,1	16	31,8	92,2	16	31,8	49	16	31,8	13,1	16	31,8	24,6
17	33,8	100	17	33,8	107	17	33,8	64,1	17	33,8	15,7	17	33,8	30,8
18	35,8	119,6	18	35,8	124,9	18	35,8	76,1	18	35,9	19,1	18	35,8	40,3
19	37,8	135,9	19	37,8	75,9	19	37,9	94	19	37,9	23,7	19	37,8	48,6
20	39,8	153,9	20	39,8	66,1	20	39,8	114,1	20	39,8	29,6	20	39,8	57,8
21	41,8	169,2	21	41,8	62,6	21	41,8	132,8	21	41,8	35,1	21	41,8	69,6
22	43,8	185,7	22	43,8	67,4	22	43,8	149,5	22	43,8	42,2	22	43,8	80,3
23	45,8	203,6	23	45,8	44,7	23	45,8	168,1	23	45,8	52,3	23	45,9	88,6
24	47,8	221,1	24	47,8	22,2	24	47,8	181,1	24	47,8	61,9	24	47,8	110,3
25	49,8	74,9	25	49,8	26,6	25	49,8	196,1	25	49,8	77,1	25	49,8	130,6
26	51,8	77,6	26	51,8	25,8	26	51,9	91,2	26	51,8	96,7	26	51,9	147,2
27	53,8	76,4	27	53,8	12,4	27	53,8	80,9	27	53,8	111,2	27	53,8	160,8
28	55,8	63,2	28	55,8	0,5	28	55,8	92,6	28	55,8	129,3	28	55,8	171,7
29	57,8	56,7	29	57,8	0	29	57,8	86,3	29	57,8	147,8	29	57,8	74,1
30	59,8	31,2	30	59,8	0	30	59,8	67,4	30	59,8	162	30	59,8	68,2
31	61,8	11,3	31	61,8	0	31	61,8	53,4	31	61,8	177,8	31	61,8	64,6
32	63,8	3,9	32	63,8	0	32	63,8	44	32	63,8	192,9	32	63,8	64,8
33	65,8	0	33	65,8	0	33	65,8	24,3	33	65,8	204,9	33	65,8	33,4
34	67,8	0	34	67,8	0	34	67,8	12,2	34	67,8	221,7	34	67,8	31,3
35	69,8	0	35	69,8	0	35	69,9	0	35	69,8	62,2	35	69,8	37

Kepr 1/2 30°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7	0	1	1,8	0	1	2,1	0	1	1,9	0	1	1,8	0
2	3,7	0	2	3,8	0	2	3,7	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,7	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,7	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0
6	11,7	0	6	11,8	0	6	11,7	0	6	11,8	0	6	11,7	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,7	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,7	0	8	15,8	0	8	15,7	0	8	15,9	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,7	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,7	0	10	19,8	0,3	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,8	0	11	21,8	0,4	11	21,7	0	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,7	0	12	23,9	1,4	12	23,8	0	12	23,8	0,8	12	23,8	0
13	25,7	0	13	25,8	1,2	13	25,7	0	13	25,8	0,1	13	25,8	0,3
14	27,7	0,7	14	27,8	2,3	14	27,7	0,3	14	27,8	0,7	14	27,8	0,7
15	29,8	1	15	29,8	2,1	15	29,8	0,6	15	29,8	1,7	15	29,8	2
16	31,7	2	16	32,2	4,3	16	31,8	1	16	31,8	2,8	16	31,8	2
17	33,7	3,1	17	33,8	5,1	17	33,7	1,4	17	33,8	5,2	17	33,8	3,2
18	35,7	4	18	35,8	6,4	18	35,7	2,2	18	35,8	5,1	18	35,9	5,8
19	37,8	4,7	19	37,8	8	19	37,7	3,1	19	37,8	6,6	19	37,9	5,6

20	39,8	5,8	20	39,8	10,1	20	39,8	3,8	20	39,8	8,8	20	39,8	8,9
21	41,7	7,3	21	41,8	12,8	21	41,8	4,6	21	41,8	10	21	41,8	11,1
22	43,7	9,6	22	43,8	15,5	22	43,7	6,1	22	43,8	13,1	22	43,8	14
23	45,8	10,7	23	45,8	20	23	45,8	7	23	46,3	16,6	23	45,8	17,1
24	47,8	14,6	24	47,8	23,3	24	47,7	10	24	47,8	19,4	24	47,8	21,6
25	49,8	18,2	25	49,9	26,7	25	49,8	12,2	25	49,8	25,5	25	49,8	25,5
26	51,8	23,1	26	51,9	38,5	26	51,8	13,9	26	51,9	30,6	26	51,8	33,2
27	53,7	28,8	27	53,8	47,7	27	53,7	16,3	27	53,8	37,7	27	53,8	41
28	55,7	35,1	28	55,8	58,7	28	55,7	20,8	28	55,8	45,9	28	55,8	49
29	57,8	43,8	29	57,8	73,2	29	57,8	25,2	29	57,8	58,1	29	57,8	61,2
30	59,7	54,3	30	59,8	88,1	30	59,7	32,2	30	59,8	71,4	30	59,8	74,9
31	61,7	68,4	31	61,8	103,8	31	61,7	39	31	61,8	83,9	31	61,8	88,5
32	63,8	80,2	32	63,8	119,8	32	63,7	46,4	32	63,8	95,9	32	63,8	103,1
33	65,7	95,1	33	65,8	134,4	33	65,7	57,2	33	65,8	116,3	33	65,8	117,4
34	67,7	112	34	67,8	151,1	34	67,8	68,2	34	67,8	130,6	34	67,8	132,1
35	69,7	125,8	35	69,8	167,2	35	69,8	85,2	35	69,8	144	35	69,8	146,2
36	71,8	141,7	36	71,8	186,5	36	71,7	98,3	36	71,8	159,7	36	71,8	161,1
37	73,8	157,3	37	73,8	204,1	37	73,8	115,7	37	73,8	173,7	37	73,8	175,9
38	75,8	171,2	38	75,9	226,4	38	75,8	130,1	38	75,9	188,2	38	76	185,8
39	77,8	186,2	39	77,8	247,4	39	77,7	143,7	39	77,9	206,8	39	77,8	209,5
40	79,8	203,7	40	79,8	273,7	40	79,8	159,9	40	79,8	227,5	40	79,8	230,2
41	81,7	220,7	41	81,8	99,6	41	81,8	177,6	41	81,8	242,7	41	81,8	252,5
42	83,7	241,6	42	83,8	27,7	42	83,8	193,3	42	83,8	268,6	42	83,8	275,9
43	85,8	262,5	43	85,8	4	43	85,8	210,9	43	85,8	290,3	43	85,8	75,9
44	87,8	282,7	44	87,8	0,7	44	87,8	231	44	87,8	91,8	44	87,8	7,4
45	89,7	71	45	89,8	0	45	89,8	253,3	45	89,8	14,4	45	89,8	0
46	92,1	2,1	46	91,9	0	46	91,7	277,7	46	91,8	4,1	46	91,8	0
47	93,8	0	47	93,8	0	47	93,7	298,2	47	93,8	0,3	47	93,7	0
48	95,7	0	48	95,8	0	48	95,8	57,3	48	95,8	0	48	95,8	0

Kepr 1/2 45°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,9	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,9	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,7	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,9	0
5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0
6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	12,1	0	6	11,9	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,9	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,9	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,8	0	12	21,8	0	12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,8	0
13	25,8	0	13	25,8	0,7	13	25,8	0	13	25,8	0	13	25,9	0
14	27,8	0	14	27,9	1,5	14	27,8	0	14	27,8	0	14	27,9	0
15	29,8	0	15	29,9	1,5	15	29,8	0	15	29,8	0	15	29,9	0,3
16	31,8	0,7	16	31,8	2,9	16	31,8	0,5	16	31,8	0	16	31,8	0,8
17	33,8	1,5	17	33,8	3,3	17	33,8	0,9	17	33,8	0	17	33,8	0,7
18	35,8	2,2	18	35,8	3,9	18	35,8	1,6	18	35,8	0,7	18	35,9	1,2
19	37,9	2,7	19	37,9	4,5	19	37,8	2	19	37,8	1,1	19	37,9	2,2
20	39,9	2,9	20	39,8	5,2	20	39,8	1,7	20	39,8	0,8	20	40,2	2,6
21	41,8	3,7	21	41,8	7,8	21	41,8	2,2	21	41,8	2,9	21	41,8	3
22	43,8	4,8	22	43,8	8,4	22	43,8	2,6	22	43,8	3,3	22	43,8	4,9
23	45,8	5,6	23	45,9	10,3	23	45,8	3,2	23	45,8	3,2	23	45,8	5,3
24	47,8	8,2	24	47,9	14,3	24	47,8	4,4	24	47,9	5	24	47,9	6,6
25	50,2	9,2	25	49,8	17,6	25	49,8	5,5	25	49,8	6,4	25	49,9	8,5
26	51,8	10,5	26	51,8	22,2	26	51,8	6,3	26	51,8	7	26	51,9	10,9
27	53,8	13	27	53,8	27,2	27	53,8	8,3	27	53,8	8,6	27	53,8	13,1
28	55,8	16,2	28	55,8	33,9	28	55,9	9,2	28	55,8	10,1	28	55,9	17
29	57,8	19,6	29	57,8	42,6	29	57,8	12,9	29	57,8	14	29	57,8	19,5
30	59,8	24,8	30	59,8	53,4	30	59,8	15,6	30	59,8	16,3	30	59,8	26,7
31	61,8	30	31	61,8	66,5	31	61,8	20,7	31	61,8	20,7	31	61,8	32,8
32	63,8	35,6	32	64	78,8	32	63,8	26,1	32	63,8	25,2	32	63,8	40,9
33	65,8	43,6	33	65,8	99,1	33	65,8	31,8	33	65,8	29,5	33	65,8	49,4
34	67,8	52,5	34	67,8	118,9	34	67,8	39,3	34	67,8	37,4	34	67,8	62,7
35	69,8	65,1	35	69,8	139,7	35	69,8	48,2	35	69,8	45,5	35	69,8	76,8
36	71,8	80	36	71,8	163,6	36	71,8	60,6	36	71,8	56,5	36	71,8	92,6
37	73,8	94,9	37	73,8	186,6	37	73,8	73,2	37	73,8	70	37	73,8	107,6
38	75,9	108,9	38	75,9	207	38	75,9	89,8	38	75,8	85,1	38	75,9	125,3
39	77,8	125,5	39	77,8	225,8	39	77,8	104,8	39	77,8	99,3	39	77,9	142

40	79,8	142,3	40	79,8	243,6	40	79,8	123,6	40	79,8	117	40	79,9	158,5
41	81,8	155,9	41	81,8	252,3	41	81,8	143,2	41	81,8	132,8	41	81,8	173,7
42	83,8	168,8	42	83,8	285,1	42	83,8	160,6	42	83,8	148,8	42	83,8	190,3
43	85,8	180,1	43	85,8	304,4	43	85,8	176,6	43	85,8	163,7	43	85,8	211,5
44	87,8	195,3	44	87,8	319,9	44	87,8	193,9	44	87,8	179	44	87,8	234,4
45	89,8	212,9	45	89,9	348,5	45	89,8	217	45	89,8	197,7	45	89,8	253,8
46	91,9	231,8	46	91,9	366,5	46	91,8	238,4	46	91,8	215,6	46	91,9	277,3
47	93,8	252,9	47	93,8	382,8	47	93,8	259,9	47	93,8	237,6	47	93,8	297,7
48	95,8	272,5	48	95,8	0	48	95,8	283,6	48	95,8	260,1	48	95,9	320,7
49	97,8	297,4	49	97,8	0	49	97,8	304,8	49	97,8	283,2	49	97,8	343,4
50	99,8	316,6	50	99,8	0	50	99,8	324,8	50	99,7	307,9	50	99,9	365,7
51	101,8	335,6	51	101,8	0	51	101,8	345,9	51	101,8	332,1	51	101,8	383,3
52	103,8	343	52	103,8	0	52	103,8	356,8	52	103,8	354,6	52	103,8	399,9
53	105,9	333	53	105,8	0	53	105,8	369,2	53	105,8	372,5	53	105,9	408,3
54	107,8	358	54	107,8	0	54	107,8	381,3	54	107,8	385,1	54	107,8	0
55	109,9	368,1	55	109,8	0	55	109,8	395,9	55	109,8	0	55	109,9	0
56	111,8	0	56	111,8	0	56	111,8	0	56	111,8	0	56	111,8	0

Kepr 1/2 60°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,7	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,7	0
3	5,8	0	3	6,1	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,7	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,7	0
5	9,8	0	5	9,7	0	5	9,7	0	5	9,8	0	5	9,7	0
6	11,8	0	6	11,7	0	6	11,7	0	6	11,8	0	6	11,8	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,8	0	8	15,7	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0,7	10	19,8	0	10	20	0
11	21,8	0	11	21,7	0	11	21,8	0,9	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,8	0	12	23,7	0,7	12	23,8	1,3	12	23,8	0	12	23,7	0
13	25,8	0	13	25,7	0,9	13	25,8	2,1	13	25,8	0,2	13	25,7	0
14	27,8	0	14	27,8	1,5	14	27,8	2,1	14	27,8	0,4	14	27,8	0
15	29,8	0,2	15	29,8	1,4	15	29,8	4,5	15	29,8	1,1	15	29,8	0,9
16	32,2	0,9	16	31,8	2,6	16	31,8	5,3	16	31,8	1,7	16	31,8	1,5
17	33,8	1,4	17	33,8	4,5	17	33,8	6,9	17	33,9	1,6	17	33,7	2,2
18	35,9	2,6	18	35,8	4,8	18	35,8	9,8	18	35,8	3,3	18	35,8	3,2
19	37,9	3	19	37,8	7	19	37,8	12,3	19	37,8	4	19	37,9	3,3
20	39,8	5,5	20	39,7	8	20	39,7	15,3	20	39,8	4,9	20	39,8	5,2
21	41,8	5,9	21	41,8	10,7	21	41,7	17,4	21	41,8	5,5	21	41,8	6,4
22	43,8	7	22	43,8	12,9	22	43,8	25,2	22	43,8	7,1	22	43,7	7,7
23	45,8	9,4	23	45,8	16,8	23	45,8	34	23	45,8	9,2	23	45,8	10,3
24	47,8	11,5	24	47,7	20,3	24	47,8	42,1	24	47,8	11,5	24	47,8	12
25	49,8	11,5	25	49,8	25,7	25	49,8	51,9	25	49,8	13,9	25	49,8	15,5
26	51,9	18,5	26	51,8	33,6	26	51,8	66,2	26	51,8	16,7	26	51,8	18,9
27	53,8	21,9	27	53,7	41,9	27	53,8	82,5	27	53,8	19,8	27	53,8	21,9
28	55,8	28,3	28	55,8	52,9	28	55,8	98,8	28	55,8	24,8	28	55,7	28,1
29	57,8	34,4	29	57,8	66,2	29	57,8	119,4	29	57,8	31,1	29	57,8	34,6
30	59,8	44,2	30	59,8	84	30	59,7	139,2	30	59,8	37,7	30	59,7	43
31	61,9	54,8	31	61,8	98,1	31	61,8	160,3	31	61,8	45,2	31	61,8	53,2
32	63,8	68,6	32	63,8	118,2	32	63,8	182,7	32	63,8	56	32	63,8	66,1
33	65,8	82,8	33	65,7	137,6	33	65,7	198,5	33	65,8	67,3	33	65,7	78,1
34	67,9	97,8	34	67,8	158,5	34	67,8	214,7	34	67,8	80,4	34	67,8	90,1
35	69,9	115,7	35	69,8	173,7	35	69,7	231,2	35	69,8	96,5	35	69,8	103,7
36	71,8	133,9	36	71,8	188	36	71,8	251,3	36	71,8	112,5	36	71,7	118,1
37	73,8	151,1	37	73,8	203,3	37	73,8	270,9	37	73,8	131,1	37	73,8	131,6
38	75,9	167,7	38	75,8	223,8	38	75,8	290,6	38	75,8	150,5	38	75,8	144,9
39	77,8	185,8	39	77,8	238,5	39	77,8	310,2	39	77,8	165,9	39	77,8	158
40	79,8	206	40	79,7	259,1	40	79,8	330,3	40	79,8	181,5	40	79,8	175,3
41	81,9	226,7	41	81,7	279,1	41	81,7	350,4	41	81,8	199,4	41	81,7	189,4
42	83,8	245,2	42	83,8	299,2	42	83,8	370,5	42	83,8	216,6	42	83,8	201
43	85,8	266,2	43	85,7	319,3	43	85,7	390,6	43	85,8	234,6	43	85,8	212,7
44	87,8	290,5	44	87,7	339,4	44	87,8	410,7	44	87,8	253,6	44	87,8	227
45	89,9	315	45	89,8	359,5	45	89,8	430,8	45	89,8	272,6	45	89,8	242,2
46	91,9	337,7	46	91,8	379,6	46	91,7	450,9	46	91,8	291,6	46	91,8	260,2
47	93,8	402	47	93,7	400,7	47	93,8	471,0	47	93,8	310,6	47	93,7	272,8

Kepr 1/2 75°

Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
----------	--	--	----------	--	--	----------	--	--	----------	--	--	----------	--	--

čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	0,4	0	1	1,7	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	1	2	2,2	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,7	0	3	5,8	3,3	3	4,2	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0,3	4	7,8	7,5	4	6,2	1,7	4	7,8	0,8	4	7,8	0,7
5	9,8	1	5	9,8	12,5	5	8,2	2,2	5	9,7	1,5	5	9,8	0,9
6	11,8	2,4	6	11,7	19,4	6	10,2	5,4	6	11,7	1,9	6	11,8	2,2
7	13,8	3,2	7	13,8	30,3	7	12,2	6,5	7	13,7	2,5	7	13,8	3,3
8	15,8	6,3	8	15,8	42,3	8	14,2	9,6	8	15,7	4,8	8	15,8	5,1
9	17,8	8,6	9	17,8	57,6	9	16,2	12,4	9	17,8	6,1	9	17,8	7
10	19,8	12,4	10	19,8	77,7	10	18,2	18,2	10	19,8	7,7	10	19,9	8,5
11	21,8	17,6	11	21,8	99,2	11	20,2	24,7	11	21,7	9,8	11	21,8	11,7
12	23,8	23,9	12	23,8	121,7	12	22,2	37,2	12	23,8	12,9	12	24,2	17
13	25,8	32,2	13	25,8	51,1	13	24,2	47	13	25,7	17,2	13	25,8	22,7
14	27,8	43,1	14	27,8	49,2	14	26,2	61,1	14	27,8	21,8	14	27,8	28,8
15	29,8	56,2	15	29,8	47,4	15	28,2	81,9	15	29,8	28,5	15	29,9	37,7
16	31,8	73,8	16	31,8	40,4	16	30,2	100,9	16	31,7	37,3	16	31,8	50
17	33,8	94,8	17	33,8	38,8	17	32,2	125,5	17	33,8	49,5	17	33,8	64,6
18	35,8	116,9	18	35,8	41,8	18	34,2	148,4	18	35,8	51,2	18	35,8	81,6
19	37,8	139,8	19	37,8	30,4	19	36,2	84,8	19	37,7	78,4	19	37,9	98,5
20	39,8	165,8	20	39,8	10,3	20	38,3	63,5	20	39,7	95,9	20	39,8	112,2
21	41,8	56,7	21	41,8	7,1	21	40,3	61,8	21	41,8	115,8	21	41,8	112,4
22	43,8	60	22	43,8	9	22	42,2	61,4	22	43,7	136,9	22	43,8	143,5
23	45,8	50,7	23	45,8	2,6	23	44,3	39,9	23	45,8	156,2	23	45,8	59,5
24	47,8	44,4	24	47,8	0	24	46,3	42,2	24	47,7	175,6	24	47,9	54,1
25	49,8	38,3	25	49,7	0	25	48,2	13	25	49,7	194,1	25	49,8	54,4
26	51,9	30,8	26	52	0	26	50,3	10,3	26	51,8	55,2	26	51,8	53,1

Kepr 1/2 90°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	1,4	1	1,8	4	1	1,8	1,7	1	1,8	3,1	1	1,8	3,2
2	3,8	5,7	2	3,8	8,9	2	3,8	7	2	3,8	8,4	2	3,8	8
3	5,8	12,2	3	5,8	20,4	3	5,8	14,8	3	5,8	18,9	3	5,8	17,1
4	7,8	24	4	7,8	39	4	7,8	30,2	4	7,8	37,4	4	7,8	35
5	9,7	44,2	5	9,7	72,6	5	9,8	54,7	5	9,8	66,7	5	9,8	64
6	11,8	77,6	6	11,8	119,6	6	11,8	94,9	6	11,8	109,5	6	11,8	109,7
7	13,8	118,9	7	13,8	169,8	7	14,1	152,4	7	13,8	158,6	7	13,8	165,7
8	15,8	161,8	8	15,8	226,8	8	15,8	196,4	8	15,8	217,1	8	15,8	222,2
9	17,8	219,9	9	17,7	262,8	9	17,8	255,1	9	17,8	271,5	9	17,8	282,5
10	19,8	275,9	10	19,8	344,5	10	19,8	309,6	10	19,9	174,8	10	19,8	125,7
11	21,8	143,5	11	21,8	59,3	11	21,8	69,9	11	21,8	86,3	11	21,8	29,2

Kepr 1/4 0°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0,4	1	1,8	0,7	1	1,7	0
2	3,7	1,5	2	3,8	4	2	3,8	4,1	2	3,9	4,7	2	3,8	4,3
3	5,7	4,4	3	5,8	10,7	3	5,8	12,7	3	5,8	12,1	3	5,8	9,6
4	7,8	8,5	4	7,8	23,2	4	7,8	33	4	7,9	28	4	7,7	25
5	9,8	19,5	5	9,8	47,7	5	9,8	72,4	5	9,8	57,2	5	9,7	54,5
6	11,7	42,1	6	11,8	89,6	6	11,8	128,7	6	11,9	99,2	6	11,7	100,3
7	13,8	77,8	7	13,8	134,5	7	13,9	175,8	7	13,8	140,6	7	13,8	152,3
8	15,8	119,3	8	15,8	180,7	8	15,8	239,2	8	15,9	185,9	8	15,7	199,2
9	17,8	165,5	9	17,8	229,9	9	17,8	298,1	9	17,8	216,7	9	17,8	254
10	19,8	217	10	19,8	272,5	10	19,8	242,9	10	19,8	263,1	10	19,8	297,7
11	21,8	266,7	11	21,8	310,7	11	21,8	114,4	11	21,8	209	11	21,7	205,5
12	23,8	251,4	12	23,9	329,5	12	23,8	76	12	23,9	134,1	12	23,7	107,7
13	25,7	133,4	13	25,8	60,3	13	25,8	45,5	13	25,9	81	13	25,7	84,4

Kepr 1/4 15°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		

čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,5	0	1	1,7	0
2	3,8	0,1	2	3,8	0	2	3,8	0,7	2	3,6	0	2	3,8	0
3	5,8	2,1	3	5,8	0	3	5,8	2,2	3	5,5	0	3	5,8	0
4	7,8	4,3	4	7,8	0	4	7,8	5	4	7,6	0	4	7,8	0
5	9,8	6	5	9,8	0	5	9,8	8,6	5	9,5	0	5	9,7	0
6	11,8	8,9	6	11,9	0,6	6	11,8	13,5	6	11,5	0	6	11,8	0,5
7	13,8	12,6	7	13,8	2,4	7	13,8	18,3	7	13,5	0,7	7	13,8	2
8	15,8	18,1	8	15,8	2,9	8	15,8	27,8	8	15,6	0,4	8	15,7	3,1
9	17,8	26,7	9	17,8	4,7	9	17,8	35,1	9	17,5	3	9	17,8	5,7
10	19,8	37,2	10	19,9	5,9	10	19,8	52,7	10	19,6	3,7	10	19,8	7,4
11	21,8	49,6	11	21,8	9	11	21,8	69,2	11	21,5	6,3	11	21,7	10,5
12	23,8	67,9	12	23,8	11,8	12	23,8	90,3	12	23,5	9,2	12	23,8	14
13	25,8	88,8	13	25,8	16,2	13	25,8	107,1	13	25,5	12,2	13	25,7	18,3
14	27,9	106,5	14	27,8	21,4	14	27,8	55,4	14	27,5	15,8	14	27,8	24,4
15	29,9	129,6	15	29,9	30,3	15	29,8	66,6	15	29,6	21,1	15	29,8	31,8
16	31,8	148,8	16	31,8	38,5	16	31,8	74,1	16	31,5	27,7	16	31,8	40,8
17	33,7	111,7	17	33,8	49,6	17	33,8	59,1	17	33,5	35,1	17	33,8	51,6
18	36	87	18	35,8	63	18	35,8	44,9	18	35,5	45,8	18	35,7	65,3
19	37,8	88,5	19	37,9	81,7	19	37,9	53,8	19	37,5	61,2	19	37,8	83,7
20	39,8	98,5	20	39,9	99,7	20	39,8	30,4	20	39,5	76,5	20	39,8	96,7
21	41,8	115,1	21	41,8	118,7	21	41,8	12,4	21	41,5	97	21	41,8	113,9
22	43,8	26	22	43,9	137,8	22	43,8	5,6	22	43,5	114,8	22	43,8	132,1
23	45,8	17,4	23	45,9	153,2	23	45,8	2,6	23	45,5	133,7	23	45,8	143,6
24	47,9	12	24	47,8	70,4	24	47,8	1,7	24	47,5	147,8	24	47,8	84,8
25	49,9	10	25	49,8	55,3	25	49,8	1	25	49,5	66,3	25	49,8	88,1

Kepr 1/4 30°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	0,4	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	2,3	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	4,3	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	6,2	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,9	0	5	9,8	0	5	8,2	0	5	9,8	0	5	9,8	0
6	11,8	0	6	11,8	0	6	10,2	0	6	11,8	0	6	11,8	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	12,2	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,8	0	8	15,8	0	8	14,3	0	8	15,8	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	16,2	0,1	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,8	0,4	10	19,8	0,7	10	18,2	1,2	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,8	0,5	11	21,8	0,3	11	20,2	2	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,9	2,3	12	23,8	2,2	12	22,3	2,6	12	23,8	0	12	23,9	0
13	25,9	3,9	13	25,8	1,5	13	24,2	3,5	13	25,8	0	13	25,8	0,5
14	27,8	5,4	14	27,8	3,3	14	26,2	4,3	14	27,8	0	14	27,9	0,3
15	29,8	5,6	15	29,9	4,6	15	28,2	5,5	15	29,9	0	15	29,9	2
16	31,8	8,1	16	31,8	4,8	16	30,2	7	16	31,8	0,2	16	31,8	2,8
17	33,8	10,4	17	33,8	6,9	17	32,2	10,3	17	33,8	0,3	17	33,8	4
18	35,8	13,3	18	35,9	8,5	18	34,2	13,6	18	35,8	1,1	18	35,8	4,1
19	37,9	17,7	19	37,8	10,4	19	36,3	18,2	19	37,8	2	19	37,9	5,9
20	39,8	23,4	20	39,8	15	20	38,3	23,3	20	39,8	3	20	39,8	6,9
21	41,8	30	21	41,8	19	21	40,2	30,2	21	41,8	3,7	21	41,8	9,3
22	43,8	38,5	22	43,8	25,2	22	42,2	37,4	22	43,8	4	22	43,8	11,8
23	45,8	49,6	23	45,8	33,4	23	44,2	43,3	23	45,8	3,3	23	45,8	14,5
24	48,1	67,4	24	47,8	42,3	24	46,2	61,4	24	47,8	4,7	24	47,8	18,8
25	49,8	83,6	25	49,9	53,2	25	48,2	79,4	25	49,8	5,7	25	49,9	24,8
26	51,8	103,9	26	51,8	65,9	26	50,3	97,4	26	51,9	6,6	26	51,9	32,3
27	53,8	121,2	27	53,9	81,4	27	52,2	116	27	53,8	7,7	27	53,8	39,6
28	55,8	138,1	28	55,8	100,8	28	54,3	133,5	28	56,1	9,7	28	55,8	50,7
29	57,8	154,6	29	57,8	119,6	29	56,3	152,9	29	57,8	12,1	29	57,8	63,8
30	59,8	169,5	30	59,8	136,6	30	58,2	155,5	30	59,8	14,8	30	59,8	81,7
31	61,8	184	31	62	142,3	31	60,2	173,4	31	61,9	18,6	31	61,8	101,1
32	63,8	200,4	32	63,8	169,4	32	62,3	183,8	32	63,8	23,7	32	63,9	117,7
33	65,8	208,5	33	65,8	190,7	33	64,2	53	33	65,8	31,2	33	65,8	134,3
34	67,8	239,4	34	67,8	204,6	34	66,2	63,3	34	67,8	37,7	34	67,8	145,1
35	69,8	85,1	35	69,8	224,1	35	68,3	59,4	35	69,8	49,1	35	69,8	154,4
36	71,8	101,8	36	71,8	234,7	36	70,2	61,4	36	71,8	61,7	36	71,8	166,6
37	73,8	75,3	37	73,8	258,4	37	72,2	48,9	37	73,8	68,6	37	73,8	178,6
38	75,8	43,4	38	75,9	273,9	38	74,2	31,1	38	75,8	89,5	38	75,8	191
39	77,8	32	39	77,8	26,8	39	76,2	17,4	39	77,8	106,7	39	77,8	202,2
40	79,8	17,8	40	79,8	10,6	40	78,2	4,9	40	79,8	123,2	40	79,8	219,3
41	81,8	0,7	41	81,8	1,7	41	80,2	0	41	81,8	136	41	81,8	73,9

42	83,8	0	42	83,8	0	42	82,2	0	42	83,8	150,4	42	83,8	46,5
43	85,8	0	43	85,8	0	43	83,8	0	43	85,8	156,2	43	85,8	33,2
44	87,8	0	44	87,8	0	44	85,8	0	44	87,8	170,3	44	87,8	25,5
45	89,9	0	45	89,8	0	45	87,8	0	45	89,9	185,5	45	89,8	11,4
46	91,9	0	46	91,8	0	46	89,8	0	46	91,9	199,9	46	91,9	0,5
47	93,8	0	47	93,8	0	47	91,8	0	47	93,8	218,4	47	93,8	0
48	95,8	0	48	95,9	0	48	93,8	0	48	95,8	235,4	48	95,9	0
49	97,8	0	49	97,8	0	49	95,9	0	49	97,8	249,8	49	97,8	0
50	99,9	0	50	99,8	0	50	97,8	0	50	99,9	50,7	50	99,8	0

Kepr 1/4 45°

Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	síla x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,7	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,9	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,7	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,7	0
6	11,7	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,7	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,7	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,9	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,7	0	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,9	0	11	21,8	0
12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,9	0	12	23,8	0
13	25,7	0	13	25,8	0	13	25,8	0	13	25,8	0	13	25,8	0
14	27,8	0	14	27,8	0	14	27,8	0	14	27,9	0	14	27,8	0
15	29,8	0	15	29,8	0	15	29,8	0	15	29,8	0	15	29,8	0
16	31,8	0,3	16	31,8	0	16	31,8	0	16	31,8	0	16	31,8	0
17	33,8	1,9	17	33,8	0,2	17	33,8	0	17	33,8	0	17	33,8	1
18	35,8	3,2	18	35,8	1,4	18	35,8	0	18	35,9	0	18	35,8	0,7
19	37,8	4	19	37,8	2,5	19	37,9	0	19	37,9	0,1	19	37,8	2,2
20	39,7	4,1	20	39,8	2,6	20	39,8	0	20	39,8	1,1	20	39,8	3,3
21	41,8	4,9	21	41,8	3,6	21	41,8	0,3	21	41,8	1,9	21	41,8	3,4
22	43,7	6,8	22	43,8	3,3	22	43,8	1,4	22	43,8	3,2	22	43,7	2,6
23	45,8	8,8	23	45,8	3,7	23	45,8	1,8	23	45,8	4,8	23	45,8	4,9
24	47,8	11,5	24	47,8	3,6	24	47,8	2	24	47,8	4,5	24	47,8	7
25	49,7	14,3	25	49,8	5,1	25	49,9	3,3	25	49,9	5,2	25	49,8	9,1
26	51,8	19,2	26	51,8	6,9	26	51,8	3,4	26	51,9	5,9	26	51,8	10,1
27	53,8	24,3	27	53,8	8,7	27	53,8	4,8	27	53,8	7,3	27	53,8	11,9
28	55,7	32,9	28	55,8	10,3	28	55,8	6	28	55,8	9,7	28	55,7	14,8
29	57,8	42,4	29	57,8	14	29	57,8	8	29	57,8	12,2	29	57,8	18,9
30	59,8	54,8	30	59,8	17,9	30	59,8	8,7	30	59,9	16,5	30	59,8	24,4
31	61,8	69	31	61,8	23,7	31	61,8	10,2	31	61,8	20,2	31	61,8	30,3
32	63,8	86,7	32	63,8	31	32	63,8	12,6	32	63,9	24,5	32	63,8	37,8
33	65,7	104	33	65,7	38,5	33	65,8	14,6	33	65,8	32,1	33	65,8	46,3
34	67,8	125,9	34	67,8	49,8	34	67,8	18,2	34	67,8	40,3	34	67,8	58,5
35	69,8	146,1	35	69,8	62,9	35	69,8	23,4	35	69,8	51,3	35	69,8	74,3
36	71,8	166,1	36	71,8	80,4	36	71,8	29,4	36	71,8	64,2	36	71,8	90,7
37	73,8	177,2	37	73,8	97,4	37	73,8	34,8	37	73,8	77,5	37	73,8	107,9
38	75,7	202,8	38	75,9	116,2	38	75,8	42,3	38	75,8	93,3	38	75,8	124,6
39	77,8	219,6	39	77,8	135,9	39	77,8	53,9	39	77,8	110,5	39	77,8	143,3
40	79,7	238,5	40	79,8	154,9	40	79,8	66,9	40	79,8	129,7	40	79,8	159,1
41	81,7	254,5	41	81,8	173,3	41	81,8	82,2	41	81,9	144,8	41	81,8	177,7
42	83,7	269,5	42	83,8	193,5	42	83,8	94,9	42	83,8	164,7	42	83,8	185,5
43	85,7	50,3	43	85,8	212,2	43	85,8	110,1	43	85,8	182,5	43	85,7	206,5
44	87,8	26,8	44	87,8	232,6	44	87,8	127,5	44	87,8	203,1	44	87,8	225,8
45	89,8	17,7	45	89,8	252,1	45	89,9	141,1	45	89,9	218,8	45	89,8	243,8
46	91,7	4,6	46	91,8	269,2	46	92,1	158,2	46	91,9	230,7	46	91,8	266
47	93,8	0,7	47	93,8	286,3	47	93,8	168,5	47	93,8	248,8	47	93,7	283,8
48	95,7	0	48	95,8	0	48	95,8	175	48	95,8	268,9	48	95,8	305,2
49	97,8	0	49	97,8	0	49	97,8	183,9	49	97,8	287,3	50	97,8	310,3
50	99,8	0	50	99,8	0	50	99,8	203,2	50	99,9	302,9	51	101,8	0
51	101,8	0	51	101,8	0	51	101,8	222,4	51	101,8	0	52	103,9	0
52	103,9	0	52	103,9	0	52	103,9	234,8	52	103,9	0	53	105,8	0
53	105,8	0	53	105,8	0	53	105,8	261	53	105,8	0	54	107,8	0
54	107,8	0	54	107,8	0	54	107,8	281,9	54	107,8	0	55	109,7	0
55	109,7	0	55	109,7	0	55	109,7	283,3	55	109,7	0	56	111,8	0
56	111,8	0	56	111,8	0	56	111,8	0	56	111,8	0	57	113,8	0

Kepr 1/4 60°

Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4	Vzorek 5
----------	----------	----------	----------	----------

čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,7	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,7	0
3	6	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,7	0	5	9,8	0	5	9,7	0	5	9,8	0	5	9,8	0
6	11,8	0	6	12,2	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,7	0	8	15,7	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,7	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,7	0	11	21,7	0	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,8	0
13	25,7	0	13	25,8	0	13	25,8	0,6	13	25,8	0	13	25,7	0
14	27,8	0	14	27,7	0,2	14	27,8	1,4	14	27,8	0	14	27,8	0
15	29,8	0,7	15	29,7	1,4	15	29,8	2,1	15	29,8	0	15	29,8	0
16	31,8	1,8	16	31,8	2,3	16	31,8	2,8	16	31,8	1,1	16	31,7	0
17	33,7	2,5	17	33,8	3	17	33,8	3,7	17	33,8	1,3	17	33,8	0
18	35,7	3,8	18	35,8	4,8	18	35,8	5,9	18	35,8	1,1	18	35,7	0
19	37,7	4,8	19	37,8	4,2	19	37,8	7,7	19	37,8	2,9	19	37,8	0,7
20	39,7	6,3	20	39,7	7,4	20	39,8	10,1	20	39,8	4,1	20	39,8	1,2
21	41,7	8,5	21	41,8	7,6	21	41,8	11,8	21	41,8	3,8	21	41,8	1,6
22	43,7	10,6	22	43,8	9,8	22	43,8	15,3	22	43,8	5,6	22	43,8	2,1
23	45,8	13,1	23	45,8	12,5	23	45,8	21	23	45,8	7	23	45,8	3,2
24	47,8	17,1	24	47,8	16,7	24	47,8	29,1	24	47,8	8,5	24	47,8	4,2
25	49,7	21,8	25	49,7	20,5	25	49,7	36,3	25	49,8	9,9	25	49,8	4
26	51,7	28,2	26	51,8	28,1	26	51,8	46	26	51,9	13,1	26	51,8	6,1
27	53,7	36,1	27	53,7	34,4	27	53,7	59,7	27	53,8	15,1	27	53,8	7,4
28	55,7	46,6	28	55,7	42,9	28	55,7	76,2	28	55,8	18,8	28	55,8	8,9
29	57,7	61,6	29	57,8	56,1	29	57,8	94,5	29	57,8	22,9	29	57,8	10,7
30	59,8	74,3	30	59,8	71,8	30	59,8	112,9	30	59,8	30	30	59,8	12,1
31	61,8	91,4	31	61,8	87,7	31	61,8	114,4	31	61,8	38,4	31	61,8	15,9
32	63,7	107,4	32	63,8	105	32	63,8	145,7	32	63,8	47,5	32	63,8	19,9
33	65,7	122,8	33	65,7	123	33	65,7	159,7	33	65,8	60,6	33	65,9	23,2
34	67,7	141,1	34	67,8	140,4	34	67,7	174,8	34	67,8	76,4	34	67,8	34,3
35	69,8	154,2	35	69,8	160,3	35	69,8	190,8	35	69,8	91,8	35	69,8	42,3
36	71,7	170,1	36	71,7	173,3	36	71,7	206,8	36	71,8	106	36	71,8	52,6
37	73,8	185,3	37	73,8	187,8	37	73,8	223,7	37	73,8	122,9	37	73,8	67,6
38	75,7	201	38	75,8	201,6	38	75,8	244,5	38	75,8	139,9	38	75,8	78,6
39	77,7	218,6	39	77,8	220	39	77,8	262,7	39	77,8	149,2	39	77,8	94,2
40	79,8	238,1	40	79,8	240,7	40	79,7	280,8	40	79,8	162,2	40	79,8	112,5
41	81,7	63,8	41	81,7	113,6	41	81,8	22	41	81,8	170	41	81,8	127,8
42	83,7	35,9	42	83,8	24,5	42	83,8	13,2	42	83,8	186,5	42	83,7	139,4
43	85,7	25,8	43	85,8	5,5	43	85,8	4,1	43	85,8	200,6	43	85,8	155,4
44	87,7	11,8	44	87,8	3	44	87,8	0	44	88,3	224,1	44	87,8	170,5
45	89,8	0	45	89,8	0,4	45	89,8	0	45	89,8	234,6	45	89,8	179,5
46	91,7	0	46	91,8	0	46	91,7	0	46	91,8	91,1	46	91,8	191,8
47	93,8	0	47	93,8	0	47	93,8	0	47	93,8	27,1	47	93,8	204,4
48	95,8	0	48	95,8	0	48	95,8	0	48	95,8	11,8	48	95,7	220,3
49	97,8	0	49	97,8	0	49	97,8	0	49	97,8	2,9	49	97,8	238,6
50	99,9	0	50	99,9	0	50	99,9	0	50	99,9	0	50	99,7	33,3

Kepr 1/4 75°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	2,8	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	4,8	0	2	3,8	0	2	3,7	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	6,8	0	3	5,8	0	3	5,7	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	8,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,8	0	5	10,8	0	5	9,8	0	5	9,7	0	5	9,8	0
6	11,8	0	6	12,8	0	6	11,8	0	6	11,7	1,1	6	11,8	0
7	13,8	0,3	7	14,8	0	7	13,8	0	7	13,8	1,6	7	13,8	0
8	15,8	1,2	8	16,8	0	8	15,8	0,4	8	15,7	2,7	8	15,8	0
9	17,8	2,2	9	18,8	0	9	17,8	1,3	9	18,1	4,8	9	17,8	0,6
10	19,8	2,8	10	20,8	0,7	10	19,8	1,6	10	19,7	6,6	10	19,8	0,8
11	21,8	4,4	11	22,8	1,9	11	21,8	2,7	11	21,7	9,4	11	21,8	1,8
12	23,8	5,5	12	24,8	3,3	12	23,9	4,6	12	23,7	12,9	12	23,8	2,5
13	25,8	7,6	13	26,7	3,3	13	25,8	6,7	13	25,7	17	13	25,8	3,6
14	27,8	10,7	14	28,8	4,4	14	27,8	8,8	14	27,8	22,2	14	27,8	5,7
15	29,8	13,6	15	30,8	5,5	15	29,8	13,6	15	29,7	30,4	15	29,8	7,6

16	31,8	17,9	16	32,7	7,5	16	31,8	17,8	16	31,7	40,5	16	31,8	9,9
17	33,8	24,9	17	34,9	8,4	17	33,8	23,8	17	33,8	51,1	17	33,8	12,4
18	36	32,7	18	36,8	11,4	18	35,8	31,6	18	35,8	59,6	18	35,8	15,2
19	37,9	45,2	19	38,8	15,1	19	37,8	39,1	19	37,8	84,2	19	37,9	17
20	39,9	58,6	20	40,8	19,2	20	39,8	49,7	20	39,7	104,1	20	39,8	25,2
21	41,8	74,7	21	42,8	25,1	21	41,8	62,6	21	41,7	122	21	41,8	32,5
22	43,8	91,4	22	44,8	32,2	22	43,8	80	22	43,8	144,4	22	43,8	41,3
23	45,8	111	23	46,8	42,6	23	45,8	96,9	23	45,8	75,5	23	45,8	53,5
24	47,8	128,8	24	48,8	54,2	24	47,8	115	24	47,8	60	24	47,8	66,6
25	49,9	70,9	25	50,8	66,1	25	49,8	132,8	25	49,7	49,5	25	49,9	81,5
26	51,8	88,4	26	52,8	81	26	51,8	72	26	51,7	39,1	26	51,9	98,4
27	53,8	91,8	27	54,8	98,2	27	53,8	89,3	27	53,7	25,1	27	53,8	114,4
28	55,8	108,1	28	56,8	115,5	28	55,8	105,5	28	55,7	13,9	28	55,8	128,4
29	57,8	124	29	58,7	134,2	29	57,8	100,3	29	57,7	8,2	29	57,8	147,7
30	59,8	138,8	30	60,8	150,9	30	60	38,5	30	59,7	5,5	30	59,8	84,4
31	61,8	153,4	31	62,8	168,2	31	61,8	32,4	31	61,7	0,8	31	61,8	81,4
32	63,8	168,5	32	64,8	54,8	32	63,9	18,4	32	63,8	0	32	63,8	80,9
33	65,8	7,7	33	66,7	46,9	33	65,8	10,3	33	65,7	0	33	65,8	50,5

Kepr 1/4 90°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,7	0	1	1,7	0	1	1,8	0
2	3,8	2,3	2	3,7	1,8	2	3,8	2,3	2	3,7	2,6	2	3,8	1,1
3	5,8	5,2	3	5,8	6,1	3	5,8	5,5	3	5,8	8,3	3	5,8	5,9
4	7,8	10,4	4	7,8	13,6	4	7,8	9,9	4	7,8	18,7	4	7,8	13,9
5	9,8	24	5	9,8	29,6	5	9,8	24	5	9,8	39,1	5	9,8	31,7
6	11,8	50,2	6	11,8	59,2	6	11,8	51,6	6	11,7	70,8	6	11,8	60,7
7	13,8	90,8	7	13,8	104,8	7	13,8	95,5	7	13,8	108,8	7	13,8	105,4
8	15,8	134,1	8	15,7	156,2	8	15,8	145,4	8	15,7	151,9	8	15,8	155,2
9	17,8	190	9	17,8	213,1	9	17,8	201,1	9	17,8	200,9	9	17,8	213,5
10	19,8	241,1	10	19,8	269,3	10	19,8	262	10	19,8	243,2	10	19,8	272,8
11	21,8	284,7	11	21,8	239,9	11	21,8	265,4	11	21,7	232,5	11	21,8	230,1
12	23,8	266,8	12	23,8	164,6	12	23,8	203,3	12	23,8	152,5	12	23,8	150

Atlas 1/4 (2) 0°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,8	1,4	2	3,8	5,4	2	3,8	2,5	2	3,8	2,6	2	3,7	1,8
3	5,8	7,1	3	5,8	14,2	3	5,8	7,7	3	5,8	6,2	3	5,7	7,3
4	7,8	14,5	4	7,8	31,4	4	7,8	17,4	4	7,8	14,7	4	7,8	14,6
5	9,8	32,7	5	9,8	60,7	5	9,8	34,2	5	9,8	31,4	5	9,8	31,4
6	11,8	62,7	6	11,8	101,2	6	11,8	57,1	6	11,8	58,8	6	11,7	61,1
7	13,8	104,4	7	13,8	145,2	7	13,8	93,7	7	13,8	102,4	7	13,8	102
8	15,8	149,9	8	15,8	190,2	8	15,8	137,4	8	15,8	155,8	8	15,8	148
9	17,8	195,3	9	17,8	241	9	17,8	179,3	9	17,9	208,8	9	17,8	194,3
10	19,8	242,2	10	19,8	206,8	10	19,8	215,1	10	19,8	254,1	10	19,7	242,4
11	21,8	291,8	11	21,8	168	11	21,8	232,3	11	21,8	297,9	11	21,7	297,7
12	23,9	161,1	12	23,9	118,1	12	23,9	280,7	12	23,8	278,4	12	23,8	200,5
13	25,8	46,7	13	25,8	54	13	25,7	307,9	13	25,8	117,9	13	25,7	110,6
14	27,9	54,2	14	27,8	33,2	14	27,8	211,2	14	27,8	71,2	14	27,8	75,7

Atlas 1/4 (2) 15°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,9	0	2	3,7	0	2	3,9	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,9	0	4	7,8	0	4	7,9	0
5	9,8	0	5	9,7	0	5	9,9	0	5	9,7	0,3	5	9,8	0
6	11,8	0	6	11,8	0,2	6	11,8	0	6	11,8	1,8	6	11,9	0

7	13,8	0	7	13,7	1,6	7	13,8	1,2	7	13,8	4,7	7	13,8	0
8	15,9	1,6	8	15,8	2,3	8	15,8	1,8	8	15,8	7,4	8	15,9	0
9	17,9	1,8	9	17,7	4,3	9	17,9	3,7	9	17,8	10	9	17,8	1,8
10	19,8	4,8	10	19,7	7,3	10	19,8	5,3	10	19,9	14,7	10	19,8	3,4
11	21,8	6,7	11	21,7	10,7	11	21,9	8,8	11	21,8	19,8	11	21,8	4,3
12	23,9	8,9	12	23,8	15,2	12	23,9	12,2	12	23,8	27	12	23,9	5,8
13	25,8	13,1	13	25,8	21,4	13	25,8	16,8	13	25,7	41	13	25,8	8,7
14	27,8	17,7	14	27,8	28,5	14	27,8	22,9	14	27,8	50,6	14	27,9	11,1
15	29,7	23,6	15	29,7	37,9	15	29,8	32,4	15	29,7	65,9	15	29,8	16,3
16	31,8	29,7	16	31,8	53,7	16	31,9	45,1	16	31,8	78,5	16	31,9	21,1
17	33,8	37,8	17	33,8	69,5	17	33,9	57,8	17	33,8	95,9	17	33,9	30
18	35,8	47,7	18	35,7	87	18	35,9	74,3	18	35,8	111,6	18	35,8	40,9
19	37,8	56,3	19	37,7	102,9	19	37,8	92,2	19	37,7	72,9	19	37,8	51,2
20	39,8	64,5	20	39,7	122,1	20	39,8	111,6	20	39,7	81	20	39,8	65,5
21	41,8	78,2	21	41,7	45,8	21	41,8	133	21	41,7	94,4	21	41,8	81,8
22	43,8	88,9	22	43,7	57,5	22	43,9	154	22	43,7	105,9	22	43,9	99,4
23	45,8	102,2	23	45,8	57	23	45,9	66,1	23	45,7	116,7	23	45,9	120,9
24	47,8	115,5	24	47,7	39,8	24	47,8	80,8	24	47,7	93,3	24	47,9	140,9
25	49,8	125,8	25	49,7	35,9	25	49,8	105,5	25	49,8	97,4	25	49,8	162,6
26	51,8	137,7	26	51,8	18,9	26	51,9	51	26	51,8	98,4	26	51,8	177,5
27	53,8	151	27	53,7	7,4	27	53,8	29	27	53,8	93,9	27	53,8	61,1
28	55,8	77,6	28	55,8	3,6	28	55,8	15,6	28	55,7	42,3	28	55,8	58

Atlas 1/4 (2) 30°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,7	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,7	0	4	7,8	0	4	7,9	0	4	7,9	0
5	9,8	0	5	9,7	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0
6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,9	0
7	13,8	0	7	13,7	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,9	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,9	0	10	19,8	0,7	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,8	0	11	21,7	2,2	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,8	0	12	23,8	2,2	12	23,9	0	12	23,9	0	12	23,9	0
13	25,8	0	13	25,7	3,4	13	25,8	0,6	13	25,8	0	13	25,8	0
14	27,8	0	14	27,8	4,8	14	27,8	1,9	14	27,8	0	14	27,8	0,6
15	29,8	0	15	29,7	5,7	15	29,8	3,7	15	29,8	0	15	29,8	1,8
16	31,8	1	16	31,7	7,2	16	31,8	4,7	16	31,8	0	16	31,8	3,1
17	33,8	1,9	17	33,7	9,7	17	33,8	6,3	17	33,8	0	17	33,8	3,8
18	35,8	2,9	18	35,7	12,8	18	35,8	8,6	18	35,8	0,7	18	35,8	4,6
19	37,8	3,3	19	37,7	17,3	19	37,8	11,3	19	37,8	1,4	19	37,8	5,8
20	39,8	4,7	20	39,7	23,3	20	39,8	15,9	20	39,8	2,6	20	39,8	8,2
21	41,8	5,8	21	41,7	29,8	21	41,8	20,3	21	41,8	3,7	21	41,8	10,9
22	43,8	7,4	22	43,8	40,8	22	43,8	27	22	43,8	4,7	22	43,9	14,8
23	45,8	9,6	23	45,8	52,3	23	45,8	37,4	23	45,8	7,6	23	45,8	19,4
24	47,8	12,6	24	47,7	65,7	24	47,8	47,4	24	47,8	9,6	24	47,8	24,9
25	49,8	16,4	25	49,7	82,2	25	49,8	60,3	25	49,8	11,5	25	49,8	34
26	51,8	20,4	26	51,7	100,6	26	51,8	76,2	26	51,8	15,5	26	51,8	43
27	53,8	27,5	27	53,7	121,4	27	53,8	93,3	27	53,8	20,3	27	53,8	55,5
28	55,8	35,5	28	55,7	141,2	28	55,8	112	28	55,8	25,2	28	55,8	71
29	57,8	45,5	29	57,7	162,8	29	57,8	134	29	57,8	33	29	57,8	85,4
30	59,8	57,2	30	59,7	184,1	30	59,8	155,7	30	59,8	43,3	30	59,8	105,4
31	61,8	70,9	31	61,8	201,7	31	61,8	177,2	31	61,8	53,1	31	61,8	124,1
32	63,8	85,2	32	63,7	67,6	32	63,9	99	32	63,8	65,5	32	63,8	143,5
33	65,8	101,3	33	65,7	62,2	33	65,8	106,6	33	65,8	79,1	33	65,8	161,3
34	67,8	118,6	34	67,7	39,9	34	67,8	71	34	67,8	96	34	67,8	177,3
35	69,8	138,5	35	69,7	26,3	35	69,8	31,4	35	69,8	114,4	35	69,8	191,3
36	71,8	157,8	36	71,8	11,5	36	71,8	15,1	36	71,8	132,2	36	71,8	98,8
37	73,8	175,1	37	73,8	7,4	37	73,8	10	37	73,8	151,8	37	73,8	85,9
38	75,8	194,7	38	75,8	3,7	38	75,8	8,2	38	75,8	169,9	38	75,8	43,1
39	77,8	211,3	39	77,8	0	39	77,8	2,8	39	77,8	185,5	39	77,9	25,9
40	79,8	55,5	40	79,8	0	40	79,8	0	40	79,8	72,8	40	79,8	9,6

Atlas 1/4 (2) 45°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		

čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,7	0
2	3,9	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,9	0	2	3,8	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,8	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,9	0	5	9,8	0
6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,8	0
7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0	7	13,8	0
8	15,8	0	8	15,9	0	8	15,8	0	8	15,9	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,9	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,9	0	10	19,8	0
11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,9	0	12	23,9	0	12	23,8	0	12	23,9	0	12	23,8	0
13	25,8	0	13	25,8	0	13	25,8	0	13	25,8	0	13	25,8	0
14	27,8	0	14	27,8	0	14	27,8	0	14	27,8	0	14	27,8	0
15	29,8	0	15	29,8	0	15	29,7	0	15	29,8	0	15	29,8	0
16	31,8	0,1	16	31,8	0	16	31,8	0	16	31,8	0	16	31,8	0
17	33,8	1,2	17	33,8	0,9	17	33,8	0	17	33,8	0	17	33,8	1,5
18	35,8	1,8	18	35,8	2,5	18	35,8	0	18	35,9	0	18	35,8	2,4
19	37,8	2,7	19	37,8	3,1	19	37,8	0,6	19	37,8	0,8	19	37,7	3,9
20	39,8	3,9	20	39,8	3,4	20	39,7	0,9	20	39,8	1,2	20	39,7	3,9
21	41,8	4	21	41,8	5	21	41,8	2,9	21	41,8	3	21	41,8	5,5
22	43,8	5	22	43,8	8,3	22	43,8	4,2	22	43,8	3,3	22	43,7	7
23	45,8	5,5	23	45,8	11,2	23	45,8	4,8	23	45,8	3,9	23	45,9	9
24	47,8	7,6	24	47,8	14,8	24	47,7	5,6	24	47,8	5,2	24	47,9	12,8
25	49,8	10,3	25	49,8	20,5	25	49,8	8,3	25	49,8	6,1	25	49,9	16,6
26	51,9	12,3	26	51,9	25,5	26	51,8	10,7	26	51,9	7,9	26	51,8	20,6
27	53,8	16,3	27	53,8	33,1	27	53,8	14	27	53,8	11	27	53,8	27,5
28	55,8	20,7	28	55,8	41	28	55,8	17,2	28	55,8	15,2	28	55,8	35,5
29	57,8	26	29	57,8	50,7	29	57,7	22,5	29	57,8	20,1	29	57,8	46,6
30	59,8	32,5	30	59,8	64,4	30	59,7	28,9	30	59,8	25,1	30	59,8	60,2
31	61,8	41,4	31	61,8	79,5	31	61,8	36,5	31	61,8	31,5	31	61,8	73,2
32	63,9	52,8	32	63,9	95,9	32	63,7	48,9	32	63,9	41,5	32	63,8	91
33	65,8	64,4	33	65,8	115,5	33	65,7	59,4	33	65,8	51,4	33	65,8	110,5
34	67,8	78,9	34	67,8	131,9	34	67,8	73,7	34	67,8	63,3	34	67,8	131,3
35	69,8	95,9	35	69,8	151,3	35	69,8	90,6	35	69,8	79,2	35	69,8	152,9
36	71,8	112,4	36	71,8	167,7	36	71,8	107,7	36	71,8	95	36	71,8	172,9
37	73,8	132,5	37	73,8	184	37	73,8	127,3	37	73,8	113,9	37	73,8	192,4
38	75,9	152	38	75,8	200,4	38	75,8	147,7	38	75,8	132,2	38	75,8	210,7
39	77,8	170,8	39	77,8	214,1	39	77,7	169,2	39	77,9	152,7	39	77,8	228,8
40	79,8	189,5	40	79,8	218,5	40	79,8	189,4	40	79,8	171,8	40	79,8	247
41	81,9	208,7	41	81,8	227	41	81,8	207,8	41	81,9	191,4	41	81,8	262,2
42	83,8	224,6	42	83,8	232,2	42	83,8	226,2	42	83,8	206,8	42	83,8	275,6
43	85,8	237	43	85,8	242,2	43	85,8	245,1	43	85,8	219,7	43	85,8	289
44	87,8	244,4	44	87,8	247,7	44	87,8	258,3	44	87,8	230,7	44	87,8	28,5
45	89,8	254,7	45	89,8	258,8	45	89,8	268,9	45	89,8	236,6	45	89,8	15,3
46	91,8	265	46	91,8	1,3	46	91,8	280,6	46	91,8	248,2	46	91,8	8,5
47	93,8	273,3	47	93,8	0	47	93,7	297,8	47	93,8	265,1	47	93,7	3,3
48	95,8	52,3	48	95,8	0	48	95,8	29,6	48	95,8	2	48	95,8	0,7

Atlas 1/4 (2) 60°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,9	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,7	0	2	3,8	0
3	5,7	0	3	5,9	0	3	5,8	0	3	5,7	0	3	5,9	0
4	7,8	0	4	7,9	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0
5	9,7	0	5	9,9	0	5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,8	0
6	11,7	0	6	11,8	0	6	11,7	0	6	11,8	0	6	11,8	0
7	13,7	0	7	13,9	0	7	13,8	0	7	13,7	0	7	13,8	0
8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0	8	15,8	0
9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0	9	17,8	0
10	19,8	0	10	19,9	0	10	19,8	0	10	19,8	0	10	19,8	0
11	21,8	0	11	21,8	0	11	21,8	1,1	11	21,8	0	11	21,8	0
12	23,8	0	12	23,8	0	12	23,8	2,8	12	23,8	0	12	23,9	0
13	25,8	0	13	25,9	0	13	25,8	4	13	25,7	0,4	13	25,8	0
14	27,8	1,3	14	27,8	0	14	27,8	6,5	14	27,7	1,5	14	27,8	0
15	29,7	2,9	15	29,8	0,8	15	29,8	8	15	29,7	2,3	15	29,8	0
16	31,8	4,4	16	31,8	1,9	16	31,8	12	16	31,8	4,4	16	31,8	0,3
17	33,8	6,4	17	33,8	2,6	17	33,8	16,3	17	33,8	6,4	17	33,8	1

18	35,8	8,5	18	35,9	3	18	35,8	21,3	18	35,7	8,2	18	35,8	1,8
19	37,7	11,2	19	37,9	3,7	19	37,8	30,4	19	37,7	9,6	19	37,8	3
20	39,8	14,9	20	39,8	5,4	20	39,8	42	20	39,7	13	20	39,8	4,8
21	41,7	18,8	21	41,8	5,9	21	41,8	55,2	21	41,7	16,3	21	41,8	6,4
22	43,7	25,7	22	43,8	6,9	22	43,8	72,1	22	43,7	20,4	22	43,8	8,7
23	45,8	35,2	23	45,9	9,2	23	45,8	89,1	23	45,8	27,4	23	45,8	11,5
24	47,8	47	24	47,8	11,5	24	47,8	112,3	24	47,7	35,8	24	47,8	14,5
25	49,7	60,1	25	49,9	15,3	25	49,8	133	25	49,7	45,4	25	49,8	17,6
26	51,8	73,7	26	51,8	19,4	26	51,8	157,6	26	51,7	56,1	26	51,9	23
27	53,7	88,9	27	53,8	24,5	27	53,8	179	27	53,7	71,2	27	53,8	29,6
28	55,7	106,8	28	55,9	32,3	28	55,8	76,8	28	55,7	87	28	55,8	41,4
29	57,7	126,9	29	57,8	41,1	29	57,8	80,7	29	57,7	103,3	29	57,8	51,6
30	59,7	147,4	30	59,8	50,3	30	59,8	91,8	30	59,7	122,4	30	59,8	64,8
31	61,7	163,7	31	61,9	63,3	31	61,8	29,2	31	61,8	143,2	31	61,9	79
32	63,8	183,5	32	63,8	76,2	32	63,8	11,5	32	63,8	161,1	32	63,8	94
33	65,7	206,6	33	65,9	91,7	33	65,8	5,5	33	65,7	180,9	33	65,8	112,7
34	67,7	223,5	34	67,8	107,2	34	67,8	0	34	67,7	198,1	34	67,8	132,9
35	69,7	75,4	35	69,8	124,4	35	69,8	0	35	69,8	210,9	35	69,8	154,7
36	71,8	41,4	36	71,9	142,2	36	71,9	0	36	71,8	102,9	36	71,8	173,7
37	73,8	22,7	37	73,8	160,7	37	73,8	0	37	73,7	75,4	37	73,8	72,8
38	75,8	14,7	38	75,9	178,4	38	75,9	0	38	75,8	51,1	38	75,9	87,3
39	77,7	10,3	39	77,9	195,5	39	77,9	0	39	77,7	30,3	39	77,8	76,3
40	79,8	4,1	40	79,8	208,8	40	79,8	0	40	79,7	14	40	79,8	48,4
41	81,8	0	41	81,9	46	41	81,9	0	41	81,7	9,2	41	81,8	28,5

Atlas 1/4 (2) 75°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0	1	1,8	0
2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,8	0	2	3,9	0
3	5,8	0	3	5,8	0	3	5,7	0	3	5,8	0	3	5,9	0
4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0	4	7,8	0,2	4	7,8	0
5	9,8	0	5	9,8	0	5	9,7	0	5	9,8	1,3	5	9,8	0
6	11,8	0	6	11,8	0	6	11,7	0	6	11,8	1,8	6	11,8	0
7	13,8	0,8	7	13,8	1,1	7	13,7	0,6	7	13,8	3,6	7	13,8	0
8	15,8	2,2	8	15,8	3,6	8	15,8	2,1	8	15,8	5,5	8	15,8	0
9	17,8	4,8	9	17,8	5,9	9	17,7	3,3	9	17,8	8,7	9	17,8	0
10	19,8	8,3	10	19,8	9,8	10	19,7	4,1	10	19,8	12,5	10	19,9	0
11	21,8	10,7	11	21,9	12,5	11	21,8	7,4	11	21,8	17,4	11	21,8	0,4
12	23,8	15,7	12	23,9	18	12	23,8	8,7	12	23,8	23,4	12	23,9	1,1
13	25,8	20,9	13	25,8	24,3	13	25,8	11,2	13	25,8	32,9	13	25,8	2,6
14	27,8	26,6	14	27,8	32,3	14	27,8	14,8	14	27,8	43,5	14	27,8	3
15	29,8	35,7	15	29,8	44,2	15	29,7	19,6	15	29,8	56,4	15	29,8	5,3
16	31,8	43,7	16	31,8	55,9	16	31,8	22,2	16	31,8	69,3	16	31,8	6,5
17	33,8	55,9	17	33,9	71	17	33,8	29,6	17	33,8	85,1	17	33,8	9,7
18	35,8	71,1	18	35,8	87	18	35,8	39,2	18	35,8	100,7	18	35,9	12,3
19	37,8	87,6	19	37,8	102,2	19	37,7	51,8	19	37,8	51,4	19	37,9	15,5
20	39,7	104,8	20	39,8	121	20	39,7	67,7	20	39,8	49,2	20	39,8	19,3
21	41,8	124,4	21	41,8	140,7	21	41,7	83	21	41,8	54,7	21	41,8	24,6
22	43,8	145,9	22	43,8	73,3	22	43,8	97,6	22	43,8	53,6	22	43,8	33
23	45,8	72,4	23	45,9	62,5	23	45,8	112,7	23	45,8	53,2	23	45,8	44,9
24	47,8	62	24	47,8	67	24	47,8	131,1	24	47,8	47,5	24	47,8	58,8
25	49,8	40,8	25	49,8	42,6	25	49,7	60,1	25	49,8	35,5	25	49,8	70,7
26	51,8	14,8	26	51,8	28,6	26	51,8	66,2	26	51,8	13,3	26	51,9	84,5
27	53,8	4,5	27	53,8	16,6	27	53,8	79,8	27	53,8	3,7	27	53,8	98,8
28	55,8	2,4	28	55,8	12,2	28	55,8	91,4	28	55,8	0,3	28	55,8	112,8
29	57,8	0,2	29	57,8	11,8	29	57,7	104,7	29	57,8	0	29	57,8	129,1
30	59,8	0	30	59,8	10,1	30	59,7	125,4	30	59,7	0	30	59,8	65,9
31	61,8	0	31	61,9	4,8	31	61,7	137,2	31	61,8	0	31	61,9	68,8
32	63,8	0	32	63,8	0	32	63,8	142,2	32	63,8	0	32	63,8	63,1
33	65,8	0	33	65,8	0	33	65,8	152,5	33	65,8	0	33	65,9	51,4
34	67,8	0	34	67,8	0	34	67,7	111,1	34	67,7	0	34	67,8	18,5

S

Atlas 1/4 (2) 90°														
Vzorek 1			Vzorek 2			Vzorek 3			Vzorek 4			Vzorek 5		
čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]	čas [s]	poloha x [mm]	sila x [N]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,9	0	1	1,8	0	1	1,7	0	1	1,8	0	1	1,8	0

2	3,9	3,7	2	3,8	1,8	2	3,7	1,4	2	3,8	1,3	2	3,8	4,3
3	5,9	14	3	5,8	11,3	3	5,8	5,8	3	5,8	5,6	3	5,8	13,9
4	7,9	33,4	4	7,8	27,9	4	7,8	12	4	7,8	16,1	4	7,8	34,8
5	9,8	66,2	5	9,8	56,8	5	9,8	28	5	9,7	39,3	5	9,8	69,5
6	11,8	109,7	6	11,8	96,6	6	11,8	54	6	11,7	76,3	6	11,8	113,1
7	13,8	163,3	7	13,8	148,5	7	13,8	92,3	7	13,8	122,4	7	13,8	155,5
8	15,8	213,7	8	15,8	197	8	15,8	142,9	8	15,8	173,4	8	15,8	211,7
9	17,8	264	9	17,8	250,8	9	17,8	197	9	17,8	231,2	9	17,8	261,1
10	19,9	239,7	10	19,8	298	10	19,7	241,5	10	19,7	289,1	10	19,8	231,8
11	21,8	201,9	11	21,8	238,2	11	21,8	281,5	11	21,8	300,1	11	21,8	157
12	23,8	85	12	23,8	136,8	12	23,8	191,6	12	23,8	117,3	12	23,8	118,8

Příloha 2: Naměřené hodnoty Poissonova poměru

Plátno 1/1 0°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε _x [-]	ε _y [-]	μ [-]
1	10000	10000	11961	9216	0,1961	-0,0784	0,399796
2	10000	10000	10954	9788	0,0954	-0,0212	0,222222
3	10000	10000	11876	8159	0,1876	-0,1841	0,981343
4	10000	10000	11031	8455	0,1031	-0,1545	1,498545
5	10000	10000	11538	9343	0,1538	-0,0657	0,427178

Plátno 1/1 15°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε _x [-]	ε _y [-]	μ [-]
1	10000	10000	13420	3627	0,342	-0,6373	1,86345
2	10000	10000	13491	3662	0,3491	-0,6338	1,815526
3	10000	10000	13384	2993	0,3384	-0,7007	2,070626
4	10000	10000	13392	3398	0,3392	-0,6602	1,946344
5	10000	10000	13947	3762	0,3947	-0,6238	1,580441

Plátno 1/1 30°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε _x [-]	ε _y [-]	μ [-]
1	10000	10000	14195	3310	0,4195	-0,669	1,594756
2	10000	10000	14285	3213	0,4285	-0,6787	1,583897
3	10000	10000	14016	3381	0,4016	-0,6619	1,648157
4	10000	10000	15472	3195	0,5472	-0,6805	1,243604
5	10000	10000	14962	3255	0,4962	-0,6745	1,359331

Plátno 1/1 45°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε _x [-]	ε _y [-]	μ [-]
1	10000	10000	14764	3081	0,4764	-0,6919	1,452351
2	10000	10000	14688	3275	0,4688	-0,6725	1,434514
3	10000	10000	14794	3169	0,4794	-0,6831	1,424906
4	10000	10000	14583	3275	0,4583	-0,6725	1,467379
5	10000	10000	15046	3255	0,5046	-0,6745	1,336702

Plátno 1/1 60°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε _x [-]	ε _y [-]	μ [-]

1	10000	10000	13678	3228	0,3678	-0,6772	1,841218
2	10000	10000	14265	3404	0,4265	-0,6596	1,546542
3	10000	10000	14333	3522	0,4333	-0,6478	1,495038
4	10000	10000	13420	3486	0,342	-0,6514	1,904678
5	10000	10000	14442	3345	0,4442	-0,6655	1,498199
Plátno 1/1 75°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε_x [-]	ε_y [-]	μ [-]
1	10000	10000	12364	3134	0,2364	-0,6866	2,904399
2	10000	10000	12817	3644	0,2817	-0,6356	2,256301
3	10000	10000	12254	3693	0,2254	-0,6307	2,798137
4	10000	10000	13102	3382	0,3102	-0,6618	2,133462
5	10000	10000	12530	3195	0,253	-0,6805	2,689723

Plátno 1/1 90°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε_x [-]	ε_y [-]	μ [-]
1	10000	10000	11153	8511	0,1153	-0,1489	1,291414
2	10000	10000	11236	8875	0,1236	-0,1125	0,910194
3	10000	10000	11201	9016	0,1201	-0,0984	0,819317
4	10000	10000	11095	8769	0,1095	-0,1231	1,124201
5	10000	10000	11158	9047	0,1158	-0,0953	0,822971

Atlas 1/2 0°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε_x [-]	ε_y [-]	μ [-]
1	10000	10000	13174	9650	0,3174	-0,035	0,110271
2	10000	10000	12426	9851	0,2426	-0,0149	0,061418
3	10000	10000	12384	9555	0,2384	-0,0445	0,186661
4	10000	10000	12716	9755	0,2716	-0,0245	0,090206
5	10000	10000	12046	9509	0,2046	-0,0491	0,23998

Atlas 1/2 15°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε_x [-]	ε_y [-]	μ [-]
1	10000	10000	13971	3492	0,3971	-0,6508	1,638882
2	10000	10000	13913	3803	0,3913	-0,6197	1,583695
3	10000	10000	14793	3463	0,4793	-0,6537	1,363864
4	10000	10000	14618	3345	0,4618	-0,6655	1,4411
5	10000	10000	14935	3204	0,4935	-0,6796	1,377102

Atlas 1/2 30°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ε_x [-]	ε_y [-]	μ [-]
1	10000	10000	15358	3240	0,5358	-0,676	1,261665
2	10000	10000	15091	3399	0,5091	-0,6601	1,296602
3	10000	10000	16696	3240	0,6696	-0,676	1,009558
4	10000	10000	15874	3302	0,5874	-0,6698	1,140279
5	10000	10000	16265	3253	0,6265	-0,6747	1,076935

Atlas 1/2 45°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	17667	2917	0,7667	-0,7083	0,923829
2	10000	10000	16379	2817	0,6379	-0,7183	1,126039
3	10000	10000	16407	2846	0,6407	-0,7154	1,116591
4	10000	10000	17146	2941	0,7146	-0,7059	0,987825
5	10000	10000	16555	2923	0,6555	-0,7077	1,079634

Atlas 1/2 60°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	15878	2890	0,5878	-0,711	1,209595
2	10000	10000	16335	3093	0,6335	-0,6907	1,090292
3	10000	10000	15233	3111	0,5233	-0,6889	1,316453
4	10000	10000	16767	3204	0,6767	-0,6796	1,004286
5	10000	10000	16272	3255	0,6272	-0,6745	1,075415

Atlas 1/2 75°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	13748	3499	0,3748	-0,6501	1,734525
2	10000	10000	14201	4397	0,4201	-0,5603	1,33373
3	10000	10000	13413	3639	0,3413	-0,6361	1,863756
4	10000	10000	14230	3451	0,423	-0,6549	1,548227
5	10000	10000	14864	2923	0,4864	-0,7077	1,454975

Atlas 1/2 90°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	12679	9301	0,2679	-0,0699	0,260918
2	10000	10000	12891	8836	0,2891	-0,1164	0,402629
3	10000	10000	13017	8963	0,3017	-0,1037	0,343719
4	10000	10000	12962	9157	0,2962	-0,0843	0,284605
5	10000	10000	12196	9428	0,2196	-0,0572	0,260474

Kepr 1/4 0°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	12124	9839	0,2124	-0,0161	0,0758
2	10000	10000	11976	9227	0,1976	-0,0773	0,391194
3	10000	10000	12152	9755	0,2152	-0,0245	0,113848
4	10000	10000	11652	9567	0,1652	-0,0433	0,262107
5	10000	10000	11906	9826	0,1906	-0,0174	0,091291

Kepr 1/4 15°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	12856	3727	0,2856	-0,6273	2,196429

2	10000	10000	14353	3081	0,4353	-0,6919	1,589479
3	10000	10000	12540	3733	0,254	-0,6267	2,467323
4	10000	10000	14666	2832	0,4666	-0,7168	1,536219
5	10000	10000	15041	2888	0,5041	-0,7112	1,410831

Kepr 1/4 30°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	14499	2758	0,4499	-0,7242	1,609691
2	10000	10000	15680	2875	0,568	-0,7125	1,254401
3	10000	10000	14661	2637	0,4661	-0,7363	1,579704
4	10000	10000	15929	2840	0,5929	-0,716	1,207624
5	10000	10000	15980	2535	0,598	-0,7465	1,248328

Kepr 1/4 45°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	15041	2289	0,5041	-0,7711	1,529657
2	10000	10000	15300	2409	0,53	-0,7591	1,432264
3	10000	10000	16483	2409	0,6483	-0,7591	1,170909
4	10000	10000	16018	2494	0,6018	-0,7506	1,247258
5	10000	10000	15680	2748	0,568	-0,7252	1,276761

Kepr 1/4 60°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	14734	2113	0,4734	-0,7887	1,666033
2	10000	10000	16642	2289	0,6642	-0,7711	1,160945
3	10000	10000	16695	2536	0,6695	-0,7464	1,114862
4	10000	10000	16652	2748	0,6652	-0,7252	1,090198
5	10000	10000	17160	2748	0,716	-0,7252	1,012849

Kepr 1/4 75°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	13525	3044	0,3525	-0,6956	1,973333
2	10000	10000	14230	3134	0,423	-0,6866	1,623168
3	10000	10000	14230	3275	0,423	-0,6725	1,589835
4	10000	10000	12280	3382	0,228	-0,6618	2,902632
5	10000	10000	13494	3296	0,3494	-0,6704	1,918718

Kepr 1/4 90°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	12214	8751	0,2214	-0,1249	0,564137
2	10000	10000	11792	8709	0,1792	-0,1291	0,720424
3	10000	10000	11769	9179	0,1769	-0,0821	0,464104
4	10000	10000	11718	9281	0,1718	-0,0719	0,41851
5	10000	10000	12581	9078	0,2581	-0,0922	0,357226

Atlas 1/4 (2) 0°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	16183	9078	0,6183	-0,0922	0,149119
2	10000	10000	15168	9889	0,5168	-0,0111	0,021478
3	10000	10000	14813	9940	0,4813	-0,006	0,012466
4	10000	10000	15219	9788	0,5219	-0,0212	0,040621
5	10000	10000	15625	9737	0,5625	-0,0263	0,046756

Atlas 1/4 (2) 15°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	16441	4016	0,6441	-0,5984	0,929048
2	10000	10000	16357	4185	0,6357	-0,5815	0,91474
3	10000	10000	16230	3889	0,623	-0,6111	0,980899
4	10000	10000	14750	4397	0,475	-0,5603	1,179579
5	10000	10000	15976	3509	0,5976	-0,6491	1,086178

Atlas 1/4 (2) 30°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	17523	3199	0,7523	-0,6801	0,904028
2	10000	10000	16701	3404	0,6701	-0,6596	0,984331
3	10000	10000	17493	3316	0,7493	-0,6684	0,892033
4	10000	10000	17611	3287	0,7611	-0,6713	0,882013
5	10000	10000	17787	3433	0,7787	-0,6567	0,843329

Atlas 1/4 (2) 45°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	18111	2789	0,8111	-0,7211	0,88904
2	10000	10000	18465	3144	0,8465	-0,6856	0,809923
3	10000	10000	18973	3043	0,8973	-0,6957	0,775326
4	10000	10000	19277	2992	0,9277	-0,7008	0,755417
5	10000	10000	19632	2992	0,9632	-0,7008	0,727575

Atlas 1/4 (2) 60°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]
1	10000	10000	16991	3255	0,6991	-0,6745	0,964812
2	10000	10000	18005	3170	0,8005	-0,683	0,853217
3	10000	10000	16145	3213	0,6145	-0,6787	1,104475
4	10000	10000	16737	3297	0,6737	-0,6703	0,994953
5	10000	10000	16103	3213	0,6103	-0,6787	1,112076

Atlas 1/4 (2) 75°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	εx [-]	εy [-]	μ [-]

1	10000	10000	16081	3753	0,6081	-0,6247	1,027298
2	10000	10000	15625	3651	0,5625	-0,6349	1,128711
3	10000	10000	15168	3803	0,5168	-0,6197	1,19911
4	10000	10000	15320	3955	0,532	-0,6045	1,136278
5	10000	10000	16132	3905	0,6132	-0,6095	0,993966

Atlas 1/4 (2) 90°							
Vzorek	X0 [μm]	Y0 [μm]	X [μm]	Y [μm]	ϵ_x [-]	ϵ_y [-]	μ [-]
1	10000	10000	14460	10445	0,446	0,0445	-0,09978
2	10000	10000	13802	10664	0,3802	0,0664	-0,17464
3	10000	10000	14094	10372	0,4094	0,0372	-0,09086
4	10000	10000	14021	11176	0,4021	0,1176	-0,29246
5	10000	10000	14021	10080	0,4021	0,008	-0,0199