

# **Zkoušení fyz.-mech. vlastností kaučukových směsí a vulkanizátů určených pro výrobu pláštěů**

Josef Křemeček

---

Bakalářská práce  
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef KŘEMEČEK**

Osobní číslo: **T09747**

Studijní program: **B 2808 Chemie a technologie materiálů**

Studijní obor: **Chemie a technologie materiálů**

Téma práce: **Zkoušení fyzikálně-mechanických vlastností  
kaučukových směsí a vulkanizátů určených pro  
výrobu pláštů**

Zásady pro vypracování:

- 1) Zpracování základních informací týkajících se zkoušek v gumárenství
- 2) Příprava a kondicionování zkušebních těles
- 3) Zkoušky prováděné na kaučukových směsích
- 4) Zkoušky prováděné na z vulkanizovaných vzorcích

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**BROWN, Roger. Physical Testing of Rubber. New York: Springer, 2006. 387 s. ISBN 10 0-387-28286-6.**

**DICK, John S. Basic rubber testing: selecting methods for a rubber test program. West Conshohocken, PA: ASTM, 2003. 236 s. ISBN 0803133588.**

**ČSN ISO 23529. Pryž. Obecné postupy pro přípravu a kondicionování zkušebních těles pro fyzikální metody. Praha: Český normalizační institut, 2006. Třídící znak 62 1401.**

**ČSN ISO 7619-1. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tvrdosti vtlačováním – Část 1: Stanovení tvrdoměrem (tvrdost Shore). Praha: Český normalizační institut, 2006. Třídící znak 62 1432.**

**ČSN ISO 37. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tahových vlastností. Praha: Český normalizační institut, 2006. Třídící znak 62 1436.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Vlastimil Frýželka**

Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání bakalářské práce:

**10. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**1. června 2012**

Ve Zlíně dne 10. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KŘEMEČEK JOSEF

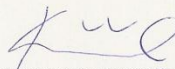
Obor: CHTM/PM

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 21.5.2012



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou fyzikálně-mechanických zkoušek kaučukových směsí, vulkanizátů a hotových výrobků. Tyto zkoušky jsou důležitou součástí při výrobě pláštíků pneumatik. Pomocí nich jde zjistit charakter a vlastnosti směsi. Každá zkouška je definována v normě, která popisuje postup provádění zkoušky. V úvodní části práce je popsán obecný základ ke gumárenským zkouškám. Obsahuje popis měřitelných vlastností kaučukových směsí, vulkanizátů a hotových výrobků, přípravu a kondicionování zkušebních těles. Dále jsou definovány vybrané jednotlivé zkoušky, které se provádějí v gumárenství. Součástí práce je vypracován jednoduchý manuál pro snadnou orientaci v měřitelných vlastnostech, s odkazem na zkoušku, kterou se provádí.

Klíčová slova: Fyzikálně-mechanické zkoušky, kaučuková směs, vulkanizát, norma

## **ABSTRACT**

This Bachelor thesis focuses on the physical-mechanical tests of rubber compounds, vulcanizates and finished products. These tests have a critical role in tires production. They are also essential in assessment of compound's character and properties. Each test is defined following the standards described in the testing procedure. The introductory part of this thesis deals with general basis of rubber testing. It also contains detailed description of measurable rubber properties, compounds, vulcanizates and finished products, furthermore it deals with body test conditioning. There is also a detailed description of individual tests performed in the rubber industry. A simple manual for an easy reference in measurable properties regarding the test performed is included.

Keywords: The physico-mechanical tests, rubber compounds, vulcanizates, standard

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Vlastimilu Frýželkovi za odborné vedení a připomínky při zpracování bakalářské práce.

Velmi děkuji firmě Mitas a.s. a jejich zaměstnancům za ochotu a také za materiál, který mi poskytli k nahlédnutí.

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

## OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 GUMÁRENSKÉ ZKOUŠKY .....</b>	<b>12</b>
1.1 ZÁKLADNÍ MĚŘENÉ VLASTNOSTI KAUKOVÝCH SMĚSÍ .....	14
1.2 ZÁKLADNÍ MĚŘENÉ VLASTNOSTI VULKANIZÁTŮ .....	15
1.3 MOŽNÉ MĚŘENÉ VLASTNOSTI HOTOVÝCH VÝROBKŮ .....	15
1.4 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES .....	16
1.5 KONDICIONOVÁNÍ .....	17
<b>2 PŘÍPRAVA A KONDICIONOVÁNÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES .....</b>	<b>18</b>
2.1 ČSN ISO 23529. PRYŽ – OBECNÉ POSTUPY PRO PŘÍPRAVU A KONDICIONOVÁNÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES PRO FYZIKÁLNÍ ZKUŠEBNÍ METODY.....	18
<b>3 FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ ZKOUŠKY KAUKOVÝCH SMĚSÍ.....</b>	<b>20</b>
3.1 ČSN ISO 3417. KAUKY A PRYŽ. STANOVENÍ VULKANIZAČNÍCH CHARAKTERISTIK NA VULKAMETRU S KMITAJÍCÍM DISKEM.....	20
3.2 ČSN 62 1415. KAUKY A GUMÁRENSKÉ SMĚSI. STANOVENÍ VIZKOZITY A NAVULKANIZOVÁNÍ NA VIZKOZIMETRU MOONEY. ....	22
<b>4 FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ ZKOUŠKY VULKANIZÁTŮ A HOTOVÝCH VÝROBKŮ .....</b>	<b>26</b>
4.1 ČSN ISO 37. PRYŽ, VULKANIZOVANÝ NEBO TERMOPLASTICKÝ ELASTOMER – STANOVENÍ TAHOVÝCH VLASTNOSTÍ.....	26
4.2 ČSN ISO 48. PRYŽ, VULKANIZOVANÝ NEBO TERMOPLASTICKÝ ELASTOMER – STANOVENÍ TVRDOSTI (TVRDOST MEZI 10 IRHD A 100 IRHD). ....	29
4.3 ČSN ISO 815. PRYŽ, VULKANIZOVANÝ NEBO TERMOPLASTICKÝ ELASTOMER – STANOVENÍ TRVALÉ DEFORMACE V TLAKU.....	33
4.4 ČSN ISO 1431 – 1. PRYŽ, VULKANIZOVANÝ NEBO TERMOPLASTICKÝ ELASTOMER – ODOLNOST PROTI VZNIKU OZÓNŮVÝCH TRHLIN – ČÁST 1: ZKOUŠENÍ ZA STATICKÉ A DYNAMICKÉ DEFORMACE. ....	35
4.5 ČSN ISO 1817. PRYŽ. STANOVENÍ ÚČINKU KAPALIN.....	37
4.6 ČSN ISO 5603. PRYŽ. STANOVENÍ SOUDRŽNOSTI S OCELOVÝM KORDEM.....	41
4.7 ČSN ISO 7619 – 1. PRYŽ, VULKANIZOVANÝ NEBO TERMOPLASTICKÝ ELASTOMER – STANOVENÍ TVRDOSTI VTLAČOVÁNÍM – ČÁST 1: STANOVENÍ TVRDOMĚREM (TVRDOST SHORE).....	44
4.8 ČSN 62 1405. STANOVENÍ HUSTOTY.....	47
4.9 ČSN 62 1452. ZKOUŠENÍ PRYŽE. STANOVENÍ TRVALÉ DEFORMACE V TAHU. ....	48
4.10 ČSN 62 1459. PRYŽ. STANOVENÍ STRUKTURNÍ PEVNOSTI. ....	50
4.11 ČSN 62 1462. PRYŽ. STANOVENÍ STATICKÉ SOUDRŽNOSTI PRYŽE S TEXTILNÍM KORDEM (H - TEST) .....	52
4.12 ČSN 62 1463. ZKOUŠENÍ PRYŽE. STANOVENÍ SOUDRŽNOSTI PRYŽE S KOVEM .....	54
4.13 ČSN 62 1466. PRYŽ. STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI ODÍRÁNÍ NA PŘÍSTROJI S OTÁČIVÝM BUBNEM.....	57
4.14 ČSN 62 1480. PRYŽ. STANOVENÍ ODRAZOVÉ PRUŽNOSTI PRYŽE. ....	59



4.15	ČSN 62 1488. PRYŽ. METODA STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI VZNIKU A RŮSTU TRHLIN PROLAMOVÁNÍM.....	60
4.16	ČSN 62 1522. PRYŽ. METODA STANOVENÍ URYCHLENÉHO TEPELNÉHO STÁRNUTÍ VE VZDUCHU .....	62
4.17	MANUÁL MĚRITELNÝCH VLASTNOSTÍ.....	63
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>70</b>

## ÚVOD

Zabýváním se touto problematikou jsem si zvolil zejména proto, abych shrnul základní zkoušky a vlastnosti kaučukových směsí, vulkanizátů a hotových výrobků. Při testování je nejdůležitější dodržování technologického předpisu zkoušky. Zkouška musí být prováděna s co nejvyšší přesností a pokud možno v co nejkratší době. Testování nám usnadňuje zjišťování chyb, které v daném materiálu nastávají. Z ekonomického hlediska je potřebné takové chyby zjistit co nejdříve, aby nedocházelo k velkým ztrátám. Další důležitou podmínkou pro provádění zkoušek je, že příprava směsi, která se připravuje mícháním, musí obsahovat všechny stanovené ingredience a zamíchání musí být dokonalé. Testování provádějí laboratoře k tomu určené. V každé laboratoři se nachází norma, která charakterizuje jak přípravy zkušební tělesa, tak podmínky zkoušky a také protokol o zkoušce, který shrnuje celou zkoušku. V dnešní době je provádění zkoušek na takové úrovni, že výsledky jsou prakticky dokonalé a můžeme se na ně plně spolehnout.

Při měření vlastností kaučukových směsí je důležité, aby se zaručily jejich zpracovatelské vlastnosti. U kaučukových směsí se měří vulkanizační charakteristiky a viskoelastické chování. Tyto vlastnosti získáváme při měření viskozity, navulkanizování a měření vulkanizačních charakteristik. Nejvíce se ale setkáváme s viskozitou Mooney, která je základní zkušební metodou pro kaučukové směsi.

Pokud měříme vlastnosti u vulkanizátů, mohou nám výsledné hodnoty pomoci ke zjištění vlastností materiálu, ale i jaká je kvalita míchání gumárenských směsí. Testování vulkanizátů se provádí pomocí tahových zkoušek, tvrdosti, odrazové pružnosti, strukturální pevnosti a dalších. Měření vlastností se musí provádět po určité době po vulkanizaci, protože u vulkanizátů se projevují změny hned po vulkanizaci a postupujícím časem se prakticky nemění.

Dají se také zjistit vlastnosti hotových výrobků, ale jen u materiálů, ze kterých lze odebrat dostatečně velký vzorek na výrobu zkušební tělesa. Zkoušky, pomocí kterých se měří vlastnosti, jsou například tahové zkoušky, tvrdost, pružnost a další. Při testování hotových výrobků je snaha přiblížit zkoušku podmínkám, ve kterých se výrobky používají v praxi.

Ve své práci píši o zkoušení fyzikálně-mechanických vlastností kaučukových směsí, vulkanizátů a hotových výrobků. Popisuji zkoušky, které se provádějí v gumárenském průmyslu a vytvářím tím tak manuál pro provádění zkoušek.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 GUMÁRENSKÉ ZKOUŠKY

Gumárenské zkoušky se provádějí proto, aby charakterizovaly vlastnosti a pokud možno určily chování gumárenských materiálů. Materiály, které se používají na gumárenské zkoušky, se vyznačují složitým chováním. Důležitou vlastností vulkanizátů je schopnost velkých elastických deformací při velmi malé stlačitelnosti. Každý gumárenský materiál má jinou charakteristiku, která se liší rozdílnými vlastnostmi kaučuku a rozdílným složením kaučukových směsí. Pro charakterizaci vlastností z gumárenských materiálů, je potřebné použít specifické zkoušky. Významnost gumárenských zkoušek můžeme dokázat tím, že na ně bylo vypracováno nespočet norem. Za zajímavé považují, že se mohou srovnávat gumárenské materiály v různých zemích, a to právě pomocí mezinárodní normy ISO. Je zaručeno, že zkoušky budou prováděny stejně a výsledky mohou být srovnatelné. Pro gumárenské zkoušky je důležité, aby zkouška byla provedena co nejrychleji, byla co možná nejlevnější, a aby byla také jednoduchá. Ne vždy to tak jde, proto je potřeba najít co nejlepší variantu pro provedení zkoušky [1].

Hlavní chemický charakter pryže udává typ kaučuku a ten do určité míry ovlivňuje fyzikálně-mechanické vlastnosti i typ příčných vazeb. Příčné vazby mají různou chemickou povahu a rozdílnou délku. Z tohoto důvodu je i pevnost příčných vazeb různá. S rostoucí pevností příčných vazeb také stoupá tepelná odolnost příslušných vulkanizátů a také jejich odolnost proti trvalé deformaci. Všechny plniva mění hlavní fyzikální vlastnosti pryže a to zejména tvrdost, pevnost v tahu, modul, odolnost proti oděru a odolnost proti bobtnání. Pro plněné směsi je nejčastější kritérium hodnota napětí při prodloužení 300 % ( $M_{300}$ ). Tato hodnota má parabolický tvar a při malých koncentracích se mění málo a s vyšší koncentrací prudce stoupá [2].

Míchání je nejdůležitější operace technologického postupu přípravy směsi pryžových výrobků. Jakost vulkanizovaných výrobků bude kvalitní jen tehdy, pokud bude směs obsahovat všechny receptem stanovené ingredience. Mezi zkoušky, které charakterizují jakost míchání, se řadí:

1. Stanovení modulu pružnosti;
2. Stanovení tvrdosti a pružnosti;
3. Pevnost v tahu;
4. Plastičnost směsi;
5. A další [3].

Na vyjádření speciálních vlastností směsí se používá více jak 100 rozličných zkušebních metod, které umožňují všestranné charakterizování pryže. Například se stanovují vlastnosti pryže při nízkých a vysokých teplotách, její schopnost odolávat stárnutí, schopnost odolávat mnohonásobné deformaci, atd. [3].

Výsledkem každé zkoušky bývají většinou data, která by se měla zpracovávat statisticky. Používá se analýza jednorozměrných dat [1].

#### Požadavky na výsledky a samotnou zkoušku:

- Jednoduchost operace s možností automatizace;
- Poskytnutí přesných dat;
- Výsledky získané rychle na základě okamžité zpětné vazby;
- Výsledky vyjádřené v jednoduchých číslech;
- Zkušební zařízení by mělo být dostupné volně v prodeji a modifikace pokud by byly možné, tak jen minimální;
- Výsledky by měly být smysluplné, co se týče základních vědeckých termínů [4].

Je důležité dodržovat přesnost a kvalitu provádění gumárenských zkoušek, aby nedocházelo k znehodnocování výsledků. Mezi zásadní podmínky, aby byl výsledek co nejlepší, považují kontrolu nakupovaných surovin, přípravu směsí výrobního procesu a samozřejmě garanci hotového výrobku. Všechny tyto kontroly má na starosti úsek řízení kvality [1]. Jestliže každý klient má jinou testovací metodu a jiné specifické požadavky, výsledné náklady podnikání mohou být výrazně zvýšeny. Pokud proběhne domluva mezi zákazníkem a klientem na používání stejných standardů, ušetří se ve větší míře provozní náklady. Dojde ke značné redukci testů, které by se musely provádět v laboratoři, snížení testovací frekvence a tím ustanovení více efektivních hodnot ve výrobě. Pokud máme více dodavatelů na ten samý surový materiál, srovnávání výsledků (dat) je nemožné. Proto je dobré mít jen jednoho dodavatele. Při využití stejných zkušebních metod, jak výrobci, tak uživatelé ve snaze zajistit kvality surového materiálu a dalších složek, přináší mnoho výhod:

- Šíření různých testovacích metod a požadavků na laboratorní vybavení výrobcí a uživatelé se značně sníží anebo úplně zruší;
- Výrobce tak může kontrolovat lépe výrobní proces, aby ho přizpůsobil požadavkům uživatelů;

- A další [5].

Jestliže chceme mít dobrý kontrolní systém kvality, tak by standardní testovací metody měly mít následující vlastnosti:

- Dobrou přesnost;
- Přesnost opakování;
- Dobrou reprodukovatelnost (komunikace);
- Dobrou stabilitu (neměnnost metody);
- Dobrou linearitu [5].

### 1.1 Základní měřené vlastnosti kaučukových směsí

Než začneme zpracovávat kaučuk nebo zamíchané směsi lisováním, vytlačováním, válčováním nebo vstřikováním, musíme nejdříve ověřit, zda má kaučuk nebo zamíchaná směs předepsané vlastnosti. Zkoušky kaučuků a kaučukových směsí se provádějí proto, aby se mohly zaručit jejich zpracovatelské vlastnosti. Důležitý pojem u zkoušek kaučuků a kaučukových směsí je pojem zpracovatelnost. Předpoklad pro charakterizaci zpracovatelnosti je měření viskoelastického chování kaučukových směsí za toku a taky zjištění potřebných vulkanizačních charakteristik. Měření vulkanizačních charakteristik je dobře měřitelné. Ovšem změření viskoelastického chování je to složitější, protože obsahuje parametry plasticitu, viskozitu a další [1].

Mezi základní fyzikálně-mechanické vlastnosti kaučukových směsí patří stanovení viskozity, navulkanizování a stanovení vulkanizačních charakteristik. Stanovení viskozity charakterizuje zpracovatelnost kaučuku, tj. možnost zpracování mechanickou cestou. V praxi se nejčastěji používá viskozita Mooney. Viskozita gumárenských směsí závisí na teplotě a na smykové rychlosti. Velmi užitečnou zkouškou je stanovení navulkanizování ( $t_5$ ,  $t_{35}$ ) a rychlosti navulkanizování. Navulkanizování se v gumárenské praxi označuje jako tzv. bezpečnost směsi (scorch time). Je to doba, při které se směs při stanovené teplotě ještě nezačne vulkanizovat. Při stanovování vulkanizační charakteristiky jsou vulkanizační křivky objektivním a reprezentativním prostředkem vyjádření průběhu vulkanizace. Umožňují stanovit optimálně technologické podmínky ve výrobě a zároveň přesnou kontrolu směsi. Kromě toho jsou i reálným podkladem pro výzkum mechanismu vulkanizace [2].



## 1.2 Základní měřené vlastnosti vulkanizátů

Mezi základní fyzikálně-mechanické vlastnosti vulkanizátů patří hustota, tahové vlastnosti (pevnost, tažnost, modul), tvrdost, odrazová pružnost a strukturní pevnost. Hustota stanovuje hmotnost kaučukové směsi potřebnou k zaplnění dutiny formy [1]. Tahové zkoušky dávají orientační obraz o vlastnostech materiálu. Můžeme pomocí nich kontrolovat pravidelnost technologických procesů, jako je například kvalita míchání gumárenských směsí. Pro každou gumárenskou směs je závislost napětí na prodloužení charakteristická. Grafickým vyjádřením této závislosti je tahová křivka. Při stanovení tvrdosti platí, že odolnost pryže proti vtažení je závislá při malých deformacích na hodnotě modulu pružnosti, rozměrech zkušebního tělesa a rozměrech vtaženého tělesa. Stanovení odrazové pružnosti patří mezi nejznámější metody na určení schopnosti pryže absorbovat při nárazu mechanickou energii. Mezi strukturní zkoušky patří stanovení strukturní pevnosti a stanovení odolnosti proti oděru, při kterém podle stupně odolnosti proti oděru je možno předpokládat životnost výrobku. Vlastnosti vulkanizátů závisí na teplotě [2].

Na otázku za jak dlouho se změní vlastnosti získaného vulkanizátu, se dá odpovědět jednoduše. Největší změna vlastností vulkanizátu se pozoruje hned po vulkanizaci, pozdější změny probíhají pomaleji. Proto musí zkouška být provedena po nějakém čase od vulkanizace. Obvykle se požaduje, aby doba od přípravy vzorku a zkoušení byla minimálně 16 hodin, a pokud se jedná o konečný výrobek, může být doba značně prodloužena. Ale takové podmínky nemohou splňovat všichni. Pokud jsou zkoušky potřebné v probíhající výrobě, jsou použity kratší časy hlavně z důvodu ekonomického. Při skladování materiálu před zkouškou je důležité, aby se dodržovaly podmínky (teplota 10 - 30 °C, relativní vlhkost do 80 %) a nedocházelo tak, např. k degradaci materiálu (působením světla, tepla, chemikálií). Je potřeba zajistit, aby se materiály s různým složením nedotýkaly, protože by mohlo dojít k migraci přísad [1].

## 1.3 Možné měřené vlastnosti hotových výrobků

U hotových výrobků (u kterých jsou rozměry dostatečně velké, aby se z nich daly vyřezat vzorky) se stanovuje pevnost, pružnost, tvrdost pryže a jiné charakteristiky stanovené technickými podmínkami pro tyto výrobky. Z dávky hotových výrobků se odeberou vzorky (určité procento, které závisí na dohodě mezi zadavatelem zkoušky a zkoušejícím institutem), které se potom zkoušejí. Většina pryžových výrobků (pneumatiky, řemeny,...) podléhají při používání opakovaným deformacím. Přitom probíhají v materiálu rozdílné

pochody, které snižují pevnost materiálu, a které se obecně nazývají - únava materiálu. Kromě toho se výrobky zahřívají pohlcováním části energie. Proto dynamické zkoušky nabývají stále většího významu. Při výběru zkušebních metod je snaha přiblížit podmínky zkoušení výrobků k podmínkám jejich použití [3].

#### 1.4 Příprava zkušebních těles

Výsledky gumárenských zkoušek závisí také na přípravě zkušebních vzorků a způsobu jejich odběru. Je důležité vědět, kolik vzorků se má odebrat, aby výsledky byly platné (většinou se dělají zkoušky z 5 zkušebních vzorků). Pokud provádíme kontinuální kontrolu kvality, je dobré, když testujeme jeden vzorek 5x častěji. Při diskontinuální kontrole kvality, je potřeba náhodně vybírat z každé jednotlivě vyrobené dávky směsi zkušební vzorky. Zkušební vzorky se mohou získávat: lisováním, vysekáváním, řezáním, atd. Zkušební vzorky se také mohou získat z konečných výrobků, ale jejich výroba je komplikovanější než výroba vzorků ze směsi (nemají tak hladký povrch, hůře se získávají,...). Pokud mícháme kaučukové směsi v laboratorních podmínkách a připravujeme ji tedy na přípravu zkušebního tělesa, tak by se měla dokonale podobat míchání kaučukové směsi ve výrobě. Jednodušší je samozřejmě zkoušet kaučukovou směs přímo z výroby, odpadá tím laboratorní příprava kaučukové směsi. Míchání kaučukových směsí se provádí na dvouválcích nebo hnětičích, popřípadě na laboratorních dvouválcích resp. laboratorních hnětičích. Musí se dodržet doba mezi mícháním a vulkanizací, která je mezi 2 až 24 hod. Výsledné vylisované plotničky, ze kterých se bude připravovat zkušební těleso, se musí hned po vylisování rychle ochladit a musí se na nich označit směr válcování. Dalším způsobem přípravy zkušebních těles je sekání a řezání. K vysekávání se používají vysekávací nože a pro řezání se většinou používá rotační nože, které mohou být uchyceny ve vertikálních vrtačkách. Důležitou podmínkou, aby byly vzorky dobře vyseknuty nebo vyřezány, je, aby byly vysekávací resp. rotační nože ostré a bez vad. Při řezání se také může pro lepší vyříznutí natřít na povrch rotačního nože mazací prostředek. Nejkomplikovanější je však příprava zkušebních vzorků z hotových výrobků, protože nemají hladký povrch. Vzorky se odebírají pomocí nožů a hladkosti se dosahuje pomocí broušení. Broušením se ale také zvyšuje teplota, což zvyšuje riziko degradace vzorku [1].

## 1.5 Kondicionování

Před samotnou gumárenskou zkouškou je důležitá kondicionace vzorků, a to za standardních podmínek: teplota  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkost  $50 \pm 10$  % nebo teplota  $27 \pm 2$  °C a relativní vlhkost  $65 \pm 10$  % (v oblastech tropických zemí). V gumárenských zkouškách ale není relativní vlhkost příliš důležitá, řídíme se pouze teplotou. Vlhkostí se řídíme například pro výrobky vyrobené z latexu nebo pro zkoušky elektrických vlastností. Pokud se řídíme tedy jen teplotou, doba kondicionace je minimálně 3 hod. Pokud se řídíme teplotou i vlhkostí, doba kondicionace je minimálně 16 hod. Obecně platí, že tři hodiny na vzduchu je dostatečná doba k dosažení rovnováhy při běžných teplotách 23 °C a 27 °C bez ohledu na tvar vzorku. Zařízení, ve kterých se provádí kondicionace, jsou: klimatizované pokoje, vlhkoměry, teploměry, přístroje pro zvýšené a sub-normální teploty [6].

## 2 PŘÍPRAVA A KONDICIONOVÁNÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES

### 2.1 ČSN ISO 23529. Pryž – Obecné postupy pro přípravu a kondicionování zkušebních těles pro fyzikální zkušební metody.

„Tato mezinárodní norma specifikuje obecné postupy pro přípravu, měření, označování, skladování a kondicionování pryžových zkušebních těles pro fyzikální zkoušky specifikované v jiných mezinárodních normách a přednostně stanovuje používané podmínky během zkoušek. Tato norma také specifikuje požadavky na časový interval mezi zhotovením a zkoušením zkušebních těles a výrobků z pryže“ [7, s. 5].

#### *Zkušební teplota*

Zkušební teplota musí být  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkost  $50 \pm 10$  % v zemích s mírným podnebím a  $27 \pm 2$  °C a relativní vlhkost  $65 \pm 2$  % v zemích s tropickým a subtropickým podnebím [7].

#### *Skladování zkušebních vzorků a zkušebních těles*

Všechny vzorky, které budou sloužit pro přípravu zkušebních těles, se musí skladovat v prostředí, které zajišťuje **minimální kontakt s teplem, světlem, nebo možnost kontaminace s jiným vzorkem**. Minimální doba, která musí být dodržena mezi zpracováním materiálu a zkoušením je 16 hod. Pro hotové výrobky nesmí doba mezi výrobou a zkoušením překročit 3 měsíce [7].

#### *Příprava zkušebních těles*

Zkušební tělesa se připravují různými postupy, které jsou potřebné k přípravě tělesa. Používá se odstranění textilu, řezání a brusné techniky. Ke každé zkušební metodě jsou specifikované tloušťky zkušebních těles. **Jestliže se zkušební tělesa připravují ve formě lisovaných desek, musí se připravovat vulkanizací, a ta se musí co nejvíce podobat vulkanizaci výrobku**. Zkušební tělesa se musejí kondicionovat [7].

#### *Zařízení pro přípravu zkušebních těles*

Pro přípravu zkušebních těles se používají zařízení s rotujícím nožem, štípací stroje, brusné kotouče a ohebné brusné pásy [7].

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat následující informace:

- a) Podmínky lisování a datum lisování (bylo-li použito);
- b) Použité metody pro přípravu zkušební vzorku a zkušební tělesa;
- c) Podrobnosti o kondicionování zkušební tělesa;
- d) Metody použité pro měření rozměrů zkušební tělesa a výsledky měření;
- e) Zkušební teplotu a vlhkost, je-li to vhodné“ [7, s. 13].

Praktické připomínky

Je důležité dodržovat teplotu v místnosti. Vyšší resp. nižší teplota ovlivňuje výsledky měření.

### 3 FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ ZKOUŠKY KAUČUKOVÝCH SMĚSÍ

#### 3.1 ČSN ISO 3417. Kaučuky a pryž. Stanovení vulkanizačních charakteristik na vulkametru s kmitajícím diskem.

„Tato norma uvádí metodu stanovení vybraných vulkanizačních charakteristik kaučukových směsí na vulkametru s kmitajícím diskem“ [8, s. 2].

##### *Princip zkoušky*

Zkoušené těleso z kaučukové směsi je umístěno na dolní čelisti kmitajícího disku do zkušební komory, ve které se udržuje zvýšená teplota. Po zahájení zkoušky je disk vtlačen do zkoušeného tělesa, který kmitá malou rotační amplitudou. **Ve zkušebním tělese vzniká smyková deformace**, která je vyvolána kmitáním s malou rotační amplitudou [8].

„Síla (krouticí moment) potřebná ke kmitání disku závisí na tuhosti (smykovém modulu) kaučukové směsi“ [8, s. 2].

**Zkouška je ukončena (tzn. je vytvořena vulkanizační křivka), jakmile dosáhne krouticí moment ustálené nebo maximální hodnoty** [8].

##### *Zkušební zařízení*

K měření se používá **vulkametr**, který se skládá ze zkušební komory, zařízení k uzavírání komory, disku a ze zařízení měření krouticího momentu [8].

##### *Zkušební těleso*

K této zkoušce se používá zkušební těleso s těmito údaji: průměr 30 mm a tloušťka 12,5 mm nebo zkušební těleso o ekvivalentním objemu. Zkušební těleso se vysekává z kaučukové, předem vyválcované směsi [8].

##### *Zkušební teplota*

Zkušební teplota je doporučena v rozmezí od 100 °C do 200 °C s tolerancí  $\pm 0,3$  °C [8].



*Vyjádření výsledků*

Výsledkem měření je vulkanizační křivka (Příloha P I), ze které se stanoví následující hodnoty:

$M_L$ ,  $M_{HF}$ ,  $M_{HR}$ ,  $M_H$ ,  $t_{sx}$ ,  $t_c(y)$ ,  $t'_c(y)$  [8].

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Informace o vzorku:
  - 1) úplný popis vzorku a jeho původu;
  - 2) údaje o použité kaučukové směsi;
- b) Zkušební metoda a popis zkoušky:
  - 1) odkaz na tuto normu;
  - 2) údaje o použitém vulkametru;
  - 3) rozměry dutiny zkušební komory;
  - 4) jmenovitou amplitudu kmitání disku uváděnou jako polovina celkového kmitu, tj.  $1^\circ$  pro celkový kmit  $2^\circ$ ;
  - 5) frekvenci kmitání (v Hz), pokud to není preferovaná hodnota;
  - 6) zvolený rozsah krouticího momentu v newtonech . metr (N.m);
  - 7) rychlost posuvu registračního papíru v milimetrech na minutu;
  - 8) doba ohřevu v minutách;
  - 9) vulkanizační teplotu ve stupních Celsia.
- c) Výsledky zkoušky odečtené z vulkanizační křivky:
  - 1)  $M_L$  - nejmenší krouticí moment, [N.m];
  - 2)  $M_{HR}$  - maximální krouticí moment, [N.m];
  - 3)  $M_{HF}$  - ustálená hodnota (plató) krouticího momentu, [N.m];
  - 4)  $M_H$  - nejvyšší hodnota krouticího momentu dosažená na křivce, u které nebylo po uplynutí dané doby dosaženo ustálené hodnoty (plató) ani hodnoty maximální, [N.m];
  - 5)  $t_{sx}$  - doba, za kterou se krouticí moment zvýší z hodnoty  $M_L$  o x desetin jednotky, [min];
  - 6)  $t_c(y)$  - vulkanizační doba, za kterou se hodnota krouticího momentu zvýší na y procent maximálního krouticího momentu, [min];

- 7)  $t'_c(y)$  - vulkanizační doba, za kterou se hodnota krouticího momentu zvýší z minimální hodnoty krouticího momentu  $M_L$  na  $M_L + 0,01y (M_H - M_L)$ , [min].
- d) Datum zkoušky“ [8, s. 6].

#### Praktické připomínky

Je důležité dodržovat dostatečný objem vzorku a umístit ho do středu čelistí. Vzorek se zabalí do ochranné fólie, aby se vzorek nepřilepil na čelisti.

### **3.2 ČSN 62 1415. Kaučuky a gumárenské směsi. Stanovení viskozity a navulkanizování na viskozimetru Mooney.**

„Zkouška spočívá v měření krouticího momentu na ose smykového disku přístroje, v jehož komoře je umístěn zkoušený materiál, při dané teplotě a konstantní rychlosti otáčení“ [9, s. 1].

#### *Postup zkoušky*

Po vložení zkušební tělesa do viskozimetru, se musí nejdříve těleso ohřát po dobu 1 min, (pokud není v normě pro daný materiál uvedeno jinak) a za 4 min (pokud opět není v normě pro daný materiál uvedeno jinak) se změří viskozita Mooney [9].

„Pro stanovení navulkanizování gumárenských směsí se zkouška provádí tak dlouho, dokud viskozita nepřevýší **nejnižší hodnotu o 40 jednotek Mooney**“ [9, s. 4].

#### *Příprava zkušebních vzorků*

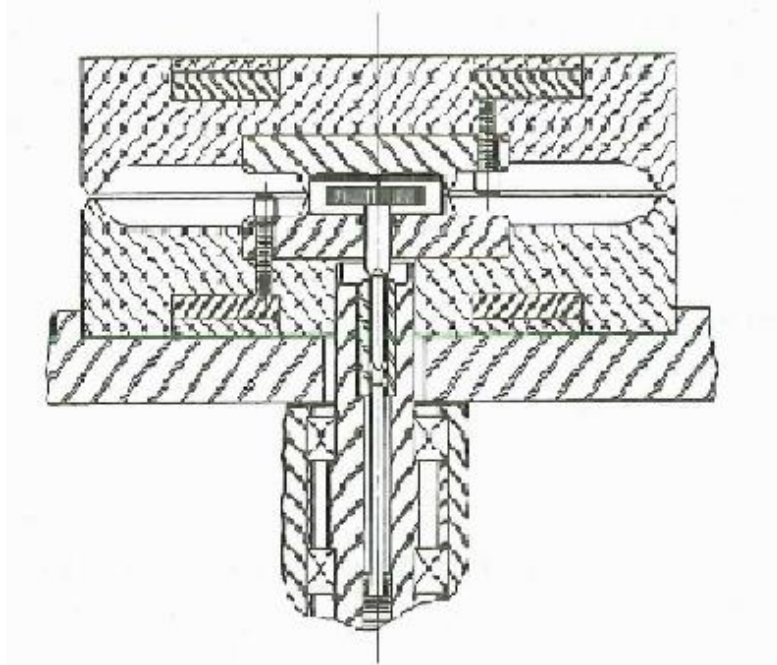
„Odběr a příprava zkušebních vzorků kaučuků se provádí podle normy ČSN 62 1129, není-li v normách pro jednotlivé druhy kaučuku uveden jiný způsob odběru vzorku. Zkušební vzorky gumárenských směsí se připravují válcováním při teplotě podle norem na jednotlivé druhy kaučuku“ [9, s. 1].

**Skladování vzorků do začátku zkoušky od jejich přípravy nesmí být kratší než 30 minut a delší než 24 hodin** [9].

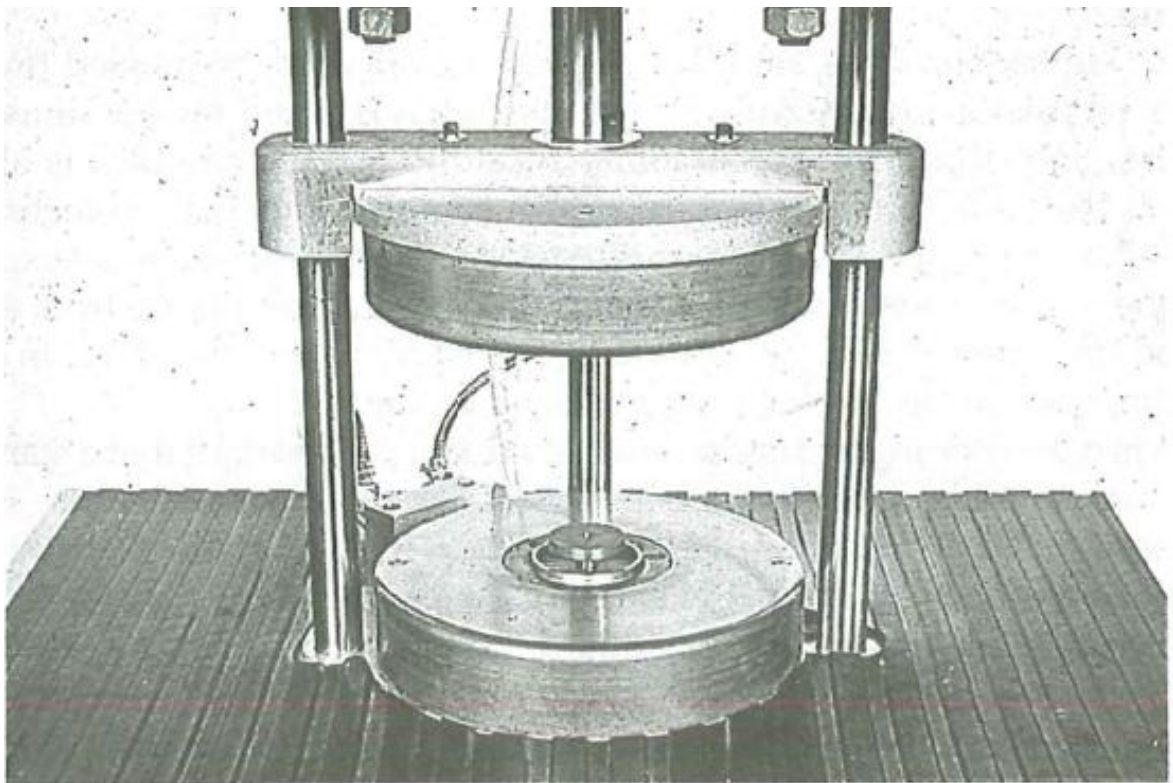
„Zkušební tělesa se skládají ze dvou kotoučů o průměru 45 až 55 mm a vysekávají se kruhovým nožem“ [9, s. 2].

*Zkušební zařízení*

Používá se **diskový viskozimetr Mooney**, který se skládá ze zkušební komory, matrice, smykového disku a držáku matrice (Obr. 1. a obr. 2.) [9].



*Obr. 1. Průřez Viskozimetru [5, s. 21]*



*Obr. 2. Ukázka rotoru při otevřené dutině [5, s. 21]*

*Vyjádření výsledků*

Výsledkem je viskozita Mooney, která se vyjadřuje v jednotkách Mooney (Příloha P II). Kromě viskozity Mooney lze taky vyhodnotit hodnotu delta Mooney, navulkanizování a relaxaci [21].

Příklad zápisu výsledků při stanovování viskozity Mooney:

80 ML (1 + 3), 100 °C

Kde je: 80 M počet jednotek viskozity Mooney;

- L velký smykový disk;
- 1 doba předběžného ohřevu v [min];
- 3 doba otáčení v [min];
- 100 °C teplota zkoušky.

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Označení kaučuku a číslo dávky nebo gumárenské směsi;
- b) Název výrobního podniku a země;
- c) Způsob přípravy zkušebního tělesa pro zkoušku;
- d) Typ smykového disku (velký nebo malý) a rychlost otáčení, pokud se liší o  $2 \text{ min}^{-1}$ ;
- e) Teplotu zkoušky a dobu předběžného ohřevu materiálu;
- f) Uzavírací sílu zkušební komory;
- g) Viskozitu kaučuku nebo gumárenské směsi v jednotkách Mooney;
- h) Delta Mooney kaučuku v jednotkách Mooney;
- i) Navulkanizování gumárenské směsi ( $t_5$ ), [min];
- j) Rychlost navulkanizování ( $\Delta t$ ), [min];
- k) Číslo této normy;
- l) Místo zkoušky;
- m) Datum zkoušky“ [9, s. 5-6].

*Použité termíny*

**Delta Mooney** – „Rozdíl hodnot viskozity Mooney, změřených ve dvou časových intervalech při dané teplotě (charakterizuje zpracovatelnost kaučuku)“ [9, s. 10].

**Viskozita Mooney** – „Odpor zkoušeného materiálu smykového namáhání, úměrný velikosti krouticího momentu na ose smykového disku, měřeného při konstantní rychlosti otáčení a teplotě, za dané časové intervaly“ [9, s. 10].

**Navulkanizování** – „Vlastnost gumárenských směsí vyjadřovaná ve zvýšení viskozity v konkrétních podmínkách zkoušení a charakterizovaná počátkem navulkanizování, dobou navulkanizování a rychlostí navulkanizování“ [9, s. 10].

#### Praktické připomínky

**Na začátku pracovního dne je nutné prověřit měřící zařízení – viskozimetr Mooney, pomocí standardního materiálu.** Zkušební vzorek musí mít dostatečný objem, aby nedocházelo k ovlivnění výsledků. Vzorek se zabalí do ochranné fólie, aby se vzorek nepřilepil na formu.

## 4 FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ ZKOUŠKY VULKANIZÁTŮ A HOTOVÝCH VÝROBKŮ

### 4.1 ČSN ISO 37. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tahových vlastností.

„Tato mezinárodní norma popisuje metodu pro stanovení tahových vlastností pryže z vulkanizovaných nebo termoplastických kaučuků. Vyhodnocovanými vlastnostmi mohou být tahové napětí, tažnost, napětí při daném prodloužení, prodloužení při daném napětí, mez skluzu a prodloužení na mezi skluzu. Měření tlaku se používá jen u některých termoplastických elastomerů a některých jiných směsí“ [10, s. 7].

**Pomocí tahových zkoušek lze měřit i vlastnosti hotových výrobků.**

#### *Princip zkoušky*

Zkušební tělesa tvaru oboustranných lopatek nebo kroužků jsou protahovány v trhacím stroji při konstantní rychlosti. Jsou uchyceny buď v upínacích čelistech nebo na kladkách [10].

**„Výsledky získané na zkušebních tělesech tvaru oboustranných lopatek a kroužků nemusejí poskytovat stejné hodnoty příslušných vlastností.** Je to způsobeno hlavně nestejnou rozložením napětí na příčném průřezu protahovaných kroužků. Druhým ovlivňujícím faktorem je orientace („kalandrovací efekt“), který může v případě oboustranných lopatek ovlivňovat naměřené hodnoty v závislosti na tom, zda je osa lopatek souběžná se směrem orientace nebo zda je na něj kolmá“ [10, s. 8].

#### *Zkušebního tělesa*

**Pro stanovení pevnosti v tahu je vhodnější používat tělesa tvaru oboustranných lopatek (Obr. 3. a tab. 1.), protože kroužky poskytují mnohem menší hodnoty než oboustranné lopatky [10].**

Při stanovení tažnosti nemá vliv, jaký použijeme tvar zkušebních těles. Jak u kroužků, tak i u oboustranných lopatek jsou hodnoty přibližně stejné, za předpokladu, že:

1. „Prodloužení u kroužků je vypočítáno v procentech z jejich počátečního vnitřního obvodu;
2. Oboustranné lopatky jsou vysekávány kolmo na směr orientace, pokud je vyznačen“ [10, s. 8].



Při měření prodloužení při daném napětí a napětí při daném prodloužení je doporučováno používat větší zkušební tělesa tvaru oboustranných lopatek typů 1, 2 a 1A. Ale hodnoty při použití kroužků a oboustranných lopatek jsou opět přibližně stejné za předpokladu, že:

1. „Prodloužení u kroužků je vypočítáno v procentech z jejich počátečního středního obvodu;
2. U oboustranných lopatek jsou určovány průměrné hodnoty z těles vysekávaných podél a kolmo na směr orientace, pokud je vyznačen” [10, s. 8].

**Odlíšné výsledné hodnoty, obvykle vyšší hodnoty pevnosti v tahu a tažnosti, můžeme získat tehdy, pokud použijeme malá zkušební tělesa místo velkých zkušebních těles a také pokud je pro přípravu zkušebního tělesa potřebné broušení nebo úprava tloušťky [10].**

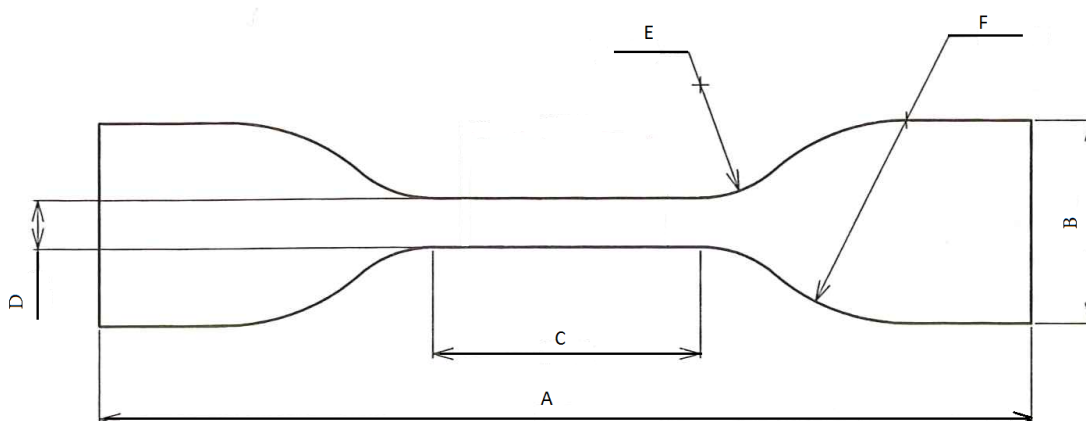
Můžeme používat 7 typů zkušebních těles:

„Tělesa tvaru oboustranných lopatek typů 1, 2, 3, 4 a 1A a tvaru kroužků typů A (normální) a B (malý)“ [10, s. 8]

Konečné výsledky u měřeného materiálu budou jiné podle použitého typu zkušebního tělesa. Pokud máme malé množství pro přípravu větších zkušebních těles, použijeme zkušební tělesa tvaru oboustranných lopatek typu 3 a 4. Pro zkoušení hotových výrobků se používají kroužky typu B. Aby bylo měření objektivní, je potřeba, aby byla vyzkoušena minimálně **3 zkušební tělesa** [10].

#### *Zkušební zařízení*

1. Vysekávací a vyřezávací nože  
Použité vysekávací a vyřezávací nože musejí odpovídat normě ČSN ISO 23529 [10].
2. Tloušťkoměr  
Je přístroj, kterým se měří tloušťka oboustranných lopatek a axiální tloušťky u kroužků. Měření musí odpovídat požadavkům metody A v normě ČSN ISO 23529 [10].
3. Kuželový kalibr  
Pro měření vnitřního průměru kroužku se musí používat kalibrovaný kuželový trn, nebo jiné vhodné zařízení [10].
4. Trhací stroj  
Musí odpovídat normě ISO 5893 a měřená síla musí vyhovovat třídě přesnosti 2 [10].



Obr. 3. Zkušební těleso pro tvar oboustranných lopatek [11, s. 44 ]

Tab. 1. Rozměry pro zkušební tělesa typu oboustranných lopatek [10, s. 10]

Rozměr	Typ 1	Typ 1A	Typ 2	Typ 3	Typ 4
A Celková délka (minimální) <sup>a</sup> (mm)	115	100	75	50	35
B Šířka lopatek (mm)	25,0 ± 1	25,0 ± 1	12,5 ± 1,0	8,5 ± 0,5	6 ± 0,5
C Délka zúžené části (mm)	33 ± 2	20 <sup>+2</sup> <sub>0</sub>	25 ± 1	16 ± 1	12 ± 0,5
D Šířka zúžené části (mm)	6 <sup>+0,4</sup> <sub>0,0</sub>	5 ± 0,1	4 ± 0,1	4 ± 0,1	2 ± 0,1
E Přechodový poloměr vnější (mm)	14 ± 1	11 ± 1	8 ± 0,5	7,5 ± 0,5	3 ± 0,1
F Přechodový poloměr vnitřní (mm)	25 ± 2	25 ± 2	12,5 ± 1	10 ± 0,5	3 ± 0,1

<sup>a</sup> K zajištění, aby se do kontaktu s čelistmi upínacího stroje dostaly pouze rovnoběžné části rozšířených konců může být nutná větší celková délka. Vyloučí se tak trhání zkušebních těles v rozšiřujících se částech.

### Příprava zkušebních těles

**Rozměry a tvar zkušebních těles jsou dány rozměry vysekávacího nože.**

Zkušební tělesa tvaru oboustranných lopatek se musí připravit některou z vhodných metod popsanych v normě ČSN ISO 23529.

Zkušební tělesa tvaru kroužků se připravují vyřezáváním nebo vysekáváním podle normy ČSN ISO 23529 nebo lisováním [10].

### Zkušební teplota

Většinou se zkouší při jedné ze standardních laboratorních teplot podle normy ČSN ISO 23529 a jsou-li požadavky na jiné teploty, musíme vybrat ze seznamu doporučených teplot v normě ČSN ISO 23529 [10].

*Vyjádření výsledků*

Výsledkem zkoušky je vytvoření **tahové křivky** (Příloha P III), která popisuje průběh testování. Výsledné hodnoty tahové zkoušky, které jsou stanovovány, jsou: tahové napětí, tažnost, napětí při daném prodloužení, prodloužení při daném napětí, mez kluzu a prodloužení na mezi kluzu [10].

*Protokol o zkoušce*

Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) „Odkaz na tuto normu;
- b) Všechny nezbytné údaje o vzorku a zkušebních tělesech:
  - 1) úplný popis vzorku a jeho původ;
  - 2) receptura směsi a podmínky vulkanizace, když jsou známé;
  - 3) popis zkušebních těles:
    - postup přípravy zkušebních těles (např. broušení), typ zkušebního tělesa, jeho medián tloušťky;
    - směr vysekávání zkušebních těles tvaru oboustranných lopatek vzhledem k orientaci vzorku;
  - 4) počet zkoušených zkušebních těles;
- c) Detaily zkoušky:
  - 1) zkušební teplota, pokud byla jiná než standardní laboratorní a pokud je to nutné relativní vlhkost;
  - 2) datum zkoušení;
  - 3) všechny případné odchylky od popsaného postupu zkoušky;
- d) Výsledky zkoušky, tj. hodnoty mediánu stanovených vlastností.“ [10, s. 15].

## **4.2 ČSN ISO 48. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tvrdosti (tvrdost mezi 10 IRHD a 100 IRHD).**

„Tato mezinárodní norma popisuje čtyři metody pro stanovení tvrdosti vulkanizovaných nebo termoplastickým pryží s plochými povrchy (standardní metody pro měření tvrdosti) a čtyři metody pro stanovení zdánlivé tvrdosti zakřivených povrchů (metody měření zdánlivé tvrdosti). Tvrdost je vyjádřena v mezinárodních stupních tvrdosti (IRHD) v rozsahu 10 – 100 IRHD“ [12, s. 7].

#### *4 metody pro standardní měření tvrdosti*

- a) Metoda N – normální zkouška – pro pryže o tvrdosti v rozsahu 35 – 85 IRHD
- b) Metoda H – pro vysoké tvrdosti - pro pryže o tvrdosti v rozsahu 85 – 100 IRHD
- c) Metoda L – pro nízké tvrdosti - pro pryže o tvrdosti v rozsahu 10 – 35 IRHD
- d) Metoda M – mikrozkouška – možnost zkoušení malých a tenkých zkušebních těles, pro pryže o tvrdosti v rozsahu 30 – 90 IRHD [12].

#### *4 metody pro měření zdánlivé tvrdosti*

- CN, CH, CL a CM typy, které jsou modifikací metod N, H, L, M, pro případy, kdy povrchy zkoušených těles je zakřivený [12].
- 2 důvody pro jejich použití:
  - a) „Zkušební těleso nebo výrobek je dost velký na to, aby byl na něj postaven tvrdoměr;
  - b) Zkušební těleso je dost malé na to, aby bylo spolu s přístrojem umístěno na společném stojanu“ [12, s. 7].

#### *Princip zkoušky*

„Zkouška tvrdosti spočívá v měření rozdílů mezi hloubkou vtlačení kuličky do pryže při malé kontaktní síle a velké (vtlačovací) síle“ [12, s. 9].

#### *Zkušební zařízení*

Zkušební zařízení pro metody N, H, L a M jsou vertikální indentory, zařízení pro vyvození kontaktní síly, zařízení pro měření zvětšení hloubky vtisku, plochá přítlačná patka tvaru mezikruží, zařízení pro mírné vibrování přístroje a temperační komory pro zkušební těleso. Pro metody CN, CH, CL a CM jsou prakticky stejné zařízení lišící se jen minimálně. Zařízení je kalibrováno podle normy ISO 18898 [12].

#### *Zkušební těleso*

Zkušební tělesa pro tuto zkoušku se připravují podle normy ČSN ISO 23529 [12].

#### *Zkušební teplota*

Zkoušení se provádí při standardní laboratorní teplotě podle normy ČSN ISO 23529 [12].

*Vyjádření výsledků*

**Jako výsledkem se brán medián jednotlivých měření, který je zaokrouhlený na nejbližší celé číslo označeným symbolem (°) [12].**

Použité značení ve výsledném zápisu hodnot:

- Písmenem S se označují tělesa se standardní tloušťkou nebo s tloušťkou a menšími bočními rozměry pro nestandardní rozměry. Tyto výsledky jsou zdánlivou tvrdostí.
- Musí obsahovat zkratku použité metody – N, H, L a M
- Pro zakřivené povrchy se označí předponou písmenem C [12].

Příklady zápisu:

- 60°, SH
- 15°, 8 x 25 mm, N
- 80°, CN

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Odkaz na tuto mezinárodní normu;
- b) Popis zkušební tělesa:
  - 1) rozměry zkušební tělesa;
  - 2) počet vrstev a tloušťku nejtenčí vrstvy;
  - 3) v případě zakřivení nebo nepravidelností tvarů zkušebních těles jejich popis;
  - 4) metodu přípravy zkušebních těles ve vzorku, např. lisování, broušení, vysekávání;
  - 5) podle potřeby popis směsi a vulkanizace;
- c) Zkušební metoda:
  - 1) použitá metoda;
  - 2) pro zakřivení zkušební tělesa způsob, jak byla upevněna a způsob aplikace zkušební síly;
- d) Popis zkoušky:
  - 1) čas a teplotu kondicionování před zkoušením;
  - 2) zkušební teplotu a relativní vlhkost, pokud je to nezbytné;
  - 3) jakékoliv odchylky od specifikovaného postupu;

- e) Výsledky zkoušky:
  - 1) počet zkušebních těles;
  - 2) jednotlivé výsledky zkoušky;
  - 3) medián jednotlivých výsledků;
- f) Datum zkoušky“ [12, s. 14-15].

### *Termíny a definice*

#### **IRHD**

- Mezinárodní stupnice tvrdosti pryže ( international rubber hardness degree scale)
- „Stupnice tvrdosti je zvolena tak, že „0“ představuje tvrdost materiálu s nulovým Youngovým modulem. V normálních rozsazích tvrdosti jsou obvykle splněny následující podmínky:
  - a) Jeden mezinárodní stupeň tvrdosti pryže vždycky představuje přibližně stejný poměrný rozdíl Youngových modulů;
  - b) Pro vysoce elastické materiály jsou stupnice IRHD a Shore A srovnatelné“ [12, s. 8].

#### **Standardní tvrdost (standard hardness)**

- „Tvrdost v mezinárodních stupních tvrdosti pryže, zaznamenaná jako nejbližší celé číslo, stanovena postupy podle metod N, H, L a M na zkušebních tělesech standardní tloušťky a dále specifikovanými nejmenší velikostí (bočními rozměry)“ [12, s. 8].

#### **Zdánlivá tvrdost (apparent hardness)**

- „Tvrdost v mezinárodních stupních tvrdosti pryže, zaznamenaná jako nejbližší celé číslo, stanovena postupy podle metod N, H, L a M na zkušebních tělesech nestandardních rozměrů, např. hodnoty tvrdosti stanovené metodami CN, CH, CL a CM“ [12, s. 8].

### 4.3 ČSN ISO 815. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení trvalé deformace v tlaku.

„Metody jsou určeny k měření schopnosti pryží tvrdosti od 10 IRHD do 95 IRHD zachovat si po dlouhodobém stlačení na konstantní deformaci (běžně 25 %) při daných teplotách jejich elastické vlastnosti a to při některých z uvedených podmínek“ [13, s. 6].

Tato norma zahrnuje **měření při laboratorních zvýšených nebo snížených teplotách** [13].

#### *Princip zkoušky*

Zkušební těleso, u kterého je před začátkem zkoušky změřena tloušťka, se při standardní laboratorní nebo zvýšené teplotě stlačuje na danou deformaci, která je po určité době na konstantní hodnotě. Po ukončení zkoušky se nechá zkušební těleso odležet a změří se tloušťka [13].

#### *Zkušební zařízení*

Pro provedení zkoušky se používá stlačovací zařízení, které se skládá ze stlačovací desky, ocelové vymezovací složky a upínacího zařízení. Dále se také používá sušárna (k měření při zvýšených teplotách), tloušťkoměr a stopky [13].

#### *Zkušební těleso*

Zkušební těleso potřebné k provedení zkoušky **musí mít jeden ze dvou rozměrů:**

- „Typ A: váleček o průměru  $29 \pm 0,5$  mm a tloušťce  $12,5 \pm 0,5$  mm;
- Typ B: váleček o průměru  $13 \pm 0,5$  mm a tloušťce  $6,3 \pm 0,3$  mm“ [13, s. 8].

**Oba z typů mohou dávat jiné hodnoty trvalé deformace v tlaku, takže je nemůžeme srovnávat.** Pro typ A používáme větší zkušební tělesa, proto můžeme zkoušet pryže s nízkými hodnotami trvalé deformace v tlaku. Typ B je používán, pokud je zkušební těleso vyřezáno z výrobku. Zkušební tělesa se musí před zkouškou kondicionovat při teplotách, které jsou uvedeny v normě ČSN ISO 23529 [13].

*Zkušební teplota*

Používá se jedna ze standardních laboratorních teplot podle normy ČSN ISO 23529 nebo některé ze zvýšených teplot (od 40 °C až do 250 °C). Při měření za snížených teplot se používá jedna z teplot (od 0 °C až do -100 °C) [13].

*Vyjádření výsledků*

**Výsledkem zkoušky je trvalá deformace v tlaku, která je vyjádřena v % [13].**

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Popis vzorku:
  - 1) úplný rozpis vzorku a jeho původ;
  - 2) recepturu směsi a postup vulkanizace v případě potřeby;
  - 3) metody přípravy zkušebních těles ze vzorků, např. lisováním nebo řezáním;
- b) Metodu zkoušení:
  - 1) úplný odkaz na použitou zkušební metodu, tj. číslo této části ISO 815;
  - 2) typ použitých zkušebních těles, tj. typ A nebo typ B, zda byla vrstvena nebo ne;
  - 3) postup ochlazování po zkoušce;
  - 4) charakteristiku použitého maziva;
  - 5) zda zkušební tělesa byla zkoušena jednotlivě nebo jako sada;
- c) Popis zkoušky:
  - 1) použitou standardní laboratorní teplotu;
  - 2) teplotu a dobu kondicionování a zotavení;
  - 3) dobu trvání a zkušební teplotu;
  - 4) použité hodnoty stlačení;
  - 5) popis jiných postupů nespecifikovaných v této části ISO 815;
- d) Výsledky zkoušky:
  - 1) počet použitých zkušebních těles;
  - 2) počáteční tloušťka zkušebních těles, pokud je požadována;
  - 3) tloušťku zkušebních těles po zotavení, pokud je vyžadováno;
- e) Datum zkoušky“ [13, s. 11].



#### 4.4 ČSN ISO 1431 – 1. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Odolnost proti vzniku ozónových trhlin – Část 1: Zkoušení za statické a dynamické deformace.

„Tato část ISO 1431 specifikuje metody určené pro stanovení odolnosti pryží nebo termoplastických elastomerů proti praskání za statické nebo za dynamické tahové deformace, působením vzduchu s určitou koncentrací ozónu a při určité teplotě v příznivých poměrech vylučujících účinky přímého světla“ [14, s. 5].

##### *Princip zkoušky*

Principem zkoušky je **působení statické tahové deformace, kontinuální dynamické deformace nebo jejich kombinací na zkušební tělesa**, které jsou umístěny v uzavřené komoře za přístupu ozónu o určité koncentraci [14].

Zkoušení za statické deformace - zkouška probíhá tak, že se nejdříve nastaví rychlost průtoku a teplota ozónu a poté se těleso vloží do zkušební komory. Zkušební tělesa se během zkoušky prohlížejí pomocí lupy, zda nevznikají trhliny [14].

Zkoušení za dynamické deformace - zkouška probíhá tak, že se nejdříve nastaví rychlost průtoku a teplota ozónu a poté se těleso vloží do zkušebního přístroje tak, aby **deformace byla nulová**. Opačným pohybem se nastaví maximální dráha mezi svorkami. Během zkoušky se prohlíží zkušební těleso lupou, zda nevznikají trhliny [14].

##### *Zkušební zařízení*

Zkušební zařízení se skládá ze: zkušební komory, zařízení pro měření koncentrace ozónu, čistící kolony, průtokoměru, regulátoru, ventilátoru, ozonizátoru a teploměru [14].

##### *Zkušební tělesa*

**Zkušební tělesa se připraví vyseknutím z lisované desky nebo z výrobku podle normy ČSN ISO 23529.** Nesmí být poškozen povrch zkušebního tělesa broušením nebo řezáním. Máme **2 typy zkušebních těles**: široké a úzké zkušební těleso. Každé zkušební těleso se musí před zkouškou kondicionovat [14].

*Vyjádření výsledků*

Hodnotí se přítomnost či nepřítomnost trhlin, doba, za kterou se objevily první trhliny a stanoví se prahová deformace (pouze pro zkoušky za statické tahové deformace) [14].

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Podrobnosti o zkušebním vzorku:
  - 1) úplný popis zkušebního vzorku a jeho původ;
  - 2) identifikaci směsi;
  - 3) způsob přípravy zkušebních těles, například zda lisováním nebo vyřezáním;
- b) Metodu zkoušení:
  - 1) odkaz na tu tuto část ČSN ISO 1431-1;
  - 2) zda zkoušení bylo provedeno ve statickém nebo dynamickém zkušebním režimu;
  - 3) u dynamické zkoušky typ vystavení (kontinuální nebo periodické);
  - 4) použitá metoda;
  - 5) typ zkušebního tělesa a jeho rozměry;
  - 6) zda byl použit otočný držák;
- c) Podrobnosti zkoušky:
  - 1) koncentrace ozónu a metodu jejich stanovení;
  - 2) teplotu zkoušení;
  - 3) teplotu kondicionování;
  - 4) vlhkost, pokud byla jiná než předepsaná;
  - 5) rychlost průtoku ozonizovaného vzduchu, v kubických metrech za sekundu, a průtoková rychlost ozonizovaného vzduchu, v metrech za sekundu;
  - 6) hodnotu maximální deformace (deformací) zkušebních těles;
  - 7) doba zkoušky;
  - 8) pouze pro přerušované dynamické vystavení, doba trvání střídajících se period dynamického a statického vystavení;
  - 9) podrobnosti všech nestandardních postupů;
- d) Výsledky zkoušky:
  - 1) počet zkušebních těles zkoušených při každé hodnotě deformace;

- 2) u metody A, zda se vyskytly trhliny (v případě nutnosti lze uvést také povahu všech trhlin)
  - 3) u metody B, doba objevení prvních trhlin pro každé protažení nebo, zkoušek kontinuálního dynamického vystavení buď čas, nebo počet cyklů, kdy se objevily první trhliny;
  - 4) u metody C (zkouška statické deformace), pozorované rozmezí prahových deformací pro vhodnou dobu vystavení nebo doby vystavení nebo limitní prahovou deformaci;
- e) Datum zkoušky“ [14, s. 15-16].

#### 4.5 ČSN ISO 1817. Pryž. Stanovení účinku kapalin.

„Tato metoda uvádí zkušební metody pro stanovení:

- Změn objemu, hmotnosti a rozměrů;
- Extrahovaného podílu;
- Tahových vlastností pryže po působení kapaliny;
- Tvrdosti pryže po působení kapaliny;
- Tahových vlastností pryže po vysušení zkušební kapaliny;
- Tvrdosti pryže po vysušení zkušební kapaliny“ [15, s. 3].

„Působení kapaliny na pryž se projevuje absorpcí kapaliny pryží, extrakcí rozpustných složek z pryže a chemickou reakcí kapaliny s pryží“ [15, s. 3].

Zkušební kapaliny, ve kterých se provádí zkouška, se volí podle účelu zkoušky a bývají to ropné produkty, organická rozpouštědla a chemická činidla [15].

„Pro stanovení účinku kapalin na pryž se používají tři metody: **volumetrická, gravimetrická a dilatometrická**“ [15, s. 6].

Zkušební tělesa se mohou připravovat jak z polotovarů, tak i z **hotových výrobků** [15].

### A. Stanovení změny objemu, hmotnosti a rozměrů

#### a) Volumetrická a gravimetrická metoda

##### *Zkušební zařízení*

Pro tuto metodu se používají skleněné nádoby se zabroušenou zátkou nebo zkumavka [15].

##### *Zkušební těleso*

Pro stanovení změny objemu, hmotnosti a rozměrů se používá zkušební těleso o objemu  $1 - 3 \text{ cm}^3$  a musí mít tloušťku  $2 \pm 0,2 \text{ mm}$ . Zkušební tělesa se připravují vysekáváním nebo vyřezáním [15].

##### *Vyjádření výsledků*

**Výsledkem této metody je změna objemu  $\Delta V_{100}$  a hmotnosti  $\Delta m_{100}$ , který se udává v % [15].**

#### b) Dilatometrická metoda

##### 1) Stanovení změn délky, šířky a tloušťky

##### *Zkušební zařízení*

Pro tuto metodu se používají skleněné nádoby se zabroušenou zátkou nebo zkumavka [15].

##### *Zkušební těleso*

Jako zkušební těleso se používá těleso, které má pravoúhlý tvar s délkou 50 mm a šířkou 25 mm, a které musí mít tloušťku  $2 \pm 0,2 \text{ mm}$  [15].

##### *Vyjádření výsledků*

**Výsledkem této metody je změna délky  $\Delta l_{100}$  zkušebního tělesa, který je uveden v % [15].**

## 2) Stanovení změny velikosti povrchu

### *Zkušební zařízení*

Pro tuto metodu se používají skleněné nádoby se zabroušenou zátkou nebo zkumavka [15].

### *Zkušební těleso*

Používá se těleso kosodélníkového tvaru o délce stran 8 mm a tloušťce  $2 \pm 0,2$  mm [15].

### *Vyjádření výsledků*

**Výsledkem se udává změna povrchu  $\Delta A_{100}$  zkušebního tělesa udávaný v % [15].**

## *B. Stanovení extrahovaného podílu*

### **Stanovuje se množství extrahovaných látek z pryží:**

- a) „Vysušením nabotnalého zkušebního tělesa a porovnáním jeho hmotnosti s hmotností před působením kapaliny. Výsledkem je rozdíl počáteční hmotnosti zkušebního tělesa před působením kapaliny a hmotnosti po působení kapaliny a vysušení;
- b) Odpařením zkušební kapaliny a zvážením sušiny. Výsledek se rovná hmotnosti sušiny zmenšené o výsledek slepého pokusu se zkušební kapalinou“ [15, s. 10].

## *C. Stanovení změny fyzikálních vlastností po působení kapaliny*

### 1) Zkouška tahových vlastností

#### *Zkušební zařízení*

Pro tuto metodu se používají skleněné nádoby se zabroušenou zátkou nebo zkumavka a zařízení pro zkoušku pevnosti v tahu podle normy ČSN ISO 37 [15].

#### *Zkušební těleso*

Používají se zkušební tělesa tvaru kroužku nebo oboustranných lopatek podle normy ČSN ISO 37 [15].

*Vyjádření výsledků*

**Jako výsledek této zkoušky se bere poměrná změna pevnosti v tahu, udávaná v % [15].**

2) Zkouška tvrdosti*Zkušební zařízení*

Pro tuto metodu se používají skleněné nádoby se zabroušenou zátkou nebo zkumavka a mikrotvrdoměr podle normy ČSN ISO 48 [15].

*Zkušební těleso*

Pro zkoušku tvrdosti se používá zkušební těleso o rozměrech 8 mm a tloušťce  $2 \pm 0,2$  mm a musí mít rovný povrch [15].

*Vyjádření výsledků*

**Výsledkem této metody je rozdíl hodnoty tvrdosti před a po působení kapaliny [15].**

*D. Zkouška působení kapaliny pouze na jednom povrchu**Zkušební těleso*

Jako zkušební těleso se používá těleso, které musí mít tvar kotouče o průměru 60 mm [15].

*Vyjádření výsledků*

**Výsledek zkoušky je změna hmotnosti zkušebního tělesa před a po působení kapaliny na smáčenou plochu povrchu zkušebního tělesa  $\Delta m_A$ , vyjádřený v  $g/m^2$  [15].**

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Údaje o zkoušeném materiálu:
  - 1) úplný popis zkoušeného materiálu a jeho původ;
  - 2) složení směsi, teplotu a dobu vulkanizace (pokud je to možné);
  - 3) způsob přípravy zkušebního tělesa, např. zda bylo lisováno, vyseknuto nebo vyřezáno;

- 4) úplná specifikace zkušební kapaliny, při použití minerálních olejů (odlišných od standardních olejů 1, 2 a 3) se uvedou údaje o jejich hustotě, viskozitě, indexu lomu, anilinovém bodu nebo obsahu aromatických látek;
- b) Zkušební metodu a údaje o zkoušce:
  - 1) číslo této normy;
  - 2) použité metody;
  - 3) typ použitého zkušebního tělesa (rozměry);
  - 4) schválená standardní teplota;
  - 5) doba zkoušky a zkušební teplota;
  - 6) jakákoliv odchylka od specifikovaného postupu;
- c) Výsledky zkoušky:
  - 1) výsledky vyjádřené ve tvaru, který je dán příslušnými články této normy;
  - 2) údaje o vzhledu zkušebního tělesa (např. vznik trhlin, prasklin), je-li to možné;
  - 3) údaje o vzhledu zkušební kapaliny (např. odbarvení, usazeniny), je-li to potřebné;
- d) Datum zkoušky“ [15, s. 14].

#### **4.6 ČSN ISO 5603. Pryž. Stanovení soudržnosti s ocelovým kordem.**

„Tato norma uvádí dvě metody stanovení soudržnosti pryže s ocelovým kordem zalisovaným do pryže“ [16, s. 6].

##### *Princip zkoušky*

**Principem zkoušky je změření síly potřebné k vytržení kordu z pryže [16].**

##### *Zkušební zařízení*

Zařízení potřebné pro tuto zkoušku jsou: formy (pro výrobu zkušebního tělesa), vulkanizační lis, trhací stroj, upínací přípravek a čelisti [16].

##### *Zkušební tělesa*

Rozměry a tvar zkušebních těles jsou udány na obrázcích (Obr. 4. a obr. 5.) a v tabulkách (Tab. 2. a tab. 3.).

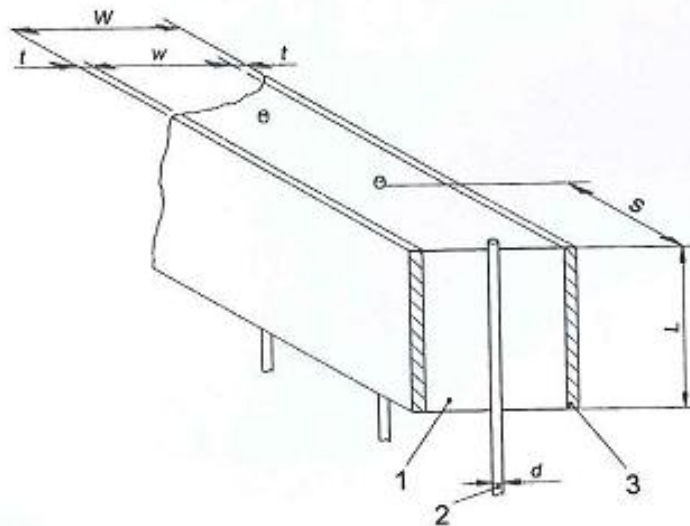
Tab. 2. Rozměry zkušebního tělesa pro metodu 1 (rozměry jsou uvedeny v milimetrech) [16, s. 8].

Typ	Průměr kordu, $d$	Délka zalisované části kordu, $L$		Minimální šířka pryže mezi výztužnými plochami, $w_{\min}$	Minimální vzdálenost mezi kordy, $S^a$	Průměr nebo úhlopříčka zkušebního otvoru, $h^a$
		Při použití výztužného ocelového plechu	Při použití výztužné tkaniny z ocelového kordu			
A	0,5 až 1,0	-10,0	10,0	6,0 <sup>b</sup>	62,5 % z $L$	85 % z $L$
B	1,0 až 1,7	10,0	16,0	6,0 <sup>b</sup>	62,5 % z $L$	85 % z $L$

<sup>a</sup> Minimální vzdálenost mezi kordy  $S$  a průměr nebo úhlopříčka zkušebního otvoru  $h$  musí být změřena s přesností na 0,5 mm.  
<sup>b</sup> Při použití výztužné tkaniny z ocelového kordu se upřednostňují větší šířky.

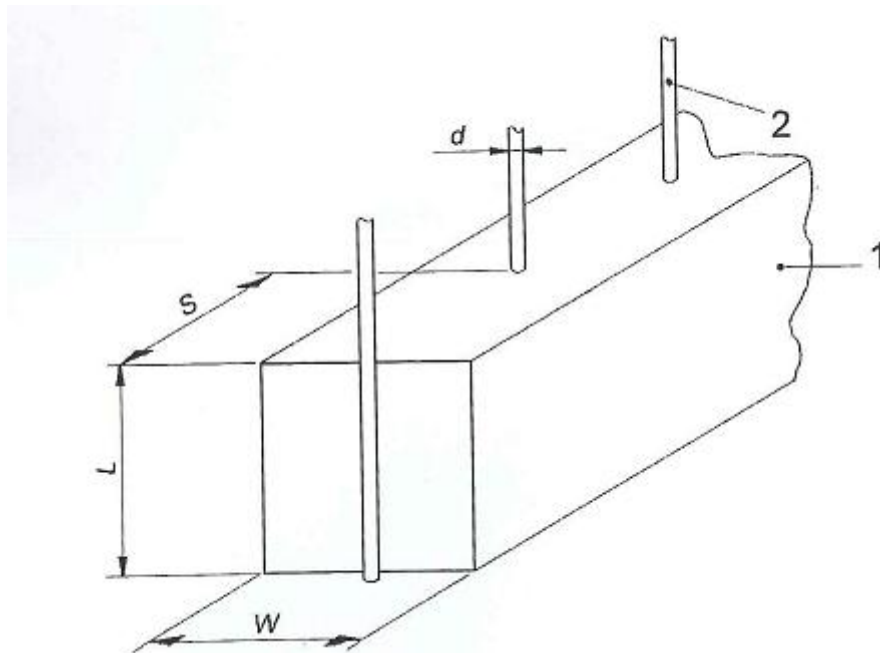
Tab. 3. Rozměry zkušebního tělesa pro metodu 2 (rozměry jsou uvedeny v milimetrech) [16, s. 8].

Průměr kordu $d$	Délka zalisované části kordu, $L$	Šířka zkušebního tělesa, $W$	Minimální vzdálenost mezi kordy, $S$	Průměr zkušebního otvoru, $h$
0,5 až 1,7	12,5	12,5	12,5	12,5



Obr. 4. Zkušební těleso pro metodu 1 [16, s. 17].





Obr. 5. Zkušební těleso pro metodu 2 [16, s. 17].

- 1 – Pryž
- 2 – Ocelový kord
- 3 – Výztužný proužek z plechu nebo tkaniny z ocelového kordu

#### Vyjádření výsledků

Výsledkem zkoušky je maximální síla (potřebná k vytržení kordu) na délce zalisované části kordu, udaný v N/mm nebo kN/m. Zkušební těleso se po zkoušce musí prohlédnout. Způsob vytržení se vyjádří symboly R a M a jsou vyjadřovány jako procento pokrytí [16].

„**Symbol R** – znamená, že k porušení došlo v pryži;

**Symbol M** – znamená, že k porušení došlo na rozhraní mezi kordem a pryží, a že je viditelný obnažený kord“ [16, s. 9].

Příklad zápisu: 50 R/ 50M znamená, že 50 % povrchu kordu je viditelných.

#### Protokol o zkoušce

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Popis a identifikaci zkoušeného vzorku, včetně
  - 1) popisu a identifikace ocelového kordu;
  - 2) popisu a identifikace kaučukové směsi;
  - 3) zda bylo použito rozpouštědlo k očištění povrchu kaučukové směsi;

- b) Odkaz na tuto mezinárodní normu;
- c) Použitá metoda (1 nebo 2);
- d) Podrobnosti o podmínkách zkoušky, včetně
  - 1) doby, teploty a data vulkanizace;
  - 2) teploty a vlhkosti při kondicionování a zkoušení;
- e) Výsledky a jednotky, v nichž jsou vyjádřeny, včetně
  - 1) počtu zkoušených kordů;
  - 2) výsledků jednotlivých zkoušek;
  - 3) střední hodnoty a směrodatné odchyly;
- f) Podrobnosti o jakémkoliv úkonu nepředepsaném touto mezinárodní normou nebo úkonu pokládaném za nepovinný;
- g) Datum zkoušky“ [16, s. 10].

#### **4.7 ČSN ISO 7619 – 1. Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tvrdosti vtláčováním – Část 1: Stanovení tvrdoměrem (tvrdost Shore).**

„Tato norma specifikuje metodu pro stanovení tvrdosti vtláčováním (tvrdost Shore) pro vulkanizované nebo termoplastické elastomery pomocí tvrdoměrů následujících stupnic:

- a) **Stupnice A** pro pryže s normálním rozsahem tvrdosti;
- b) **Stupnice D** pro pryže s vysokým rozsahem tvrdosti;
- c) **Stupnice AO** pro pryže a pro lehčené pryže s nízkým rozsahem tvrdosti;
- d) **Stupnice AM** pro tenká zkušební tělesa s normálním rozsahem tvrdosti“ [17, s. 6].

**Pomocí této zkoušky můžeme změřit tvrdost hotových výrobků.**

##### *Princip zkoušky*

„Měří se hloubka vtláčení specifikovaného zkušebního hrotu tvrdoměru do materiálu za stanovených podmínek“ [17, s. 6].

##### *Výběr typu tvrdoměru:*

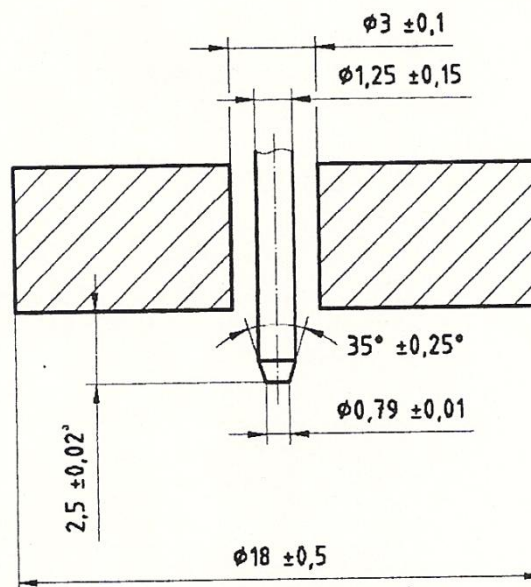
- a) „Pro hodnoty menší než 20 při použití tvrdoměru typu D: typ A;
- b) Pro hodnoty menší než 20 při použití tvrdoměru typu A: typ AO;

- c) Pro hodnoty vyšší než 90 při použití tvrdoměru typu A: typ D;
- d) Pro tenká zkušební tělesa (tloušťka je menší než 6 mm): typ AM<sup>o</sup> [17, s. 6].

### Zkušební zařízení

Tvrdoměry typu A, D, AO a AM se skládají z opěrné patky, zkušebního hrotu tvrdoměru, indikačního zařízení, kalibrované pružiny, automatického zařízení pro měření času a stojanu. Tvrdoměry musí být pravidelně kalibrovány [17].

*Všechny rozměry jsou uvedeny v milimetrech*



Obr. 6. Zkušební hrot tvrdoměru typu A [17, s. 11].

### Zkušební těleso

Tloušťka zkušebních těles musí být nejméně 6 mm u tvrdoměru typu A, D, AO a pro tvrdoměr typu AM musí být nejméně 1,5 mm. Pokud chceme měřit desky, které mají tloušťku menší než 6 mm, resp. 1,5 mm, můžeme zkušební těleso složit z více tenkých vrstev, ale nesmí jich být více než tři. Ale výsledné hodnoty u zkušebních hodnot z jednoho kusu a u složeného tělesa se nemusejí shodovat. Vzdálenosti od okraje, aby se mohlo provést měření, musí být minimálně 12 mm pro typy A a D, pro typy AO a AM musí být vzdálenost minimálně 15 mm, resp. 4,5mm. **Povrch těles musí být hladký a čistý.** Zkušební tělesa se musí před zkouškou kondicionovat [17].

*Zkušební teplota*

Zkušební teplota u této zkoušky je standardní laboratorní teplota daná normou ČSN ISO 23529 [17].

*Vyjádření výsledků*

**Nejpoužívanější je vyjadřování výsledků měření hloubky do zkoušeného tělesa pomocí metody Shore A [17].**

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o provedené zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Odkaz na tuto mezinárodní normu;
- b) Podrobnosti o zkušebním vzorku:
  - 1) úplný popis zkušebního vzorku a jeho původ;
  - 2) podrobnosti o směsi a podmínkách vulkanizace, jsou-li známé;
  - 3) popis zkušebního tělesa, včetně jeho tloušťky a, v případě složeného zkušebního tělesa, počet vrstev;
- c) Podrobnosti o zkoušce:
  - 1) teplota zkoušky a relativní vlhkost, jestliže je tvrdost materiálu závislá na vlhkosti;
  - 2) typ použitého přístroje;
  - 3) doba, která uplynula mezi přípravou zkušebního tělesa a měřením tvrdosti;
  - 4) jakákoliv odchylka od standardního postupu;
  - 5) podrobnosti postupu, který není specifikován v této části ISO 7619 a jakékoliv události, které pravděpodobně měly vliv na výsledky;
- d) Výsledky zkoušky – jednotlivé hodnoty tvrdosti vtlačováním a časový interval, po kterém bylo provedeno odečtení, jestliže byl jiný než 3, plus hodnota mediánu a maximální a minimální hodnot, odpovídající stupnicím;
- e) Datum zkoušky“ [17, s. 10].

## 4.8 ČSN 62 1405. Stanovení hustoty.

V této normě jsou popsány dvě metody (A a B) určující stanovení hustoty pryže.

**„Stanovení hustoty je důležitá pro kontrolu kvality kaučukových směsí při výpočtu potřebného množství pryže na vytvoření daného objemu vulkanizátu, ale také pro stanovení hustoty u hotových výrobků“** [18, s. 1].

Stanovení hustoty je založené na porovnání gravitačních sil (síly jsou vyjadřovány v hmotnostních jednotkách) za rozdílných podmínek [18].

Hustota – „Hmotnost jednotkového objemu pryže při stanovené teplotě. Vyjadřuje se v gramech na krychlový metr ( $\text{g}/\text{m}^3$ )“ [18, s. 1]

### *Princip zkoušky*

**Metoda A** – „Zváží se zkušební vzorek na vzduchu a ve vodě na analytických vahách s podstavcem. Hmotnost při ponoření do vody je menší než hmotnost ve vzduchu o hmotnost vytlačené vody, objem vytlačené vody se rovná objemu zkušebnímu tělesu“ [18, s. 2].

**Metoda B** – Tuto metodu použijeme, pokud je nutné zkušební vzorek rozřezat na malé kousky, aby se vlezly do pyknometru [18].

### *Zkušební zařízení*

K měření se používají běžná laboratorní zařízení, analytické váhy, kádinka a pyknometr [18].

### *Zkušební vzorky*

Jako zkušební vzorek se použije vzorek o hmotnosti nejméně 2,5 g, a tento **vzorek musí být bez trhlin a musí mít hladký povrch**. Pro metodu B musí být vzorek takový, aby šel rozřezat na malé kousky. Pro zkoušku je potřebné, aby se zkoušely min. 2 vzorky [18].

### *Zkušební teplota*

Teplota, při které se zkouška provádí je  $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  nebo  $27\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  [18].

### *Vyjádření výsledků*

Výsledkem hustota, která je vyjádřena v megagramech na krychlový metr [ $\text{Mg}/\text{m}^3$ ] [18].

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce má obsahovat tyto údaje:

- a) Číslo této normy;
- b) Střední hustotu;
- c) Teplotu zkoušky;
- d) Použitou metodu (metoda A nebo B);
- e) Jakoukoliv odchylku od postupu specifikovaného normou“ [18, s. 5].

Praktické připomínky

**U měření je důležité dodržet čistotu destilované vody**, a aby byly váhy na pevném rovném povrchu.

#### **4.9 ČSN 62 1452. Zkoušení pryže. Stanovení trvalé deformace v tahu.**

„Trvalá deformace pryže v tahu ( $TD_t$ ), je změna měřené délky pracovní části zkušebního tělesa namáhaného za podmínek zkoušky“ [19, s. 1].

*Princip zkoušky*

„Podstatou zkoušky je stanovení změny měřené délky pracovní části zkušebního tělesa namáhaného za podmínek daných touto zkouškou, tj. konstantní deformace, zkušební teploty a doby trvání zkoušky“ [19, s. 1].

*Význam zkoušky*

**Z výsledných hodnot můžeme sledovat stupně a optima vulkanizace pryžových materiálů**, dále také můžeme hodnotit pryžové výrobky, jakou jsou duše, membrány, rukavice, aj. [19].

*Zkušební zařízení*

Používá se zařízení, které se skládá ze dvou čelistí, kdy jedna je pohyblivá a druhá je pevná, dále se používá laboratorní sušárna a posuvné měřidlo [19].

### *Zkušební těleso*

K této zkoušce se používají zkušební tělesa typu I podle ČSN ISO 37, kdy jejich tloušťka je  $2 \pm 0,2$  mm. Zkušební tělesa jsou vysekávána podle normy ČSN ISO 471. Aby byla zkouška platná, musí být zkoušena minimálně **3 tělesa** [19].

### *Zkušební teplota*

Teplota zkoušky se většinou provádí při teplotě  $23 \pm 2$  °C, pokud není uvedeno jinak [19].

### *Vyjádření výsledků*

**Výsledkem měření je trvalá deformace v tahu, která je udávána v %** [19].

### *Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat:

- a) Označení zkoušeného materiálu;
- b) Způsob přípravy zkušebních těles, jejich rozměry a počet;
- c) Podmínky kondicionace zkušebních těles;
- d) Podmínky zkoušky, tj. zkušební teplotu, dobu trvání zkoušky, konstantní deformaci;
- e) Jednotlivé hodnoty  $l_0$ ,  $l_s$ ,  $l_1$  v milimetrech;
- f) Vypočtené hodnoty  $TD_t$  v % u jednotlivých zkušebních těles;
- g) Výsledek  $TD_t$  v % (aritmetický průměr resp. medián);
- h) Odchylky od postupu podle této normy;
- i) Datum zkoušky“ [19, s. 3-4].

### *Použité zkratky*

$l_0$  – je vzdálenost mezi referenčními značkami zkušebního tělesa před zkouškou v milimetrech.

$l_s$  – vzdálenost mezi referenčními značkami napnutého zkušebního tělesa v milimetrech.

$l_1$  – vzdálenost mezi referenčními značkami zkušebního tělesa po  $30 \pm 3$  min. zotavení v milimetrech [19].

#### 4.10 ČSN 62 1459. Pryž. Stanovení strukturální pevnosti.

„Zkouška spočívá v namáhání zkušebních těles upnutých v čelistech trhacího stroje, tahem a v měření síly potřebné k přetržení zkušebních těles“ [20, s. 3].

##### *Princip zkoušky*

Zkoušená tělesa se upevní do čelistí trhacího stroje a jsou namáhána tahem při dané rychlosti posuvu. **Zaznamenává se síla, která je potřebná k přetržení zkoušeného tělesa** [20].

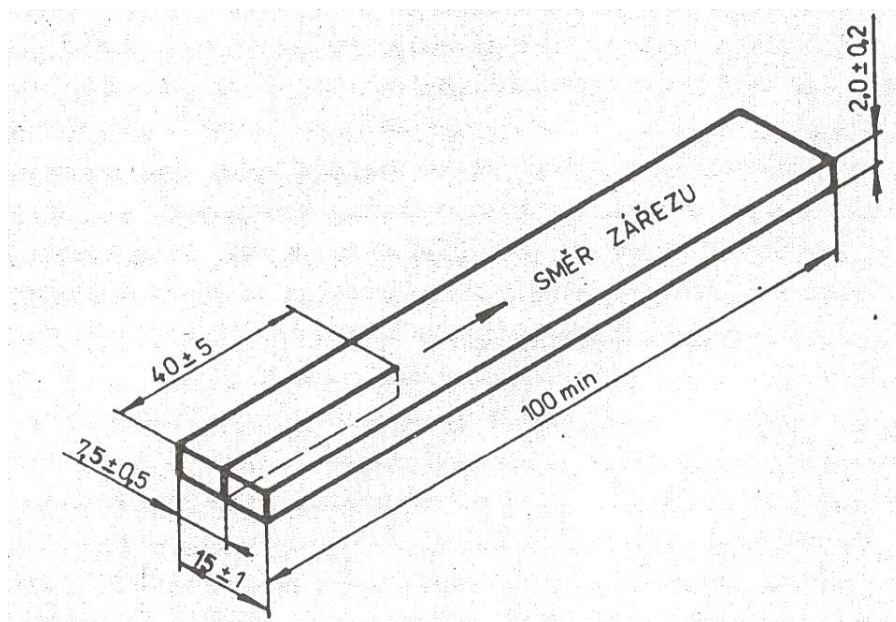
##### *Zkušební tělesa*

**Jsou 3 typy zkušebních těles:**

1. Typ 1 – trouser (Obr. 7.)
2. Typ 2 – graves (Obr. 8.)
3. Typ 3 – crescent (Obr. 9.)

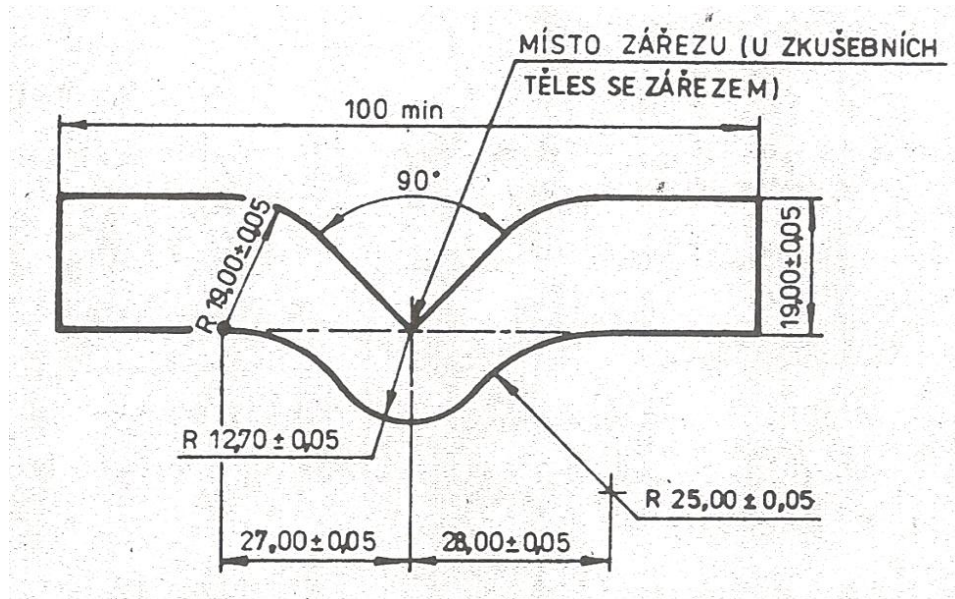
Tvary zkušebních těles jsou dány tvarem vysekávacího nože. Pro tuto zkoušku musí mít zkušební těleso tloušťku  $2 \pm 0,2$  mm. Pro každou zkoušku bychom měli použít minimálně **5 zkušebních těles** [20].

*Všechny rozměry jsou uvedeny v milimetrech*

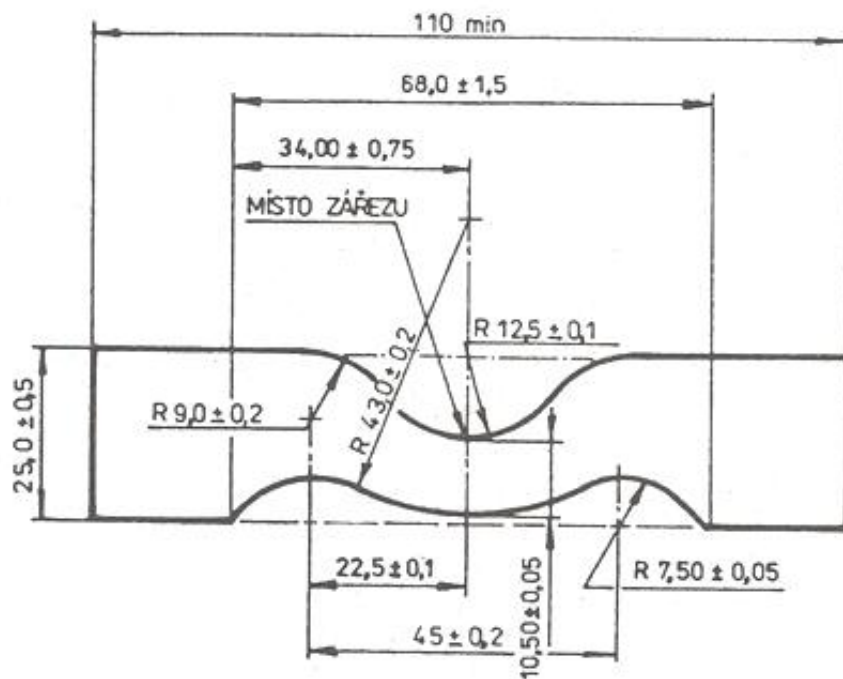


Obr. 7. Zkušební těleso typu I – trouser [20, s. 4].





Obr. 8. Zkušební těleso typu II – graves [20, s. 5].



Obr. 9. Zkušební těleso typu III – crescent [20, s. 6].

#### Zkušební zařízení

**Pro měření se používá trhací stroj.** Pro přípravu vzorků se používá vysekávací nože. Na zhotovení zářezu na zkoušeném tělese se používá nařezávací zařízení a pro kontrolu hloubky zářezu se používá mikroskop [20].

### *Zkušební teplota*

„Zkoušky se provádějí při teplotě kondicionování zkušebních těles“ [20, s. 3].

### *Vyjádření výsledků*

Výsledek se vyjadřuje jako síla potřebná na přetržení zkušebního tělesa s daným zářezem v [kN/m] [20].

Ukázka výsledného protokolu pro zkušební těleso typu I – trouser (Příloha P IV).

Ukázka výsledného protokolu pro zkušební těleso typu II – graves (Příloha P V).

### *Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat následující údaje:

- a) Označení a typ zkoušené pryže nebo výrobku;
- b) Použitý typ zkušebního tělesa, tloušťku a počet zkušebních těles;
- c) Směr vysekávání zkušebních těles;
- d) Podmínky kondicionování a zkoušení;
- e) Metodu stanovení síly  $F$  u zkušebních těles typu 1;
- f) Strukturální pevnost  $T_s$ , nejvyšší a nejnižší hodnotu  $T_s$  v  $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$  [kN/m];
- g) Číslo této normy;
- h) Datum zkoušky“ [20, s. 9-10].

## **4.11 ČSN 62 1462. Pryž. Stanovení statické soudržnosti pryže s textilním kordem (H - test)**

„Tato norma uvádí metodu stanovení statické adheze textilního pneumatikového kordu k pryži. Platí pro kordy zhotovené z přírodních nebo syntetických vláken“ [21, s. 3].

### *Princip zkoušky*

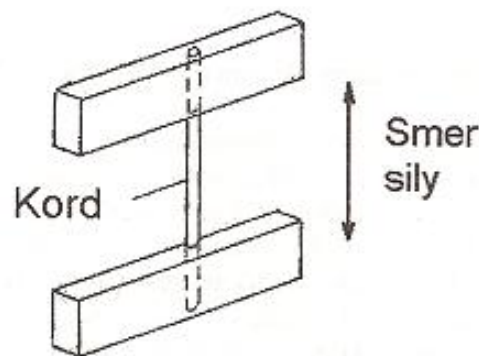
Princip zkoušky spočívá ve stanovení soudržnosti mezi pryží a textilním kordem. **Měří se síla potřebná k vytržení kordových nití z pryže** [21].

### *Zkušební zařízení*

K této zkoušce jsou potřeba tyto zařízení: trhací stroj, forma, závaží a držáky k upínání zkušebních těles [21].

### Zkušební těleso

**Zkušební těleso pro tuto zkoušku připomíná písmeno „H“ (název zkoušky „H-test“).** Je tvořeno dvěma bloky spojenými kordovou nití (Obr. 10.). Zkušební tělesa jsou pryžové proužky o šířce 6,4 mm a tloušťce 3,2 mm, ve kterých jsou zalisovány kordové nitě. Připravují se lisováním. Zkušební tělesa se také mohou vyztužovat pomocí bavlněné tkaniny plátňové vazby. Minimální počet zkušebních těles, aby mohla být zkouška platná, je 8. Tělesa se musí před zkouškou kondicionovat [21].



Obr. 10. Zkušební těleso pro stanovení soudržnosti mezi pryží a textilním kordem (H-test) [2, s. 270].

### Zkušební teplota

Zkušební teplota pro tuto zkoušku je standardní laboratorní teplota a relativní vlhkost je uvedena v normě ISO 471 [21].

### Vyjádření výsledků

**Výsledkem zkoušky jsou hodnoty soudržnosti kordových nití s pryží, které jsou uvedeny v newtonech [N] [21].**

### Protokol o zkoušce

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Odkaz na tuto mezinárodní normu;
- b) Úplný popis kordu;
- c) Údaje o kaučukové směsi, vulkanizační době a teplotě vulkanizace;
- d) Metodu přípravy zkušebních těles;

- e) Teplotu kondicionování a relativní hustotu;
- f) Zkušební teplotu;
- g) Veškeré nestandardní postupy;
- h) Počet zkoušených zkušebních těles;
- i) Výsledky zkoušky každého zkušebního tělesa a aritmetický průměr naměřených hodnot;
- j) Použitý typ držáku;
- k) Způsob porušení zkušebního tělesa;
- l) Datum zkoušky“ [21, s. 6-7].

#### 4.12 ČSN 62 1463. Zkoušení pryže. Stanovení soudržnosti pryže s kovem

Při této zkoušce se používají 3 metody stanovení soudržnosti pryže s kovem:

- 1) „**Metoda A** – stanovení soudržnosti oddělováním pryže od kovu (metoda jedné destičky);
- 2) **Metoda B** – stanovení soudržnosti odtržením na zkušebním tělese složeném ze dvou kovových válečků a od pryžového kroužku mezi nimi (metoda dvou destiček);
- 3) **Metoda C** – stanovení soudržnosti odtržením na zkušebním tělese složeném ze dvou kovových kuželů a od pryžového profilu mezi nimi (metoda kuželů)“ [22, s. 3].

##### *Princip zkoušky*

„Princip zkoušky pro metody A a B spočívá v měření síly, potřebné k porušení soudržnosti mezi pryží a kovem zkušebního tělesa, přičemž **síla musí působit kolmo k povrchu spoje**. Princip zkoušky pro metodu C spočívá v měření síly potřebné k porušení soudržnosti mezi pryží a kovem zkušebního tělesa, přičemž **síla musí působit pod úhlem k povrchu spoje**“ [22, s. 3].

##### *Zkušební zařízení*

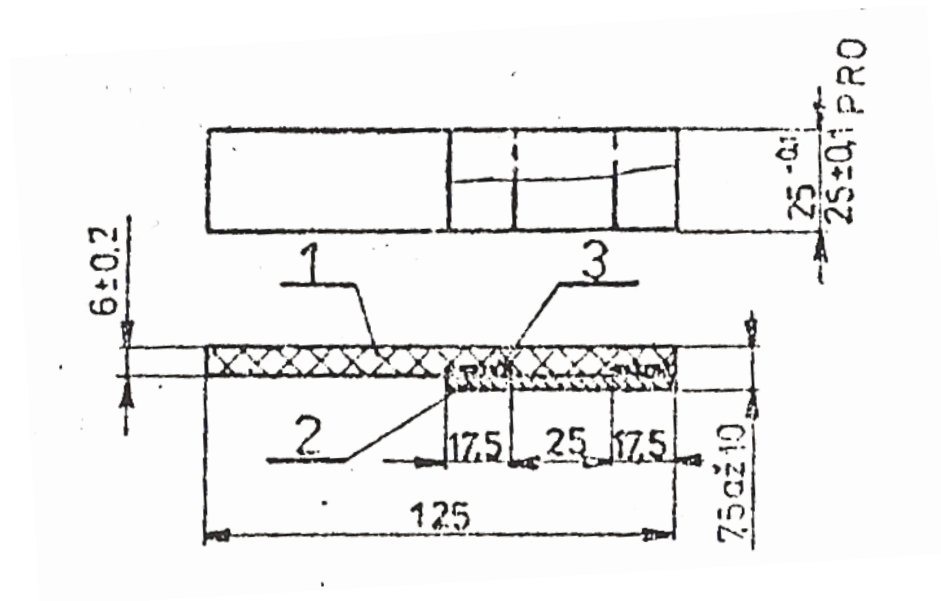
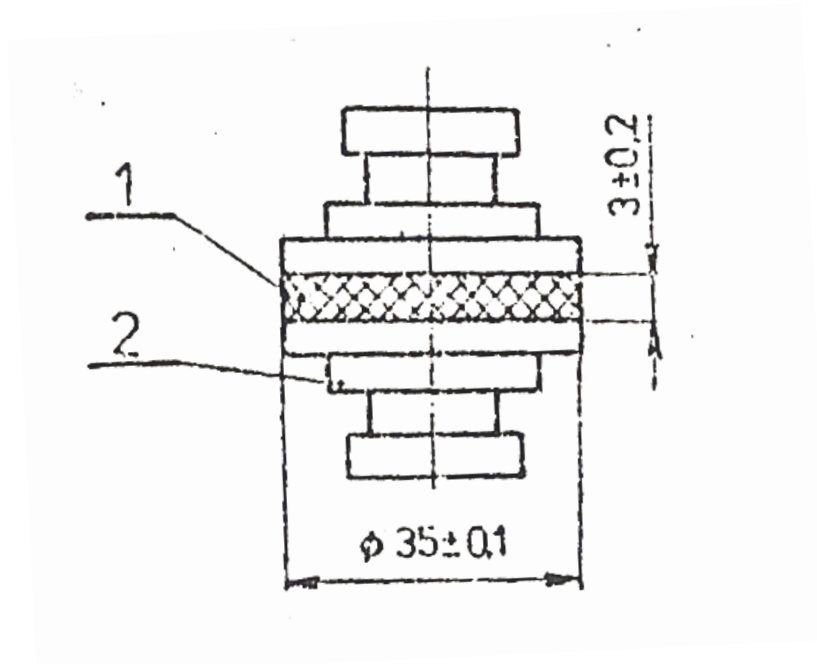
Ke zkoušce se používá trhací stroj [22].

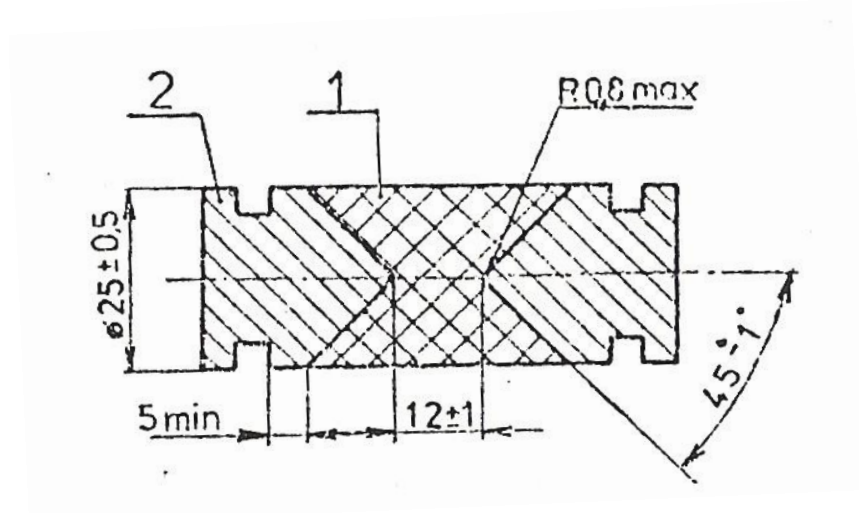
*Zkušební těleso*

Pro metodu: A – (Obr. 11.)

B – (Obr. 12.)

C – (Obr. 13.)

*Všechny hodnoty jsou uvedeny v milimetrech.**Obr. 11. Zkušební těleso pro metodu A [22, s. 4].**Obr. 12. Zkušební těleso pro metodu B [22, s. 4].*



Obr. 13. Zkušební těleso pro metodu C [22, s. 5].

- 1 – pryž
- 2 – kov
- 3 - izolace

#### Vyjádření výsledků

#### Vyjádřuje se soudržnost pryže s kovem R.

Metoda A – závislost maximální síly potřebné k porušení zkušebního tělesa na šířce zkušebního tělesa [kN/m].

Metoda B - závislost maximální síly potřebné k porušení zkušebního tělesa na ploše příčného řezu zkušebního tělesa [MPa] [22].

Metoda C – „výsledkem zkoušky je hodnota síly R potřebná k porušení zkušebního tělesa [kN]” [22, s. 6].

#### Protokol o zkoušce

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Označení zkoušené pryže;
- b) Druh kovu;
- c) Způsob přípravy povrchu;
- d) Způsob lisování zkušebního tělesa;
- e) Podmínky vulkanizace;
- f) Druh adhezivního prostředku;

- g) Metodu zkoušení;
- h) Teplotu zkoušky;
- i) Druh porušení zkušebního tělesa;
- j) Soudržnost spoje;
- k) Datum vulkanizace;
- l) Číslo normy;
- m) Datum zkoušky“ [22, s. 7].

### 4.13 ČSN 62 1466. Pryž. Stanovení odolnosti proti odírání na přístroji s otáčivým bubnem

„Tato mezinárodní norma specifikuje metodu stanovení odolnosti pryže proti odírání na přístroji s otáčivým bubnem. Metoda spočívá ve stanovení objemového úbytku pryžového zkušebního tělesa při odírání na specifikovaném odíracím prostředku“ [23, s. 2].

#### *Princip zkoušky*

**Zkoušený vzorek je odírán o specifickém přtlaku ( $10 \pm 2$  N) na otáčivém bubnu** (o rychlosti  $40 \pm 1$  min<sup>-1</sup>). Vzorek se posouvá ve směru osy bubnu a stanoví se úbytek hmotnosti zkušebního tělesa, vypočítá úbytek objemu z hustoty materiálu, která se stanoví metodou podle normy ISO 2781 [23].

#### *Zkušební zařízení*

Přístroj se skládá z pohyblivého držáku zkušebního tělesa a otáčivého bubnu. Otáčivý buben je pokryt odíracím prostředkem, který by měl být **pokryt brusnou tkaninou s kysličníkem hliníku**. Dále se používají válcové rotační nože (pro přípravu zkušebních těles) a váhy (pro stanovení úbytku hmotnosti zkušebního tělesa) [23].

#### *Zkušební těleso*

Zkušební těleso, které se používá k této zkoušce, musí mít tvar válce o průměru  $16 \pm 0,2$  mm a výšce 6 mm. Pokud nemá požadovanou výšku, můžeme jej nastavit nalepením zkoušené pryže. **Zkušební tělesa musí být připravena vulkanizací v tvárnících nebo vyřezáváním, nemůžou být vysekávána** [23].

### *Zkušební teplota*

Zkušební teplota je standardní laboratorní teplota podle normy ISO 471 [23].

### *Vyjádření výsledků*

**Výsledné hodnoty odírání mohou být vyhodnoceny jako relativní úbytek objemu anebo jako index odolnosti proti odírání [23].**

### *Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Specifikace zkušební vzorku:
  - 1) popis a původ;
  - 2) podrobné údaje o směsi, teplotě a době vulkanizace, jsou-li k dispozici;
  - 3) způsob přípravy zkušební tělesa ze vzorku, tj. zda byl vyřezán nebo připraven ve tvárnici;
- b) Zkušební metoda, odvolání na tuto normu
- c) Podrobnosti o zkoušce:
  - 1) použitá standardní laboratorní teplota;
  - 2) použití otáčivého nebo neotáčivého zkušební tělesa;
  - 3) typ použité standardní pryže;
  - 4) jakékoliv odchylky od zkušební postupu, zejména byla-li použita jen poloviční odírací dráha nebo poloviční vertikální síla;
- d) Výsledky zkoušky:
  - 1) buď relativní úbytek objemu, nebo index odolnosti proti oděru;
  - 2) směrodatná odchylka výsledku zkoušky;
  - 3) hustota;
- e) Datum zkoušky“ [23, s. 7].

### Praktické připomínky

Při této zkoušce je důležité sledovat oděr smirkového papíru (při průměrné tvrdosti vzorku 70 Shore se smirkový papír mění cca po 150 cyklech) a dodržovat dostatečnou čistotu smirkového papíru (pomocí vysavače). **Velikost zrn na smirkovém papíru se kontroluje pomocí standardní pryže.**



#### 4.14 ČSN 62 1480. Pryž. Stanovení odrazové pružnosti pryže.

„Tato norma platí pro stanovení odrazové pružnosti pryže na přístrojích typu Lüpke a Schob. Lze ji použít pro pryže, jejichž tvrdost je při teplotě zkoušky v rozmezí 30 až 85 IRHD. Zkoušky se mohou provádět při teplotách od -70 °C do + 100 °C. **Stanovením odrazové pružnosti se posuzuje schopnost pryžového materiálu absorbovat nebo vracet mechanickou energii při deformaci rázem.** Hodnota odrazové pružnosti se mění v závislosti na zkušební teplotě, typu, rozměru, hmotnosti a rychlosti dopadu kyvadla a rozměrech zkušebního tělesa“ [24, s. 3].

##### *Princip zkoušky*

Principem zkoušky zkoušeného **tělesa je stanovení vráceného podílu na nárazu kyvadla.** Na stupnici přístroje se určí výška, do které se kyvadlo vlivem pružnosti zkoušeného materiálu odrazí a kyvadlo se nechá dopadat na zkoušené těleso [24].

##### *Zkušební zařízení*

Zkušební zařízení se skládá z kyvadla, temperančního zařízení, stupnici nebo elektronického snímání naměřených dat a dopadové tuhé plochy s upínacím zařízením pro uchycení zkušebního tělesa [24].

„Kyvadlo podle **Lüpkeho** tvoří válcovitá tyč zakončená kulovitým tvarem a zavěšená na čtyřech nitích. Kyvadlo podle **Schoba** je tvořena z pevného kladiva, zakončeného nárazníkem kulovitého tvaru“ [24, s. 3].

##### *Zkušební tělesa*

Zkušební tělesa pro tuto zkoušku musí mít tyto údaje: průměr  $29 \pm 0,5$  mm a tloušťku  $12,5 \pm 0,5$  mm. Mohou se připravovat lisováním nebo vyřezáváním a **nesmí obsahovat tkaninu nebo ztužující materiál** [24].

##### *Zkušební teplota*

Zkouška odrazové pružnosti je prováděna při teplotě  $23 \pm 2$  °C. Pokud je potřeba provést zkoušku při jiné teplotě, jsou teploty uvedeny v normě ČSN ISO 23529 [24].

*Vyjádření výsledků*

„Výsledkem je poměr výšky odrazu kyvadla po nárazu k výšce zdvihu kyvadla ve výchozím postavení, udává hodnotu pružnosti, vyjádřené v %“ [24, s. 3].

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Označení vzorků;
- b) Použitou zkušební metodu;
- c) Zvláštnosti odběru a způsob přípravy zkušebních těles;
- d) Podmínky a způsob kondicionování zkušebních těles;
- e) Typ použitého přístroje, způsob uchycení zkušebního tělesa a způsob vyhřívání případně chlazení (pokud se nezkouší při laboratorní teplotě);
- f) Zkušební teplotu;
- g) Medián jednotlivých zkušebních těles a aritmetický průměr mediánů;
- h) Číslo zkušební normy;
- i) Datum zkoušky“ [24, s. 7].

Praktické připomínky

Zkušební zařízení musí být dostatečně upevněno, aby se při měření nehýbalo. **Při vrstvení vzorku je nutno dbát na tloušťku zkušebních těles.**

#### **4.15 ČSN 62 1488. Pryž. Metoda stanovení odolnosti proti vzniku a růstu trhlin prolamováním**

„Tato norma předepisuje metodu stanovení odolnosti pryže proti vzniku a růstu trhlin prolamováním zkušebních těles s příčným poloválcovitým žlábkem na přístroji typu **de Mattia**“ [25, s. 3].

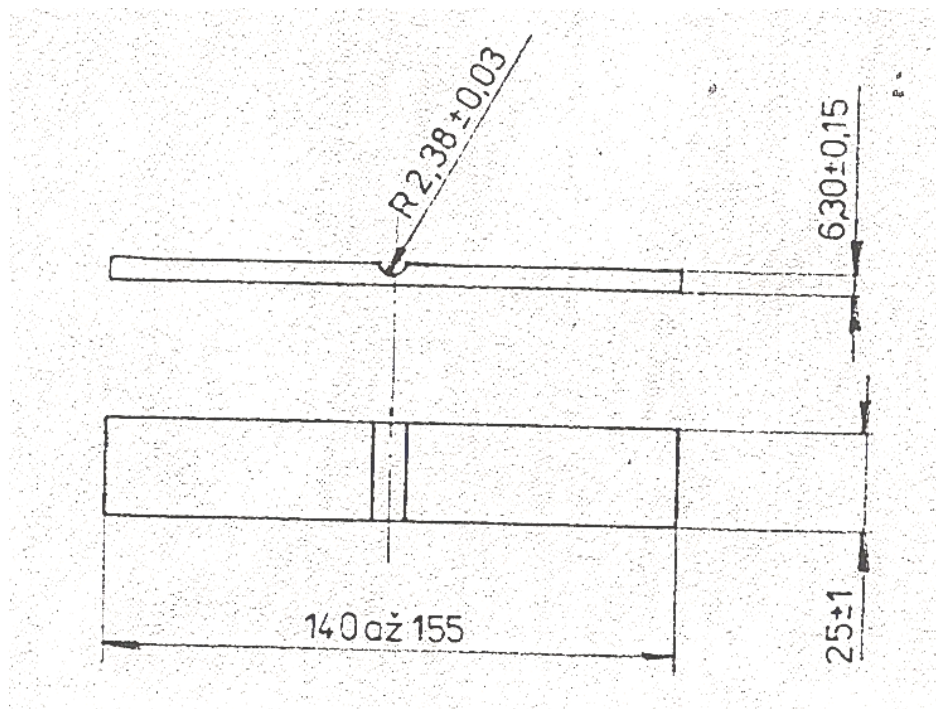
*Princip zkoušky*

„Zkušební pryžové těleso s příčným poloválcovitým žlábkem se vystaví opakovanému ohybu s konstantní frekvencí, přičemž se sleduje buď změna povrchu zkušebního tělesa, nebo rozměry trhliny předem zhotovené uprostřed žlábkem v závislosti na počtu ohybů“ [25, s. 3].

*Zkušební těleso*

Rozměry a tvar musí odpovídat hodnotám uvedených na obrázku (Obr. 14.). **Zkušební tělesa se připravují lisováním kaučukové směsi ve formě.** Pro platnou zkoušku je potřeba vyzkoušet minimálně 6 zkušebních těles [25].

*Všechny hodnoty jsou uvedeny v milimetrech*



Obr. 14. Tvar a rozměry zkušebního tělesa [25, s. 3].

*Zkušební zařízení*

Používá se přístroj typu de Mattia, tloušťkoměr a měřicí lupa [25].

*Vyhodnocení výsledků*

**Vznik trhlin se dělí do 6 skupin (6 stupňů).** Největší délka trhliny **nesmí být větší než 3 mm** [25].

Ukázka standardních typů popraskání (Příloha P VI).

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Datum a podmínky vulkanizace;

- b) Označení zkoušené pryže;
- c) Počet zkušebních těles;
- d) Teplotu zkoušení;
- e) Výsledky zkoušky;
- f) Číslo normy;
- g) Datum zkoušky“ [25, s. 7].

#### Praktické připomínky

Je nutné dbát na správné upevnění vzorku do čelistí stroje.

### **4.16 ČSN 62 1522. Pryž. Metoda stanovení urychleného tepelného stárnutí ve vzduchu**

„Tato norma stanovuje metodu zkoušení odolnosti pryže proti urychlenému tepelnému stárnutí ve vzduchu“ [26, s. 3].

#### *Princip zkoušky*

„Metoda je založena na srovnání ukazatelů fyzikálních vlastností zkušebních těles, vystavených v nedeformovaném stavu účinku cirkulujícího vzduchu po stanovenou dobu při zvýšené teplotě v termostatu (**způsob A**) nebo ve zkumavkách (**způsob B**) a zkušebních těles, která nebyla vystavena urychlenému tepelnému stárnutí ve vzduchu. **Odolnost pryže je tedy závislost na změnách ukazatelů těch fyzikálních vlastností, které jsou důležité k praktickému použití výrobku**“ [26, s. 3].

Fyzikální ukazatele, které jsou srovnávány, jsou pevnost v tahu, modul při daném prodloužení, tažnost a tvrdost [26].

#### *Zkušební tělesa*

Zkušební tělesa musí být připraveny a kondicionovány podle ČSN ISO 23529 [26].

#### *Zkušební zařízení*

Zkušební zařízení se liší podle typu použité metody. Při použití metody A se **použije termostat** a při použití metody B se **použije oddělených zkumavek** [26].

*Zkušební teplota*

Zkušební teplota závisí na účelu zkoušky a charakteru zkoušené pryže [26].

*Vyjádření výsledků*

**Výsledkem zkoušky je změna fyzikálních vlastností pryže po urychleném tepelném stárnutí ve vzduchu [26].**

*Protokol o zkoušce*

„Protokol o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- a) Označení a typ pryže;
- b) Datum a podmínky vulkanizace;
- c) Tvar, rozměry a počet zkušebních těles;
- d) Datum stanovení fyzikálních vlastností;
- e) Datum zahájení a ukončení zkoušky;
- f) Teplotu zkoušky;
- g) Hodnoty ukazatelů fyzikálních vlastností pryže před a po zkoušce;
- h) Změnu fyzikálních vlastností po zkoušce;
- i) Použitý způsob zkoušení (A nebo B);
- j) Číslo normy“ [26, s. 6].

#### **4.17 Manuál měřitelných vlastností**

Pro lepší přehlednost jsem vytvořil manuál měřitelných vlastností, který by měl sloužit pracovníkům pro snadnější orientaci při zjišťování požadovaných vlastností. Může být přínosný také veřejnosti, která se zajímá o problematiku zkoušek v gumárenství (Příloha P VII).

## ZÁVĚR

V úvodní části práce jsem popsal základní informace o gumárenských zkouškách, které obsahují důležité okolnosti ke správně provedené zkoušce. Je v ní zmíněna důležitost spojení mezi zadavatelem zkoušky a laboratoří, která zkoušku provádí. Správnost zkoušky ovlivňují ekonomické a jiné faktory. Dále popisují měřitelné vlastnosti kaučukových směsí, vulkanizátů a hotových výrobků. V těchto jednotlivých kategoriích jsou popsány základní fyzikálně-mechanické vlastnosti, důvody jejich měření a závislosti s různými ukazateli.

V další části jsem zpracoval celkem 18 fyzikálně-mechanických zkoušek a jednu normu, která se zabývá přípravou a kondicionováním zkušebních těles. Každá zkouška definuje význam, jaký je její princip, dále jaké jsou rozměry zkušebního tělesa a jejich příprava. Příprava a rozměry zkušebních těles jsou pro každou zkoušku velmi důležité, protože špatná příprava může zkoušku zcela znehodnotit. Zkoušky také obsahují popis zařízení, na kterém se zkouška provádí, zkušební teplotu a vyjádření výsledků. Vyjádření výsledků je hlavním ukazatelem zda zkouška proběhla úspěšně anebo nikoliv. Na závěr každé zkoušky jsem popsal, jak má vypadat protokol o zkoušce, který je hlavní součástí vypracované zkoušky. Některé zkoušky obsahují i praktické připomínky, které pomáhají ke zlepšení kvality zkoušek.

V závěrečné části jsem zpracoval jednoduchý manuál shrnutý do tabulky. Obsahuje možné měřené vlastnosti kaučukových směsí, vulkanizátů a hotových výrobků, které byly v této práci zmíněny. Součástí manuálu je také typ zkoušky, kterým získáme požadovanou vlastnost a číslo normy, která obsahuje konkrétní typ zkoušky. Tato práce může být přínosná především pro pracovníky v gumárenství, zejména pro jejich lepší orientaci při zadávání zkoušek. Přínosem může být také pro veřejnost, která se zajímá o zkoušky v gumárenství.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] MALÁČ, Jiří. Zkoušky. 2005. In: *Gumárenská technologie*. Dostupný z: <http://www.home.karneval.cz/0323339201/text/zkousky.pdf>.
- [2] PREKOP, Štefan et al. *Gumárska technológia II*. Trenčín: GC TECH Ing. Peter Gerši, 2003, 374 s. ISBN 80-88914-85-X.
- [3] MALKINA, Christina Èmil'jevna. *Všeobecná technológia gumárskej výroby*. Bratislava: Štátne nakladateľstvo technickej literatúry, 1953, 164 s.
- [4] NAKAJIMA, Nobuyuki. *The Science and Practice of Rubber Mixing*. Shawbury: Rapra Technology, 2000, 408 s. ISBN 1-85957-207-3.
- [5] DICK, John S. *Basic rubber testing: selecting methods for a rubber test program*. West Conshohocken, PA: ASTM, 2003, 236 s. ISBN 0-8031-3358-8.
- [6] BROWN, Roger. *Physical Testing of Rubber*. New York, NY: Springer, 2006, 387 s. ISBN 10 0-387-28286-6.
- [7] ČSN ISO 23529. *Pryž – Obecné postupy pro přípravu a kondicionování zkušebních těles pro fyzikální zkušební metody*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 20 s. Třídící znak 62 1401.
- [8] ČSN ISO 3417. *Kaučuky a pryže. Stanovení vulkanizačních charakteristik na vulkametru s kmitajícím diskem*. Praha: Český normalizační institut, 1995. 16 s. Třídící znak 62 1416.
- [9] ČSN 62 1415. *Kaučuky a gumárenské směsi. Stanovení viskozity a navulkanizování na viskozimetru Mooney*. Praha: Vydavatelství norem, 1989. 16 s.
- [10] ČSN ISO 37. *Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tahových vlastností*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 28 s. Třídící znak 62 1436.
- [11] BAUMAN, Judson T. *Fatigue, Stress, and Strain of Rubber Components: guide for Design Engineers*. Munich: Hanser, 2008, 214 s. ISBN 978-3-446-41681-9.
- [12] ČSN ISO 48. *Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tvrdosti (tvrdost mezi 10 IRHD a 100 IRHD)*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 24 s. Třídící znak 62 1433.
- [13] ČSN ISO 815. *Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení trvalé deformace v tlaku*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 16 s. Třídící znak 62 1456.

- [14] ČSN ISO 1431 - 1. *Pryž – Vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Odolnost proti vzniku ozónových trhlin – Část 1: Zkoušení za statické a dynamické deformace*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 20 s. Třídící znak 62 1527.
- [15] ČSN ISO 1817. *Pryž. Stanovení účinku kapalin*. Praha: Český normalizační institut, 1995. 20 s. Třídící znak 62 1510.
- [16] ČSN ISO 5603. *Pryž – Stanovení soudržnosti s ocelovým kordem*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 20 s. Třídící znak 62 1465.
- [17] ČSN 62 1459. *Pryž. Stanovení strukturní pevnosti*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1991. 16 s.
- [18] ČSN 62 1405. *Pryž. Stanovení hustoty*. Praha: Vydavatelství norem, 1992. 8 s.
- [19] ČSN 62 1452. *Zkoušení pryže. Stanovení trvalé deformace v tahu*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1978. 4 s.
- [20] ČSN 62 1462. *Pryž. Stanovení statické soudržnosti pryže s textilním kordem (H – test)*. Praha: Český normalizační institut, 1992. 16 s.
- [21] ČSN 62 1480. *Pryž. Stanovení odrazové pružnosti pryže*. Praha: Vydavatelství norem, 1992. 8 s.
- [22] ČSN 62 1463. *Zkoušení pryže. Stanovení soudržnosti pryže s kovem*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1990. 8 s.
- [23] ČSN 62 1466. *Pryž. Stanovení odolnosti proti odírání na přístroji s otáčivým bubnem*. Praha: Centrum služeb pro normalizaci, 1992. 12 s.
- [24] ČSN ISO 7619 - 1. *Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tvrdosti vlačováním – Část 1: Stanovení tvrdoměrem (tvrdost Shore)*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 12 s. Třídící znak 62 1432.
- [25] ČSN 62 1488. *Pryž. Metoda stanovení odolnosti proti vzniku a růstu trhlin prolamováním*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1982. 8 s.
- [26] ČSN 62 1522. *Pryž. Metoda stanovení urychleného tepelného stárnutí ve vzduchu*. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1981. 8 s.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Atd. A tak dále.

Cca. Cirka.

cm Centimetr.

hod. Hodina.

min. Minuta.

mm. Milimetr.

Např. Například.

Resp. Respektive.

Tj. To je.

Tzv. Takzvaně.

°C Stupeň  
celsia.

° Stupeň.

± Plus mínus.

% Procenta.

- Mínus.

+ Plus.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Průřez Viskozimetru [5, s. 21] .....</i>	23
<i>Obr. 2. Ukázka rotoru při otevřené dutině [5, s. 21] .....</i>	23
<i>Obr. 3. Zkušební těleso pro tvar oboustranných lopatek [11, s. 44 ] .....</i>	28
<i>Obr. 4. Zkušební těleso pro metodu 1 [16, s. 17]. .....</i>	42
<i>Obr. 5. Zkušební těleso pro metodu 2 [16, s. 17]. .....</i>	43
<i>Obr. 6. Zkušební hrot tvrdoměru typu A [17, s. 11]......</i>	45
<i>Obr. 7. Zkušební těleso typu I – trouser [20, s. 4]. .....</i>	50
<i>Obr. 8. Zkušební těleso typu II – graves [20, s. 5]......</i>	51
<i>Obr. 9. Zkušební těleso typu III – crescent [20, s. 6]......</i>	51
<i>Obr. 10. Zkušební těleso pro stanovení soudržnosti mezi pryží a textilním kordem (H- test) [2, s. 270]. .....</i>	53
<i>Obr. 11. Zkušební těleso pro metodu A [22, s. 4]. .....</i>	55
<i>Obr. 12. Zkušební těleso pro metodu B [22, s. 4]. .....</i>	55
<i>Obr. 13. Zkušební těleso pro metodu C [22, s. 5]. .....</i>	56
<i>Obr. 14. Tvar a rozměry zkušebního tělesa [25, s. 3]. .....</i>	61

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Rozměry pro zkušební tělesa typu oboustranných lopatek [10, s. 10] .....</i>	28
<i>Tab. 2. Rozměry zkušebního tělesa pro metodu 1 (rozměry jsou uvedeny v milimetrech) [16, s. 8].....</i>	42
<i>Tab. 3. Rozměry zkušebního tělesa pro metodu 2 (rozměry jsou uvedeny v milimetrech) [16, s. 8]. .....</i>	42

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Ukázka výsledného protokolu při stanovení vulkanizačních charakteristik na vulkometru s kmitajícím diskem (finálová směs)
- Příloha P II: Ukázka výsledného protokolu při stanovení viskozity a navulkanizování na viskozimetru Mooney (základová směs)
- Příloha P III: Ukázka výsledného protokolu při tahových zkouškách (zkoušené těleso tvaru Lopatky typu 1)
- Příloha P IV: Ukázka výsledného protokolu při tahových zkouškách (zkoušené těleso tvaru Trouser)
- Příloha P V: Ukázka výsledného protokolu při tahových zkouškách (zkoušené těleso tvaru Graves)
- Příloha P VI: Standardní stupně popraskání [25, s. 5]
- Příloha P VII: Manuál měřitelných vlastností





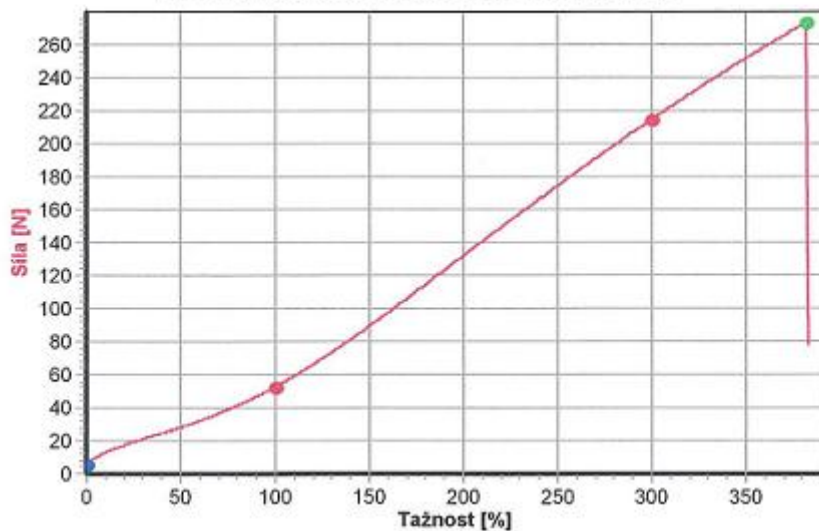
# PŘÍLOHA P III: UKÁZKA VÝSLEDNÉHO PROTOKOLU (ZKOUŠENÉ TĚLESO TVARU LOPATKY TYPU 1)

Zkušební těleso: Lopatka Typ 1

## Zkušební parametry

Zkušební norma: Univerzální tahová/tlaková zkouška  
 Typ stroje: TT 2805  
 Průtahoměr: LA 800  
 Rozměry vzorku: b = 6 mm  
 Zadání dělek: Le = 25 mm  
 Zkušební rychlosti: V0 = 100 mm/min; V1 = 500 mm/min  
 Přepínací body: F0 = 5 N  
 Kříterium ukončení zkoušky: F = 5000 N; dF = 50 %

## Tahová zkouška lopatek dle ČSN ISO 37



## Výsledky zkoušky

		Pevnost MPa	Tažnost %	M100 MPa	M300 MPa	M500 MPa	S0 mm	a mm	b mm
1	x	19.79	381.90	3.81	15.54	0.00	13.80	2.30	6.00

## Statistika a = 1

	Pevnost MPa	Tažnost %	M100 MPa	M300 MPa	M500 MPa	S0 mm	a mm
Požadovaná hodnota min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Požadovaná hodnota max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Střední hodnota	19.79	381.90	3.81	15.54	0.00	13.80	2.30
Standardní odchylka	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variační koeficient	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Medián	19.79	381.90	3.81	15.54	0.00	13.80	2.30
Minimum	19.79	381.90	3.81	15.54	0.00	13.80	2.30
Maximum	19.79	381.90	3.81	15.54	0.00	13.80	2.30

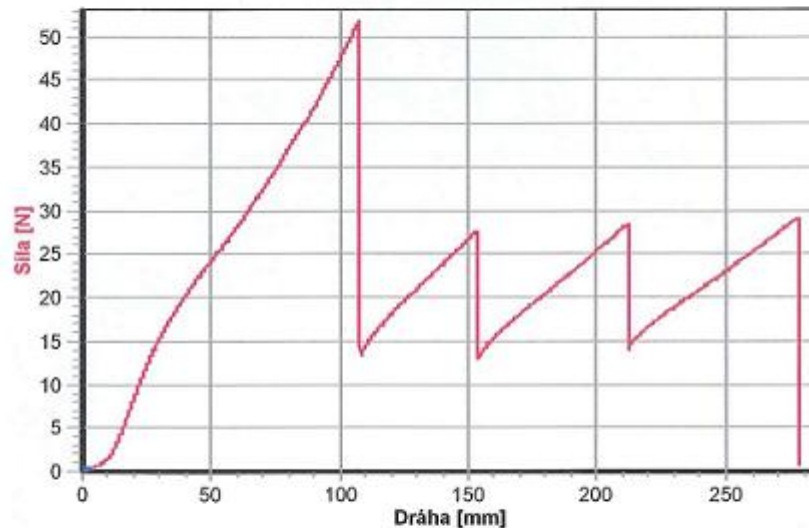
# PŘÍLOHA P IV: UKÁZKA VÝSLEDNÉHO PROTOKOLU PŘI TAHOVÝCH ZKOUŠKÁCH (ZKOUŠENÉ TĚLESO TVARU TROUSER)

Zkušební těleso: Trouser

## Zkušební parametry

Zkušební norma: Tahová zkouška plastů - EN ISO 527-1 : 1996  
 Typ stroje: TT 2805  
 Snímač síly: 5kN  
 Zkušební prostor: Spodní zkušební prostor  
 Zkušební rychlost: V0 = 500 mm/min; V1 = 500 mm/min  
 Přepínací body: F0 = 0 N  
 Kříterium ukončení zkoušky: F = 5000 N; dF = 90 %

## Tahová zkouška dle ČSN 62 1459



## Výsledky zkoušky

	Ozn.1	Pevnost kN/m	S0 mm	b mm
1	x	21.75	2.38	2.38

## Statistika a = 1

	Pevnost kN/m	S0 mm	b mm
Požadovaná hodnota min	0.00	0.00	0.00
Požadovaná hodnota max	0.00	0.00	0.00
Střední hodnota	21.75	2.38	2.38
Standardní odchylka	0.00	0.00	0.00
Variační koeficient	0.00	0.00	0.00
Medián	21.75	2.38	2.38
Minimum	21.75	2.38	2.38
Maximum	21.75	2.38	2.38



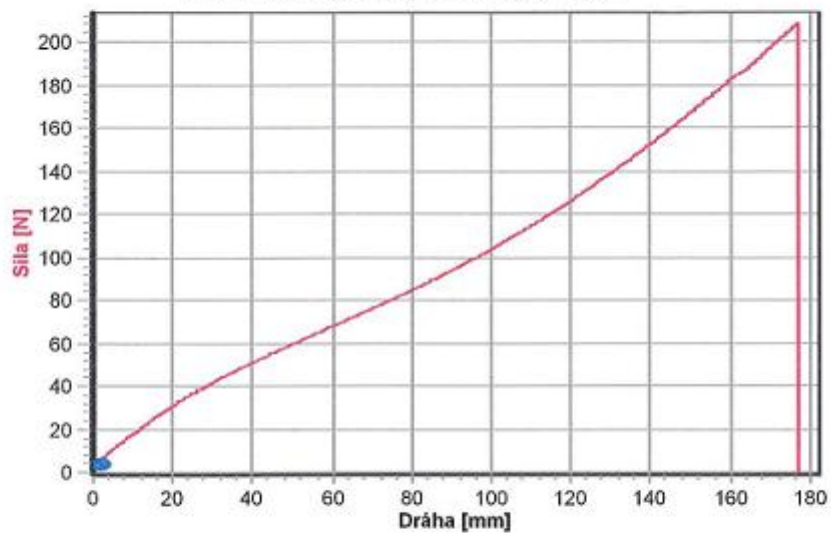
# PŘÍLOHA P V: UKÁZKA VÝSLEDNÉHO PROTOKOLU PŘI TAHOVÝCH ZKOUŠKÁCH (ZKOUŠENÉ TĚLESO TVARU GRAVES)

Zkušební těleso: Graves

## Zkušební parametry

Zkušební norma: Tahová zkouška plastů - EN ISO 527-1 : 1996  
 Typ stroje: TT 2605  
 Snímač síly: 5kN  
 Zkušební rychlosti: V0 = 100 mm/min; V1 = 500 mm/min  
 Přepínací body: F0 = 5 N  
 Kriterium ukončení zkoušky: dF = 90 %

## Tahová zkouška dle ČSN 62 1459



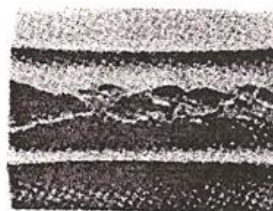
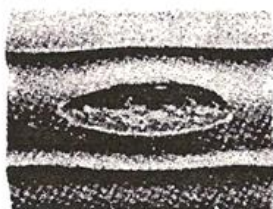
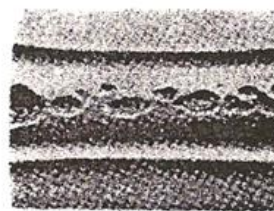
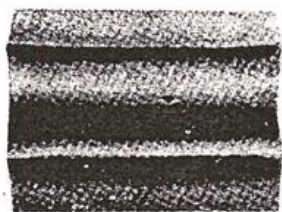
## Výsledky zkoušky

	Ozn.1	Pevnost kN/m	S0 mm	a mm	b mm
2	x	90.77	2.30	1.00	2.30

## Statistika a = 1

	Pevnost kN/m	S0 mm	a mm	b mm
Požadovaná hodnota min	0.00	0.00	0.00	0.00
Požadovaná hodnota max	0.00	0.00	0.00	0.00
Střední hodnota	90.77	2.30	1.00	2.30
Standardní odchylka	0.00	0.00	0.00	0.00
Variační koeficient	0.00	0.00	0.00	0.00
Medián	90.77	2.30	1.00	2.30
Minimum	90.77	2.30	1.00	2.30
Maximum	90.77	2.30	1.00	2.30

**PŘÍLOHA P VI: STANDARDNÍ STUPNĚ POPRASKÁNÍ [25, S. 5]**



## PŘÍLOHA P VII: MANUÁL MĚŘITELNÝCH VLASTNOSTÍ

Vlastnost	Typ zkoušky	Identifikace zkoušky
Pevnost v tahu	Stanovení tahových vlastností	ČSN ISO 37
Strukturní pevnosti	Stanovení strukturní pevnosti	ČSN 62 1459
Tažnost	Stanovení tahových vlastností	ČSN ISO 37
Napětí při daném prodloužení	Stanovení tahových vlastností	ČSN ISO 37
Prodloužení při daném napětí	Stanovení tahových vlastností	ČSN ISO 37
Mez skluzu	Stanovení tahových vlastností	ČSN ISO 37
Prodloužení na mezi skluzu	Stanovení tahových vlastností	ČSN ISO 37
Vulkanizační charakteristika	Stanovení vulkanizačních charakteristik na vulkometru s kmitajícím diskem	ČSN ISO 3417
Viskozita	Stanovení viskozity a navulkanizování na viskozimetru Mooney	ČSN 62 1415
Navulkanizování	Stanovení viskozity a navulkanizování na viskozimetru Mooney	ČSN 62 1415
Tvrдость IRHD	Stanovení tvrdosti (tvrдость mezi 10 IRHD a 100 IRHD)	ČSN ISO 48
Tvrдость Shore	Stanovení tvrdosti vtláčováním – Část 1: Stanovení tvrdoměrem (tvrдость Shore)	ČSN ISO 7619 - 1
Trvalá deformace v tahu	Stanovení trvalé deformace v tahu	ČSN 62 1452
Trvalá deformace v tlaku	Stanovení trvalé deformace v tlaku	ČSN ISO 815
Účinek kapaliny	Stanovení účinku kapalin	ČSN ISO 1817
Soudržnost s ocelovým kordem	Stanovení soudržnosti s ocelovým kordem	ČSN ISO 5603
Soudržnost pryže s kovem	Stanovení soudržnosti pryže s kovem	ČSN 62 1463
Soudržnost pryže s textilním kordem (H-Test)	Stanovení statické soudržnosti pryže s textilním kordem (H - test)	ČSN 62 1462
Hustota	Stanovení hustoty	ČSN 62 1405
Odrazová pružnost	Stanovení odrazové pružnosti pryže	ČSN 62 1480
Odolnost proti odírání	Stanovení odolnosti proti odírání na přístroji s otáčivým bubnem	ČSN 62 1466
Odolnost proti vzniku a růstu trhlin	Metoda stanovení odolnosti proti vzniku a růstu trhlin prolamováním	ČSN 62 1488
Odolnost proti vzniku ozónových trhlin	Odolnost proti vzniku ozónových trhlin – Část 1: Zkoušení za statické a dynamické deformace.	ČSN ISO 1431 - 1
Tepelné stárnutí	Metoda stanovení urychleného tepelného stárnutí ve vzduchu	ČSN 62 1522