

Přípravek pro měření elektrických vlastností pryže

Pavel Janků

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel Janků**
Osobní číslo: **T140040**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Přípravek pro měření elektrických vlastností pryží**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární studie na dané téma
2. Zhotovení výkresové dokumentace
3. Zadání přípravku do výroby a jeho zprovoznění
4. Ověření funkčnosti přípravku provedením experimentálních zkoušek

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle doporučení vedoucího BP práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Žaludek, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

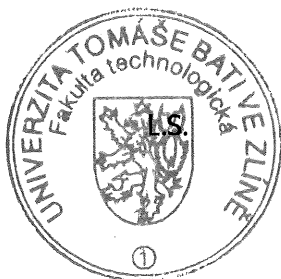
30. ledna 2015


Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 13. května 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Janků Pavel

Obor: Technologická zařízení

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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 .20.5.2015.....



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

(1) Vysoká škola nevydělečně 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.

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je navrhnout napínací zařízení k přípravku na měření elektrických vlastností pryže, které je schopno natahovat vzorek až na 400% jeho původní délky pro měření jejích parametrů při mechanickém zatížení. Cílem teoretické části bylo nastínit problematiku vodivosti v pryžích včetně jejích vlivů.

Klíčová slova: pryž, saze, vlivy, směsi, teplota

ABSTRACT

The goal of this study is to design the tensioner to the jig for measuring the electrical properties of rubber, which is capable of stretching a sample to 400 % of its original length for the measurement of its parameters during mechanical loading. The theoretical part was to outline the issue conductivity rubbers including its impacts.

Keywords: rubber, smut, influence, effect, temperature, agregate, mixture

V úvodu práce bych rád poděkoval všem, kteří mi svojí radou, nebo poskytnutím podkladů usnadnili vypracování této bakalářské práce. Především děkuji vedoucímu práce Ing. Milanu Žaludkovi PhD a Ing. Františkovi Volkovi CSc.

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

OBSAH

ÚVOD	5
I TEORETICKÁ ČÁST	6
1 VLASTNOSTI PRYŽE A VLIVY NA JEJÍ ELEKTRICKOU VODIVOST	7
1.1 CHOVÁNÍ POLYMERŮ V MAGNETICKÝCH A ELEKTRICKÝCH POLÍCH.....	8
1.2 MECHANISMY VODIVOSTI	8
1.2.1 Základní popis	8
1.2.2 Teorie mechanismu vodivosti	10
1.2.3 Elektrická vodivost.....	10
1.2.4 Kaučuková elasticita	12
1.3 VLIV SAZÍ NA VODIVOSTI	17
1.3.1 Používané saze	18
1.3.2 Vliv disperze na vodivost směsí.....	18
1.3.3 Vliv stupně plnění na vodivosti.....	18
1.4 VLIV OSTATNÍCH FAKTORŮ NA VODIVOST SMĚSÍ.....	19
1.4.1 Vliv elastomeru	19
1.4.2 Vliv teploty.....	19
1.4.3 Vliv aditiv.....	19
1.4.4 Vliv mechanického napětí.....	20
1.4.4.1 Vliv mechanického napětí na vodivost z hlediska elastomeru	20
1.4.4.2 Vliv tahového napětí na vodivosti	20
1.4.4.3 Vliv cyklického namáhání	20
1.4.4.4 Vztah mezi dynamickým modulem a vodivostí	22
1.4.4.5 Použití urychlovačů	23
1.4.5 Vliv přechodového odporu.....	24
1.5 PŘÍPRAVA SMĚSÍ.....	24
2 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
3 NÁVRH NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ	27
3.1 STANOVENÍ PEVNOSTNÍHO LIMITU NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	28
3.1.1 Určení napětí dovolené v tlaku	28
3.1.2 Ověření samosvornosti.....	28
3.2 PŘÍPRAVA VZORKŮ PRO MĚŘENÍ.....	29
4 VÝROBA A OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI	29
ZÁVĚR	30
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	31
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	32
SEZNAM OBRÁZKŮ	34
SEZNAM TABULEK	35
SEZNAM PŘÍLOH	36

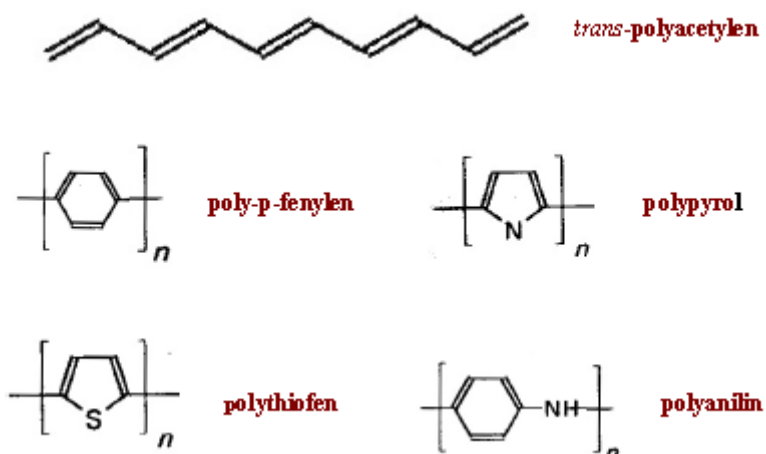
ÚVOD

Cílem mojí bakalářské práce bylo vytvoření výkresové dokumentace napívacího zařízení, které umožňuje natahování pryže o 50% až 400%, pro měření jejích parametrů při mechanickém zatížení, k měřicímu přípravku, určeného k měření vodivosti pryží, který už je zhotoven a otestován. Cílem teoretické části bylo nastínit problematiku vodivosti pryží včetně jejích vlivů při jejím napínání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VLASTNOSTI PRYŽE A VLIVY NA JEJÍ ELEKTRICKOU VODIVOST

Polymery jsou většinou látky s velmi nízkou elektrickou vodivostí, vykazují vlastnosti dielektrik. Elektrickou vodivost polymerů lze pro některé aplikace (např. elektronika, mikroelektronika) výrazným způsobem zvýšit až na hodnoty srovnatelné s vodivostí dotovaných polovodivých nebo kovových materiálů. Nejjednodušší způsob zvýšení vodivosti je homogenní dotace polymerů vodivými aditivy (kovové prášky, vodivé saze), kdy po překročení určité koncentrace vodivého aditiva (perkolační mez) v polymeru dochází k prudkému nárůstu vodivosti polymerního filmu. Základem elektrické vodivosti u nedotovaného polymeru je přítomnost konjugovaných dvojných vazeb v polymerním řetězci. Tyto konjugace v makromolekule lze připravit dvěma způsoby. Polymer je možno modifikovat (degradovat) za zvýšené teploty bez přístupu vzduchu nebo ozařovat vysokoenergetickými svazky (např. elektrony, ionty, plazmou, laserem, UV-světlem), tím dochází k degradaci řetězců spojené s tvorbou konjugovaných dvojných vazeb. Další možností je syntéza polymerů s vysokou vodivostí, které v makromolekule obsahují konjugace dvojných vazeb a proto jsou nazývány „vodivými“ polymery. Strukturální vzorce některých vodivých polymerů jsou uvedeny na Obr. 1. Tyto polymery nacházejí v současnosti velké uplatnění v elektronice a mikroelektronice (s výjimkou transpolyacetyleny). []



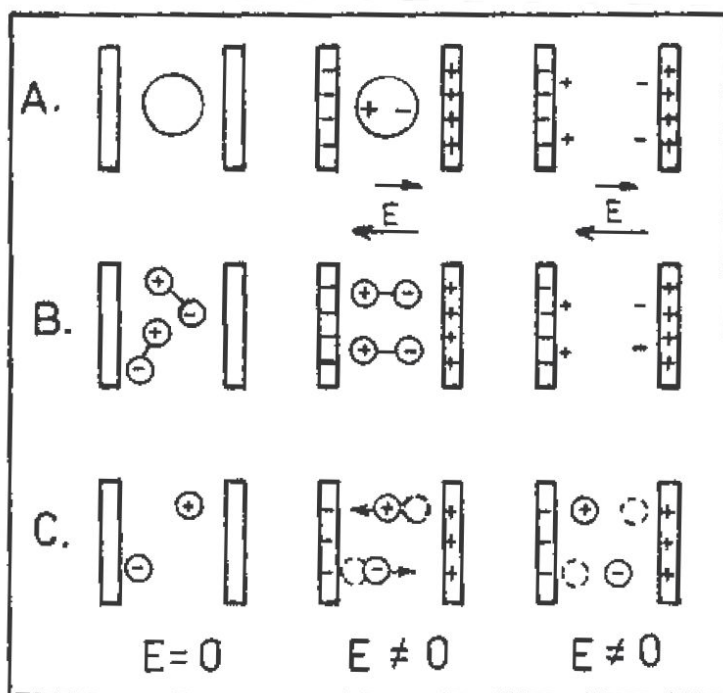
Obr. 1 Strukturální vzorce některých „vodivých“ polymerů

1.1 Chování polymerů v magnetických a elektrických polích

Odezva látek na působení elektrického pole má dva mezní případy:

1. Nevratný, časově závislý transport elektricky nabitých částic, které jsou v látce přítomné, tj. vznik proudu doprovázeného disipací energie. Látka s takovým chováním se označuje vodič (Obr. 2C).

Obr. 2 Odezva látek na působení el. pole E



A- vznik indukovaných dipólů: polarizace téměř okamžitá (10^{-13} - 10^{-15} s), zcela vratná,

B- orientační polarizace: časově závislá, vratná,

C- transport nábojů: časově závislý, nevratný

2. Elektrické posunutí, způsobené vznikem indukovaných dipólů či orientací dipólů již v látce přítomných (Obr. 2A, 2B), které je doprovázeno akumulací energie a je vratné - po odstranění pole mizí. Látka s tímto chováním se nazývá dielektrikum či izolátor. (Elektrické posunutí je obecně časově závislé a je doprovázeno částečnou disipací energie).

Běžné polymery jsou dielektrika, avšak jejich vodivost není úplně nulová. Absolutním nevodičem je pouze vakuum. Přídavkem některých přísad nebo syntézou polymerů se speciální strukturou lze získat polovodivé polymerní systémy.

1.2 Mechanismy vodivosti

1.2.1 Základní popis

Směsi kaučuku jsou všeobecně považovány za elektricky nevodivé. Elastomery samotné nevedou elektrický proud. Elektrická vodivost může být zajištěna přídavkem iontů rozptýlených v hmotě. Tato vodivost je důležitá z hlediska aplikací, kterými jsou například podlahoviny, použití na opláštění kabelů a podobně [3].

Ve většině literatury se vodivost dělí na dva druhy: objemovou a povrchovou. Objemová vodivost je způsobena rozptýlenými vodivými částicemi v celém objemu hmoty. Naopak povrchová vodivost je také způsobena absorpcí vody na povrchu hmoty. Voda vytvoří na povrchu tenký film, který způsobuje vodivost.

Obecně vodivost závisí na mnoha faktorech. Z nejdůležitějších jsou to tyto: druh, koncentrace sazí a stupeň zamíchání, druh elastomeru a jeho viskozita, přítomnost dalších přísad, vliv vulkanizačního systému, deformace a tlak, tokové vlastnosti a podobně.

Úroveň elektrické vodivosti můžeme zjistit (měřit) zařazením vzorku polymeru do elektrického obvodu, kde můžeme dále aplikovat Ohmův zákon v diferenciálním tvaru a dát tak do souvislosti intenzitu elektrického pole E s proudovou hustotou i .

$$i = \frac{dl}{ds} = \text{změna el. proudu} / \text{změna plochy}$$

$$E = \frac{F}{q} = \text{síla/náboj}$$

Pak

$$i = \kappa * E$$

κ - měrná (specifická) vodivost látky [$\Omega^{-1} * m^{-1}$];

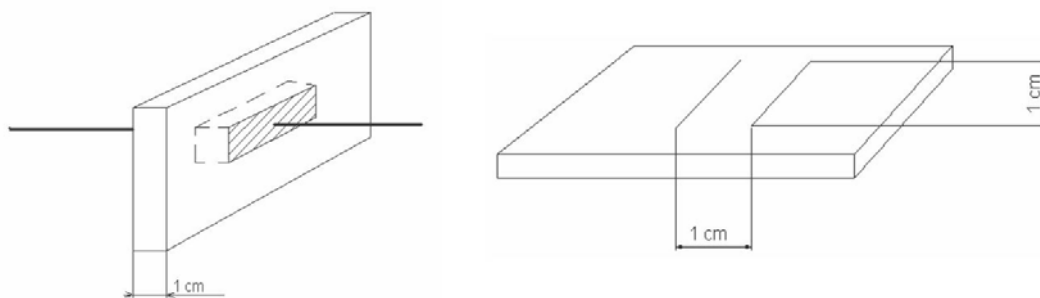
častěji se používá

$$\rho = \frac{1}{\kappa} [\Omega * m] - \text{měrný odpor}$$

Rozlišujeme přitom:

1.vnitřní izolační odpor

2.povrchový izolační odpor



Obr. 3 Vnitřní a povrchový izolační odpor

1.2.2 Teorie mechanismu vodivosti

Mechanismus vodivosti kaučukových směsí byl velmi podobně zkoumán a dle jednotlivých autorů se velmi liší. Přesto ještě nyní není přesně určen.

Dříve se předpokládalo, že proud je veden sítí vodivých částic, které tvoří řetězce. Tyto řetězce se rozkládají v celém objemu směsi a jednotlivé částice se musí dotýkat. Pokud se tato vodivá cesta přeruší vodivost přestane existovat. Tato teorie ovšem není experimentálně dokázána. Největší problémy této teorie jsou tyto : uspořádání vodivých cest nebylo nalezeno a na elektronovém mikroskopu nebyla dostatečně vysvětlena změna odporu při deformaci a hlavně se při tomto mechanismu nepodařilo vysvětlit růst vodivosti při zvyšování dávek sazí a při snižování průměrů těchto částic.

Další teorii popsali v roce 1957 Polly a Boonstra [5] . Jedná se o mechanismus takzvané-

ho elektronového přeskočení. Je založen na tom, že částice sazí jsou od sebe izolovány mezerami z nevodivého materiálu. Tato mezery mají různé rozměry a jejich velikost určuje velikost potenciálních bariér. Při jejím překročení dochází k přeskočení nosiče náboje (tímto nosičem je elektron) z jednoho sazového agregátu (shluk několika částic sazí) na druhý.

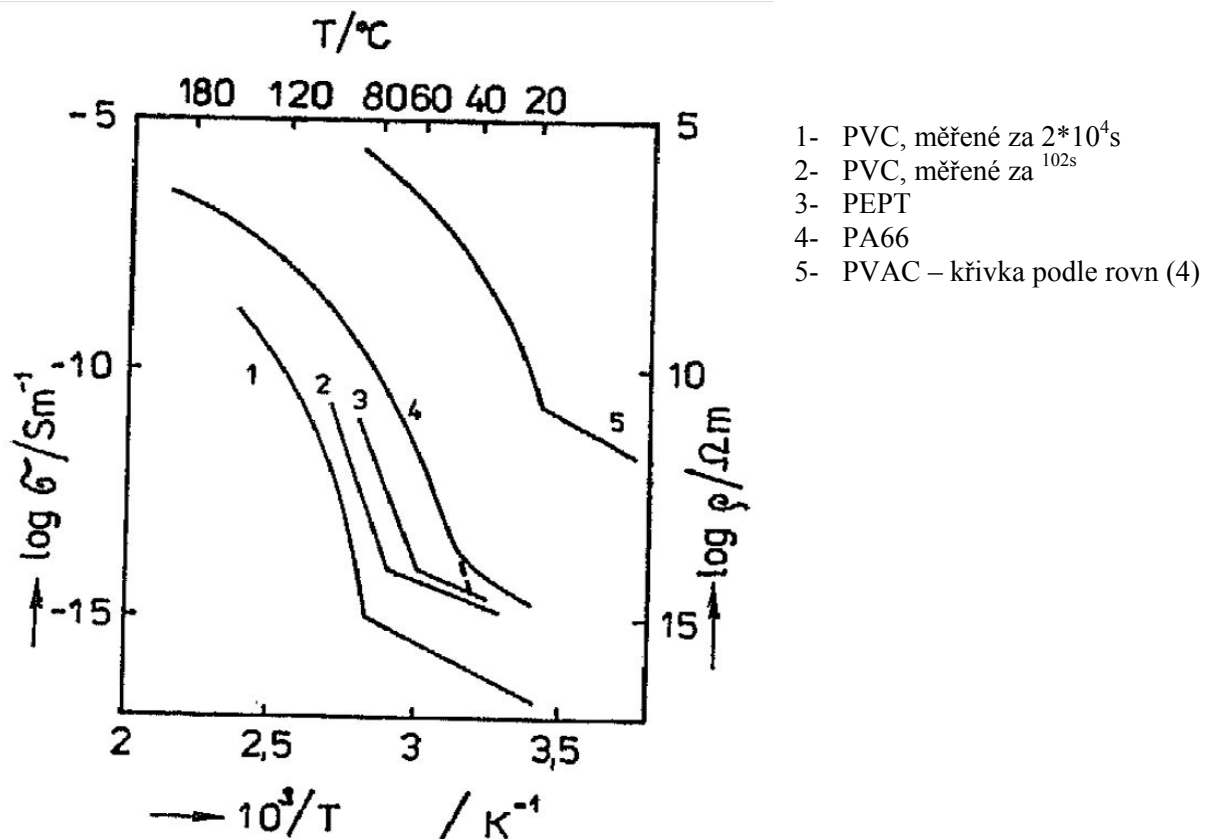
Hodnota vodivosti potom závisí na velikosti mezer a ta je nejvíce závislá na koncentraci sazí ve směsi. Při nízkém plnění jsou velikosti mezer velké a tudíž vodivost má nízkou hodnotu. Při zvyšující se koncentraci sazí je potom velikost mezer nižší a hodnota vodivosti stoupá. Určujícím parametrem v této teorii vodivosti prýžky tedy není délka sazového řetězce, ale šířka mezery mezi jednotlivými sazovými agregáty. Pomocí tohoto mechanismu lze tedy vysvětlit ty jevy, které se v předchozí teorii zdály nevysvětlitelné.

1.2.3 Elektrická vodivost

U různých typů látek při 20°C má konduktivita hodnoty ležící ve velmi širokém rozmezí. Některé polymery (např. polytetrafluoethylen) mají extrémně nízké hodnoty σ řádu $10^{-19} \div 10^{-20} \text{ Sm}^{-1}$, které jsou na hranici měřitelnosti, naopak velmi vysoké hodnoty dosahují kovy, především měď, jejíž konduktivita je $5 \cdot 10^7 \text{ Sm}^{-1}$. V (Tab.1) je uvedena klasifikace látek podle konduktivity.

Tab. 1 Klasifikace elektricky vodivých látek ρ [Sm^{-1}]

větší než 10^2	Kovy
$10^{-1} \div 10^2$	Polokovy
$10^{-3} \div 10^{-1}$	Polovodiče
$10^{-14} \div 10^{-3}$	Poloizolátory
menší než 10^{-14}	Izolátory



Obr. 4 Odezva látek některých polymerů na teplotě (arrheinovské souřadnice)

Vodivost polovodičů a izolátorů s rostoucí teplotou vzrůstá. K popisu teplotní závislosti se často používá rovnice Arrheniova typu:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-E_\sigma/RT} \quad (5)$$

kde σ_0 je předexponenciální faktor mající význam konduktivity při velmi vysoké teplotě,

E_σ - tzv. aktivační energie vodivosti. U polymerů však rovnice (5) vyhovuje zpravidla jen v úzkém teplotním intervalu. Je to vidět z (Obr.4), kde jsou v arrheinovských souřadnicích vyneseny teplotní závislosti konduktivity několika polymerů. Společným rysem těchto

závislostí je zlom v okolí teploty skelného přechodu. Například u polyvinylacetátu ($T_g = 27^\circ\text{C}$) k němu dochází při teplot.: $T_0 = 20^\circ\text{C}$ (křivka 5). Nad teplotou T_0 , tj. v kaučukovité oblasti, vzrůstá konduktivita polyvinylacetátu - a jiných amorfních i některých semikrystalických polymerů - mnohem rychleji než pod teplotou T_0 . Uspokojivý popis závislosti stanovených v oblasti nad teplotou T_0 poskytuje rovnice volno objemového typu.

$$\sigma = \sigma_\infty e^{-1/f} \quad (6)$$

$$f = f_0 + \alpha_f (T - T_0) \quad (7)$$

kde σ_∞ s je mezní hodnota konduktivity při vysokých teplotách, f - poměrný volný objem, f_0 - jeho hodnota při teplotě zlomu T_0 (tj. v oblasti teploty T_g , α_f - jeho teplotní koeficient.

V kovech jsou nositelem náboje volné elektrony. Překážky jejich pohybu představují vady mřížky. S rostoucí teplotou vliv těchto poruch vzrůstá, a proto vodivost kovů s teplotou mírně klesá, zpravidla lineárně.

Tab. 2 Koncentrace a pohyblivost nositelů náboje

	$\frac{n}{\text{mol} * \text{m}^{-3}}$	$\frac{\mu_p}{\text{m}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}}$
Kovy	$10^3 \div 10^4$	$10^{-3} \div 10^3$
Anorganické polovodiče	$10^4 \div 10^3$	$10^3 \div 10^3$
Organické polovodiče	$10^{-9} \div 10^3$	$10^{-10} \div 10^{-2}$

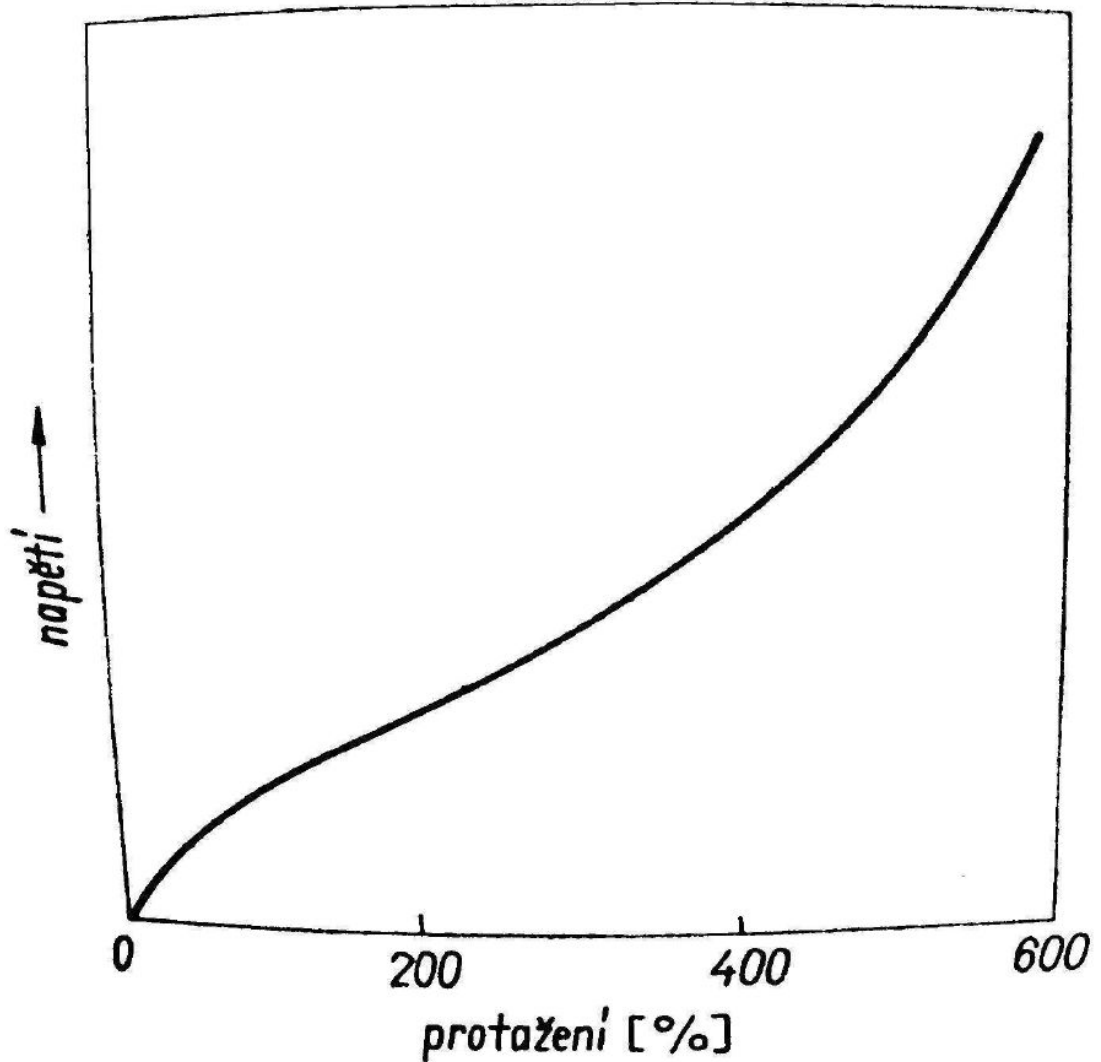
1.2.4 Kaučuková elasticita

Elasticita pryže se odlišuje od ideální elasticity kovů a krystalů v těchto nejvýznačnějších rysech:

1) Dosažitelné deformace jsou veliké, mnohonásobně vyšší než u ideálně elastických látek. Tažnost (protažení při přetržení) dosahuje několika set procent původní délky.

2) Závislost napětí na deformacích je lineární jen v oblasti malých deformací. Hookův zákon platí při smykové deformaci přibližně, při protahování jen v oblasti prvních několika procent. Tvar závislosti napětí na protažení má zpravidla charakteristický esovitý průběh (Obr.4)

3) Pryž se deformuje již účinkem malých sil. Poměr napětí a deformace v oblasti malých deformací (modul pružnosti) je asi deseti tisíckrát menší než u ideálně elastických látek a má řádovou hodnotu 1 N/mm^2 .

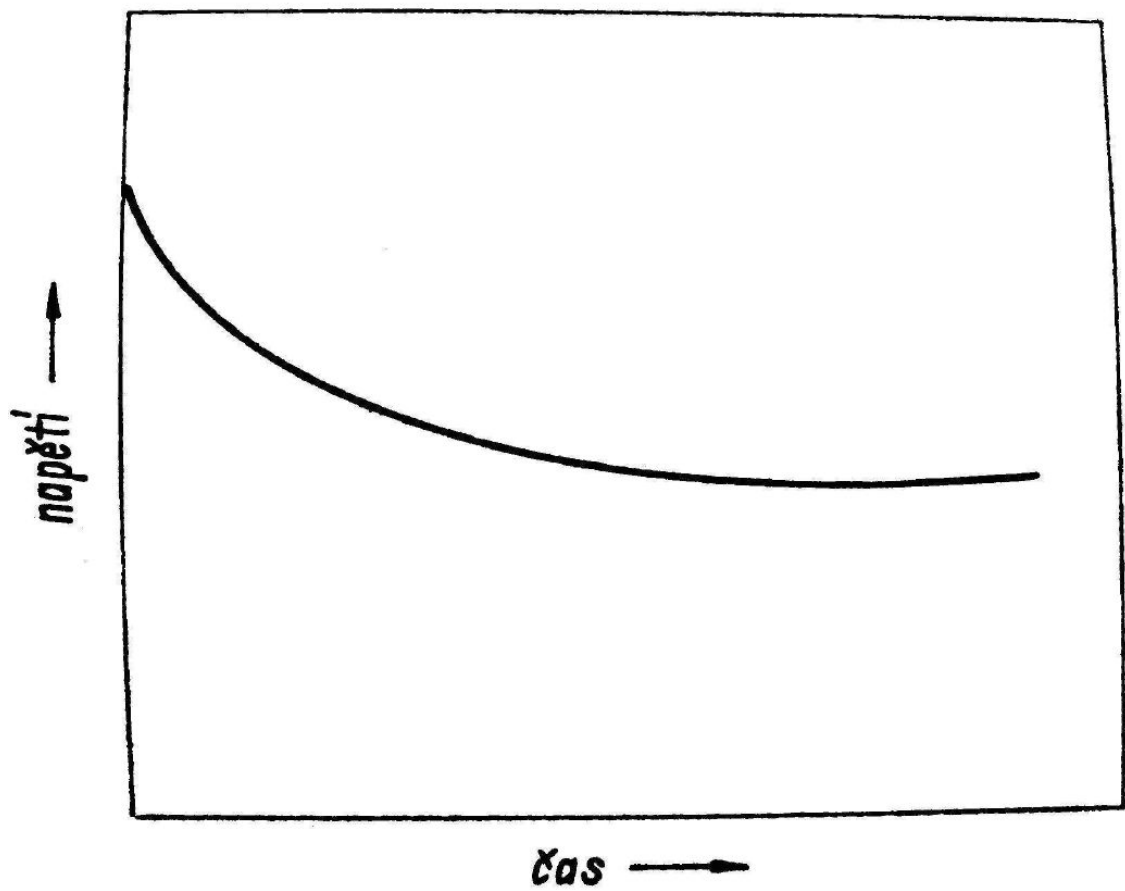


Obr. 5 Typická závislost napětí na protažení

4) Deformace pryže je časově závislá. Elastické deformační přeměny tu probíhají s určitým zpožděním, protože jsou brzděny vnitřními viskózními odpory uvnitř kaučukové hmoty. Deformační chování pryže má obecně elastické i viskózní projevy současně. Takové chování se označuje jako viskoelastické. Dnes je už plně dokázáno, že viskoelastická pryže určuje nejenom zvláštnosti jejího chování deformačního, ale že podmiňuje některé zvláštnosti a komplikovanost jejího chování destruktivního (pevnosti, tažnosti, strukturální pevnosti, odolnosti proti odírání apod.).

5) Hlavní důsledky viskoelastického charakteru pryže jsou:

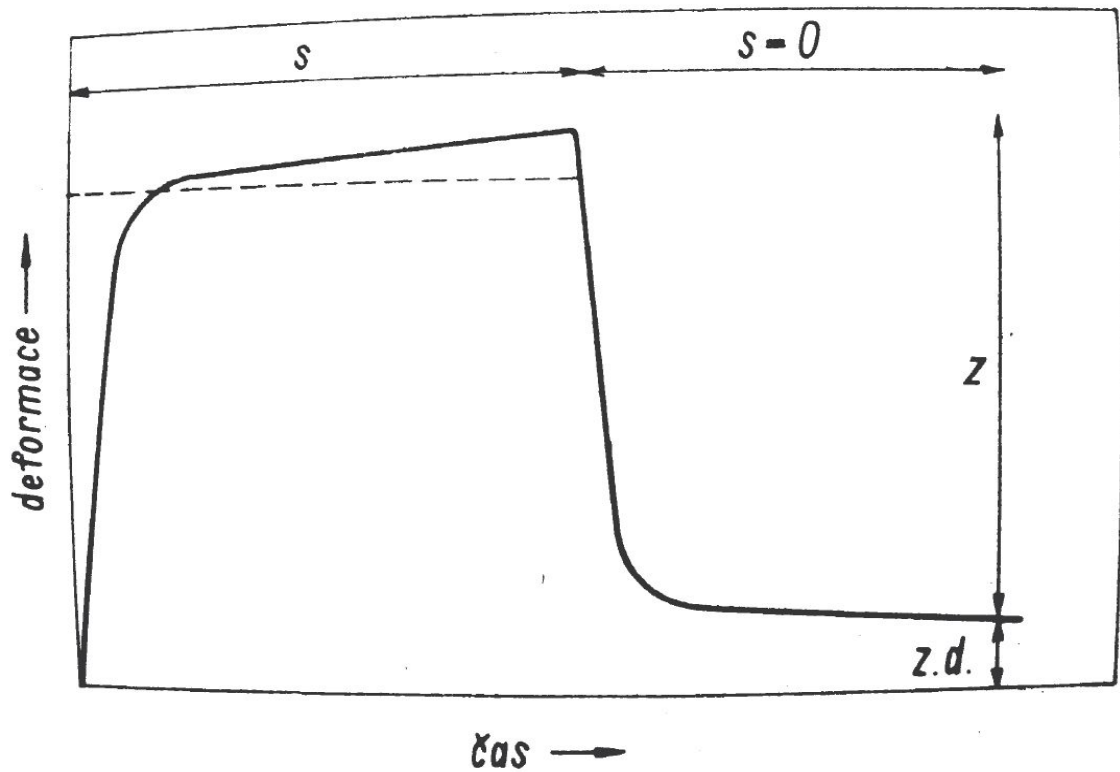
a) Relaxace napětí při konstantní deformaci. Protáhne-li se vzorek pryže rychle na určité protažení (nebo se deformuje jakýmkoliv jiným způsobem, např. ve smyku, tlaku, torzi, ohybu aj.), které se pak udržuje v průběhu času na konstantní hodnotě, pak napětí potřebné k udržování tohoto konstantního protažení v průběhu času klesá, uvolňuje se neboli relaxuje a blíží se pomalu nějaké víceméně špatně definované - rovnovážné hodnotě (Obr.6)



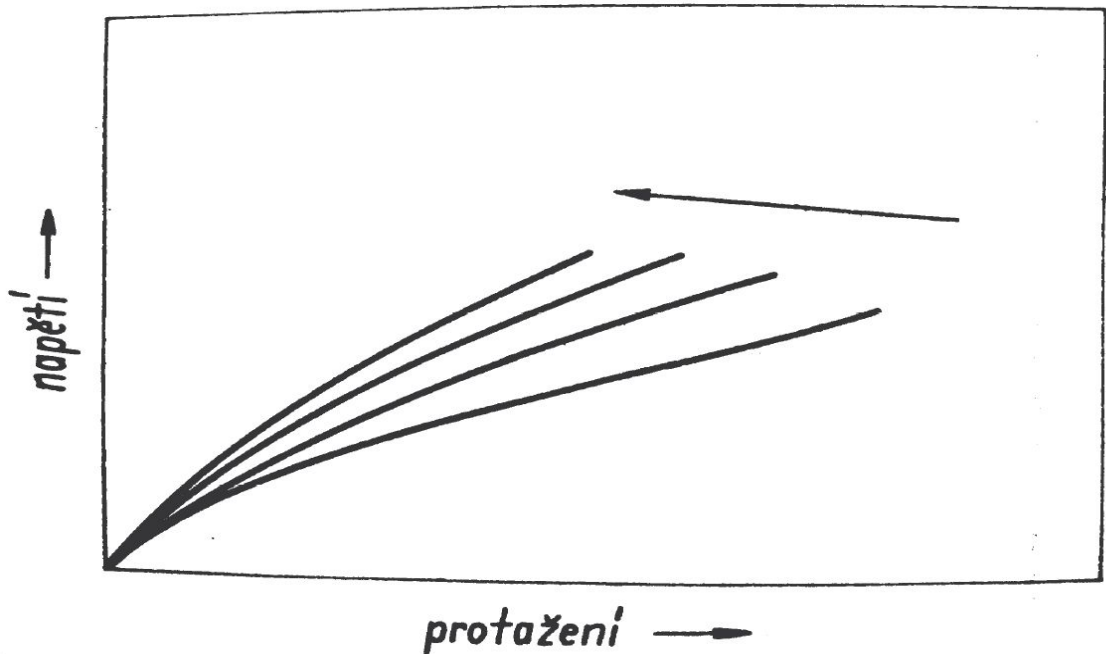
Obr. 6 Relaxace napětí při konstantní deformaci

b) Růst deformace s časem při konstantním napětí – kríp (tečení). Při vložení konstantního napětí na pryžový vzorek se dosti rychle ustaví jistá deformace, ale ta v dalším časovém průběhu vzrůstá (Obr. 7). Tento děj se označuje jako kríp. Po odtížení se vzorek pryže dosti rychle vrátí směrem k původnímu tvaru; tomuto pochodu se často říká zotavení. Zotavení není však úplné, zbývá tu jistá zbytková deformace, která se postupně během doby, kdy se vzorek nechá odležet, zmenšuje. Zbytková deformace se v praxi označuje (ne zcela přesně) jako trvalá deformace.

c) Závislost napětí na deformaci (prodloužení), stanovená při konstantní rychlosti deformace (protahování), závisí na tom, jaká byla rychlost deformace (protahování). Tím je větší rychlost, tím vyšší jsou hodnoty napětí příslušející dané deformaci (Obr. 8)



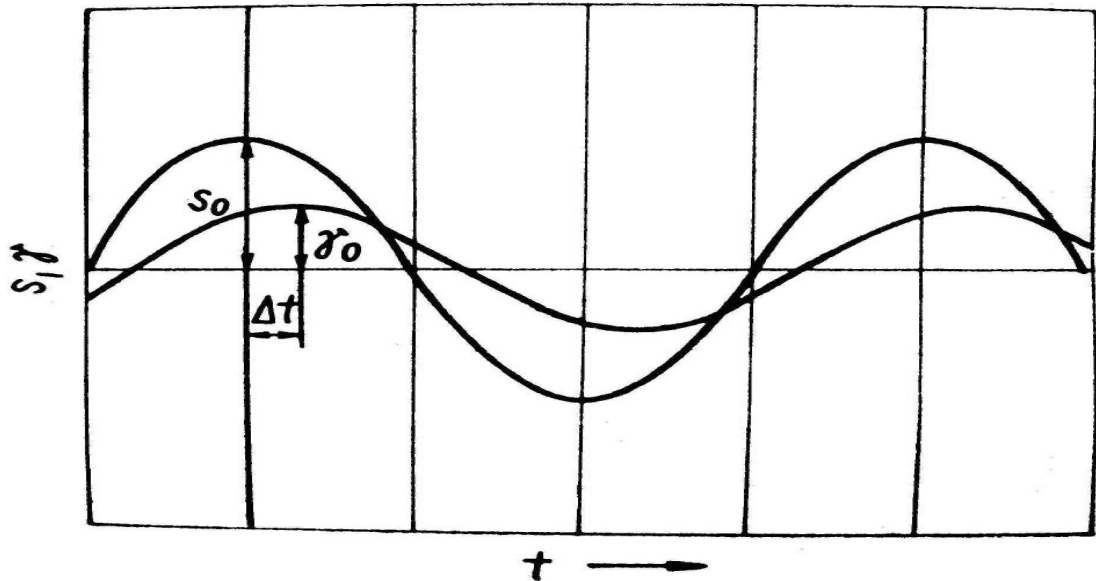
Obr. 7 Křip k (růst deformace s časem při konstantním napětí s); z -zotavení po odtížení; $z.d.$ -zbytková deformace



Obr. 8 Vliv rychlosti protahování a závislost napětí – protažení (směr šipky naznačuje vzrůstající rychlost)

d) Fázový posun deformace za napětím při cyklickém namáhání. Mění-li se napětí vkládané na pryžový vzorek cyklicky, např. se sinusovým průběhem, pak je vznikající defor-

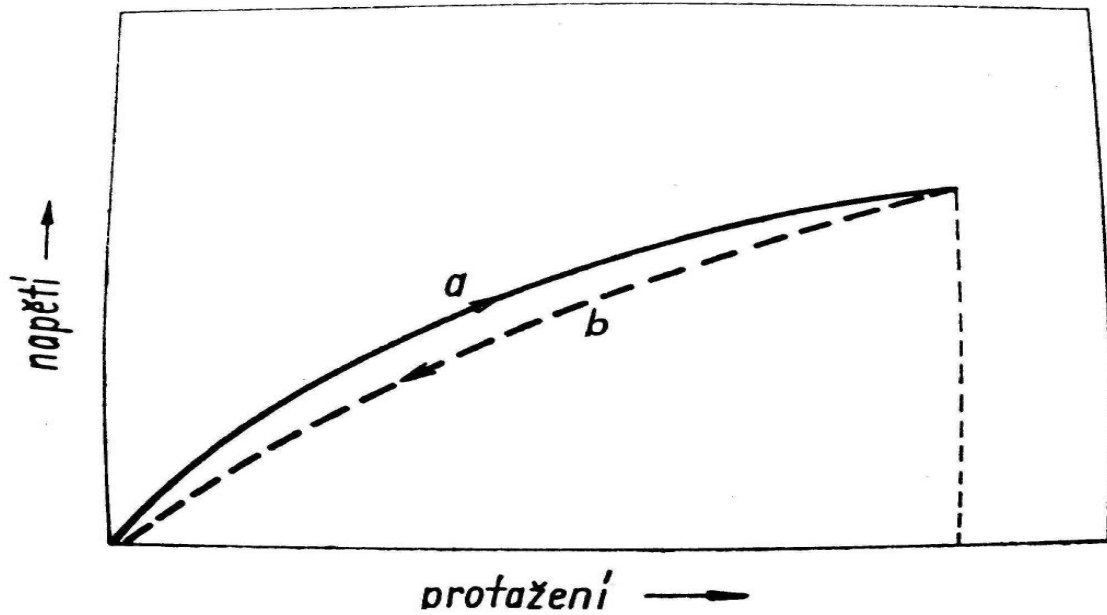
mace sice také sinusově proměnná a má stejnou frekvenci, ale za napětím se opoždí, není s ním ve fázi (Obr. 9). Velikost fázového posunu závisí u dané pryže na frekvenci.



Obr. 9 Opoždování deformace za napětím při cyklickém namáhání: s - proměnné napětí; s_0 - amplituda napětí γ_0 - amplituda deformace; t - čas; Δt - časový posun deformace za napětím

e) Hystereze. Na (Obr. 10) je zakreslena závislost napětí na protažení, stanovená při konstantní rychlosti protahování a při bezprostředně následujícím zmenšování protažení opět téže rychlostí. Průběh křivek není totožný. Plocha mezi křivkou **a** a osou protažení udává deformační práci vynaloženou při protahování, plocha pod křivkou **b** značí energii získanou zpátky při zpětném pochodu - retrakci část energie vložené na deformaci se ve formě ztratila a přeměnila v teplo. Mírou hysterezích ztrát je plocha mezi křivkami **a** a **b**

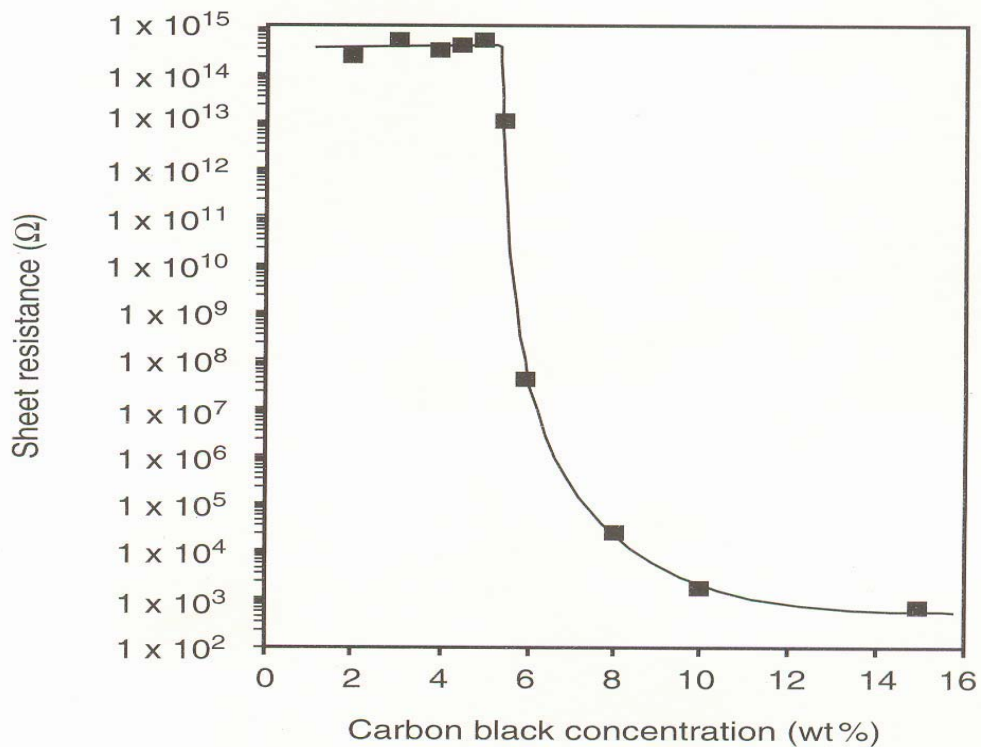
f) hysterezní smyčka. Všechny viskoelastické projevy závisí na teplotě a na čase (na rychlosti deformace, na frekvenci, době relaxace či křípu atd.).



Obr. 10 Hystereze (schematicky) a – protahování; b – retrakce

1.3 Vliv sazí na vodivosti

Nejdůležitější složkou kaučukových směsí z hlediska vodivosti jsou saze. Jejich vliv na vodivost kaučukových směsí je velmi rozsáhlý a je potřeba je rozlišovat dle druhu, stupně plnění, stupně zamíchání, velikosti jednotlivých částic a podobně.



Obr. 11 Závislost reistance na koncentraci sazí.

1.3.1 Používané saze

Acetylenové saze se vyznačují velkým měrným povrchem částic a vysokým obsahem grafitické struktury. Vliv používaných sazí do gumárenských směsí vykazuje největší závislost na rozměru částic sazí. Pro tyto směsi se používá sazí s malými průměry částic. Saze s velkým rozměrem částic dávají vysoký měrný odpor a saze s průměrným rozměrem vykazují velkou změnu odporu při zlepšující se disperzi sazí ve směsi. O vlivu disperze pojednává tato práce v následujícím odstavci. Dále má na vodivost vliv struktura sazí. Nízko strukturní saze dávají podobné výsledky jako saze s velikými částicemi. Naopak vysoce strukturní saze HAF mají podobnou vodivost jako saze s malými průměry částic.

Proto se nejvíce používají saze typů: CRF, ISAF, SCF, XCF, ECF.

1.3.2 Vliv disperze na vodivost směsí

V podstatě nejdůležitějším faktorem je distribuce sazových částic během míchání směsi. Toto se označuje jako stupeň zamíchání. Průběh míchání se dá rozdělit přibližně na tři fáze.

V první fázi obsahuje komora hnětače hrubou heterogenní soustavu, ve které je polymer rozdroben na jemné kousky. Tyto kousky jsou obaleny nevmíchanými sazemi. Ty mají velkou vodivost, ale směs je téměř nevodivá.

V další fázi míchání se saze obalují kaučukem a to má za následek zvětšování velikosti mezer mezi jednotlivými agregáty sazí a z toho vyplývá snížení vodivosti.

Při dalším promíchávání k minimální hodnotě vodivosti jsou saze téměř vmíchané, ale aglomeráty jsou odděleny směsí s nízkou vodivostí.

Saze se poté začínají dispergovat z aglomerátů a elastomerní matrice se začíná obalovat sazemi. Poté mizí aglomeráty a vodivost stoupá s rozšiřováním sazí do matrice. V této fázi se dosahuje maxima vodivosti, tj. stavu, kdy je většina sazí dispergována.

Při dalším míchání již vodivost klesá, protože při pokračující dispergaci sazí dochází vlivem smykových sil k odbourávání sekundární struktury sazí. Dochází k vytváření nových sazových struktur. Ovšem kaučukové řetězce smáčejí sazové částice a brání vzniku sazových struktur. Toto odbourávání agregátů převažuje a následkem tohoto jevu se snižuje vodivost celé směsi.

Z toho vyplývá, že pokud požadujeme směs s určitou vodivostí musíme zajistit kontrolu v procesu míchání.

Těchto procesů se prakticky využívá při zkouškách, které mají za účel zjištění stupně dispergace sazových struktur u směsí kaučuků a plastů.

1.3.3 Vliv stupně plnění na vodivosti

Hlavním mechanismem vodivosti pryžových směsí je mechanismus popsáný v kapitole 1.1.2 tj. elektronový přeskok. Pokud postupujeme od nulového plnění, zjišťujeme, že při nízkém až při nulovém plnění se odpor směsi pohybuje okolo hodnoty 1016 W.cm u přírodního kaučuku.

Při zvyšování množství sazí dodávaných do směsi odpor klesá. Tento pokles pokračuje do určité kritické hodnoty, která je různá dle použitého elastomeru a sazí, ale nejčastěji se pohybuje kolem 40 dsk sazí.

Pokud hodnota plnění stoupne nad tuto mez, je překročena bariéra přechodu nosiče náboje z jednoho sazového agregátu sazí na druhý. Tyto aglomeráty jsou uzavřené a nedotýkají se. Tato oblast se nazývá perkolační. V perkolační oblasti se velikost mezer mezi jed-

notlivými skupinami částic sazí musí pohybovat mezi 10-15 .10-10 m. Elektron zde musí překonat potenciální bariéru vyskočení z jedné sazové částice a přeskočení mezery.

1.4 Vliv ostatních faktorů na vodivost směsí

1.4.1 Vliv elastomeru

Vliv samotného elastomeru nelze přesně určit, protože nelze zkoušet vodivost neplněných kaučuků (samotné elastomery jsou izolanty). Proto se zkoušky provádějí při různém plnění HAF, ISAF, SCF a acetylenových sazí [6].

Tyto zkoušky ukázaly, že nejvhodnější směsi dávají butylové a přírodní kaučuky. Menší vodivost pak mají chloroprenové, nitrilové a různé SBR kaučukové směsi. Vysoce plněné chloroprenové kaučuky mohou mít vyšší vodivost než přírodní kaučuky.

Dále je vodivost závislá také na viskozitě kaučuku. Kaučuky s nižší viskozitou dávají vodivější směsi.

1.4.2 Vliv teploty

Zvláštní pozornost je nutno věnovat předpokládanému rozsahu teplot použití a působení různých médií především z hlediska životnosti. Ke správné volbě kaučuku vedou jak obecné poznatky z publikací a podnikových analýz, tak i odhad odolnosti kaučuků za předpokládaných aplikačních podmínek. Jeden z nejvýznamnějších vlivů na vodivost pryžových směsí má teplota. Teplotní závislost je velmi závislá na stupni plnění sazí. Tento efekt byl zkoumán mnoha autory a byly provedeny pokusy pro mnoho směsí. Při středním stupni plnění je odpor nejvíce závislý na množství sazí, které jsou v tomto ději aktivní. Pokud je ve směsi velké množství sazí je odpor téměř tepelně nezávislý.

Dalším faktorem majícím vliv na teplotní koeficient odporu je namáhání vzorků. Namáhané vzorky mají větší teplotní koeficient než nenamáhané.

Různí autoři popsali teplotní závislost pro různé směsi. Waring [5] studoval vzrůst teplotního koeficientu u přírodního kaučuku z hodnoty 0,1 % na °C při 60°C, zatímco při 40°C je vzrůst 1,3 % na °C. Dannenberg [5] studoval přírodní kaučuk a SBR s 50 částmi různých sazí. Dokázal, že teplotní koeficient se s teplotou mění, ale střední hodnota se pohybuje kolem 0,5 % na °C.

Dogatkin [5], který zkoumal směsi při teplotách 20-100 °C dospěl k názoru, že teplota a odpor jsou exponenciálně závislé a smysl této závislosti se mění pro různé směsi. Například záporná je tato závislost pro kanálové saze v SBR nebo kog-sagyz kaučucích. Ovšem Dogatkinem [5] naměřené hodnoty byly mnohem vyšší než od ostatních. To mohlo být způsobeno chybou při posuzování kontaktního odporu.

Dále se teplotní závislostí odporu zabýval ruský vědec Berezin [5], který pozoroval vzestup odporu mezi 20 až 60°C a jeho následný pokles při teplotách 60-80°C. Tato měření

byly prováděny u přírodního a chloroprenového kaučuku.

1.4.3 Vliv aditiv

Vodivost je možno zlepšit nebo zhoršit použitím různých přísad - aditiv. Nejčastější přísadou jsou změkčovadla, která se používají na snížení viskozity a zvýšení plasticity kauču-

kové směsi. Ve vztahu ke kaučuku jsou to rozpouštědla. Protože při vulkanizaci se obvykle nezabudovávají do sítě, působí jejich přítomnost snížení síťové hustoty a tím ovlivní i vlastnosti vulkanizátů.

Zde se nepoužívají změkčovadla typu minerál rubber a černouhelné dehty, které vodivost snižují. Nejvíce používaným změkčovadlem pro elektrovedivé směsi je smrkový dehet. Ovšem podmínkou jeho použití je plnění sazemi mezi 80 až 100 dsk sazí.

Používá-li se sírového vulkanizačního systému, malé změny v dávkování síry vodivost směsi výrazněji neovlivní. Totéž platí také pro malé změny vulkanizačního stupně.

1.4.4 Vliv mechanického napětí

1.4.4.1 Vliv mechanického napětí na vodivost z hlediska elastomeru

Různé elastomery vykazují různý stupeň závislosti odporu na mechanickém napětí. Nejvyšší míru závislosti vykazuje cis-polybutadien a polypropylenoxid. Relativně nezávislý odpor na mechanickém napětí vykazují silikonové kaučuky. Tyto závislosti se nejvýrazněji projevují při středním stupni plnění sazemi.

1.4.4.2 Vliv tahového napětí na vodivosti

Vlivy tahového napětí jsou velmi komplexní a závisí na mnoha detailech zpracování. Nejvíce jsou závislé na hodnotě maximálního napětí. Základní chování kaučukových směsí při namáhání tahem vypadá asi takto: Zkoušky odporu při napětí vykazují, že odpor při stoupajícím napětí také stoupá, což je následek rozpadu sazové struktury, až do určitého maxima. Po tomto maximu přichází pokles odporu, který je závislý na reformaci sazových struktur.

Jestliže je pryž namáhána konstantním tlakem, tak sazové částice vytvářejí vyšší strukturu a odpor velmi klesá. Tento jev je možno srovnávat s poklesem odporu při stoupající teplotě. Během zatěžování může odpor růst zvolna (díky nepravidlostem ve struktuře sazí) a konečný pokles je potom velmi rychlý díky reformování struktury.

Jestliže pryž necháme 15 min. po ukončení zatěžovacího cyklu bez napětí a poté opět opakujeme zatěžovací cyklus, dostáváme obdobné zatěžovací křivky. Rozdíl je takový, že počáteční velikost odporu (souběžně z rozpadáním struktury) je o něco vyšší než při prvním zatěžovacím cyklu. Třetí a další cykly dávají podobné výsledky jako druhý.

1.4.4.3 Vliv cyklického namáhání

Zkoušky cyklického namáhání jsou zkoušky, které nás informují relativně o mnoha cyklech mechanického namáhání a mohou se provádět před, během nebo po určitém počtu cyklů, které jsou většinou malé amplitudy.

Při takové malé amplitudě (např. Marschall [5] prováděl pokusy při 24 % protažení). Většina se provádí během několika sekund po ukončení namáhavého cyklu. U ostatních autorů se výsledky těchto zkoušek velmi liší.

Marschall vypracoval geometrický model konfigurace sazových struktur pomocí kterého mohl kvantitativně posuzovat vliv malých deformací. Tento model vychází z toho, že sazové částice nejsou příliš pohyblivé v kaučukových směsích. Nejdůležitější otázkou je jaké jsou změny při 1 % protažení a jestli budou větší při větším protažení, tj. jestli se vytvoří kontakt sazových částí nebo se tento kontakt přeruší a po odlehčení dojde k jeho znovu obnovení.

Tyto zkoušky se posuzují z hlediska dynamického modulu. Zkoušky tohoto dynamického modulu ukázaly, že dochází k významnému rozpadu sazových částic pokud je napětí vyšší než 10 %. Tyto změny mohou být i stonásobné. Při stlačení a natahování nad 50 % jsou změny téměř nezávislé na typu polymeru, sazích a jejich koncentraci, tepelné historii při míchání, podmínkách míchání a jiných detailech zpracování. Při vyšších hodnotách napětí jsou moduly téměř konstantní pro kaučuky se silnými interakcemi kaučuk / saze.

Největší změny vodivosti probíhají při napětí, které má za následek hodnotu protažení Vyšší než 10 % a tyto změny jsou spojeny s rozpadem sazové struktury.

Pokud zatěžujeme vzorek cyklicky a symetricky okolo nulové hodnoty dostáváme dvě maxima a dvě minima napětí během jednoho cyklu.

Při tomto zatěžování se bude vodivost pohybovat mezi minimální a maximální hodnotou (G_1 až G_2). Ostrý pokles G_1 a G_2 (DG) dochází v oblasti, kde dochází také k maximu imaginární části modulu (E''). Z toho vyplývá, že existuje spojitost mezi celkovou změnou vodivosti a dynamickými charakteristikami jednotlivých materiálů. Tento jev se dá vysvětlit rozpadem struktury sazí a poté reformací této struktury. Z toho je odvozen vztah mezi změnou vodivosti a změnou amplitudy namáhání. K rozkladu (roztržení) struktury začíná docházet při nízkých amplitudách a naopak při vysokých amplitudách dochází k obnově této struktury.

Touto problematikou se také zabýval Waring [5], který zkoušel přírodní pryž o odporu 108 W.cm s dynamickým namáháním, které způsobuje deformaci vyšší než 0,75 %. Nejvyšší změna odporu činila více než 10 %. Zjistil lineární závislost mezi druhou mocninou změny vodivosti a amplitudy vibrací. Dále testoval různé materiály plněné stejnými termickými sazami a zjistil relativní stabilitu a poměr znovuoobnovení sazových struktur při interakcích kaučuk / kaučuk a kaučuk / saze.

U zkušebních těles z vodivých pryží by měl při dvou tisících cyklech odpor vzrůst 13krát. Odpor při desetitisících cyklech vzrůstá devětadvacetkrát. Obě zkoušky se provádí 20 min po namáhání a více než polovina tohoto vzrůstu je eliminována jako důsledek delší periody zotavení.

Humpreys [5] zkoušel odpor na mnoha zkušebních tělesech (počáteční hodnota odporu 30W.cm) z jednoho materiálu před, během a po šesti desetiminutových intervalech rychlých opakovaných kompresí v Goodrichově flexometru. Užíval zařízení a měřil během namáhání odpor vždy na konci namáhaného cyklu. Výsledná hodnota během namáhání byla 150krát vyšší původní hodnoty. Měřil odpor 5 a 60 sekund po skončení zatěžovacího cyklu. Tyto hodnoty byly v průměru 14krát a 5krát větší než počáteční hodnota.

Pechkovskaja [5] prováděla zkoušky, kde nebyla každá hodnota jasně přiřazena, ale docházelo ke změně v linearitě volt-ampérových charakteristik. Výsledek tohoto chování lze použít jako důkaz rozpadu kaučuk / kaučuk a kaučuk / sazové struktury. Ovšem není dokázáno, zda nelineární volt-ampérové charakteristiky jsou dokladem nelineárního chování směsi nebo dochází k nelinearitě přechodového odporu.

Boonstra a Dannenberg [5] zkoumali vliv opakujících se malých deformací (0 až 25 %, 5Hz) na odpor 0,5 až 1 minutu po skončení namáhání dochází k vzrůstu odporu. Tento vzrůst má největší hodnotu okolo 200 cyklů, po kterém následuje pokles hodnoty zvolna pod maximální hodnotu. Poté co počet cyklů překoná 2000 se hodnota ustaluje a zůstává nezměněna až do konce testu (10 000 cyklů). K dalšímu poklesu dochází během 24 hodin po skončení testu. Toto chování může být vysvětlováno jako :

- a) rychlý rozpad struktury
- b) po několika stovkách cyklů dochází ke zvýšení teploty, které je dostatečné na znovuoobnovění struktury a převažuje nad jejím rozpadem
- c) dochází k vyrovnání reformace a rozpadu struktury a ke stabilizaci (více jak 2000

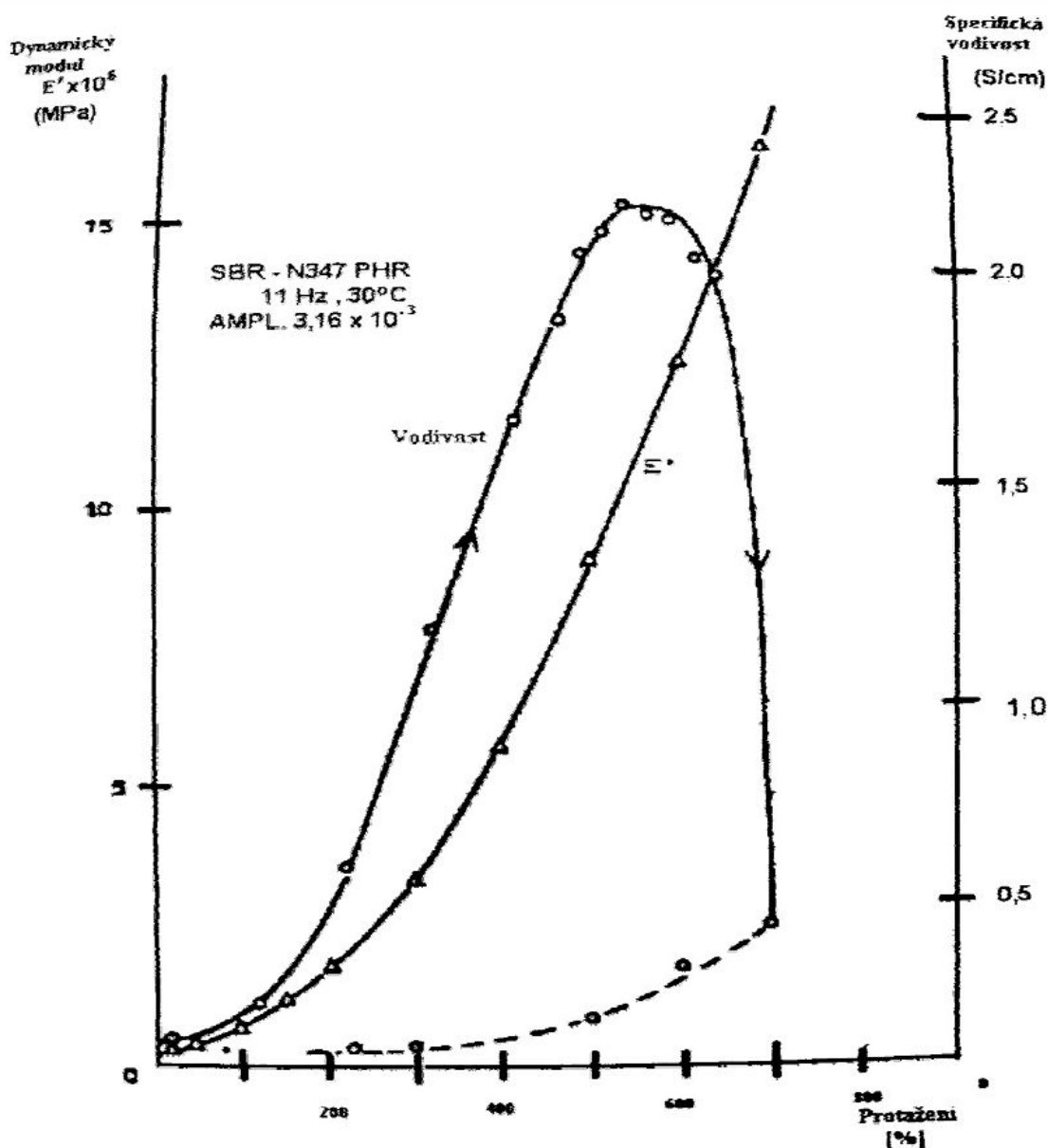
cyklů)

d) po skončení zatěžování k procesu reformace struktury.

Pro 6 různých druhů sazí v přírodním kaučuku hodnota vzrůstu odporu v % stoupá s počáteční hodnotou. Podobné výsledky byly dokázány také pro studený SBR, Vulkan C a Vulkan SC při různých periodách míchání a různém stupni počátečního odporu směsi.

1.4.4.4 Vztah mezi dynamickým modulem a vodivostí

Průběh dynamického modulu a specifické vodivosti při zvyšujícím se protažení je u vulkanizátů plněných sazemi velmi podobný až do okamžiku rozpadu sazových struktur. Dynamický modul vykazuje malou počáteční hodnotu. Z této nízké hodnoty již při malých protaženích dochází k ostrému vzestupu, který pokračuje téměř lineárně až do vysokých protažení. I specifická vodivost vykazuje nízkou počáteční hodnotu, po níž následuje ostrý vzestup a až do hodnoty protažení kolem 700 % téměř kopíruje průběh dynamického modulu. Při této hodnotě protažení vodivost dosahuje maxima, které je velmi ostré a po něm následuje velmi rychlý pokles vodivosti (Obr.11). Tyto průběhy se dají vysvětlit jako projevy změn ve struktuře směsi. Nízký pokles při protaženích do 10 % a to jak dynamického modulu, tak u vodivosti je důkazem existence charakteristické sítě plniva. U vyšších protažení, kde již tato charakteristická síť neexistuje, je dynamický modul vyjádřením vlastností elastomeru v přítomnosti plniva. Průběh vodivosti je naopak vyjádřením koncentrace a distribuce sazí ve směsi při přítomnosti elastomeru. Vzestup dynamického modulu při vyšších protaženích je pouze projevem dynamických vlastností elastomeru. U průběhu vodivosti při stejných velikostech protažení je závislý na vytvoření orientované sítě vytvořené z vazeb elastomer / saze. Tato orientace je velmi jasná a byla dokonce pozorována na elektronovém mikroskopu. Při středních a vyšších protaženích se tato jedním směrem orientovaná struktura začíná rozpadat a jednotlivé agregáty se začínají vracet do stavu náhodné orientace. Při dalších zatěžovacích cyklech existuje podobnost s prvním, ale je velmi závislá na době mezi nimi. Ovšem tyto změny v orientaci nemají vliv na neustálý vzestup dynamického modulu (na rozdíl od pádu vodivosti). Dále se tyto závislosti liší dle stupně rozvinutí těchto struktur. Při nízkých protaženích je rozdíl mezi vysokým a nízkým stupněm struktury méně patrný, ale na rozdíl od nízkého stupně struktury, kde maximální vodivost je dvakrát až třikrát vyšší než je počáteční stav, je u vysoce strukturních směsí vzestup až dvacetinásobný. Tyto rozdíly se dají také indikovat rozdíly ve vulkanizační energii (směsi s vysokou mírou struktury mají vyšší vulkanizační energii než směsi s nižším stupněm struktury).



Obr. 12 Závislost elastického modulu a specifické vodivosti na protažení ve směsi SBR plněné 50hprN-347

1.4.4.5 Použití urychlovačů

Závislost napětí na odporu mohou také podporovat nebo také zhoršovat použité urychlovače. Složení směsi se skládá z relativně velkého počtu různých materiálů. Některé látky v těchto směsích ovlivňují i elektrické vlastnosti např. urychlovače. Větší závislost odporu na napětí poskytuje SBR s tiuramovým urychlovačem. Ovšem tato závislost je ještě značně menší než SBR s MBT nebo DPG urychlovačem. Relativně nezávislé charakteristiky dává NBR plněný 80 dsk acetylenových sazí. U této směsi na použitém urychlovači příliš nezáleží.

1.4.5 Vliv přechodového odporu

Přechodové odpory jsou jednou z nejzávažnějších překážek k přesnému, někdy dokonce k reprodukovatelnému měření odporu vodivých pryží nebo plastů. Mnoho výzkumných pracovníků v minulosti díky tomu publikovalo pochybné nebo dokonce chybné závěry.

Přechodové odpory mohou zvýšit naměřený odpor 100-i více násobně. Přechodový odpor u kovů způsobuje obvyklé potíže v případě, že odpor kovu je malý. V případě vodivých pryží je tomu právě naopak.

Přechodový odpor závisí na mechanismu vzniku přechodových odporů. Tato otázka nebyla dosud dostatečně vysvětlena nejčastější jsou čtyři hlavní faktory:

- rozdíl mezi teoretickou a skutečnou velikostí plochy kontaktu
- odpor vlastních měřících elektrod
- efekt tzv. potenciální bariéry
- vliv povrchové vrstvy

Dále má vliv na přechodový odpor mnoho faktorů, ze kterých jsou nejvýznamnější tyto:

- účinky typu kontaktu
- vliv odporu vzorku
- vliv mechanického tlaku
- vliv čištění povrchu
- vliv napětí

Přechodové odpory mohou zatížit měření odporu materiálu velkými chybami, jejíž velikost je značně proměnlivá a byly studovány na mnoha elektrodových uspořádáních. Jejich velikost je významná pro všechna uspořádání kontaktních elektrod s výjimkou mosazných elektrod, pevně připojených k pryži při vulkanizaci

1.5 Příprava směsí

Příprava kaučukových směsí je komplikované skutečností, že jednotlivé složky směsi obvykle nejsou navzájem neomezeně nerozpustné. Např. i směsi mísitelných kaučuků tvoří v důsledku omezené rozpustnosti často kontinuální a diskontinuální fázi s mikroskopickými doménami. Ovlivňuje ji kvalita a množství jednotlivých komponentů. Přípravu vodivých směsí se zajišťují nejčastěji hnětací stroje. Doba zamíchání má být co nejkratší a stupeň disperze nižší. Aby namáhání ve stříhu bylo co nejmenší, zmenší se navážka směsi a saze se vmíchají společně se změkčovadlem. Při vývoji směsí se musí přihlížet i k vzájemné rozpustnosti kombinací různých přísad. Změkčovadla zmenšují viskozitu elastomeru a snižují energetické nároky na míchání. Míchání probíhá za nižších teplot, protože při vyšších teplotách dochází k vytvoření vázaného kaučuku, který zvyšuje odpor při míchání a dochází k destrukci řetězové struktury sazových částic. Proto je vzhledem k nejlepšímu ovládnutí tepelného režimu při míchání výhodnější připravovat tyto v malém hnětacím stroji.

Na elektrickou vodivost má vliv také zpracování směsi: válcování, vytlačování a způsob vulkanizace [4] .

2 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce navrhnout, zhotovit a ověřit funkčnost napínacího zařízení a doplnit tak přípravek na měření elektrických vlastností pryže o zařízení určené k napínání pryže, tak aby tvořily spolu použitelný komplet pro reálnou aplikaci měření elektrických vlastností pryže.

Dále bylo cílem bakalářské práce provést literární rešerši na téma elektrické vlastnosti pryže.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

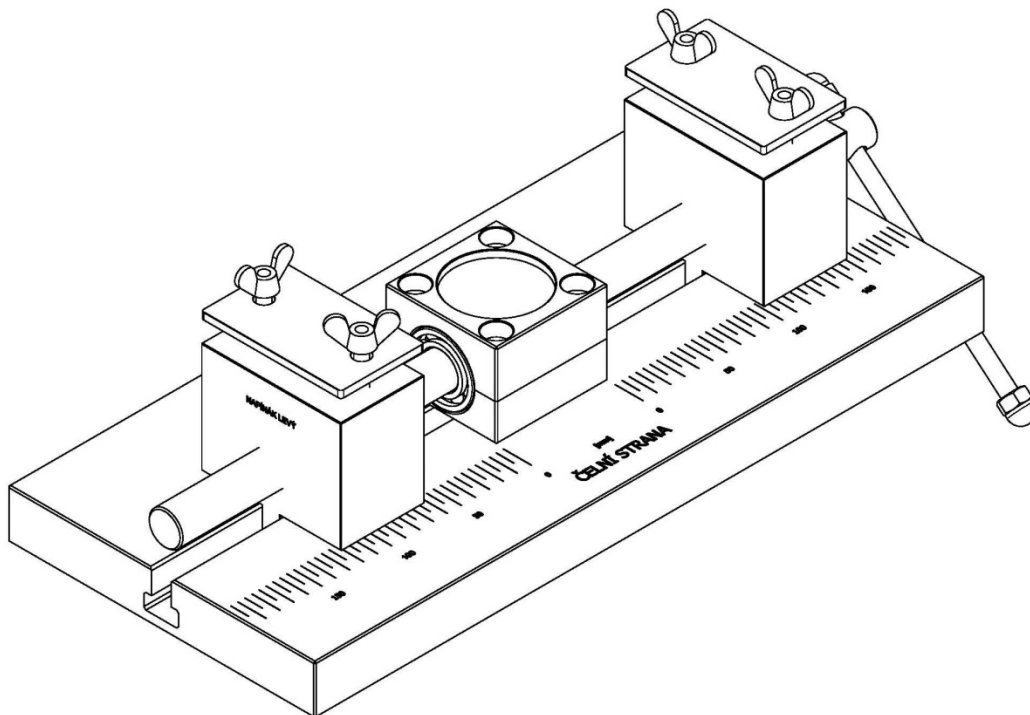
3 NÁVRH NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

Návrh napínacího zařízení musí brát ohled na důležitou podmínku. Napínaný vzorek musí být po celou dobu prodlužování nad měřicím zařízením umístěn tak, aby byla dodržena souosost ve všech třech osách x , y , z . Tato podmínka je nutná, aby měření probíhalo nad stále stejným materiálem vzorku a jediná změna byla ve změně jeho napětí.

Další podmínka je stanovení potřebné napínací síly, která je závislá na testovacím materiálu a je tloušťce, tak aby došlo k potřebnému natažení. Při stanovení napínací charakteristiky závislosti prodloužení na napínací síle, můžou být stanoveny silové a mechanické poměry v celém rozsahu pohybu napínacího zařízení.

3.1 Ruční závitový mechanismus

Pro jednoduchost jsem navrhl ruční závitový mechanismus. Při otáčení hřídele jedním směrem s pravým a levým závitem dochází k oddalování či přibližování napínacích čelistí a nedochází k vychylování ani z jedné osy x , y , z .



Obr. 13 Návrh napínacího zařízení

3.2 Materiál zařízení

Pro materiál na zhotovení napínacího zařízení jsem zvolil hliník EN AW 6082 a pro závitovou tyč s napínacími maticemi hliník EN AW 2007, pro jeho výbornou obrobitelnost a znalost kontaktů na drobné výrobce těchto součástí v okolí Zlína. Závitová tyč p. Pípal z Pitína kovopipal@atlas.cz tel.: 608 820 732. Ostatní zčásti zařízení p. Petráš ze Slavičína, petras.v@volny.cz. Tel.: 603 278 300

3.3 Stanovení pevnostního limitu napínacího zařízení

Z hlediska bezpečnosti a musí být stanovena maximální napínací síla zařízení, tak aby nedošlo k poškození tohoto zařízení. Toto maximum vychází z mechanických vlastností použitého materiálu na výrobu tohoto napínacího zařízení.

3.3.1 Určení napětí dovolené v tlaku

Dle tabulek byla stanovena materiál EN AW 2007 - zatížení míjivé $\Rightarrow \sigma_t = 30 \div 50$ MPa

$$\sigma_t = \frac{F}{\pi * \frac{d_2^2}{4}}$$

$$F = \pi * \frac{d_2^2}{4} * \sigma_t$$

$$F = \pi * \frac{0,0215^2}{4} * 30 * 10^6$$

$$F = 10891,5 \text{ N}$$

3.3.2 Ověření samosvornosti

Další podmínka bezpečnosti napínacího zařízení je samosvornost použitého závitu. Při napínání vzorku maximální silou nesmí dojít k samovolnému povolení napínaného vzorku samovolným otočením závitové hřídele.

Zvolil jsem použití pro závitovou tyč standardizovaný pohybový závit Tr24x5. Lichoběžníkový závit s průměrem 24mm a stoupáním $s = 5$ mm dle normy ČSN 01 4050.

Podmínka samosvornosti:

$$\alpha < \varphi$$

Pro $f = 0,3$

Výpočet úhlu stoupání:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi * d_2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5}{\pi * 22,5}$$

$$\alpha = 4^{\circ}26'$$

Úhel tření (dle materiálového listu):

$$f = \operatorname{tg} \varphi = 0,3$$
$$\varphi = 18^{\circ}$$

$$4^{\circ}26' < 18^{\circ}$$

Podmínka samosvornosti je splněna.

3.4 Příprava vzorků pro měření

Pro měření el. vlastností pryže budou vyrobeny zkušební vzorky rozměrů 60x200mm, které při měření budou napínány v rozsahu 50% - 400% své délky. Tyto vzorky musí být otestovány zda nepřekračují podmínku maximální napínací síly. Vzorky pryže, které nesplňují tuto maximální sílu napínání, nesmí být na tomto zařízení testovány, protože překračují pevnostní limity tohoto zařízení.

3.5 Výroba a ověření funkčnosti

Z důvodů nepřidělení finančních prostředků (cca 13.000,-Kš) Fakultou technologickou na výrobu, nemohlo být zařízení vyrobeno a nemohla tak být ověřena jeho praktická funkčnost.

3.6 Stanovení postupu měření

Postup měření elektrických vlastností je popsán normou ČSN 34 1382, která je přílohou práce. Obsluha napínacího zařízení vychází z obecných bezpečnostních předpisů s ohledem na dodržení podmínky maximálního zatížení zařízení. Další upřesnění není možno ověřit zkušebně ověřit, když na něm nebyly provedeny experimentální měření.

ZÁVĚR

Bylo navrženo napínací zařízení a zpracována technická dokumentace pro výrobu tohoto zařízení. Po výrobě a prověření testovacích vzorků na trhacím stroji, bude možné stanovit, zda navrhovaná maximální síla je dostatečně velká pro široký sortiment materiálů testovaných na tomto zařízení. Nastínil jsem problematiku podmínek, které musí splňovat toto napínací zařízení, jak z hlediska ekonomického, bezpečnostního tak i užitného. Při použití jiných materiálů na výrobu toho zařízení mohou být lépe optimalizovány jeho vlastnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠVORČÍK V.: Polymery; článek z internetu VŠCHT
<http://old.vscht.cz/ipl/osobni/svorcik/Polymery.pdf>
- [2] FRANTA I. a kolektiv.: Zpracování kaučukových směsí a vlastnosti pryže, Praha SNTL, 1969, L16-B2-IV-41/61565/XI.
- [3] RYBNIKÁ F., DITRYCH Z., KLÁCEL Z., ORDELT O.: Analýza a zkoušení plastických hmot, PRAHA, 1965, L16a-B2-IV-41/6452-XII.
- [4] FRANTA I.: Gumárenská technologie II, SNTL, PRAHA, 1969, 2. Vydání
- [5] NORMAN R.H.: Conductive rubbers and plastics, Elsevier publishing company limited, Amsterdam . London . New York, 1970
- [6] MURAS J. A KOL.: Metody hodnocení kaučukových směsí v procesu míchání, FT VUT Zlín, 1990
- [7] PULCOVÁ T.: Elektrické vlastnosti pryže, FT UTB Zlín, seminární práce, dokument WORD
- [8] FILIP Petr: Internetové stránky [www. e-konstrukter.cz](http://www.e-konstrukter.cz)
Odkaz: <http://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/soucinitel-treni>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia
A	Ampér (jednotka el. proudu)
A.V^{-1}	Ampér na Volt
$\text{A.V}^{-1}\text{m}^{-1}$	Ampér na Volt a metr
A_0	Označení plochy průřezu
B	Vícenásobné odrazy uvnitř bariéry
C	Coulomb (jednotka el. náboje)
C	Kapacitance
D	Vzdálenost elektrod – tloušťka vzorku
D	Průměr částic
E	Intenzita el. pole
E	Modul pružnosti
E_i	Prošlá intenzita elektrického pole (stíněná)
F	Plocha styku elektrod se vzorkem
F	Faktor maximálního uspořádání částic
f	Součinitel tření AL-AL
I	El. proud
I/S_v	Plošná hustota proudu
J	Joule
J	Proudová hustota
K	Konstanta související s povrchovým napětím mezi částicemi a polymerem.
LC	Vzdálenost mezi částicemi
MHz	Megahertz
N	Newton
N.C^{-1}	Newton na Coulomb
Nm	Newton metr
P	Elektrická polarizace
P_z	Měrné dielektrické ztráty
Q	El. náboj
R	El. odpor
R	Ztráty jednoduchým odrazem bariéry
R	Celkový odpor soustavy: elektrody – vzorek
R_C	Relativní odpor vodivých částic
R_M	Relativní odpor směsi (vlákna částicemi)
R_V	Relativní odpor původního vlákna
S	Siemens (jednotka vodivosti)
S	Tlakové napětí v systému
S.m^{-1}	Siemens na metr
S_0	Objemová vodivost
S_E	Bariérová efektivita
S_v	Plocha příčného průřezu
U	El. napětí
U/l_v	Intenzita elektrického pole
V	Volt (jednotka el. napětí)
v	Rychlost náboje
V.m^{-1}	Volt na metr
V_0	Perlokační práh
X, γ	Paprsek ultrafialového světla

ΔU	Aktivní energie přechodu iontů přes různé stavy
Z_0	Impedance vákua
Z_M	Impedance uvažovaného elektromagnetického stínění
d	Tloušťka bariéry
dB	Decibel
dQ	Rozdíl náboje
dt	Časová změna
dQ/dt	Celková rychlost transportu náboje
δ	Ztrátový úhel
$\varepsilon'' = \varepsilon' \cdot \text{tg } \delta$	Ztrátové číslo
ε_0	Permitivita vákua
ε_{at}	Poměrná deformace při mezi pevnosti
κ	Měrná (specifická) vodivost látky
μm	mikrometr
ρ	Jednotka rezistivity
σ	Sigma (jednotka měrné el. vodivosti látky)
σ_0	Vodivost na perlokačním prahu
σ_C	Vodivost částic
σ_E	Vodivost vlákna
σ_F	Vodivost při maximální uspořádanosti vodivých částic
κ_0	Frekvenční faktor
$\bar{\sigma}_m$	Mez pevnosti
Ω	Ohm (jednotka el. odporu)
$\Omega \cdot \text{cm}$	Ohm centimetr h

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Strukturní vzorce některých „vodivých“ polymerů	7
Obr. 2	Odezva látek na působení el. pole E	8
Obr. 3	Vnitřní a povrchový izolační odpor	10
Obr. 4	Odezva látek některých polymerů na teplotě (arrheinovské souřadnice).....	11
Obr. 5	Typická závislost napětí na protažení.....	13
Obr. 6	Relaxace napětí při konstantní deformaci	14
Obr. 7	Křivka k (růst deformace s časem při konstantním napětí s); z-zotavení po odtížení; z.d.-zbytková deformace	15
Obr. 8	Vliv rychlosti protahování a závislost napětí – protažení (směr šipky naznačuje vzrůstající rychlost)	15
Obr. 9	Opoždování deformace za napětím při cyklickém namáhání: s - proměnné napětí; s_0 – amplituda napětí γ_0 – amplituda deformace; t – čas;.....	16
Obr. 10	Hystereze (schematicky) a – protahování; b – retrakce	17
Obr. 11	Závislost rezistance na koncentraci sazí.	17
Obr. 12	Závislost elastického modulu a specifické vodivosti na protažení ve směsi SBR plněné 50hprN-347	23
Obr. 13	Návrh napínacího zařízení	27

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 <i>Klasifikace elektricky vodivých látek ρ [$S\text{m}^{-1}$]</i>	11
Tab. 2 <i>Koncentrace a pohyblivost nositelů náboje</i>	12

SEZNAM PŘÍLOH

P I. Mechanické a technologické vlastnosti vybraných slitin hliníku

P II. Technický list materiálu EN AW 6082

P III. Technický list materiál EN AW 2007

P IV. Závitové tabulky

P V. Tabulka zatížení metrických ISO trapézových šroubů

P VI. Norma ČSN 34 1382

PŘÍLOHA P I: MECHANICKÉ A TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI VYBRANÝCH SLITIN HLINÍKU

Mechanické a technologické vlastnosti nabízených slitin hliníku

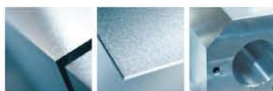
Označení dle EN AW	Označení dle ČSN	Chemické složení	Stav materiálu	Pevnost v tahu Rm (Mpa)	Mez kluzu min. Rp (Mpa)	Tažnost A% min.	Vhodnost k eloxu	Korozní odolnost	Svařitelnost	Obrobitelnost
1050A	42 4005	Al99,5	O/H111 H24	65-95 105-145	20 75	20 4	velmi dobrá	velmi dobrá	velmi dobrá	špatná
2007	42 4254	AlCu4PbMgMn	T4511	330-370	210	8	špatná	špatná	špatná	velmi dobrá
2017A	42 4201	AlCu4Mg	T4	min. 360	240	10	příjatečná	příjatečná	příjatečná	dobrá
2024	42 4203	AlCu4Mg1	T351	min. 400	270	8	špatná	příjatečná	špatná	velmi dobrá
5083	42 4415	AlMg4,5Mn0,7 AlMg5	H111	min. 270	110	12	příjatečná	velmi dobrá	velmi dobrá	dobrá
5754	42 4413	AlMg3	O/H111 H114 H22 H24	180-250 190-260 220-270 240-280	80 80 130 160	17 15 9 8	dobrá	velmi dobrá	velmi dobrá	dobrá
6060	42 4401	AlMgSi	T4 T6 T64 T66	min. 120 190 min. 180 min. 215	60 150 120 160	16 8 12 8	velmi dobrá	velmi dobrá	velmi dobrá	příjatečná
6063	42 4401	AlMg0,7Si	T4 T6 T66	min. 130 min. 200 min. 245	65 170 200	12 8 8	dobrá	velmi dobrá	velmi dobrá	dobrá
6082	42 4400	Al Si1MgMn	T4 T6 T651	min. 205 min. 290 min. 300	110 240 240	14 8 4	dobrá	velmi dobrá	dobrá	dobrá
7075	-	AlZn5,5MgCu	T651	min. 470	400	6	špatná	příjatečná	špatná	velmi dobrá

Stupnice hodnocení:

1. velmi dobrá
2. dobrá
3. přijatelná
4. špatná

Pozn.: Uvedené hodnoty a údaje jsou pouze orientační.

PŘÍLOHA P II: TECHNICKÝ LIST MATERIÁLU EN AW 6082



Tyče

EN AW 6082

TECHNICKÝ LIST

EN AW 6082

Znaky slitiny	
Slitina	EN AW 6082 [AlSi1MgMn]
Povrch	T6 / T651 / T6511
Stav materiálu	tažená / lisovaná

Mechanické vlastnosti ¹⁾		typické hodnoty
Mez kluzu $R_{p0,2}$	[MPa]	200 – 260
Pevnost v tahu R_m	[MPa]	270 – 310
Tažnost A_5	[%]	6 – 8
Tvrdość HBW	[2,5/62,5]	95

Fyzikální vlastnosti ¹⁾		typické hodnoty
Objemová hmotnost	[g/cm ³]	2,70
Modul pružnosti	[GPa]	~ 70
Elektrická vodivost	[m/Ω · mm ²]	24 – 32
Koeficient tepelné roztažnosti	[K ⁻¹ · 10 ⁻⁶]	23,4
Tepelná vodivost	[W/m · K]	170 – 220
Specifická tepelná kapacita	[J/kg · K]	896

Technologické vlastnosti ²⁾	
Tvarová stálost/vnitřní pnutí	3
Obrobitelnost	2
Vhodnost k erozivnímu obrábění	1
Svařitelnost (plyn / WIG / MIG / Odporové / EB)	3 / 2 / 1 / 3 / 1
Odolnost proti korozi (mořská voda / povětrí / SpRK)	2 / 1 / 1
Použití při vysokých teplotách (max. °C při dlouhodobém/krátkodobém zatížení) ³⁾	120 / 160
Eloxování (technické / dekorativní / tvrdé-) ⁴⁾	1 / 3 / 1
Lešitelnost	2
Vhodnost k leptání struktur	2
Kontakt s potravinami (podle EN 602)	ja

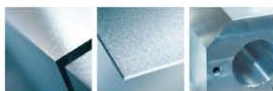
Tolerance			
Při tloušťce [mm]	Rovinnost [mm] ⁵⁾	Tloušťka [mm]	Délka & šířka [mm]
EN 755-3, EN 754-3	EN 755-3, EN 754-3	EN 755-3, EN 754-3	EN 755-3, EN 754-3
Ságetoleranzen Länge [mm] -0 / +5			

Dodávané formáty	
Formáty [mm]	3.000 u tlouštěk od 10 – 300 mm
Další tloušťky podle poptávky!	

Datum: 15.07.2018

- 1) Typické hodnoty při pokojové teplotě.
- 2) Relativní hodnoty hliníkových materiálů od 1 (velmi dobrý) do 6 (nevhodný).
- 3) Bez ztráty pevnosti po ochlazení.
- 4) Výlučně technická anodizace. Neposkytujeme žádnou záruku na barevný vzhled/řešení.
- 5) Tolerance rovinnosti se měří výlučně na měřicích stolech a s použitím ocelového pravítka.

PŘÍLOHA P III: TECHNICKÝ LIST MATERIÁL EN AW 2007



Tyče

EN AW 2007

TECHNICKÝ LIST

EN AW 2007

Znaky slitiny	
Slitina	EN AW 2007 [AlCu4PbMgMn]
Povrch	T4, T4510, T4511
Stav materiálu	pressblank

Mechanické vlastnosti ¹⁾		typické hodnoty
Mez kluzu $R_{p0,2}$	[MPa]	210 – 250
Pevnost v tahu R_m	[MPa]	330 – 370
Tažnost A_5	[%]	6 – 8
Tvrdość HBW	[2,5/62,5]	95

Fyzikální vlastnosti ¹⁾		typické hodnoty
Objemová hmotnost	[g/cm ³]	2,85
Modul pružnosti	[GPa]	~ 70
Elektrická vodivost	[m/Ω · mm ²]	18 – 22
Koeficient tepelné roztažnosti	[K ⁻¹ · 10 ⁻⁶]	23,0
Tepelná vodivost	[W/m · K]	130 – 160
Specifická tepelná kapacita	[J/kg · K]	900

Technologické vlastnosti ²⁾	
Tvarová stálost/vnitřní pnutí	2
Obrobitelnost	1
Vhodnost k erozivnímu obrábění	1
Svařitelnost (plyn / WIG / MIG / Odporové / EB)	6 / 6 / 6 / 6 / 6
Odolnost proti korozi (mořská voda / povětrí / SpRK)	5 / 5 / 4
Použití při vysokých teplotách (max. °C při dlouhodobém/krátkodobém zatížení) ³⁾	70 / 90
Eloxování (technické / dekorativní / tvrdé-) ⁴⁾	5 / 6 / 4
Leštitelnost	3
Vhodnost k leptání struktur	5
Kontakt s potravinami (podle EN 602)	ne

Tolerance			
Při tloušťce [mm]	Rovinnost [mm] ⁵⁾	Tloušťka [mm]	Délka & šířka [mm]
EN 755-3, EN 754-3	EN 755-3, EN 754-3	EN 755-3, EN 754-3	EN 755-3, EN 754-3
Sägetoleranzen Länge [mm] -0 / +5			

Dodávané formáty	
Formáty [mm]	3.000 u tlouštěk od 10 – 300 mm
Další tloušťky podle poptávky!	

Datum: 15.07.2018

- 1) Typické hodnoty při pokojové teplotě.
- 2) Relativní hodnoty hliníkových materiálů od 1 (velmi dobrý) do 6 (nevhodný).
- 3) Bez ztráty pevnosti po ochlazení.
- 4) Výlučně technická anodizace. Neposkytujeme žádnou záruku na barevný vzhled/řešení.
- 5) Tolerance rovinnosti se měří výlučně na měřících stolech a s použitím ocelového pravítka.

PŘÍLOHA P IV: ZÁVITOVÉ TABULKY

ZÁVITOVÉ TABULKY Threading charts / Gewindetabellen



Tr

ČSN 01 4050, DIN 103

LICHOBĚŽNÍKOVÝ ZÁVIT ROVNORAMENNÝ

ISO trapezoidal thread

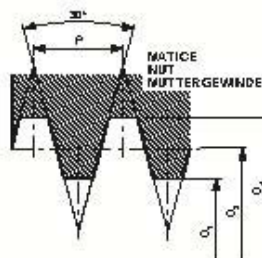
Metrische ISO - Trapezgewinde

- D₄ = velký Ø závitu matice
- D₂ = střední Ø závitu matice
- D₁ = malý Ø závitu matice
- P = stoupání

- D₄ = major diameter of nut thread
- D₂ = pitch diameter of nut thread
- D₁ = minor diameter of nut thread
- P = pitch

- D₄ = Mutterausßen - Ø des Gewindes
- D₂ = Mutterflanken - Ø des Gewindes
- D₁ = Mutterkern - Ø des Gewindes
- P = Teilung

d = D₄



7H LÍČOVÁNÍ STŘEDNÍ
7H TOLERANCE MEDIUM
7H TOLERANZ MITTEL

Závít Thread Gewinde		D _{4min}	D _{2min}	D _{2max}	D _{1min}	D _{1max}
Ø	P		7H	7H		
Tr 8 x	1,5	8,300	7,250	7,474	6,900	6,690
Tr 9 x	1,5	9,300	8,250	8,474	7,900	7,690
Tr 9 x	2	9,500	8,000	8,280	7,000	7,236
Tr 10 x	1,5	10,300	9,250	9,474	8,900	8,690
Tr 10 x	2	10,500	9,000	9,280	8,000	8,236
Tr 11 x	2	11,500	10,000	10,280	9,000	9,236
Tr 11 x	3	11,500	9,900	9,780	8,000	8,315
Tr 12 x	2	12,500	11,000	11,285	10,000	10,236
Tr 12 x	3	12,500	10,900	10,800	9,000	9,315
Tr 14 x	2	14,500	13,000	13,285	12,000	12,236
Tr 14 x	3	14,500	12,900	12,800	11,000	11,315
Tr 16 x	2	16,500	15,000	15,285	14,000	14,236
Tr 16 x	4	16,500	14,000	14,285	12,000	12,375
Tr 18 x	2	18,500	17,000	17,285	16,000	16,236
Tr 18 x	4	18,500	16,000	16,285	14,000	14,375
Tr 20 x	2	20,500	19,000	19,285	18,000	18,236
Tr 20 x	4	20,500	18,000	18,285	16,000	16,375
Tr 22 x	3	22,500	20,900	20,900	19,000	19,315
Tr 22 x	5	22,500	19,900	19,975	17,000	17,450
Tr 24 x	3	24,500	22,900	22,935	21,000	21,315
Tr 24 x	5	24,500	21,900	21,900	19,000	19,450
Tr 26 x	3	26,500	24,900	24,935	23,000	23,315
Tr 26 x	5	26,500	23,900	23,900	21,000	21,450
Tr 28 x	3	28,500	26,900	26,935	25,000	25,315
Tr 28 x	5	28,500	25,900	25,900	23,000	23,450
Tr 30 x	3	30,500	28,900	28,935	27,000	27,315
Tr 30 x	6	31,000	27,000	27,450	24,000	24,500
Tr 32 x	3	32,500	30,900	30,935	29,000	29,315
Tr 32 x	6	33,000	29,000	29,450	26,000	26,500
Tr 34 x	3	34,500	32,900	32,935	31,000	31,315
Tr 34 x	6	35,000	31,000	31,450	28,000	28,500
Tr 36 x	3	36,500	34,900	34,935	33,000	33,315
Tr 36 x	6	37,000	33,000	33,450	30,000	30,500
Tr 38 x	3	38,500	36,900	36,935	35,000	35,315
Tr 38 x	7	39,000	34,900	34,975	31,000	31,580
Tr 40 x	3	40,500	38,900	38,935	37,000	37,315
Tr 40 x	7	41,000	36,900	36,975	33,000	33,580
Tr 42 x	3	42,500	40,900	40,935	39,000	39,315
Tr 42 x	7	43,000	38,900	38,975	35,000	35,580
Tr 44 x	3	44,500	42,900	42,935	41,000	41,315
Tr 44 x	7	45,000	40,900	40,975	37,000	37,580
Tr 46 x	3	46,500	44,900	44,935	43,000	43,315
Tr 46 x	8	47,000	42,000	42,530	39,000	39,630
Tr 48 x	3	48,500	46,900	46,935	45,000	45,315
Tr 48 x	8	49,000	44,000	44,530	40,000	40,630
Tr 50 x	3	50,500	48,900	48,935	47,000	47,315
Tr 50 x	8	51,000	46,000	46,530	42,000	42,630
Tr 52 x	3	52,500	50,900	50,935	49,000	49,315
Tr 52 x	8	53,000	48,000	48,530	44,000	44,630
Tr 55 x	3	55,500	53,900	53,935	52,000	52,315
Tr 55 x	9	56,000	50,900	51,060	46,000	46,670
Tr 60 x	3	60,500	58,900	58,935	57,000	57,315
Tr 60 x	9	61,000	56,000	56,060	51,000	51,670

PŘÍLOHA P V: TABULKA ZATÍŽENÍ METRICKÝCH ISO TRAPÉZOVÝCH ŠROUBŮ

Trapézové šrouby a matice

Informace o produktu – Trapézové šrouby a matice

Tabulka zatížení metrických ISO trapézových šroubů

Rozměry závitu	Přijustná síla v tahu v kp	Max. tlak v kp při délce šroubu (m) a 6-ti násobné bezpečnosti														
		0,15	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3	4	5
Tr 10 x 3	330	136	75	33,0	12,0	5,4	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tr 12 x 3	570	393	221	98,3	35,4	15,7	8,9	5,6	3,9	-	-	-	-	-	-	-
Tr 14 x 4	710	612	345	153,0	55,2	24,6	13,8	8,8	6,1	4,5	3,4	2,7	-	-	-	-
Tr 16 x 4	1.040	-	740	329,0	118,0	45,0	29,5	19,0	13,1	9,6	7,4	5,8	4,7	3,3	1,8	-
Tr 20 x 4	1.890	-	-	1.085	391,0	173,8	97,7	62,5	43,4	31,9	24,4	19,3	15,6	10,8	6,1	3,9
Tr 24 x 5	2.690	-	-	2.202	794,0	353,0	198,0	127,0	88,2	64,8	49,6	39,2	31,7	22,0	12,4	7,9
Tr 28 x 5	3.980	-	-	-	1.732	770,0	433,0	277,0	192,5	141,2	108,2	85,6	69,2	48,2	27,0	17,3
Tr 30 x 6	4.340	-	-	-	2.062	918,0	517,0	330,0	229,0	168,0	129,0	102,0	82,5	57,3	32,2	20,6
Tr 32 x 6	5.110	-	-	-	2.860	1.271	715,0	458,0	318,0	233,0	178,0	141,0	114,3	79,4	44,7	28,6
Tr 36 x 6	6.830	-	-	-	5.120	2.280	1.280	820,0	569,0	418,0	320,0	253,0	205,0	142,2	80,0	51,2
Tr 40 x 7	8.300	-	-	-	7.560	3.360	1.890	1.210	840,0	617,0	472,0	377,0	302,0	210,0	118,0	75,6
Tr 44 x 7	10.460	-	-	-	-	5.330	3.000	1.920	1.332	980,0	750,0	593,0	480,0	333,0	187,0	120,0
Tr 48 x 8	12.510	-	-	-	-	7.350	3.950	2.610	1.860	1.370	1.020	850,0	670,0	460,0	245,0	175,0
Tr 50 x 8	13.530	-	-	-	-	8.940	5.020	3.218	2.230	1.640	1.255	993,0	804,0	558,0	314,0	201,0
Tr 52 x 8	14.550	-	-	-	-	10.530	6.045	3.815	2.610	1.925	1.485	1.150	940,0	660,0	375,0	230,0
Tr 60 x 9	20.030	-	-	-	-	19.570	11.000	7.050	4.890	3.595	2.750	2.178	1.761	1.222	688,0	440,0
Tr 70 x 10	27.810	-	-	-	-	-	21.200	13.570	9.420	6.920	5.300	4.180	3.390	2.352	1.325	848,0

1 kp $\hat{=}$ 9,81 N

Tolerance

Přesnost stoupání

Vždy závisí na výrobním postupu.

Naše standardní trapézové šrouby jsou vyráběny v přesnosti +/- 0,15 mm na 300 mm délky.

V případě potřeby vyšší přesnosti stoupání se na nás obraťte s Vaším požadavkem.

U řezaných závítů je dosažitelná přesnost v rozsahu +/- 0,03 mm na 300 mm délky.

U frézovaných závítů se tato hodnota pohybuje v rozsahu +/- 0,05 mm na 300 mm délky.

Obvodové házení

válcované standardní šrouby: Tr 10 - 26 max. 0,8 mm/m

Tr 28 - 70 max. 1,2 mm/m

frézované šrouby:

Tr 28 - 70 max. 1,0 mm/m

Bezvlňové uložení mezi maticí a šroubem (nastavitelné) je dosažitelné dělenou maticí nebo dvěma protichůdně nastavitelnými maticemi.

PŘÍLOHA P IV: NORMA ČSN 34 1382

MDT 621.3.082.72	ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA	Schválena: 13.6.1988 ČSN 34 1382
------------------	-----------------------------	-------------------------------------

ZKOUŠENÍ ELEKTROSTATICKÝCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ A VÝROBKŮ

V této normě jsou zpracovány údaje z ST SEV 5873-87 „zkoušení elektrostatických vlastností materiálů a výrobků používaných v prostorech s nebezpečím výbuchu“. Norma obsahuje v úvodním ustanovení a v čl. 2.1, 4.1.1, 4.2.14, 6.10 a 8.2 další údaje, které ST SEV 5873-87 neuvádí.

Ve smluvně právních vztazích při hospodářské a vědeckotechnické spolupráci mezi státy, které normu RVHP schválili, se používá (v odvolávkách ve smluvních dokumentech) přímo norma RVHP.

Tato norma platí pro zkoušení elektrostatických vlastností materiálů a výrobků, které jsou určeny pro použití v prostorech s nebezpečím výbuchu a v provozech s nebezpečnými nebo obtěžujícími účinky elektrických nábojů.

1 NÁZVY A DEFINICE

- 1.1 Povrchový odpor R_o – poměr stejnosměrného napětí a proudu tekoucího po povrchu zkoušeného výrobku (materiálu) mezi dvěma elektrodami.
- 1.2 Vnitřní odpor R_v – poměr stejnosměrného napětí a ustáleného proudu tekoucího vnitřkem zkoušeného tělesa mezi dvěma elektrodami dotýkajícími se povrchu zkoušeného výrobku (materiálu)
- 1.3 Vnitřní rezistivita ρ_v – poměr intenzity stejnosměrného elektrického pole a ustálené proudové hustoty zkoušeného výrobku (materiálu)
- 1.4 Svodový odpor R_s – elektrický odpor mezi elektrodou přiloženou na povrch výrobku a definovanou zemí.

Nahrazuje ČSN 34 1382 z 31.7. 1978

Účinnost od: 1.1. 1989

2 VŠEOBECNÉ ÚDAJE

2.1 Výrobky a materiály se zkoušejí z hledisky elektrostatických vlastností (tj. povrchového odporu R_0 , vnitřní rezistivity ρ_v , vnitřního odporu R_v , svodového odporu R_s , permitivity ϵ a relaxační doby τ) podle definovaných měřících metod, za použití předepsaných měřících přístrojů, zařízení a přípravků.

Na základě výsledků měření se pak výrobky a materiály klasifikují podle kritérií uvedených dále.

2.2 Zkoušky se provádějí v laboratorních podmínkách při teplotě $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $(50\pm 5)\%$.

V provozních podmínkách odlišných od výše uvedených se zkoušky provádějí při maximální teplotě a minimální relativní vlhkosti vzduchu, která může v provozu vzniknout.

3 ODBĚR VZORKŮ

3.1 Tvar, rozměry a počet vzorků pro zkoušky musí odpovídat tab. 1.

Tabulka 1

Název materiálu a výrobku	Tvar	Počet kusů množství	Nejmenší rozměry v mm
Tuhé materiály	Plošný vzorek	3	150 x 100
Textilní materiály a fólie	Plošný vzorek materiálu	3	150 x 150
Klínové řemeny	Celý řemen	3	podle výrobní dokumentace
Dopravníkové pásy	Plošný vzorek	3	300 x 300
Hadice a potrubí	Část hadice neb ocelý výrobek	3	1000 nebo podle výrobní dokumentace
Ploché řemeny	Celý řemen nebo jeho část	3	1000 nebo podle výrobní dokumentace
Pneumatiky	Celý výrobek	3	podle výrobní dokumentace
Antistatická obuv	Výrobek	3 páry	podle výrobní dokumentace
Podlahoviny a dlažby	Hotový výrobek plošný vzorek	3	150 x 150
Práškové materiály	Výrobek	1,5 l	Granulometrické složení podle výrobní dokumentace
Tekutiny	Podle ČSN 34 6432 (odpovídá ST SEV 3166-81)		

3.2 Tvar vzorků musí umožňovat použití elektrod podle čl. 4.2.

4 PŘÍSTROJE

4.1 Měřicí přístroje

4.1.1 Pro měření elektrostatických parametrů se používají tyto přístroje:

- 1) ampérmetry s rozsahem od 10^{-3} do 10^{-12} A s přesností $\pm 5\%$,
- 2) voltmetry s rozsahem do 10^6 V, s vnitřním odporem větším než 10^{13} Ω s přesností do $\pm 10\%$,
- 3) ohmetry s rozsahem do 10^{14} W, měřícím napětím od 100 V do 1000 V s přesností podle tab. 2. Ve speciálních případech může být použito ohmetru s měřícím napětím menším než 100 V.

Tabulka 2

Hodnota měřeného odporu v Ω	Přesnost měření v %
do 10^9	± 5
od 10^9 do 10^{13}	± 10
nad 10^{13}	± 20

Měřicí napětí je nutno volit v uvedeném rozsahu tak, aby tepelný ztrátový výkon v měřeném vzorku nepřekročil 3 W.

- 4) měřiče kapacity pro měření v rozsahu od 0,1 pF do 10^4 pF,
- 5) měřicí přístroje pro speciální měření (např. pro měření intenzity elektrostatického pole, permitivity, relaxační doby, velikosti náboje).

4.1.2 Pokud je měření prováděno v prostředí s nebezpečím výbuchu nebo požáru, je nutno použít přístrojů jiskrově bezpečných podle ČSN 33 0380 (odpovídá ST SEV 3143-81) nebo v nevýbušném provedení podle ČSN 33 0370 (odpovídá ST SEV 3141-81) nebo jinak zajistit bezpečnost.

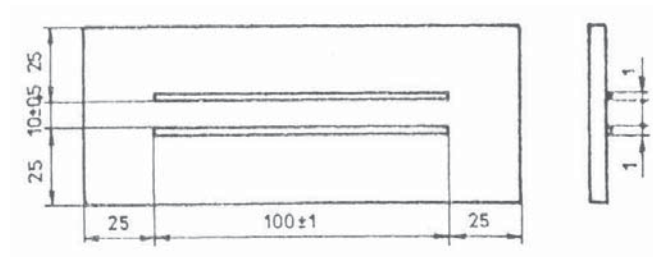
4.2 Měřicí elektrody

4.2.1 Měřicí elektrody musí zajišťovat dobrý kontakt s povrchem zkoušeného vzorku. Materiál elektrody nesmí mít vliv na vlastnosti zkoušeného materiálu, musí mít vysokou vodivost a během zkoušek nesmí podléhat korozi (např. z antikorozi oceli, mosazi, drahých kovů).

Povrch elektrod má být opracován tak, aby drsnost povrchu $R_a \leq 0,20\mu\text{m}$.

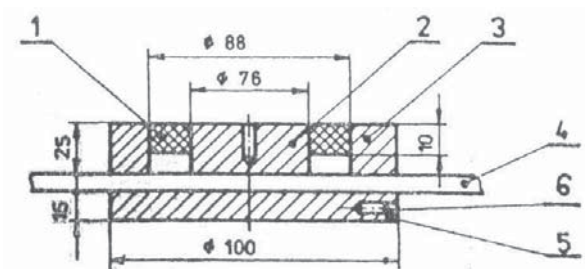
4.2.2 Měřicí elektrody mohou být vyrobeny buď z vodivých materiálů vhodně upravených nebo přímo vodivým nátěrem na vzorku.

- 4.2.3 Tekuté elektrody se zhotovují z vodivých kapalin, vodivého žele a nebo vhodných tekutých materiálů.
- 4.2.4 Pro měření povrchového odporu hotových výrobků, pro které nejsou v čl. 4.2.5 až 4.2.14 stanoveny speciální elektrody, se používají páskové elektrody podle obr. 1. Tvoří je dva pásy o délce 100 mm a šířce 1 mm umístěné na rovinném povrchu rovnoběžně vedle sebe ve vzdálenosti 10 mm od sebe. Mohou být buď kovové nebo provedené vodivým nátěrem na povrchu objektu.



Obr.1

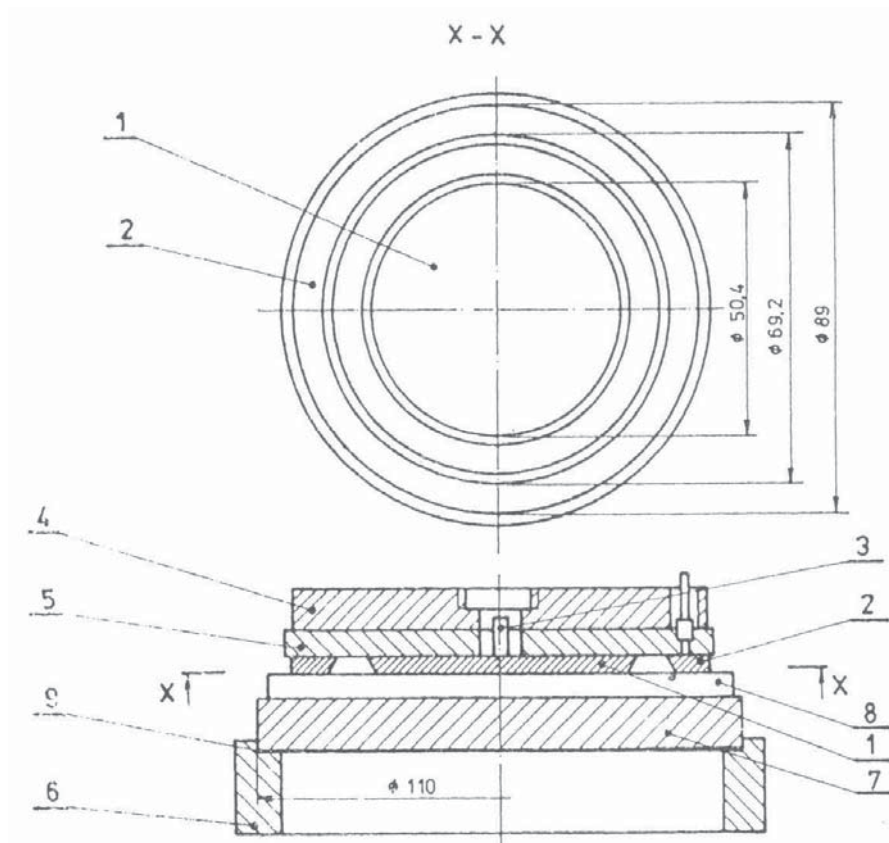
- 4.2.5 Pro měření vnitřního odporu a povrchového odporu plošných vzorků tuhých materiálů se používá systém tří elektrod podle obr.2.



- 1 – teflon, 2,3 – měřicí elektrody, 4 – vzorek, 5 – podložná elektroda,
6 – místa pro připojení elektrod

Obr.2

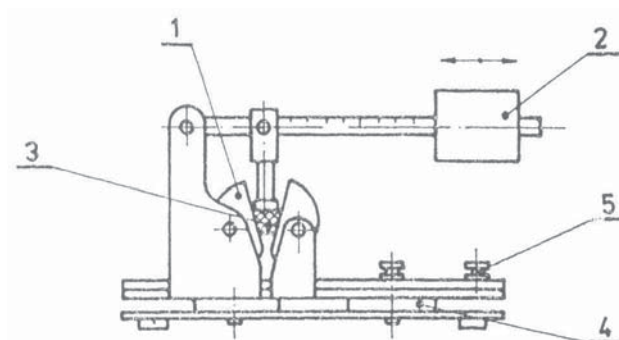
- 4.2.6 Pro měření povrchového odporu textilních materiálů a fólií se používají koncentrická elektroda podle obr.3. Podložná elektroda je po jedné straně potažena izolační vrstvou o tloušťce 1 mm a odporu větším než 1014 W. Druhou část tvoří izolační válec s vybráním pro uložení podložné elektrody. Přítlačná koncentrická elektroda se skládá z vnější prstencové elektrody a vnitřní kruhové elektrody, které jsou nalepeny na izolační desce. Na druhé straně izolační desky je nalepena kovová stínící deska.



1 – vnitřní kruhová elektroda, 2 – prstencová elektroda, 3 – koaxiální konektor, 4 – stínící deska, 5 – izolační deska, 6 – izolační válec, 7 – podložná elektroda, 8 – vzorek, 9 – izolační vrstva

Obr.3

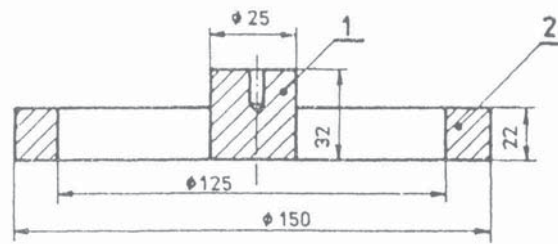
4.2.7 Měření povrchového odporu klínových řemenů se provádí na zařízení podle obr. 4. Systém elektrod sestává ze dvou dvojic elektrod šířky 25 mm, které se přikládají k pracovní ploše řemene se vzdáleností vnitřních hran 100 mm od sebe. Elektrody jsou sestaveny tak, aby bylo možno nastavit jejich polohu podle geometrických rozměrů řemene.



1 – regulovatelné elektrody, 2 – posuvné závaží, 3 – klínový řemen, 4 – izolační podložky, 5 – měřící svorky

Obr.4

4.2.8 Pro měření povrchového odporu dopravních pásů se používá koncentrická elektroda obr.5. Tato elektroda se skládá z vnější prstencové elektrody a vnitřní válcové elektrody.



1 – vnitřní elektroda, 2 – vnější elektroda

Obr.5

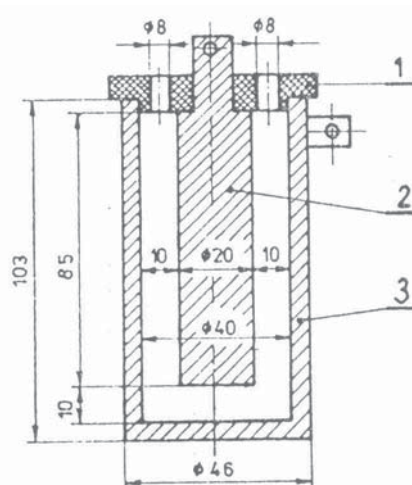
4.2.9 Pro měření povrchového a vnitřního odporu potrubí nebo hadic se používá pásková elektroda. Je vytvořena vodivým páskem šířky 25 mm navinutým na obou koncích potrubí nebo hadice na vnějším a vnitřním obvodu.

4.2.10 Pro měření povrchového odporu plochých řemenů se používají páskové elektrody, které jsou vytvořeny vodivými pásky šířky 25 mm, kolmými k podélné ose řemene přes celou šířku pásu. Vzdálenost vnitřních hran je 100 mm.

4.2.11 Pro měření povrchového odporu pneumatik se používá kruhových elektrod o průměru 25 mm z pryže o tloušťce 5 mm, která je přilepena k izolační rukojeti. Na této elektrodě je upevněna kovová fólie o tloušťce maximálně 0,2 mm.

4.2.12 Pro měření vnitřního odporu podlahovin a dlaždic se používá kovová válcová přitlačná elektroda o průměru 50,4 mm a podložná kruhová desková elektroda o průměru 100,8 mm a tloušťce 10 mm.

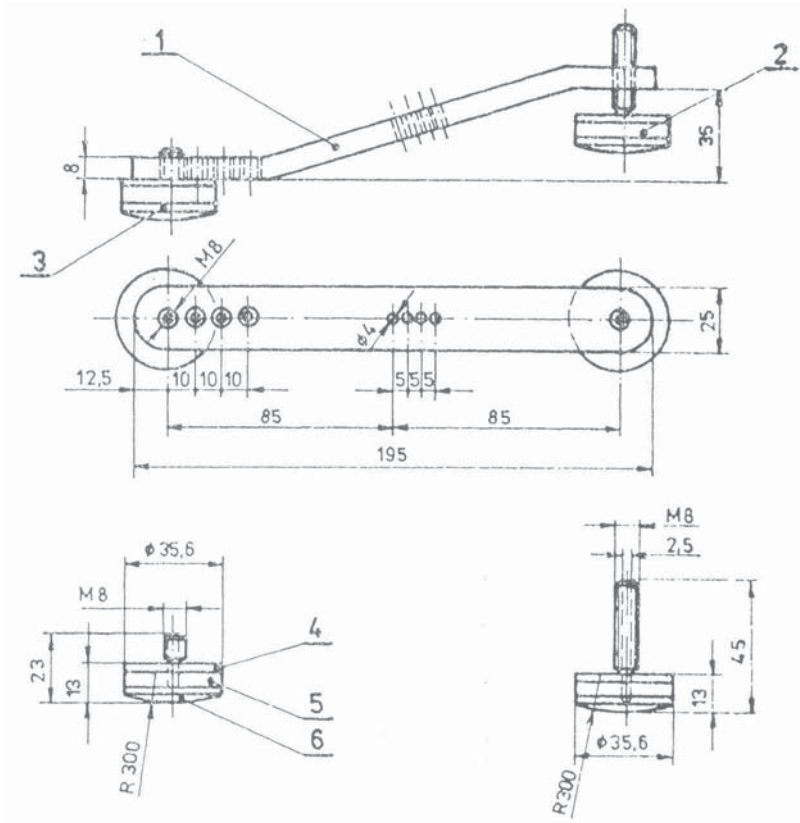
4.2.13 Pro měření vnitřního odporu sypkých materiálů se používá elektroda podle obr. 6. Tvoří ji válcová vodivá nádoba o vnitřním průměru 40 mm. Do které je zasunuta vnitřní část tvaru válce o průměru 20 mm odizolovaná od vnější části tak, aby mezi nimi vznikl prostor 10 mm široký.



1 – teflon, 2 – vnitřní válcová elektroda, 3 – vnější elektroda

Obr. 6

4.2.14 Pro měření vnitřního odporu obuvi se používá přitlačná elektroda podle obr. 7. Elektroda se skládá ze dvou měřících elektrod, které jsou mechanicky spojené vhodně tvarovaným jhem. Měřící elektrodu tvoří konvexně tvarovaný terčík o průměru 35,6 mm, který je od jha izolován měkkou pryží (tvrdost asi 40 Sh) nebo lehčenou pryží (např. Styropor). Jako podložná elektroda se používá plochá kovová deska o rozměrech 350 x 150 x 5 (mm), která je od země izolovaná izolační podložkou.



1 – ocelové jho, 2 – pevná měřící elektroda, 3 – posuvná měřící elektroda, 4 – držák měřící elektrody, 5 – izolační pryž, 6 – styková plocha (mosaz)

Obr.7

4.3 Pomocná zařízení

Pro nanášení nátěrových hmot v elektrostatickém poli se používají tato zařízení:

- 1) vysokonapěťové kabely pro napájení stříkacích pistolí,
- 2) generátory vysokého napětí,
- 3) stříkací pistole.

5 PŘÍPRAVA VZORKŮ KE ZKOUŠKÁM

- 5.1 Před měřením musí být vzorky očištěny, kondicionovány a klimatizovány. Z povrchu vzorku musí být odstraněn elektrický náboj, a pokud je to nutné, musí být vzorky mechanickým namáháním přivedeny do tzv. stejnorodých podmínek. Během manipulace se vzorkem a v průběhu vlastního měření nesmí dojít k znečištění nebo zvlhčení měřeného povrchu. Počet prováděných měření na jednom vzorku je:
- 1) pro vzorky malých rozměrů nebo materiály tekuté či práškové nejméně 3 měření.
 - 2) Pro ostatní vzorky minimálně pět měření rozložených po ploše vzorku tak, aby výsledky měření daly ucelený obraz o velikosti a rovnoměrnosti odporu vzorku.
- 5.2 Mechanické uvádění do stejnorodých podmínek se provádí splněním jedné z těchto podmínek:
- 1) po skončené výrobě nesmí být výrobek mechanicky namáhán
 - 2) výrobek se musí namáhat pouze jednou a potom uložit v prostředí s teplotou 15°C až 25°C bez namáhání, a to nejméně po dobu 24 hodin,
 - 3) výrobek musí být namáhán pouze jednou a potom ponechán bez namáhání při teplotě $70 \pm 3^\circ\text{C}$ po dobu dvou hodin.
- 5.3 Kondicionování a klimatizování vzorků určených ke zkouškám se provádí za těchto podmínek : $\vartheta = (20 \pm 2)^\circ\text{C}$, $\varphi = (65 \pm 5) \%$ (pouze pro měření podle čl. 6.3 a 6.4) nebo $\vartheta = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$, $\varphi = (50 \pm 5) \%$ za atmosférického tlaku od 86 do 106 kPa. Doba trvání kondicionování je minimálně 24 hodin, klimatizování minimálně 6 h. V případě abnormálních provozních podmínek podle kapitoly 2 je nutné vybrat pro kondicionování i pro klimatizaci vzorku ty podmínky , při kterých je nejvyšší provozní teplota a nejnižší relativní vlhkost vzduchu. K vlastnímu měření musí být přistoupeno bezprostředně po klimatizaci.
- 5.4 Před měřením se musí vzorky dokonale očistit, např. etylalkoholem a valchařskou hlinkou od všech nečistot tak, aby nebyla porušena horní vrstva materiálu. Pak se destilovanou vodou smyje valchařská hlinka a povrch se dokonale osuší. Čištění a příprava vzorku se provádí po kondicionování vzorku před jeho klimatizací, a to tak, aby materiál nebyl mechanicky namáhán.
- 5.5 Pro zlepšení styku plochy měřící elektrody s měřenou plochou se u pevných nenasákavých materiálů používá tekutých elektrod. Plocha elektrody musí zůstat dokonale navlhčena po celou dobu měření (výjimku tvoří grafitová a stříbrná elektroda). Čisté kovové kontakty se musí přiložit na navlhčené plochy tak, aby se vzájemně dokonale překrývaly. Tekuté elektrody je možno nanést na měřený vzorek nebo před přiložením přímo na měřící elektrody. Plocha tekutých elektrod nesmí být větší než plocha měřících elektrod. Při měření na nerovném povrchu, kde by se dal předpokládat špatný dotek mezi elektrodou a měřenou plochou se použije místo vodní kapaliny stabilizované vodní nebo lihové suspenze grafitu nebo koloidního stříbra, nebo vodivé pryže, kterou se nerovnosti povrchu vyrovnají, Suspenze se nanáší na povrch před klimatizací. Měřený povrch nesmí být deformován ani při přiložení elektrod, ani během měření.

6 PROVEDENÍ ZKOUŠEK

6.1 Měření povrchového odporu hotových výrobků a plošných vzorků pevných materiálů se provádí elektrodami podle čl. 4.2.5 (obr. 2) a páskovými elektrodami podle čl. 4.2.4 (obr. 1).

Po přípravě vzorku a nanesení tekutých elektrod se elektrody přiloží na zkoušený povrch a připojí se měřící napětí. Vyhodnocení výsledků měření se provádí podle čl. 1.2.1 a čl. 1.3 ČSN 33 2030*).

6.2 Měření vnitřního odporu plošných vzorků pevných látek se provádí elektrodami podle čl. 4.2.5.

Upravený vzorek se vloží mezi koncentrické elektrody a podložnou elektrodu. Vnější prstencová elektroda je zapojena jako stínící, vnitřní a podložná jsou zapojeny na vstupní svorky měřícího přístroje.

Pokud hodnota vnitřního odporu R_v je menší než $10^6 \Omega$, lze materiál použít jako součást elektrostatického uzemnění.

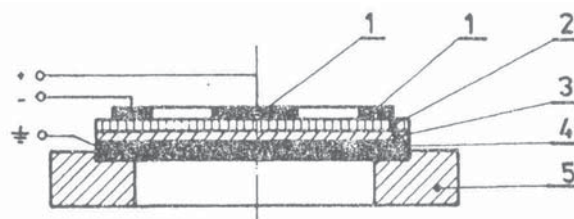
6.3 Měření povrchového odporu plošných vzorků textilu a fólií pro stanovení elektrizovatelnosti se provádí měřícími elektrodami podle bodu 4.2.6. Vzorky musí být předsušeny 2 až 3 h při teplotě 60 až 65°C a pak kondicionovány při teplotě $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu 40 % nebo 65 %.

V případě, kdy je nutno vzorky vyžehlit nebo vyprat, děje se tak před přípravou vzorku ke zkoušce.

Po přípravě se vzorek položí na izolační vrstvu podložné elektrody, která je položena ve válci izolační vrstvou nahoru. Na vzorek se položí koncentrické elektrody, na které se připojí měřící přístroj podle obr. 8. Stínící deska musí zajišťovat při měření tlak nejméně 2 kPa.

Měření se provádí zvlášť na lící a zvlášť na rubové straně vzorku.

Vyhodnocení výsledků měření se provádí podle čl. 1.2.1 ČSN 33 2030-84.



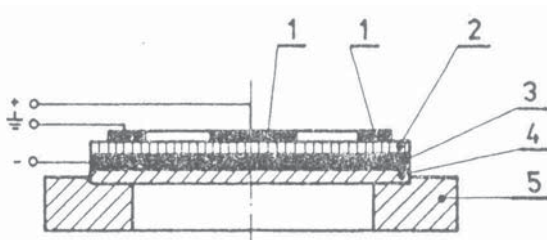
1 – elektrody, 2 – zkoušený vzorek, 3 – izolační vrstva, 4 – podložná elektroda, 5 – izolační válec

Obr.8

*) v ST SEV 5873-87 je ve zkrácené formě uvedeno hodnocení podle ČSN 33 2030-84 čl. 1.2.1 a čl. 1.3.

6.4 Měření vnitřního odporu plošných vzorků textilu se provádí pomocí soustavy elektrod obr. 3. Vzorky se upraví způsobem uvedeným v bodě 6.3.

Měření vnitřního odporu R_v plošných vzorků se provádí podle obr. 9. Kruhová podložná elektroda se položí na válec izolační vrstvou dospod. Vzorek se položí na kovovou plochu a zatíží koncentrickými elektrodami.



1 – elektrody, 2 – vzorek, 3 – podložná elektroda, 4 – izolační vrstva, 5 – izolační válec

Obr. 9

Pokud hodnota vnitřního odporu R_v nepřekročí $10^6 \Omega$, lze materiál použít jak součást elektrostatického uzemnění.

6.5 Pro měření povrchového odporu klínových řemenů se používá zařízení podle čl. 4.2.7.

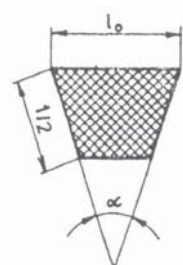
Po přípravě vzorku se na pracovní plochy řemene nanese tekuté elektrody o šířce 25 mm a suché vzdálenosti od sebe (100 ± 6) mm. Tekuté elektrody zajišťují styk s kovovými elektrodami, které mají tvar řemenice, a klínový řemen je v nich přitlačován silou 1 N na každý mm horní šířky řemene l_0 , viz obr. 10.

Vzorek je vyhovující pro použití v prostorech s nebezpečím výbuchu, kde se výbušná směs vyskytuje zřídka nebo jen při havárii (SNV 1, SNV 2, SNM 1, SNM 2, V 1 a V 2), jestliže žádná z naměřených hodnot nepřekročí hodnotu $R_{o\max}$ v ohmech vypočtenou ze vzorce (1):

$$R_{o\max} = 6 \cdot 10^5 \frac{L}{l}, \quad (1)$$

kde L je suchá vzdálenost v mm mezi vnitřními okraji měřených elektrod,

l – součet šířek dvou pracovních ploch řemene v mm viz. Obr. 8;



l_0 – šířka klínového řemene

$\frac{l}{2}$ - šířka pracovní plochy řemene

α - úhel klínového řemene

Obr. 10

6.6 Pro měření povrchového odporu dopravních pásů se používají elektrody podle čl. 4.2.8. Elektrody se přiloží po nanesení tekutých elektrod na povrch vzorku. Elektrody musí při měření zajišťovat minimální tlak 2 kPa. Měření se provádí na obou stranách na dvou místech. Naměřené hodnoty povrchového odporu R_o nesmí překročit hodnotu $3 \cdot 10^8 \Omega$, aby byl dopravní pás hodnocen jako vyhovující pro použití v prostorech s nebezpečím výbuchu.

6.7 Po měření povrchového a vnitřního odporu hadic a potrubí se používá elektrod podle čl. 4.2.9. Tyto elektrody se přikládají na upravené vzorky s připravenými tekutými elektrodami na jednom konci na vnější povrch a na druhém konci na vnitřní povrch. Po provedení měření se elektrody přiloží na opačné konce a provede se druhé měření. Dále se přikládají elektrody na obou koncích buď na vnější, nebo vnitřní povrch. Měření se provádí na vzorcích délky 1 m. Ve speciálních případech se měří odpor hadice nebo potrubí v celé pracovní délce.

Vzorky se vyhodnocují podle naměřeného povrchového a vnitřního odporu R_o a R_v takto:

- 1) $R_o, R_v > 5 \cdot 10^4 \Omega$ - elektricky vodivé,
- 2) $5 \cdot 10^4 \Omega \leq R_o, R_v \leq 1 \cdot 10^6 \Omega$ - elektrostaticky vodivé, vhodné pro dopravu benzínu a jiných hořlavých kapalin, možno použít jako součást elektrostatického svodu,
- 3) $1 \cdot 10^6 \Omega \leq R_o, R_v \leq 1 \cdot 10^9 \Omega$ - antistatické, nenabíjí se, vhodné pro propojení např. dvou uzemněných nádrží, nelze použít jako součást elektrostatického svodu.

6.8 Měření povrchového odporu plochých řemenů se provádí elektrodami podle bodu 4.2.10. Po nanesení tekutých elektrod se přiloží na upravený vzorek měřící elektrody tak, aby suchá vzdálenost mezi elektrodami u řemenů kratších než 3 m byla (100 ± 6) mm a u řemenů delších než 3 m (600 ± 12) mm.

Vzorek je vyhovující, jestliže naměřená hodnota povrchového odporu R_o v ohmech je menší než vypočtená hodnota odporu $R_{o\max}$ z vzorce (2):

$$R_{o\max} = \frac{10^6 L}{8d}, \quad (2)$$

kde L je suchá vzdálenost elektrod v mm,
 d je šířka řemene v mm

6.9 Měření povrchového odporu pneumatik se provádí elektrodami podle čl.4.2.11. Elektrody se přikládají na připravená měřící místa. Jedna na pracovní plochu běhounu a druhá na bočnici v místě, kde se stýká materiál pneumatiky s ráfkem kola. Měření se provádí postupně mezi běhounem s oběma bočnicemi. Minimálně musí být provedeno 5 měření, na místech rovnoměrně rozložených po obvodu pneumatiky. Nasazená pneumatika se měří tak, že se pod kola umístí do země izolovaná vodivá deska a měří se odpor mezi deskou a dikem kola. Pneumatika je vyhovující, jestliže žádná z naměřených hodnot povrchového odporu nepřekročí $10^6 \Omega$.

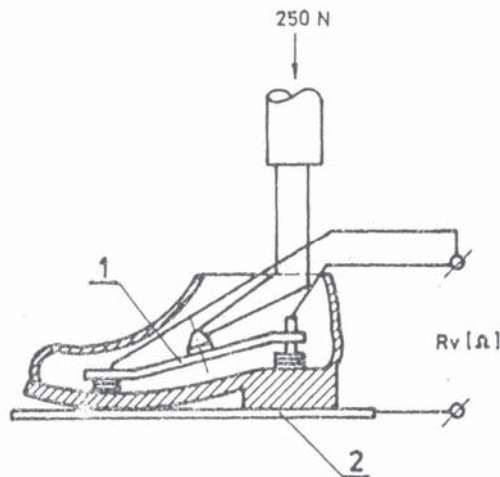
6.10 Měření vnitřního odporu obuvi se provádí elektrodami podle čl.4.2.14. Všeobecné požadavky na zjišťování velikosti vnitřního odporu obuvi jsou uvedeny v ČSN 83 2554 (odpovídá ST SEV 5040-85).

Vlastní měření vnitřního odporu obuvi se provádí tak, že zkoušená bota se postaví na podložnou elektrodu a do vnitřku boty, na stélku, se vloží přitlačná elektroda. Pevná měřicí elektroda se umístí na střed podpadku nebo na střed patní části podešve, druhá měřicí elektroda se nastaví podle velikosti boty tak, aby byla uprostřed nášlapné plochy podešve (viz. Obr. 11). Pevná a posuvná elektroda se navzájem propojí a pak se přitlačná elektroda zatíží uprostřed jha silou 250 N. Elektrody se připojí na měřicí přístroje a po uplynutí 60 s od připojení měřicího napětí se odečte měřená hodnota. Podle velikosti vnitřního odporu se pak měřený vzorek obuvi zařadí mezi:

- elektricky vodivou obuv – $R_v < 5 \cdot 10^4 \Omega$
- antistatickou obuv – $5 \cdot 10^4 \Omega \leq R_v \leq 5 \cdot 10^7 \Omega$
- obuv pro odstranění fyziologického působení elektrostatických nábojů – $5 \cdot 10^4 \Omega \leq R_v \leq 1 \cdot 10^9 \Omega$

Obuv se považuje za vyhovující z hlediska předepsaných elektrostatických parametrů (vnitřní odpor R_v), pokud jsou požadované hodnoty dosaženy výlučně pomocí elektrických vlastností konstrukčních materiálů obuvi (pryžových, textilních, a usňových součástí, vodivých lepidel apod.), tedy nikoliv dodatečně instalovanými kovovými předměty (hřebíky, nůty, plíšky, kovové tkanivo apod.)

Poznámka: Vnitřní odpor obuvi se stárnutím může měnit. Doporučuje se proto prověřovat u uživatele vnitřní odpor obuvi v pravidelných intervalech, nejméně 1 krát za měsíc.



1 – přitlačná elektroda, 2 – podložná elektroda
Obr.11

6.11 Měření vnitřního odporu vzorků podlahovin a dlaždic se provádí elektrodami podle čl. 4.2.12. Upravené vzorky se vloží mezi podložnou kovovou elektrodu a přitlačnou elektrodu. Mezi elektrody a vzorek může být uložen navlhčený filtrační papír, grafitové elektrody, tekuté elektrody nebo vodivá pryž. Při měření musí kovová elektroda zajišťovat tlak 4 kPa.

Vyhodnocení výsledků měření se provádí podle čl. 2.2.2 ČSN 33 2030-84*)

Podle naměřených hodnot vnitřního odporu se podlahoviny a dlažba zařadí mezi:

*) Hodnocení uvedené v ST SEV 5873-87 odpovídá hodnocení podle čl. 2.2.2 ČSN 33 2030

- elektricky vodivé	$R_v < 5 \cdot 10^4 \Omega$
- elektrostaticky vodivé	$5 \cdot 10^4 \Omega \leq R_v \leq 10^6 \Omega$
- antistatické	$5 \cdot 10^4 \Omega \leq R_v \leq 1 \cdot 10^8 \Omega$
- částečně vodivé	$5 \cdot 10^4 \Omega \leq R_v \leq 1 \cdot 10^9 \Omega$

6.12 Měření vnitřního odporu hotových podlah a dlažeb se provádí elektrodou podle čl. 4.2.12. Celá plocha podlahy se rozdělí na čtverce o rozměrech 1 m^2 , v každém čtverci se označí a dokonale očistí (lihem, valchářskou hlinkou) měřící místo. Na ně se pak položí vlhký filtrační papír nebo vodivá pryž nebo se nanese tekutá elektroda a přiloží se přitlačná kovová elektroda. Při měření se musí kovová elektroda zajišťovat tlak 4 kPa. Svodový odpor se měří mezi přitlačnou elektrodou a definovanou zemí. Měření se provádí nejdříve dva týdny po položení podlahy a opakuje se každých 12 měsíců. Vyhodnocení výsledků měření se provádí podle čl. 2.2.. ČSN 33 2030.

6.13 Měření vnitřní rezistivity kapalin se provádí podle ČSN 34 6432 (odpovídá ST SEV 3166-81). Vyhodnocení měření se provádí podle čl. 1.2.2 ČSN 33 2030-84.**)

6.14 Měření vnitřní rezistivity sypkých materiálů se provádí orientačně pomocí elektrody podle bodu 4.2.13. Před nasypáním materiálu musí být elektroda zbavena všech nečistot, hlavně zbytků materiálů, které byly měřeny dříve. Naměřená hodnota odporu R měřícím přístrojem se přepočte na vnitřní rezistivitu podle vzorce (3):

$$\rho_v = 56,55R, \quad (3)$$

kde ρ_v je vnitřní rezistivita sypkého materiálu v Ωm ,
56,55 konstanta vypočtená z geometrických rozměrů elektrod.
Vyhodnocení měření se provádí podle čl. 1.2.2 ČSN 33 2030.

6.15 Měření svodového odporu se provádí elektrodami podle čl. 4.2.12. Svodový odpor se měří mezi kovovou přitlačnou elektrodou přiloženou na libovolném, předem očištěném místě měřeného předmětu nebo zařízení a definovanou zemí.

Poznámka: Požadavky na elektrostatické uzemnění jsou uvedeny v čl. 1.3 ČSN 33 2030***).

***) Hodnocení uvedené v ST SEV 5873-87 odpovídá hodnocení podle čl. 1.2.2 ČSN 33 2030

***)) Požadavky uvedené v ST SEV 5873-87 jsou podobně rozpracovány v čl. 1.3 ČSN 33 2030

6.16 Zkoušky zařízení pro nanášení nátěrových hmot v elektrickém poli.

6.16.1 Vysokonapěťové kabely pro napájení elektrostatických stříkacích pistolí se zkoušejí stejnosměrným napětím, přiloženým mezi žílu kabelu a stínění nebo mezi žílu kabelu a vodivou kapalinu, do níž je kabel ponořen (u kabelů bez stínění). Doba zkoušení je 20 minut a během této doby nesmí dojít k přeskokům, průrazům ani sršení.

Kabely pro zařízení ruční, pracují s tekutou barvou s bodem vzplanutí větším než 21°C se zkoušejí 1,5 násobkem jmenovitého napětí.

Kabely pro ostatní zařízení se zkoušejí 2 násobkem jmenovitého napětí.

6.16.2 Na VN generátorech se provádí tato zkouška. Vysokonapěťový výstup zdroje se zapojí přes ampérmetr přímo do zkratu a na vstupu se postupně zvyšuje napětí od nuly do 110 % jmenovité hodnoty.

Zkratový proud při tom nesmí překročit:

0,3 mA – u zařízení ručních, pro tekuté barvy s bodem vzplanutí do 21°C nebo tekuté přehřáté barvy s bodem vzplanutí nad 21°C nebo ruční pro prášky

0,5 mA – u zařízení ručních, pro tekuté barvy s bodem vzplanutí větším než 21°C.

5 mA – u zařízení automatických.

6.16.3 Zkouška zápalnosti výbojů z elektrostatických stříkacích pistolí se provádí tímto způsobem:

Pistole se před zkouškou musí propláchnout nejméně 5 krát normálně používaným ředidlem nebo čistícím prostředkem. Pistole s vnější nabíjecí elektrodou se umístí v explozní komoře, která je naplněna předepsanou směsí. Proti ní se umístí uzemněná kulová elektroda předepsaného průměru d tak, aby došlo k trvalému jiskření mezi elektrodou pistole a kulovou elektrodou, přičemž vzdálenost nabíjecí elektrody od uzemněné kulové elektrody je časově proměnná s frekvencí 35 až 50 otáček za minutu.

Napájecí primární napětí je 110 % jmenovitého napětí. Doba každé jednotlivé zkoušky je 5 x 5 minut. Během každých 5 minut musí být zařízení minimálně 5 krát zapnuto a vypnuto.

Zkouška je úspěšná, pokud nedojde k zapálení směsi.

Pistole s vnitřním nabíjením se naplní až op výstupní dýzu vodivou tekutinou předepsané vodivosti. Dýza se uzavře kovovým drátkem tvořícím pomocnou elektrodu. Další jiskření se provádí shodně s pistolí pro vnější nabíjení.

Předepsané parametry pro zkoušky jsou:

1) Pro elektrostatické pistole pro tekuté barvy s bodem vzplanutí větším než 21°C.

Průměr uzemněné elektrody d je 10 až 25 mm

Zkušební směs 8,5 % CH₄ se vzduchem

Minimální zápalná energie směsi $W_{\min} = 0,28$ mJ

2) Pro elektrostatické pistole pro tekuté barvy s bodem vzplanutí do 21°C nebo přehříváné barvy s bodem vzplanutí vyšším než 21°C.

Průměr uzemněné elektrody d je 10 až 25 mm

Zkušební směs 50 % H₂ se vzduchem

Minimální zápalná energie směsi $W_{\min} = 0,10$ mJ

- 3) Pro elektrostatické a elektrokinetické pistle pro práškové barvy.
Průměr uzemněné elektrody d je 10 až 25 mm
Zkušební směs 12 % CH₄ ve vzduchu
Minimální zápalná energie směsi $W_{\min} = 5$ mJ

6.17 Pro měření vnitřního a povrchového odporu je možno použít jakoukoliv měřící metodu vhodnou pro měření odporu v rozsahu $10^3 \Omega$ až $10^{11} \Omega$ např. srovnávací metodou, voltampérovou metodou, můstkovou metodou. Příklady schémat zapojení měřících přístrojů a principy měření jsou uvedeny v informační příloze ČSN 34 6460 (odpovídá ST SEV 2411-80)

7 Zpracování výsledků

- 7.1 Na všech vzorcích podle tab. 1 se provede předepsaný počet měření podle čl. 5.1. Hodnoty přečtené 60 sekund od přiložení měřícího napětí se porovnávají s hodnotami podle čl. 6.1 až 6.15. Výsledky zkoušek jsou vyhovující, jestliže všechny naměřené hodnoty jsou nižší nebo rovny maximálním hodnotám uvedeným v čl. 6.1 až 6.15 nebo v příslušných člancích ČSN 33 2030.
- 7.2 Zařízení pro nanášení nátěrových hmot v elektrickém poli se považují za vyhovující, jestliže vyhoví všem zkouškám uvedeným v čl. 6.16.

8 Označování

- 8.1 Výrobky zkoušené podle normy a vyhovující ČSN 33 2030 musí být označeny tak, aby bylo zaručeno jejich odlišení od ostatních výrobků stejného druhu, ale nesplňujících požadavky na elektrostatické parametry.
Doporučuje se označit výrobky nápisy „ELEKTROSTATICKY VODIVÉ“ nebo „ANTISTATICKÉ“ nebo barevným vyznačením maximální hodnoty R_o a R_v nebo označením žlutým pruhem po celé délce výrobku.
- 8.2 Označování obuvi se provádí takto:
Elektricky vodivá obuv (každý pápár) musí mít označeno číslo velikosti, výrobce, číslo této normy a musí být označena červeným páskem vzadu na patní části boty z vnější strany.
Antistatická obuv (každý pápár) musí mít vyznačeno číslo velikosti, výrobce, číslo normy a musí být označena citrónově žlutým páskem z vnější strany vzadu na patní části boty nebo nápisem „ANTISTATIK“.
Obuv vhodná pro odstranění účinků fyziologického působení elektrostatického náboje musí mít vyznačeno velikostní číslo, výrobce, číslo normy a musí být označena písmeny FVO umístěnými v rámečku.
Výška všech písmen v nápisech musí být minimálně 8 mm.

9 Protokol o zkoušce

Protokol o provedené zkoušce musí obsahovat:

- 1) Označení a popis zkoušeného výrobku, materiálu
- 2) Počet, tvar, rozměr a opracování zkušebních vzorků
- 3) Typ a materiál elektrod, použité přístroje
- 4) Podmínky přípravy vzorků
- 5) Podmínky při zkoušení (teplota, relativní vlhkost vzduchu)
- 6) Měřicí napětí
- 7) Datum a místo měření
- 8) Číslo normy, podle které se provádělo měření

DODATEK

Informační údaje uvedené v ST SEV 5873-87

- 1) Autor – delegace ČSSR v Radě mezinárodní organizace pro hospodářskou a vědeckotechnickou spolupráci v oblasti elektrotechnického průmyslu INTERELEKTRO
- 2) Úkol – 33.000.37-84
- 3) Norma RVHP byla schválena na 62. zasedání SKSN.
- 4) Termíny počátku uplatnění normy RVHP:

Členské státy RVHP	Termíny počátku uplatnění normy RVHP	
	ve smluvně právních vztazích při hospodářské a vědeckotechnické spolupráci	v národním hospodářství
BLR	1989 leden	1989 leden
MLR	-	-
VSR		
NDR	-	-
Rep. Kuba		
MoLR		
PLR	1990 leden	1990 leden
RSR		
SSSR	1989 červenec	1989 červenec
ČSSR	1989 leden	1989 leden

- 5) Termíny prověrky – 1995

Zatřídění normy – skupina JE 02

Klíčová slova/deskriptory*): statická elektřina, elektrostatické zatížení, elektrostatické výboje, elektrický odpor, výbušné prostředí, elektrotechnické veličiny, metody zkoušení, elektrostatické vlastnosti.

Souvisící čs. normy

Citované normy

- ČSN 33 0370 Nevýbušná elektrická zařízení. Všeobecné technické požadavky. Metody zkoušek (obsahuje ST SEV 3141-81)
- ČSN 33 0380 Nevýbušná elektrická zařízení. Jiskrově bezpečný elektrický obvod. Technické požadavky a metody zkoušek (obsahuje ST SEV 3143-81)
- ČSN 33 2030 Ochrana před nebezpečnými účinky statické elektřiny
- ČSN 34 6432 Zkušební metody elektroizolačních materiálů. Elektrické vlastnosti kapalných izolanů (obsahuje ST SEV 3166-81)
- ČSN 83 2554 Antistatická obuv. Norma elektrického odporu a všeobecné požadavky na jeho měření (obsahuje ST SEV 5040-85)

Další související normy

- ČSN 26 0370 Zkoušení pásů pro transportéry
- ČSN 33 2031 Ověřování a provoz technologických zařízení a letadel s ohledem na nebezpečné účinky statické elektřiny
- ČSN 33 2140 Elektrický rozvod pracoviště s elektrickými přístroji zdravotnickými
- ČSN 33 2320 Předpisy pro elektrická zařízení v místech s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par
- ČSN 34 1410 Elektrická zařízení v podzemí
- ČSN 34 5611 Elektrické zkoušky elektrických předmětů
- ČSN 34 6401 Tuhé elektroizolační materiály. Prostředí pro přípravu zkušebních těles a zkoušení (obsahuje ST SEV 2121-80)
- ČSN 34 6460 Zkoušky tuhých elektroizolačních materiálů. Elektrický odpor při jednosměrném napětí (obsahuje ST SEV 2411-80)
- ČSN 44 6250 Loutny z plastů. Loutny tuhé
- ČSN 74 4506 Podlahy. Zkušební metody

Obdobná mezinárodní doporučení

- IEC 93 (1980) Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials
Metody měření vnitřního a povrchového odporu tuhých elektroizolačních materiálů
- IEC 801-2 Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment Part 2: Electrostatic discharge requirements
Elektromagnetická kompatibility měřících a řídicích zařízení průmyslových procesů. Část 2: Požadavky na elektrostatische vybíjení
- ISO 2251 (1975) Antistatic footwear
Obuv antistatická

Obdobné zahraniční normy

GOST 12.4.124-83	Prostředky ochrany před statickou elektřinou Všeobecné technické požadavky
GOST 19616-74	Látky a plátna. Stanovení měrného povrchového odporu
GOST 6433.1-71	Elektroizolační materiály tuhé. Podmínky prostředí při klimatizaci, kondicionování a zkoušení
GOST 20214-74	Elektricky vodivé plasty. Metody stanovení měrného vnitřního odporu při stejnosměrném napětí
GOST 12.1.018-79	Statická elektřina. Jiskrová bezpečnost.
BS 2044 (84)	Determination of resistivity of conductive and antistatics plastics and rubbers
	Stanovení odporů antistatických plastů a gumy
BS 2050 (78)	Electrical resistance of conducting and antistatic products made from flexible polymeric material
	Stanovení odporů vodivých a antistatických výrobků z pružných polymerů
BS 2506	Specification for Antistatic rubber footwear
	Antistatická obuv
BS 3187 (78)	Electrically conducting rubber flooring
	Vodivé pryžové podlahy
BS 5783 (84)	Handling of electrostatic sensitive device
	Pravidla pro používání elektrostaticky citlivých zařízení
DIN 4843 (85)	Ochranná obuv. Bezpečnostně-technické požadavky. Zkoušení
DIN 57 745	Předpisy pro nanášení barev v elektrostatickém poli
DIN 53345	Stanovení elektrostatických vlastností textilií
MSZ 16040/1-4	Elektrostatické náboje. Způsob ochrany
NF-T 47-109	Dopravní pásy – Elektrická vodivost

Porovnání s ST SEV 5873-87

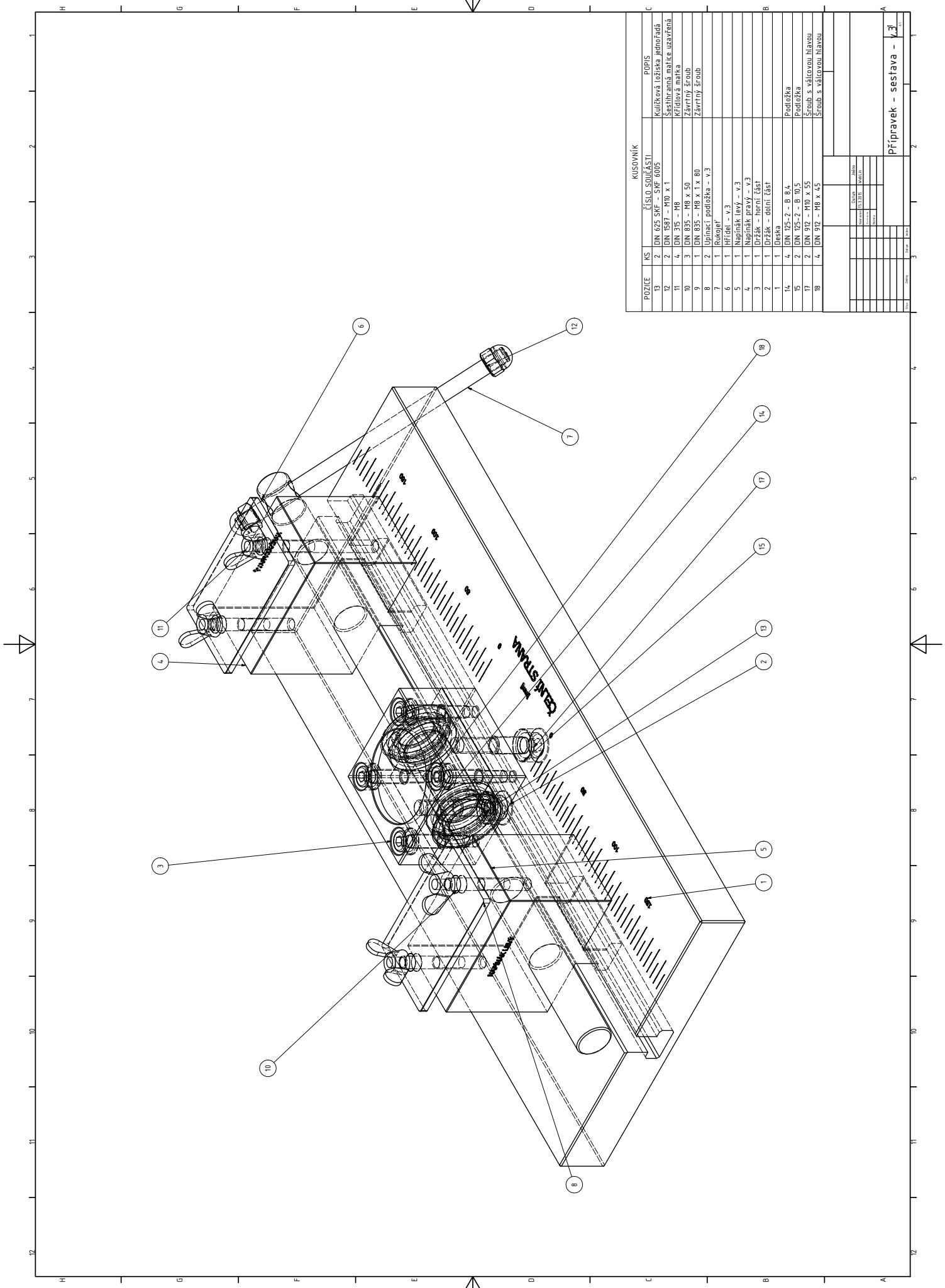
ST SEV 5873-87 platí pouze pro zkoušení materiálů a výrobků, které jsou určeny pro použití v prostorech s nebezpečím výbuchu, pro ČSSR byla platnost rozšířena i na provozy s nebezpečnými nebo obtěžujícími účinky elektrických nábojů. Pro ČSSR byly navíc doplněny do normy požadavky na měření a označení obuvi. Proti ST SEV 5873-87 je doplněno celé úvodní ustanovení celý čl. 2.1, druhá věta bodu 3čl. 4.1.1, celý čl. 4.2.14, čl. 6.10 od druhé věty a celý čl. 8.2

Deskriptory tezauru ISO/ROOT

Kód deskriptoru/znění deskriptoru: CLC/elektrostatika, TH/TP/materiály podle vlastnosti a účelu, CYB.F/elektrický měrný odpor, BJG.ND/měření odporu, BNR/elektrické zkoušení, GOC.E/výbušné atmosféry, GPE/elektrická bezpečnost, CLH.L/elektrické jiskry

Vypracování normy

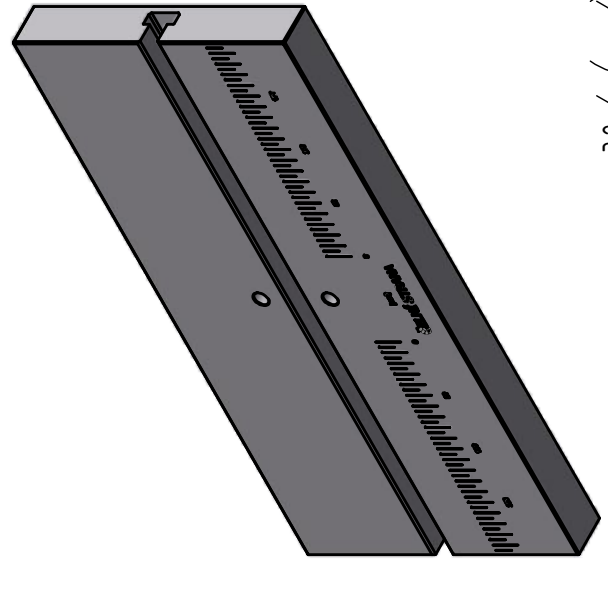
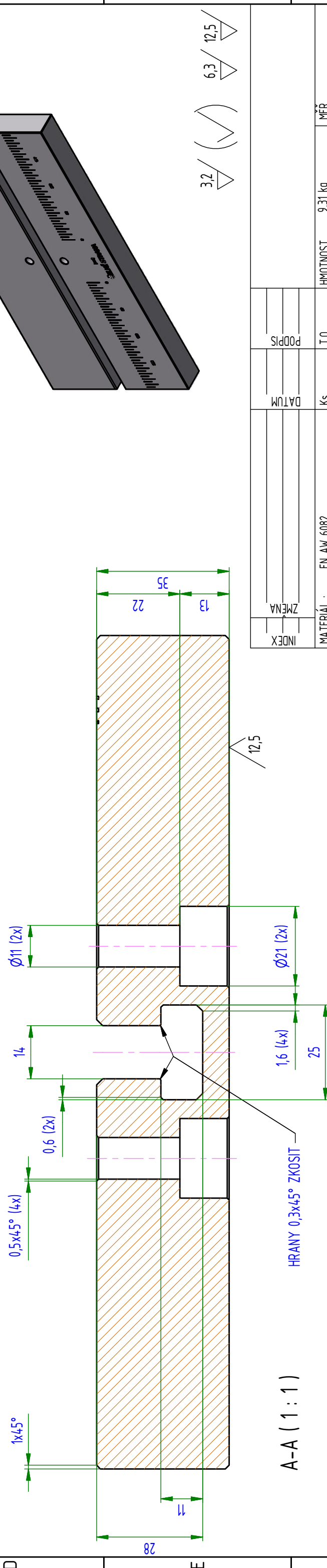
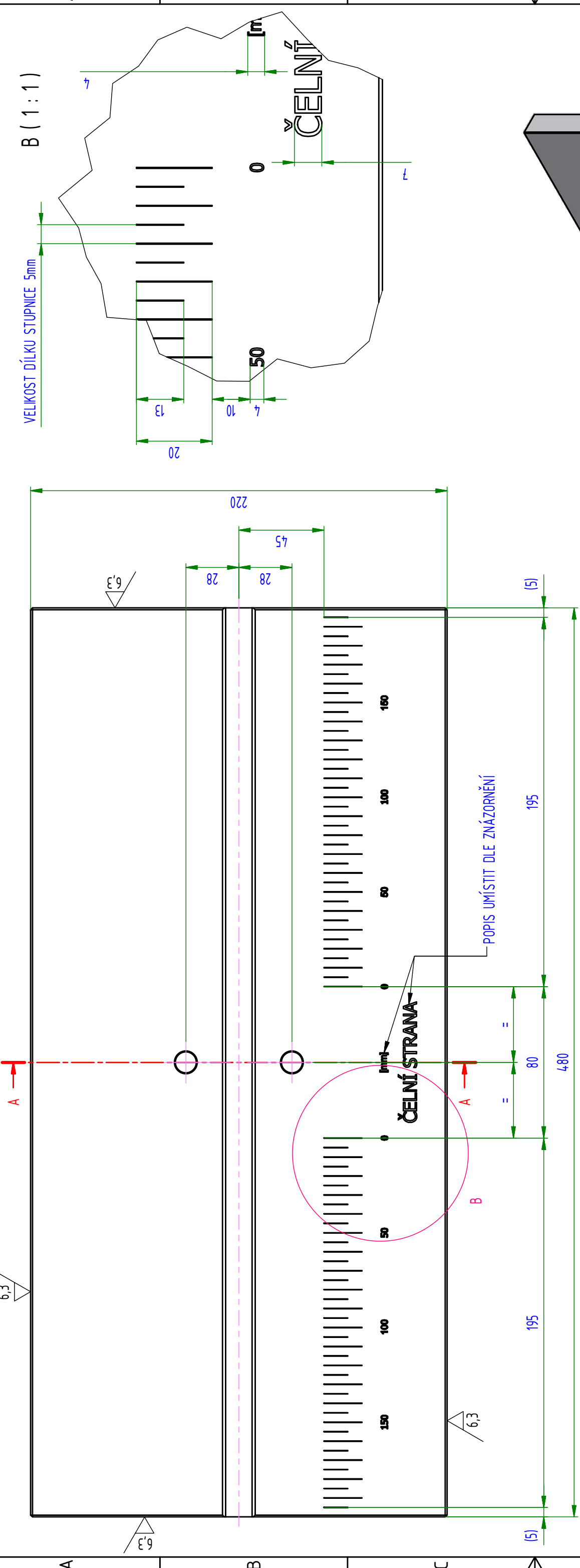
Schválení ST SEV 5873-87 doporučilo Federální ministerstvo paliv a energetiky, IČO 125
Zpracovatel a oborové normalizační středisko: Vědeckovýzkumný uhelný ústav Ostrava –
Radvanec, ONS, IČO 002763 – Ing. Jan Pohludka, Ing. Dagmar Veselá
Pracovník Úřadu pro normalizaci a měření: Ing. Michal Kříž



KUSOVNÍK		POZICE	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS
13	2	2	2	2	Kuličková ložiska jednoráda
12	2	2	2	2	Sestřihovaná matice uzávěrná
11	4	4	4	4	Křídlová matka
10	3	3	3	3	Závrtový šroub
9	1	1	1	1	Závrtový šroub
8	2	2	2	2	Upínací podložka - v.3
7	1	1	1	1	Rukojeť
6	1	1	1	1	Hřídel - v.3
5	1	1	1	1	Napínák levý - v.3
4	1	1	1	1	Napínák pravý - v.3
3	1	1	1	1	Držák - horní část
2	1	1	1	1	Držák - dolní část
1	1	1	1	1	Deska
14	4	4	4	4	Podložka
15	2	2	2	2	Podložka
17	2	2	2	2	Šroub s válcovou hlavou
18	4	4	4	4	Šroub s válcovou hlavou

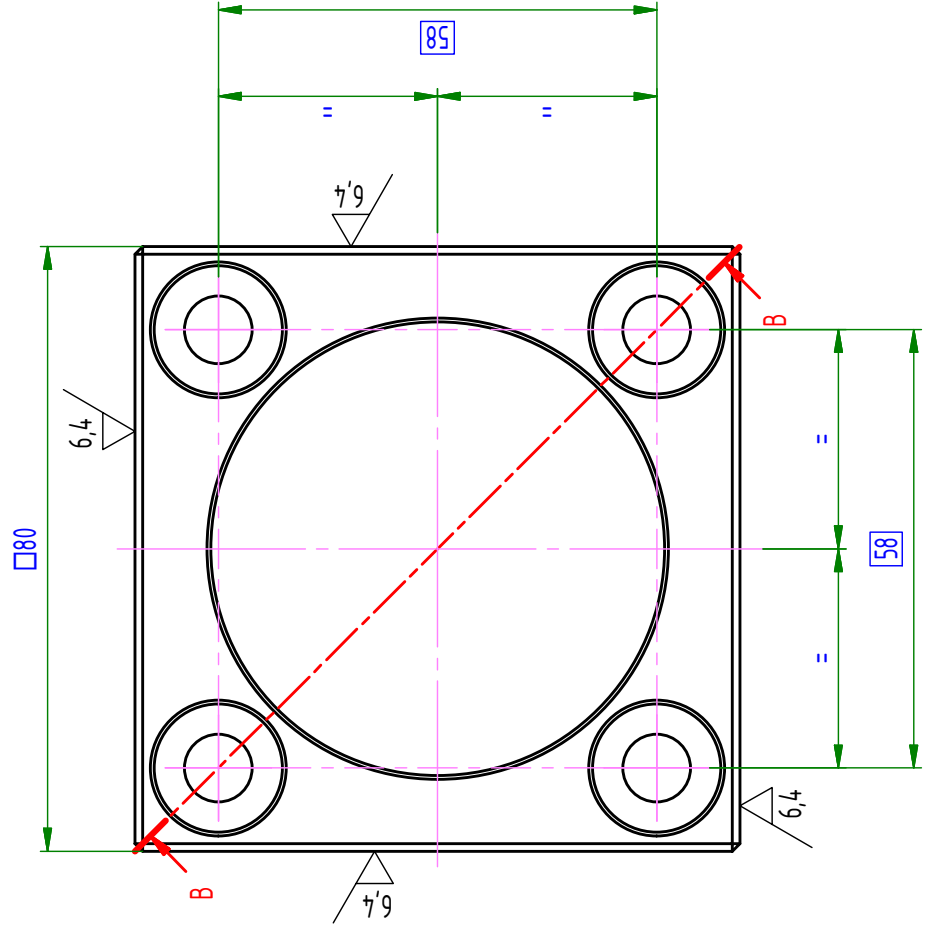
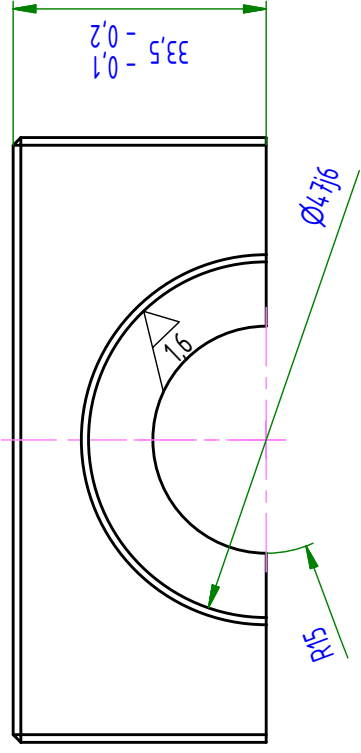
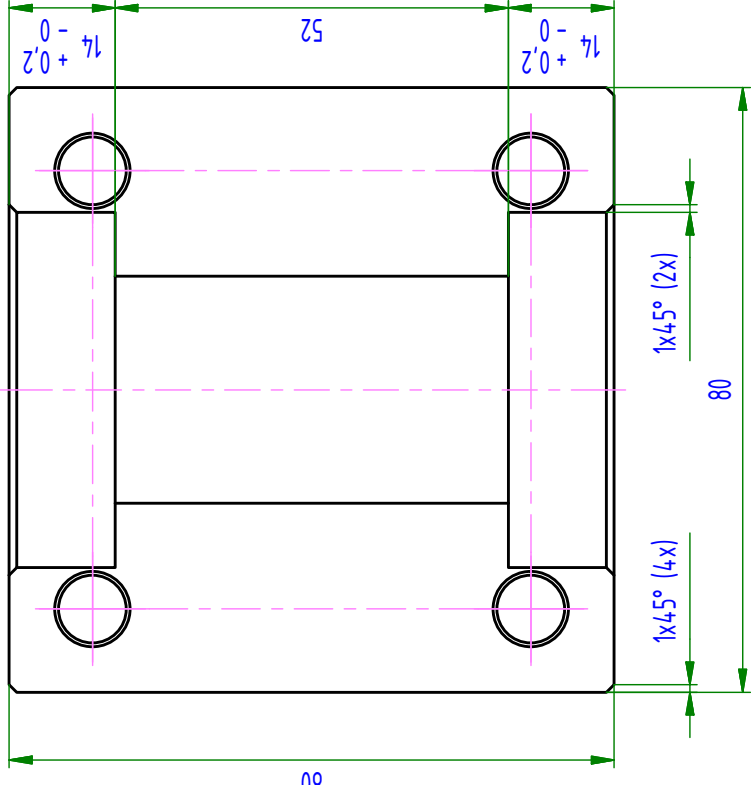
KUSOVNÍK		ČÍSLO SOUČÁSTI	POZICE	KS	POPIS
Kuličková ložiska jednoráda					
Sestřihovaná matice uzávěrná					
Křídlová matka					
Závrtový šroub					
Závrtový šroub					
Upínací podložka - v.3					
Rukojeť					
Hřídel - v.3					
Napínák levý - v.3					
Napínák pravý - v.3					
Držák - horní část					
Držák - dolní část					
Deska					
Podložka					
Podložka					
Šroub s válcovou hlavou					
Šroub s válcovou hlavou					

Přípravek - sestava - v.3

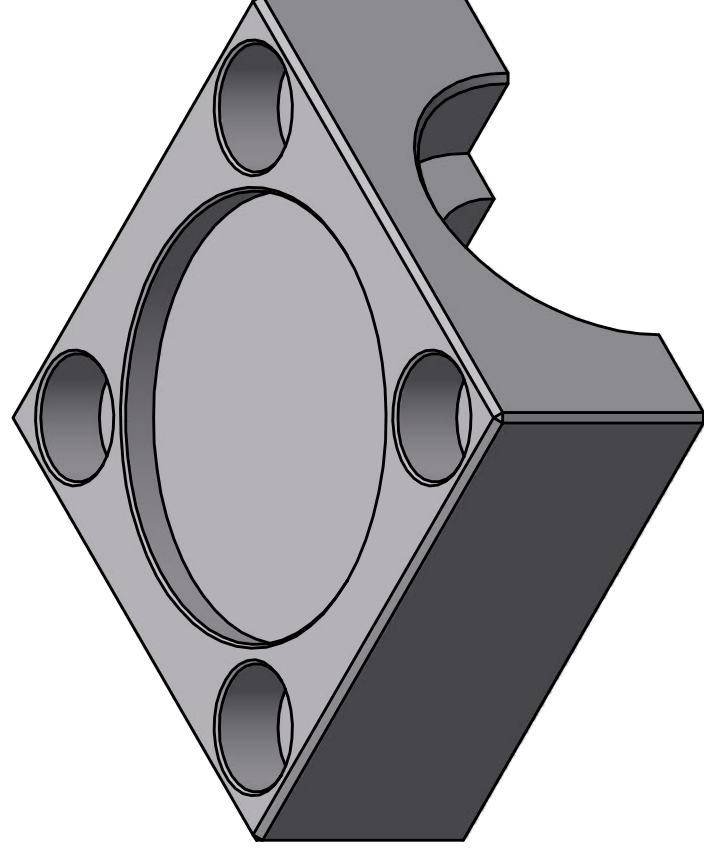
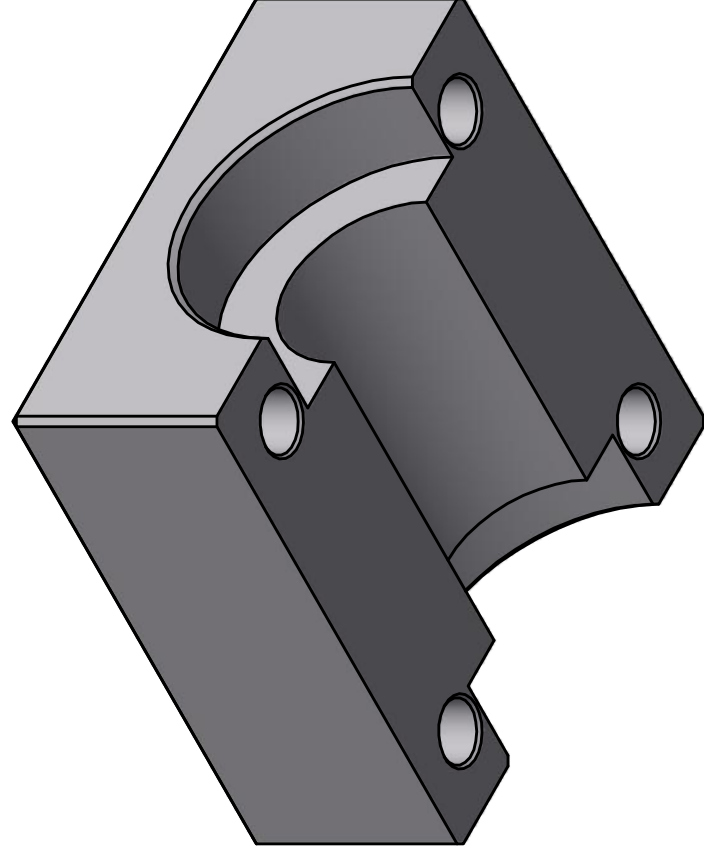
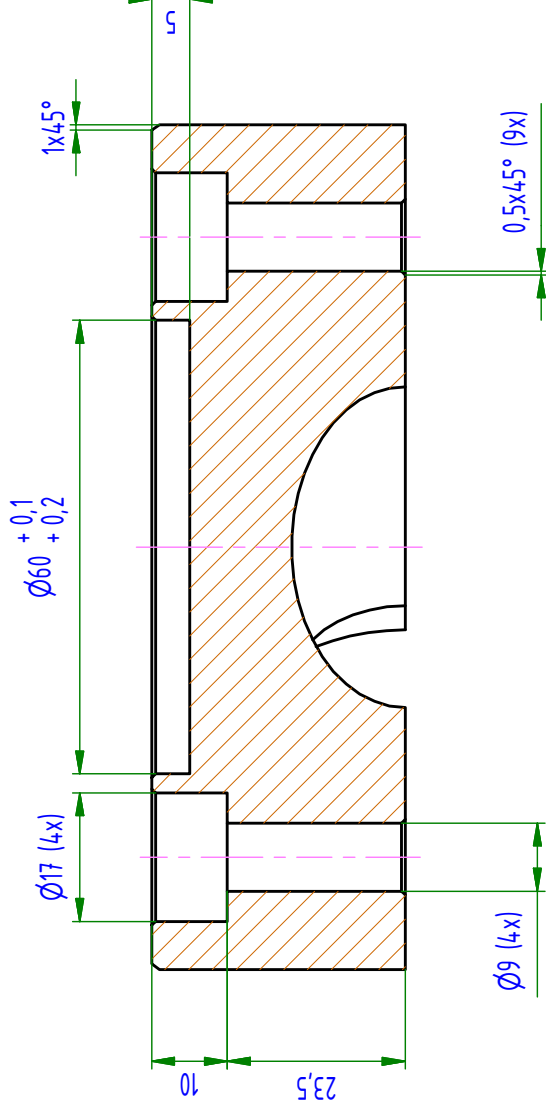


INDEX	ZMĚNA	DATUM	Podpis
MATERIÁL : EN AW 6082	Ks.	T.O.	HMOTNOST 9,31 kg MEŘ.
ROZM.-POLOH. VYPR. Pavel Janků	NORM.REF.		OBJEM 3435082,19 mm ³ POZN. FORMÁT A3
NÁZEV C:\Users\Weblin\Desktop\Bakalářská práce\Bakalářka - OLD\Desktop	11.3.2015	PŮVODNÍ V :	Č.V. :

T DRÁŽKA DLE ČSN 02 1030
TOLERANCE DLE ISO 2768-mk
POPIS MIKROÚDEREM



B-B (1:1)

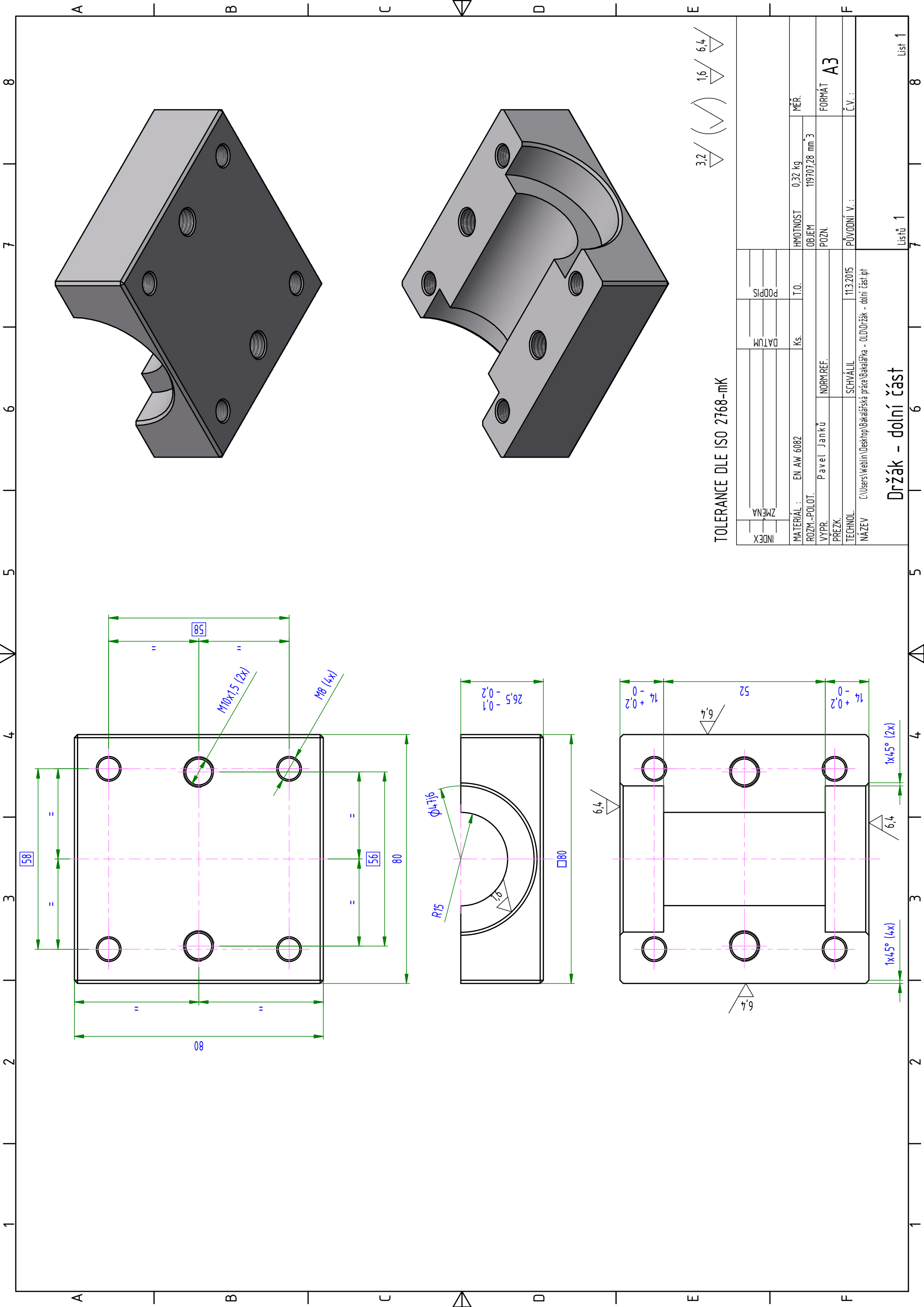


3.2 (✓) 1.6 6.4

TOLERANCE DLE ISO 2768-mK

INDEX	ZMENA	DATUM	Sladopa
MATERIAL :	EN AW 6082	Ks.	T.O.
ROZM.-POLOT.			
VYPR.	Pavel Janků	NORM.REF.	
PREZK.		SCHVÁLIL	11.3.2015
TECHNOL.		PŮVODNÍ V. :	
NÁZEV	C:\Users\Webli\l\Desktp\Bakalářská práce\Bakalářka - OLD\Držák - horní část.rpt		
HMOTNOST	0,39 kg	MÉR.	
OBJEM	142171,36 mm ³		
POZN.		FORMÁT	A3
		Č.V. :	

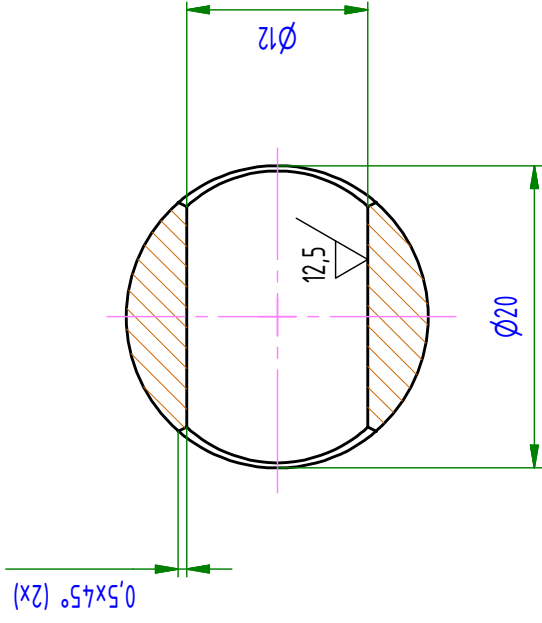
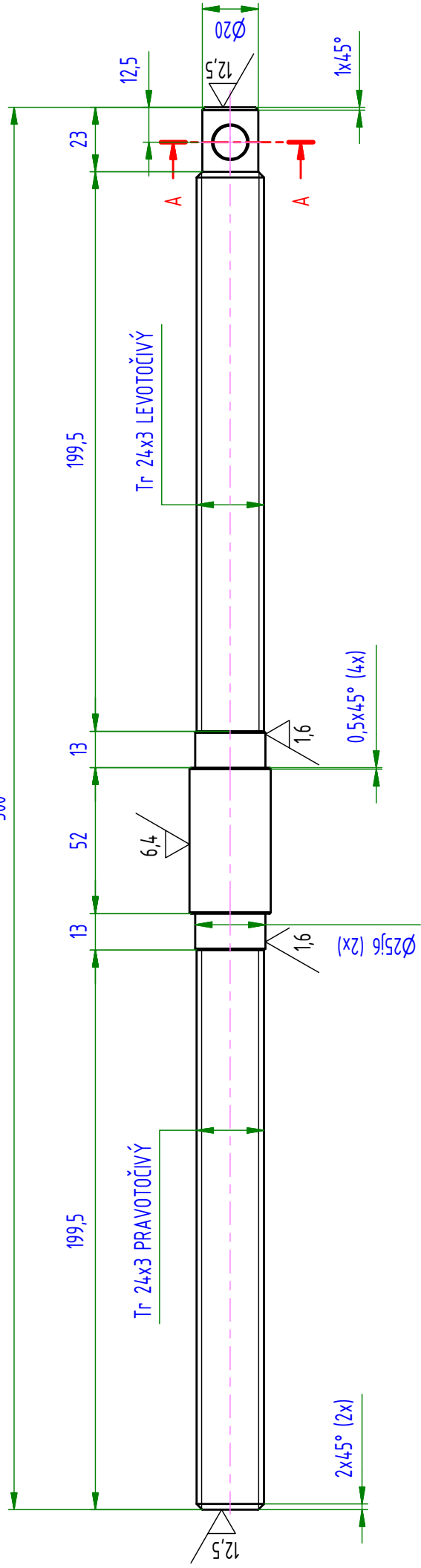
Držák - horní část



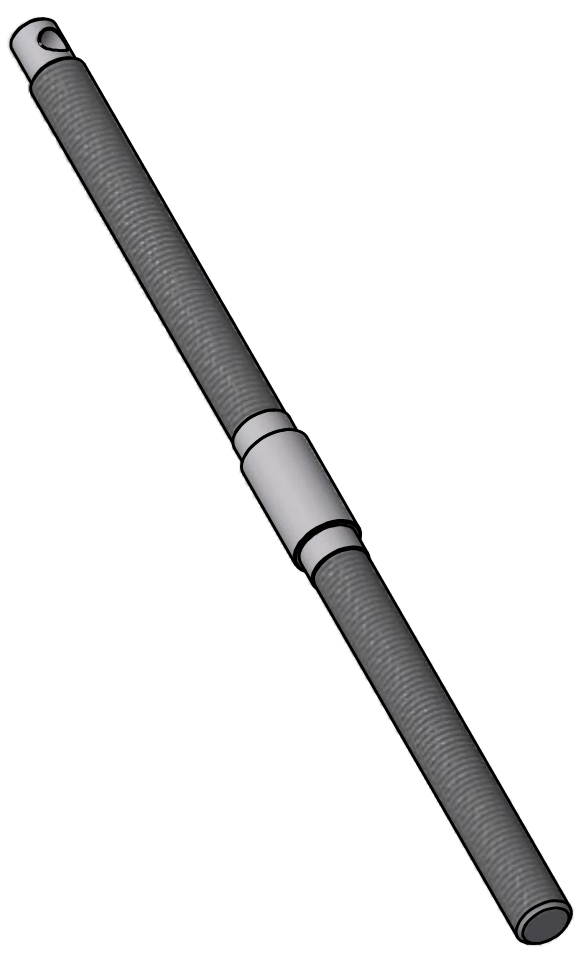
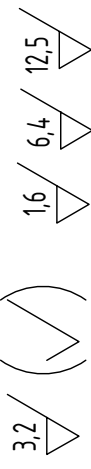
TOLERANCE DLE ISO 2768-mK

INDEX	ZMĚNA	DATUM	Podpis
MATERIÁL :	EN AW 6082	Ks.	T.O.
ROZM.-POLOT.			
VYPR.	Pavel Janků	NORM. REF.	
PREZK.		SCHVÁLIL	11.3.2015
TECHNOL.			
NÁZEV	C:\Users\Weblin\Desktop\Bakalářská práce\Bakalářka - OLD\Držák - dolní část.prt		
HMOTNOST	0,32 kg	MÉR.	
OBJEM	119707,28 mm ³		
POZN.	FORMÁT A3		
PŮVODNÍ V. :	Č.V. :		

Držák - dolní část



A-A (2:1)



TOLERANCE DLE ISO 2768-mK

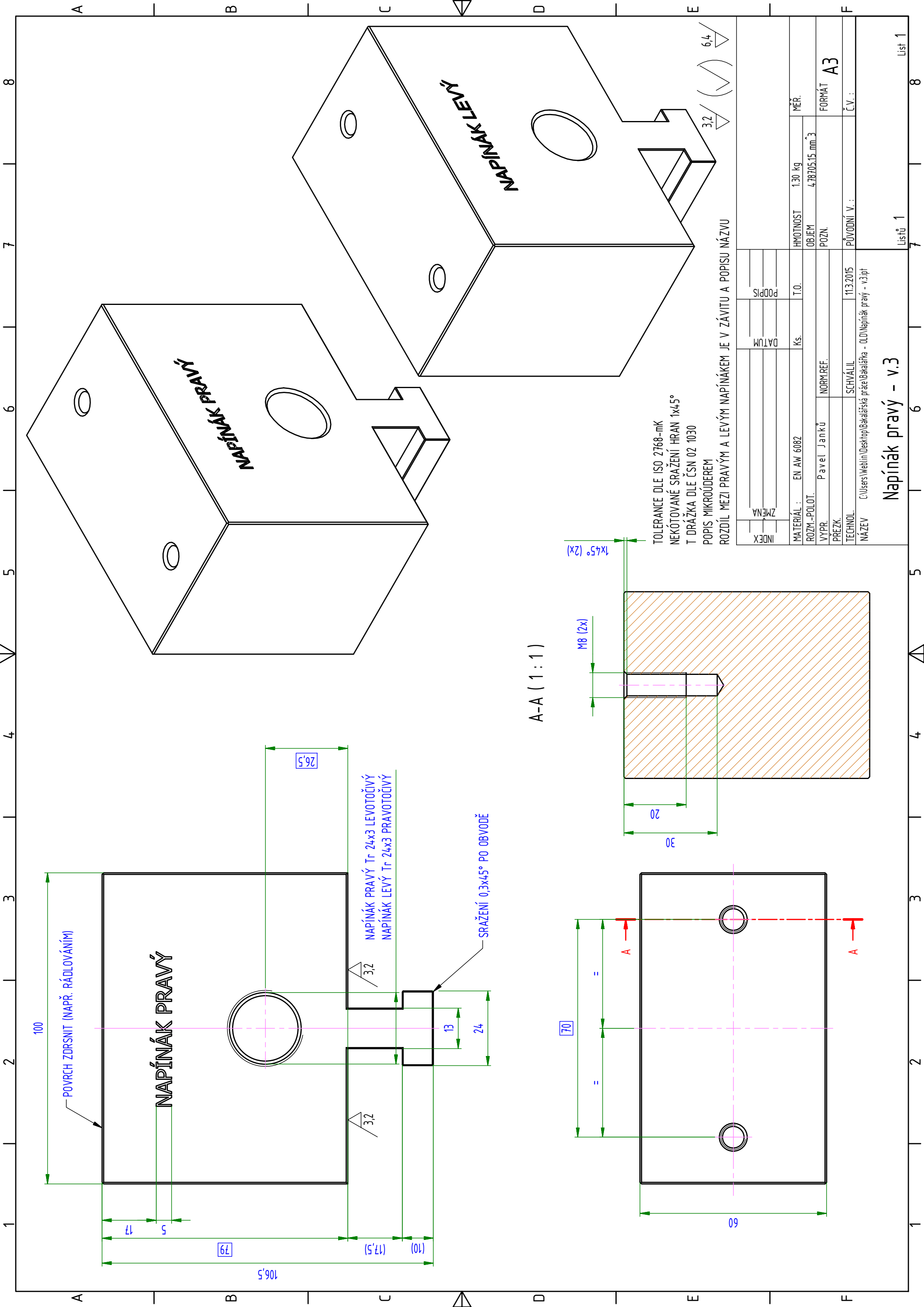
INDEX	ZMENA	DATUM	POPS
MATERIAL :	EN AW 2007.T4	Ks.	T.O.
ROZM.-POLOT.			
VYPR.	Pavel Janků	NORM.REF.	
		11.3.2015	
NÁZEV	C:\Users\Weblin\Desktop\Bakalářská práce\Bakalářka - Oldřich Hříděl - v.3.ipf		

HMOTNOST	0,63 kg	MÉR.
OBJEM	232318,49 mm ³	
POZN.		FORMÁT A3
PŮVODNÍ V.		Č.V. :

Hříděl - v.3

Listů 1

List 1



POVRCH ZORSNIT (NAPŘ. RÁDLOVÁNÍM)

NAPÍNÁK PRAVÝ

NAPÍNÁK PRAVÝ Tr 24x3 LEVOTOČIVÝ
 NAPÍNÁK LEVÝ Tr 24x3 PRAVOTOČIVÝ

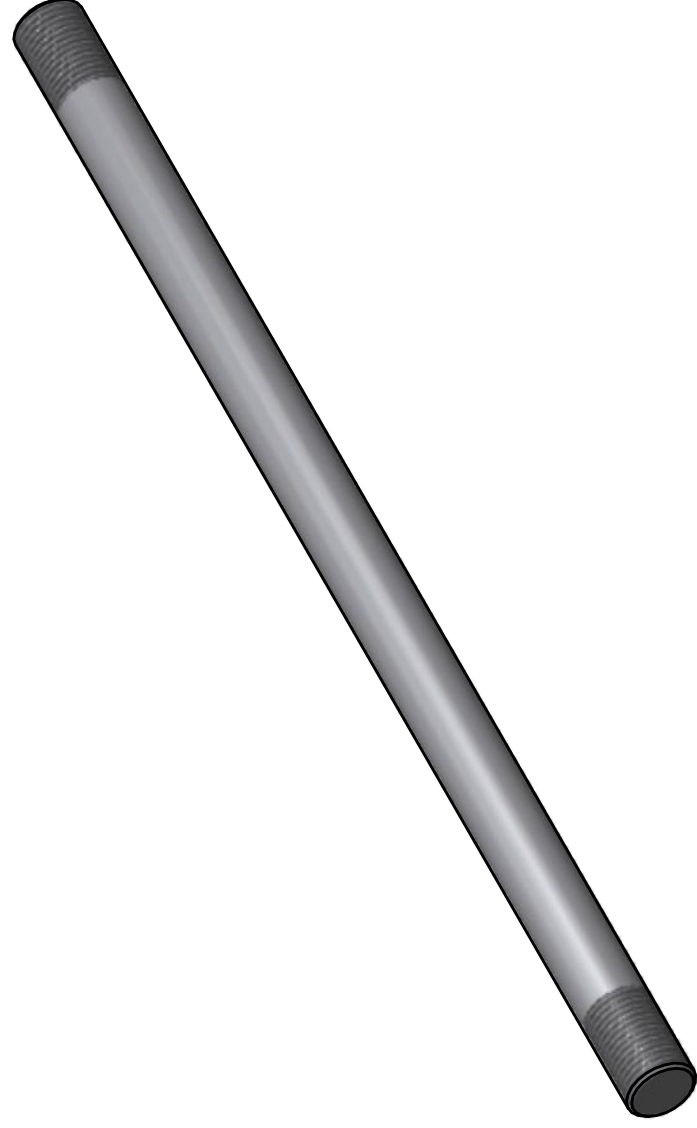
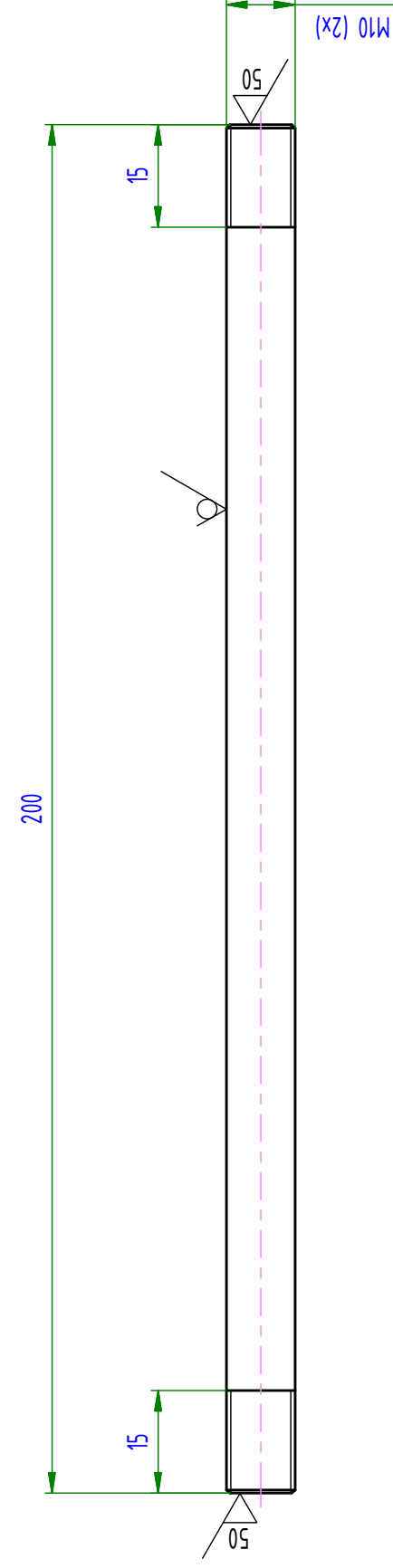
SRAŽENÍ 0,3x45° PO OBVODĚ

A-A (1:1)

TOLERANCE DLE ISO 2768-mK
 NEKÓTOVANÉ SRAŽENÍ HRAN 1x45°
 T DRÁŽKA DLE ČSN 02 1030
 POPIS MIKROÚDEREM
 ROZDÍL MEZI PRAVÝM A LEVÝM NAPÍNÁKEM JE V ZÁVITU A POPISU NÁZVU

INDEX	ZMĚNA	DATUM	Podpis
MATERIÁL :	EN AW 6082	Ks.	T.O.
ROZM.-POLOT.			
VYPR.	Pavel Janků	NORM.REF.	
PŘEZK.		SCHVÁLIL	11.3.2015
TECHNOL.		Č.V. :	
NÁZEV	C:\Users\Webelin\Desktop\Bakalářská práce\Bakalářka - 00D\Napínák pravý - v3.1pt		
HMOTNOST	1.30 kg	MĚR.	
OBJEM	4.78705.15 mm ³	FORMÁT	A3
POZN.			
PŮVODNÍ V. :			

Napínák pravý - v.3



TOLERANCE DLE ISO 2768-mK

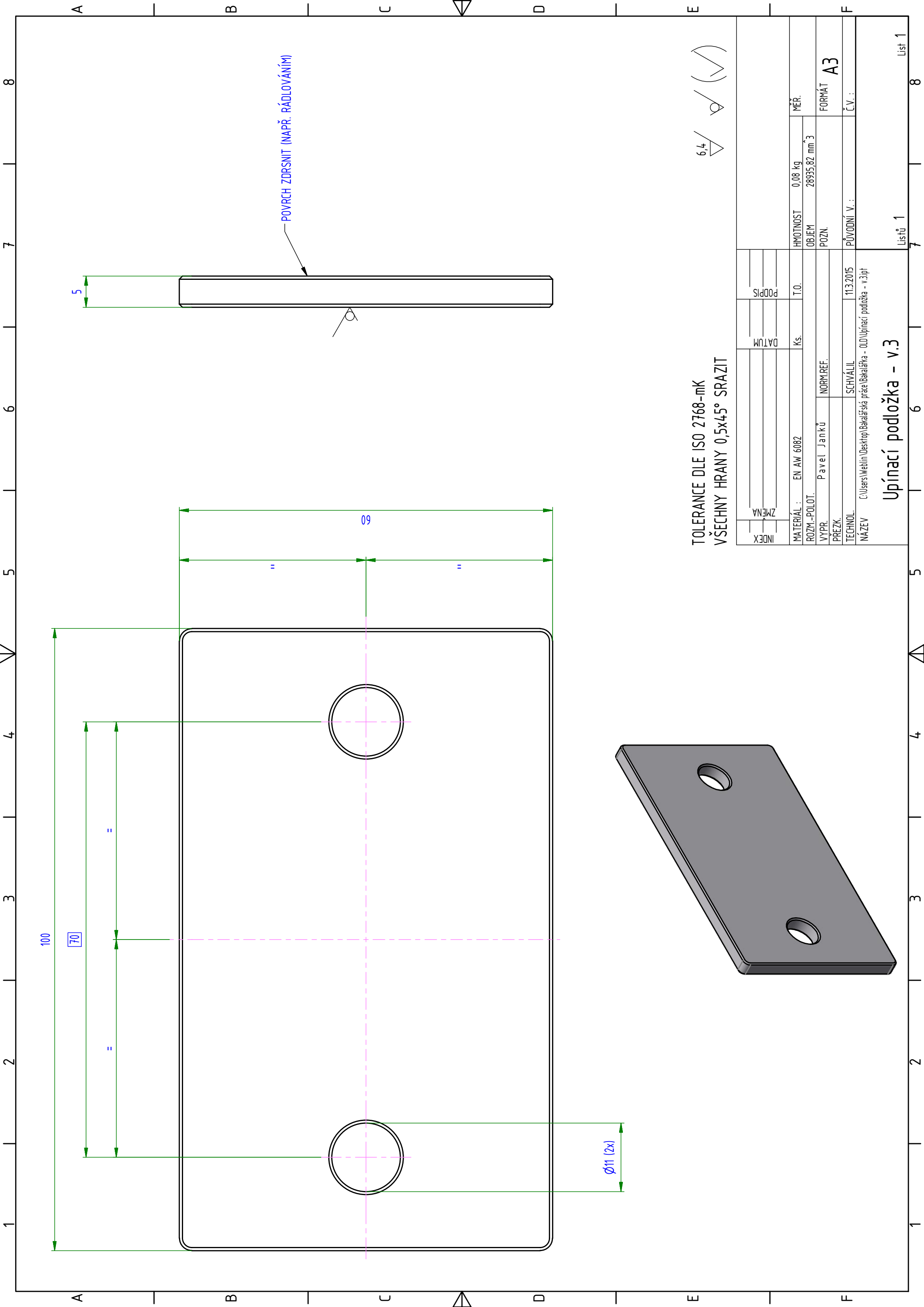
✓ (✓) 50

INDEX	ZMENA	DATUM	PODPIS
MATERIAL :	ČSN 11 523	Ks.	T.O.
ROZM.-POLOT.			
VYPR.	Pavel Janků	NORM.REF.	
PREZK.		SCHVÁLIL	11.3.2015
TECHNOL.		NÁZEV	C:\Users\Weblin\Desktop\Bakalářská práce\Bakalářka - OLD\Rukojeť.ipt
HMOTNOST	0,12 kg	MÉR.	
OBJEM	15700,37 mm ³	FORMÁT	A3
POZN.		Č.V. :	
PŮVODNÍ V. :			

Rukojeť

Listů 1

List 1



TOLERANCE DLE ISO 2768-mK
 VŠECHNY HRANY 0,5x45° SRAZIT

6,4
 45° (✓)

POVRCH ZDRSNIŤ (NAPŘ. RÁDLOVÁNÍM)

INDEX	ZMĚNA	DATUM	Podpis
MATERIÁL :	EN AW 6082	Ks.	T.O.
ROZM.-POLOT.			
VYPR.	Pavel Janků	NORM.REF.	
PŘEZK.		SCHVÁLIL	11.3.2015
TECHNOL.			
NÁZEV	C:\Users\Webelin\Desktop\Bakalářská práce\Bakalářka - OLD\Upínací podložka - v.3.1pt		
		HMOTNOST	0,08 kg
		OBJEM	28935,82 mm ³
		POZN.	
		MĚR.	
		FORMÁT	A3
		Č.V. :	
		PŮVODNÍ V. :	

Upínací podložka - v.3