

Návrh a testování kompozitního dílu v muniční výrobě

Bc. Ivana Machů

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ivana Machů**
Osobní číslo: **T11031**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh a testování kompozitního dílu v muniční výrobě**

Zásady pro vypracování:

I. Literární rešerže

1. Kompozitní materiály – definice, rozdělení, základní vlastnosti
2. Výztužné útvary polymerních kompozitních systémů – druhy a vlastnosti
3. Možnosti uplatnění polymerních a kompozitních materiálů v muniční výrobě a přehled výrobních technologií

II. Experimentální část

1. Inovace dílu dělostřeleckého náboje z hlediska materiálu
2. Výroba prototypu
3. Testování dle vybraných norem vzhledem k požadavkům na vybraný díl
4. Vyhodnocení výsledku a formulace závěru

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. DAĐOUREK, Karel. Kompozitní materiály – druhy a jejich užití. Vyd. 1. Liberec : Tech-nická univerzita v Liberci, 2007. 114 s. ISBN 978-80-7372-279-1.
2. JANČÁŘ, Josef. Úvod do materiálového inženýrství polymerních kompozitů. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2003. 193 s. ISBN 8021424435.
3. EHRENSTEIN, Gottfried W. Polymerní kompozitní materiály. V ČR 1. vyd. Praha: Scien-tia, 2009. 351 s. ISBN 978-80-86960-29-6.
4. Volny.cz [online]. c2010 [cit. 2012-09-28]. Kompozity. Dostupné z WWW: <<http://www.volny.cz/zkorinek/vlakna.pdf>>
5. Kolektiv autorů: Speciální technika I.díl, Federální ministerstvo všeobecného strojíren-ství Praha, Praha 1976, 534 s.
6. Kolektiv autorů: Speciální technika II.díl, Federální ministerstvo všeobecného strojí-renství Praha, Praha 1976, 478 s.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Soňa Rusnáková, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **8. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **10. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




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

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 10.5.2013

..... Bc. Machů Ivana

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 nevydávalečně 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 vzdělávacího 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

Diplomová práce se zabývá kompozitními materiály při nahrazení kovového dílu dělostřeleckého náboje. Skládá se ze dvou hlavních částí a obrazové dokumentace.

Teoretická část práce specifikuje literární studii speciální techniky, definuje kompozitní materiály, popisuje jejich jednotlivé složky.

Praktická část dokumentuje výrobu dílu z kompozitních materiálů, což zahrnuje výrobu formy, výrobu samotných prototypů kompozitních nábojnic a jejich technicko-ekonomické zhodnocení. Mechanické ohybové zkoušky byly provedeny na univerzitním univerzálním zkušebním stroji ZWICK 1456. Střelecké zkoušky se uskutečnily na speciální podnikové zkušebně Bzenec.

Obrazová dokumentace zachycuje postupnou výrobu prototypů nábojnic.

Klíčová slova: Speciální výroba, dělostřelecký náboj, nábojnice, prototyp, kompozitní materiály, pryskyřice.

ABSTRACT

This thesis deals with composite materials when replacing metal parts of artillery rounds. It consists of two main parts and video documentation.

The theoretical part of this work specifies the special techniques of literary study, defines composite materials and describes their individual components.

The practical part documents the production of parts made of composite materials, which includes mold making, production of prototype composite shells themselves and their techno- economic evaluation. Mechanical bending tests were conducted on a university universal testing machine ZWICK 1456th. Shooting tests were realized at a special business service Bzenec.

Pictorial documentation captures progressive prototyping cartridges.

Keywords: Special production, artillery cartridge, cartridges, prototype composite materials, resin.

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli cenné informace, rady, doporučení a praktické připomínky pro zpracování diplomové práce.

Především velké díky vedoucí mé diplomové práce Doc. Ing. Soni Rusnákové, Ph.D za její odborné vedení, materiální pomoc a vstřícnost při vypracovávání diplomové práce, panu Ing. Žaludkovi, Ph.D. za ochotu při provádění měření.

Z materiální stránky děkuji též spolupracovníkovi mého podniku při výrobě formy, která byla nezbytnou součástí pro praktickou specifikaci diplomové práce.

Mé poděkování také patří mé rodině za morální podporu během celého studia.

Motto:

Giacono Casanova:

Náš rozum je jako střelný prach. Může snadno vybuchnout, ale nikdy nevybuchne, pokud jej někdo nezapálí.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ÚVOD DO SPECIÁLNÍ TECHNIKY	12
1.1 ZBRANĚ.....	12
1.2 MUNICE.....	13
1.2.1 MUNICE DĚLOSTŘELECKÁ	14
1.2.1.1 Jednotný náboj	16
1.2.1.2 Dělený náboj	17
2 MUNICE PRO GRANÁTOMETRY	19
2.1 NÁBOJNICE DĚLOSTŘELECKÉHO NÁBOJE	20
2.1.1 Materiály nábojnic	20
2.1.2 Výroba nábojnic	20
2.2 STÁVAJÍCÍ MATERIÁL NÁBOJNICE 40x46 MM	21
2.2.1 Dural, superdural.....	22
3 MOŽNOST VYUŽITÍ POLYMERNÍCH MATERIÁLŮ V MUNIČNÍ VÝROBĚ PRO DANÝ DÍL	23
3.1 POLYETHYLEN (PE)	23
3.2 POLYAMID (PA)	23
3.3 POLYKARBONÁT (PC)	24
3.4 POLYTETRAFLUORETHYLEN (PTFE)	24
3.5 POLYOXYMETHYLEN (POM).....	24
4 MOŽNOST VYUŽITÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ V MUNIČNÍ VÝROBĚ PRO DANÝ DÍL	25
4.1 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY - DEFINICE.....	25
4.2 ROZDĚLENÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	25
4.3 VLASTNOSTI KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ	26
4.3.1 Vlastnosti termoplastických kompozitů	26
4.3.2 Vlastnosti vláknových kompozitů.....	26
4.3.3 Vlastnosti laminátových kompozitů.....	27
4.4 VÝZTUŽNÉ ÚTVARY KOMPOZITNÍCH SYSTÉMŮ	27
4.4.1 Druhy výztužných útvarů	28
4.4.2 Vyztužující vlákna	29
4.4.2.1 Uhlíková vlákna.....	30
4.4.2.2 Skleněná vlákna	31
4.4.2.3 Aramidová vlákna.....	32
4.4.2.4 Přírodní vlákna.....	34
4.4.2.5 Keramická vlákna	35
4.5 PRYSKYŘICE (MATRICE)	36
4.6 TECHNOLOGIE VÝROBY KOMPOZITNÍCH KOMPONENTŮ	39
5 ZÁVĚR TEORETICKÉ PRÁCE	41
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
6 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	43

7	NÁVRH MATERIÁLU	44
7.1	STÁVAJÍCÍ MATERIÁL DURALOVÉ NÁBOJNICE A VYKAZOVANÉ VLASTNOSTI	44
7.2	NAVRHOVANÝ MATERIÁL PROTOTYPU NÁBOJNICE.....	45
8	NÁVRH A VÝROBA FORMY	47
8.1	FORMA ZE SILONU S LUKOPRENOVOU VÝSTELKOU A JÁDREM Z ĚRTALONU	47
8.2	FORMA Z TEFLONOVÉHO MATERIÁLU.....	49
9	EXPERIMENTÁLNÍ VÝROBA PROTOTYPŮ NÁBOJNICE.....	50
9.1	PROTOTYP Z POLYMERNÍHO MATERIÁLU	50
9.2	PROTOTYP Z POLYESTEROVÉ PRYSKYŘICE.....	50
9.3	PROTOTYP Z EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE.....	53
9.4	PROTOTYP Z RYCHLE TUHNOUCÍ POLYURETANOVÉ PRYSKYŘICE	57
9.5	PROTOTYP Z ELASTICKÉ POLYURETANOVÉ PRYSKYŘICE	61
10	PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLÍSEK PRO STANOVENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ DLE NOREM.....	65
10.1	ZKUŠEBNÍ TĚLÍSKA Z POLYESTEROVÉ PRYSKYŘICE S PLNIVY	65
10.2	ZKUŠEBNÍ TĚLÍSKA Z EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE S PLNIVY	65
10.3	ZKUŠEBNÍ TĚLÍSKA Z POLYURETANOVÉ PRYSKYŘICE F 16 A UR 3490 S PLNIVY.....	66
10.4	MECHANICKÉ ZKOUŠKY OHYBEM.....	66
10.4.1	Přístroj a zařízení pro experimentální ohybové zkoušky	66
10.4.2	Zkouška trojbodovým ohybem	67
10.5	ZKOUŠKA OHYBEM VZORKŮ Z POLYESTEROVÉ PRYSKYŘICE	68
10.6	ZKOUŠKA OHYBEM VZORKŮ Z EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE	71
10.7	ZKOUŠKA OHYBEM VZORKŮ Z POLYURETANOVÉ PRYSKYŘICE F 16	73
10.8	ZKOUŠKA OHYBEM VZORKŮ Z POLYURETANOVÉ PRYSKYŘICE UR 3490.....	75
11	EXPERIMENTÁLNÍ PROVEDENÍ ZKOUŠEK TLAKOVÉ ODOLNOSTI.....	80
12	EXPERIMENTÁLNÍ PROVEDENÍ STŘELECKÝCH ZKOUŠEK	81
12.1	STŘELECKÉ ZKOUŠKY FUNKCE NÁBOJNIC S TENKOU STĚNOU	81
12.2	STŘELECKÉ ZKOUŠKY FUNKCE NÁBOJNIC SE ZESÍLENOU STĚNOU A KOMŮRKOU	83
13	DISKUSE DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ.....	85
	ZÁVĚR	89
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	92
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ	97
	SEZNAM TABULEK.....	100
	SEZNAM PŘÍLOH.....	102

ÚVOD

Snad všechny obory lidské činnosti jsou ovlivněny snahou o zlevnění výroby svých produktů při zachování své kvality. V případě zbrojní, respektive muniční výroby, je důraz na kvalitu pověstný a žádný ústupek v tomto směru nepřipadá v úvahu. Přesto si toto tradičně konzervativní odvětví uvědomuje rozvoj v oblasti technických věd a s ním související vývoj nových materiálů.

Tato práce pojednává o výrobě nábojnice dělostřeleckého náboje a zhodnocení nahrazení tradičního kovového pláště, pláštěm polymerním nebo kompozitním. Jedná se o změnu zásadní, neboť za dobu existence moderního dělostřelectva jde o první odklon od tak tradičního materiálu, jakým je kov.

Nicméně se jedná o krok, který je nevyhnutelný a je zařaditelný do obecného trendu. Tím je snaha konstruktérů vojenského průmyslu nahradit těžké, dlouhé, nesnadno ovladatelné zbraně a příslušenství lehčími, skladnějšími a ovladatelnějšími. Výrobci ručních vojenských zbraní pracují s kompozitními materiály na vývoji, jak v parametrech spolehlivosti, jednoduchosti ovládání, snadnosti údržby, tak i v modernizaci, tvarovém řešení a víceúčelovosti. Zbraň je řešená jako samostatný funkční celek, ale i s možností lehké integrace granátometu. Jedná se o zbraň, pro kterou už dnes existuje široké množství příslušenství, i kompatibilní munice. Výrobci zbraní se zabývají i vývojem obojživelných, neboli duálních automatických zbraní schopných střílet vzdušnou i podvodní municí. Volba lehčího, menšího náboje, přinejmenším stejné účinnosti, je jen logickým navázáním na tento trend.

Výhody uplatnění pokročilých kompozitních materiálů jsou i v oblasti vojenských letadel (zatím převážně vojenských, ale už brzy zasahujících do mnoha odvětví národního hospodářství, především monitorováním, ale i přímými zásahy v oblasti životního prostředí, zemědělství, přírodních katastrof, dopravy, přenosových soustav, komunikací, bezpečnosti, atd.), kde můžeme poukázat na bezpilotní model podzvukového letadla Boeing X-48B, bezpilotní bombardér Phantom Ray, nadzvukové letadlo Eurofighter Typhon atd.

V teoretické části této práce je zdokumentován vývoj v oblasti nových materiálů s přihlédnutím k jejich použití ve zbrojním průmyslu. Je zde poukázáno na výhody a nevýhody jednotlivých materiálů a výrobních technologií.

V praktické části je na základě dostupných informací toto aplikováno na výrobu dělostřelecké nábojnice ráže 40 mm.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO SPECIÁLNÍ TECHNIKY

Přehledem vybraného názvosloví ze speciální techniky jde o přiblížení názvů a základních definic, se kterými se v diplomové práci setkáme.

1.1 Zbraně

Zbraně jsou v obecném smyslu každý předmět, kterým můžeme sebe bránit a jinou živou bytost usmrtit, poranit nebo jinak učinit neškodnou. Vznikly jako prostředek lovu.

Z hlediska vojenských účelů jsou zbraně souhrnem prostředků, které používají ozbrojené síly státu v ozbrojeném boji. Současné zbraně mají mnohostupňovou a rozvětvenou klasifikaci.

Podle zdrojů energie a účinku se zbraně dělí na palné, raketové, minové a trhavé, jaderné, chemické a biologické.

Podle rozsahu ničivých účinků dělíme zbraně na klasické zbraně a zbraně hromadného ničení - jaderné, chemické, biologické.[1]



Obr. 1. Ruční zbraň pro dělostřelecké střelivo – granátomet CZ 805 G1.[3]

1.2 Munice

Munice zahrnuje všechny prostředky, které využívají energii výbušnin, atomové energie, zápalných, otravných a dýmových vlastností některých chemických látek a slouží k vyvolání žádoucího účinku v cíli (zejména k ničení).

Střelivo jsou ty druhy munice, které se vystřelují nebo odpalují.

Základní klasifikace munice podle druhů vojsk je:

- munice pro výzbroj jednotlivce
- munice dělostřelecká
- munice letecká
- munice ženíjní
- munice námořní.[1]



Obr. 2. 60mm minomet ANTOS-LR se střelivem.[4]



Obr. 3. Minomet vz. 82 ráže 120 mm při nabíjení.[5]

1.2.1 MUNICE DĚLOSTŘELECKÁ

Do dělostřelecké munice zahrnujeme veškeré střelivo pro děla, minomety a salvové rakety. Dělostřelecké střelivo se skládá ze dvou hlavních celků. První (střela, mina, bojová hlavice) je vystřelena a svým účinkem vyvolá účinek v cíli. Druhý slouží k vystřelení nebo k dopravení do prostoru cíle (nábojka, raketový motor).[1]



Obr. 4. Nabíjení 40mm cvičného náboje do granátometu M203.[6]

Rozdělení dělostřelecké munice

- podle ráže – střelivo malých ráží, středních ráží a velkých ráží
- podle zbraňové soustavy – pro ruční zbraně, pozemní zbraně a námořní dělostřelctvo
- podle celkového uspořádání – střelivo jednotné a dělené.[1]

Popis dělostřeleckého náboje

Náboj je souhrn všech muničních částí, které jsou použity pro jednu ránu k uskutečnění jednoho výstřelu. Skládá se ze tří částí:

- střela se zapalovačem
- nábojka
- obal

Střela je ta část úplného náboje, která se vystřelí z hlavně energií vzniklou shořením prachové náplně.

Nábojka je ta část, která se skládá z prachové náplně se zážehovačem, z nábojnice, vymezo-
vacích a pomocných prvků a zápalkového šroubu. Je-li nábojka beznábojnicového typu, je
tvořena jen prachovou náplní s příslušným zážehovým pouzdrem (jako např. u min).[1]

1.2.1.1 Jednotný náboj

Jednotným nábojem rozumíme střelu pevně spojenou s nábojkou v jeden celek.

Výhodou jednotného náboje je to, že se dá rychle nabíjet do hlavně a lze dosáhnout značné
kadence střelby.

Nevýhodou jednotného náboje je, že u něj nelze upravovat prachovou náplň v bojových
podmínkách (přímo při střelbě), a tím nelze měnit dostřel a křivost dráhy střely změnou pra-
chové náplně.[1]



Obr. 5. Jednotný náboj ráže 20 mm.[7]

1.2.1.2 Dělený náboj

U děleného náboje střela a nábojka netvoří jeden celek. Nabíjení v tomto případě trvá déle a kadence střelby je poměrně menší.[1]



Obr. 6. Dělený tříštivotrhavý náboj ráže 125 mm.[8]



Obr. 7. Dělený tříštivotrhavý náboj ráže 152 mm.[9]

Nábojka

Nábojka je sestava muničních prvků nezbytná k tomu, aby při výstřelu byla střele udělena požadovaná úst'ová rychlost. Podstatou nábojky je prachová náplň v nábojnici. Nábojka dále obsahuje zápalku, u větších ráží zápalkový nebo zážehový šroub a zažehovač.

Nábojnice

Nábojnice je zpravidla kovové tenkostěnné pouzdro, v němž je u munice dělostřeleckého typu uložena prachová náplň a ostatní prvky nábojky. U jednotné munice spojuje nábojnice prvky náboje do jednoho celku, u munice dělené je samostatným hermetickým celkem.

Prachová náplň

Prachová náplň je hlavní prvek nábojky s přesně stanovenou hmotností. Shořením prachové náplně udělí vzniklé plyny střele požadovanou rychlost.

Zápalka

Zápalka je rozněcovadlo k zážehu prachové náplně. Jsou mechanické s iniciací úderem nebo elektrické s iniciací elektrickým impulsem. U ráží větších než 20 mm se používá zápalkový šroub.[1,2]

2 MUNICE PRO GRANÁTOMETRY

Na obrázku (Obr. 8 a 9) je munice do granátometů ráže 40 mm, kterou vyrábí Vojenský technický ústav, s.p., odštěpný závod VTÚVM Slavičín. Nábojnice daného náboje bude inovována z hlediska materiálu, z hlediska technologie výroby a posléze budou její vlastnosti verifikovány do technické dokumentace výrobního podniku.

- Náboje 40x46 mm LV PRACTICE a jeho školní verze 40x46 mm DRILL jsou určeny pro výcvik vojsk v zacházení se zbraní a výcviku vojsk ve střelbě z granátometů ráže 40x46 mm LV typu M79 a M203. Náboj LV PRACTICE také vyznačí místo dopadu své střely.



Obr. 8. Náboje LV PRACTICE a jeho školní verze LV DRILL.[10]

- Verze 40x46 mm LV PRACTICE-T je náboj 40x46 mm LV PRACTICE opatřený navíc stopovkou, která zviditelňuje dráhu letu granátu do vzdálenosti cca 250 m, čímž usnadňuje výcvik ve střelbě a také přesnost zásahu cíle. Doba svícení stopovky je cca 4 s.[10]



Obr. 9. Náboj LV PRACTICE-T.[10]

2.1 Nábojnice dělostřeleckého náboje

Nábojnice slouží k hermetickému spojení zápalky, střely a prachové náplně v jeden celek. Její účel je dvojitý. Zajistit hermetičnost náboje proti navlhnutí prachové náplně a utěsnit hlavě při výstřelu v závěrové části zbraně. Nábojnice je tenkostěnná nádoba válcového nebo lahvového tvaru se zesíleným dnem, v němž je vytvořeno lůžko pro zápalku. Lůžko zápalky je spojeno s prachovým prostorem zátravkami, kterými dochází k prošlehnutí plamene při iniciaci zápalky na prachovou náplň a jejímu zažehnutí.[1]

2.1.1 Materiály nábojnic

Doposud se nábojnice komerčně vyrábí z uvedených materiálů:

- mosaz
- hliník
- dural a jiné hliníkové slitiny
- ocel s povrchovou úpravou
- polymerní materiály – zatím nejnověji provedená výroba
- nekovové materiály – část nábojnice tvoří i papír, například u brokových nábojů.

2.1.2 Výroba nábojnic

Nábojnice dnešních nábojů se vyrábějí postupným tažením materiálu. Při každé následující výrobní operaci vzniká stále hlubší dutinka. Dále se zarovná potřebná délka, vytvoří se lůžko pro zápalku, případně zátravky a krček. Tato technologie se používá pro velmi velké série. Pro menší nebo malé série se nábojnice vyrábí obráběním (soustružením) z plného materiálu. V podniku se nábojnice vyrábí právě touto technologií z duralu, nebo ji popřípadě komerčně nakupujeme od dodavatele.



Obr. 10. Nábojnice různých ráží.[11]

2.2 Stávající materiál nábojnice 40x46 mm

Stávající materiál nábojnic v podniku, kompletovaných do nábojů, je slitina hliníku - dural, případně superdural. Slitiny hliníku se využívají proto, že čistý hliník má poměrně malou pevnost. Nejvýznamnějšími prvky, které se vyskytují ve slitinách s hliníkem, jsou měď, hořčík, mangan, křemík a zinek. Měď, může být do 12 % obsahu, zvyšuje tvrdost i pevnost, nepříznivě ovlivňuje tvárnost a odolnost proti korozi. Hořčík, do maximálního obsahu 11 %, zajišťuje tvrdost, zlepšuje odolnost proti korozi a pevnost. Mangan, obvykle do 2 % obsahu, zvyšuje tvárnost, pevnost, houževnatost a odolnost proti korozi. Křemík, až do 25 % obsahu (u slévarenských slitin) či 1 % (u tvárných), zvyšuje odolnost proti korozi a pevnost. Zinek (max. 6-8 %) zvyšuje pevnost za cenu nižší odolnosti proti korozi. Železo zvyšuje slévatelnost a pevnost, snižuje tvárnost a odolnost proti korozi a to až do 1,5 % obsahu. Nikl zvyšuje teplotní odolnost, pevnost, houževnatost i odolnost proti korozi, jeho koncentrace ve slitinách je 2 % obsahu.

Slitiny hliníku s mědí, hořčíkem a manganem jsou známější pod obchodním názvem dural, duralminum či superdural. Jedná se o nejpoužívanější slitiny ke tváření využívané v muniční výrobě a též v automobilovém a leteckém průmyslu, ve stavebnictví, v elektronice.[12,13]

2.2.1 Dural, superdural

Dural je slitina hliníku (93,7 %), mědi (4,3 %), hořčíku (1,4 %) a manganu (0,6 %).

Dural je lehký, pevný (pevnost se zvyšuje tepelným opracováním a zušlechťováním), nepružný, velmi tuhý. Snadno se obrábí. Nedostatkem duralových slitin je neschopnost tlumit otřesy a pohlcovat rázy. Dural se často používá v letectví, ve zdravotnictví, ve speciální výrobě. Obliba hliníkových materiálů a jejich slitin spočívá zejména v jejich vynikajících mechanických vlastnostech ve spojení s nízkou měrnou hmotností, která je téměř třikrát nižší než u oceli. Dural se vyznačuje i dobrou obrobitelností, svařitelností, vysokou odolností vůči korozi a v neposlední řadě i možností recyklace. Podnik dural nakupuje dle ČSN 424201, EN AW 2017 (chemické značky AlCu4MgSi).

Automatový dural je vhodný ke zpracování na automatech pro krátkou třísku. Má vyšší pevnost. V nevytvrzeném stavu je pevnost v tahu 220 MPa a tvrdost 70 HB, ve vytvrzeném stavu je pevnost v tahu min. 370 MPa a tvrdost 90 HB. Podnik jej nakupuje dle ČSN 424254, EN AW 2007 (chemické značky AlCu4PbMg).

Superdural se používá jen ve vytvrzeném stavu, je nevhodný ke svařování, dá se eloxovat, obrábět i leštit. Má vysokou pevnost, ve vytvrzeném stavu je pevnost v tahu 420 MPa a tvrdost 110 HB. Superdural má ve slitině více než 1% manganu. Podnik jej nakupuje dle ČSN 424203, EN AW 2024 (AlCu4Mg).[12,13,17]

Tab. 1. Vlastnosti jednotlivých druhů Al slitin.[12]

Matrice na bázi hliníku	Dural (AlCu4MgSi) ČSN 424201	Dural automatový (AlCu4PbMg) ČSN 424254	Superdural (AlCu4Mg) ČSN 424203
Hustota ρ [kg.m ⁻³]	2700	2770	2770
Pevnost v tahu R_m [GPa]	0,32	0,37	0,49
Modul pružnosti v tahu E [GPa]	70	70	70
Tvrdost HB	100	70 – 90	110
Hmotnost tyče $\phi 45\text{mm}$ [Kg/m]	4,55	4,55	4,55
Cena za 1 kg [Kč]	89	89	110

3 MOŽNOST VYUŽITÍ POLYMERNÍCH MATERIÁLŮ V MUNIČNÍ VÝROBĚ PRO DANÝ DÍL

Polymerní materiály se stávají významnými konstrukčními materiály. Jejich mnohostranná využitelnost je založena na možnosti vyrobit tyto materiály v požadovaných vlastnostech. V následující části diplomové práce jde o pohled na charakteristiky materiálů, které by připadaly v úvahu, při použití na výrobu nábojnice 40mm náboje.

3.1 Polyethylen (PE)

PE je bezbarvý polymer voskovitého vzhledu, má malý třecí odpor, je tvarově pevný do 80°C, odolný proti kyselinám a louhům a s nízkou výrobní cenou.

LDPE – tuhý, těžko ohebný, používá se k výrobě nádob, trubek, nádrží, ložiskových kroužků. Zcela odolává vodě. Teplota použití max. 90 až 120°C, min. -50°C.[15,16]

3.2 Polyamid (PA)

Polyamid je materiál přírodního původu, derivovaný z ricinového oleje. Odolává teplotám do 80 °C. Teplota použití max. 140 až 150°C, min. -70°C. Vysokou pevnost (200 MPa) a dobrou rozměrovou stabilitu má polyamid plněný skleněnými vlákny.[15,16]

Zytel

Díly ze Zytelu jsou používány i ve výrobě VTÚVM Slavičín. Zytel htn je registrovaná značka firmy DuPont pro širokou řadu polymerů na bázi semiaromatických polyamidů (PA). Svými parametry se zařazuje mezi polymerní materiály s velmi vysokými užitnými vlastnostmi. Díky své vysoké chemické a hydrolytické odolnosti, vysoké teplotní stabilitě, tvarové stálosti a snadnému zpracování, nachází uplatnění v těch nejnáročnějších aplikacích v průmyslu. Jde o termoplast, který svými vlastnostmi často nahrazuje kov, má vysokou pevnost a tuhost, teplotní odolnost (dlouhodobě až do 180°C, u některých typů až 200°C), odolnost proti hydrolyze, chemickou odolnost, elektroizolační schopnost.[18]

3.3 Polykarbonát (PC)

PC je transparentní s propustností světla až 85 %. Je dobře rozpustný v některých rozpouštědlech. Vyniká vysokou rázovou houževnatostí i za velmi nízkých teplot, dobrými elektroizolačními vlastnostmi, odolností proti UV-záření a malou nasákavostí.

Polykarbonát je pevná, nerozbitná hmota, odolná do 120 °C. Teplota použití max. 140°C, min. -100°C. Pro výrobu součástí více namáhaných za vyšších teplot se plní skleněnými vlákny.[15,16]

3.4 Polytetrafluorethylen (PTFE)

PTFE je obchodně nejdůležitějším fluoroplastem. PTFE je z velké části krystalický (93 až 97 %). Je nehořlavý a zdravotně nezávadný. Teplota použití max. 300°C, min. -200°C. Vyznačuje vynikající mrazuvzdornost, fólie jsou ohebné ještě při -150 °C. Je extrémně odolný vůči povětrnostním vlivům.[15,16]

3.5 Polyoxymethylen (POM)

Pevný, tuhý, mimořádně houževnatý a rázuvzdorný, průhledný, odolný slabým kyselinám, benzínu, oleji. Teplota použití max. 120°C, min. -60°C. Neodolá zásadám a aromatickým uhlovodíkům. Pro použití při větším namáhání se plní skleněnými vlákny.[15,16]

Tab. 2. Vlastnosti jednotlivých druhů termoplastů.[15]

Termoplast	Polyetylen (PE-LD)	Polyamid (PA)	Polykarbonát (PC)	Polytetrafluorethylen (PTFE)	Polyoxymethylen (POM)	Zytel ST801
Hustota ρ [kg.m ⁻³]	940	1140	1200	2200	1410	1070
Pevnost v tahu R_m [GPa]	34	77 - 84	56 - 72	25 - 36	62 - 70	24
Modul pružnosti v tahu E [GPa]	0,95	2,8 - 3,4	2,1 - 2,4	0,41	2,8 - 3,5	2
Tažnost A [%]	20	40	100 - 130	350 - 550	10 - 25	32

4 MOŽNOST VYUŽITÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ V MUNIČNÍ VÝROBĚ PRO DANÝ DÍL

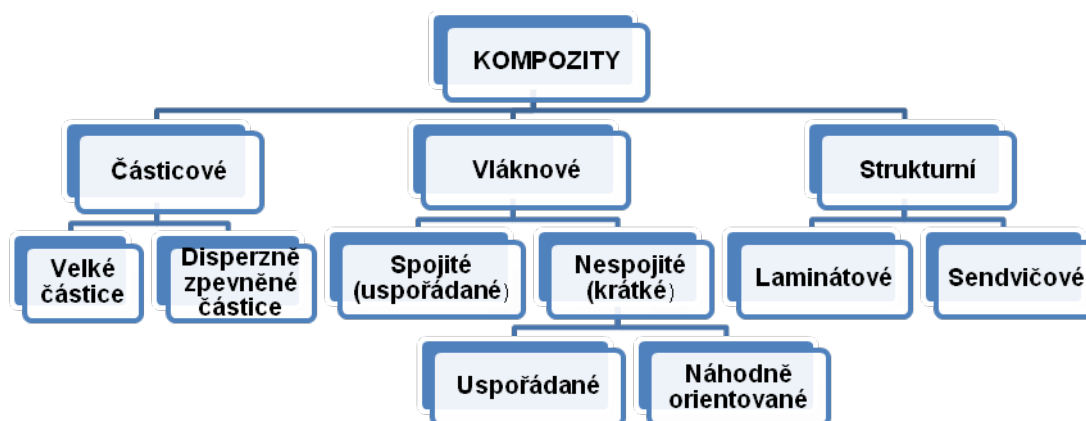
4.1 Kompozitní materiály - definice

V technické praxi je za kompozit považován materiál složený ze dvou nebo více složek s odlišnými mechanickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Cílem je vytvořit výsledný kompozitní materiál s požadovanými vlastnostmi pro konkrétní konstrukční projekty. Při výrobě kompozitního materiálu je využíváno materiálových předností jednotlivých složek kompozitu, které dohromady dávají výslednému výrobku nové vlastnosti, které nemá sama o sobě žádná z jeho složek.

Základní nosnou složkou je pojivo, které kompozit spojuje a nejčastěji bývá tvořeno syntetickou pryskyřicí na bázi polyesteru nebo epoxidu. Výztuž pak tvoří vláknitý materiál, který se prosytí pojivem.[20,28]

4.2 Rozdělení kompozitních materiálů

Kompozitní materiály mají velké množství variant rozdělení. Tyto varianty rozdělení narůstají použitím různých technologií, smísením různých složek či použitím různých výztužných materiálů. Rozdělení kompozitních materiálů podle výztuže.



Obr. 11. Rozdělení kompozitních materiálů podle výztuže.[28]

4.3 Vlastnosti kompozitních materiálů

Kompozity jsou velmi výhodné, protože jsou v podstatě „šité na míru“ konečné aplikaci, a to nejen svojí strukturou a vlastnostmi, ale také výrobní technologií. Při navrhování různých kombinací materiálů, které mají být použity pro výrobu kompozitů, je však nutné brát na vědomí nejen správný výběr všech materiálů, ale i jejich správný směšovací poměr. Dále je nutné brát na zřetel anizotropní vlastnosti kompozitů. V závislosti na složení a poměru se dále odvíjí vlastnosti jednotlivých kompozitů.[24,25]

4.3.1 Vlastnosti termoplastických kompozitů

- výborné mechanické vlastnosti
- tvarová stálost
- dobrá chemická odolnost
- houževnatost
- možnost strukturního povrchu produktu
- možnost nalakování hotového dílu
- další speciální vlastnosti spojené s konkrétním typem materiálu (např. možnost galvanického pokovení, fyziologická nezávadnost, optické vlastnosti – transparentnost, samozhášivost).[26,27,29]

4.3.2 Vlastnosti vláknových kompozitů

- vysoká pevnost - ve srovnání s konstrukční ocelí je poměr pevnosti k měrné hmotnosti zhruba dvojnásobný. Z tohoto důvodu jsou kompozity používány k vytváření nosných konstrukcí vícepodlažních budov, pochůzkových můstků a dalších konstrukcí, kde je vyžadována náročná pevnostní aplikace.[26,27]
- nízká hmotnost - měrná hmotnost vláknových kompozitů je cca 1,5 krát nižší nežli měrná hmotnost hliníku a cca 4,5 krát menší než měrná hmotnost ocele. Tato vlastnost je velice výhodná, protože umožňuje snadnou manipulaci a není zapotřebí zvedací zařízení. Tato vlastnost také umožňuje sestavení dílčích částí konečné konstrukce jinde a poté je dopravit v celku.[26,27]

- odolnost proti korozi - kompozity jsou odolné proti atmosférické korozi. Většina kompozitů je také odolná proti korozi, která je způsobena chemikáliemi, vodou, bakteriemi, oleji atd. Z tohoto důvodu není zapotřebí jejich povrch opatřovat ochrannými povlaky či nátěry.[26,27]
- tepelné a požární vlastnosti - jelikož kompozity patří mezi reaktoplasty (neboli termosety), zvýšení teploty nezpůsobuje jejich tvárnost. Mezi významné vlastnosti patří nízká tepelná vodivost a rozměrová stálost. [26,27]
- elektrické vlastnosti - nevodivost, elektromagnetická transparentnost - elektrická nevodivost se využívá u míst, kde dochází k manipulaci s elektrickým zařízením např. u elektrorozvoden, prostorů pod trolejovým napětím atd.[26,27]

4.3.3 Vlastnosti laminátových kompozitů

- specifické vlastnosti produktu v závislosti na struktuře a použitých materiálech
- tvarová a rozměrová variabilita
- pevnost a tuhost hotového výrobku
- odolnost proti mechanickému a chemickému působení
- tepelná nevodivost
- tvarová stálost
- hygienická nezávadnost
- libovolný barevný odstín dosažený probarvením vrchní vrstvy laminátu či nalakováním hotového dílu. [26,27,29]

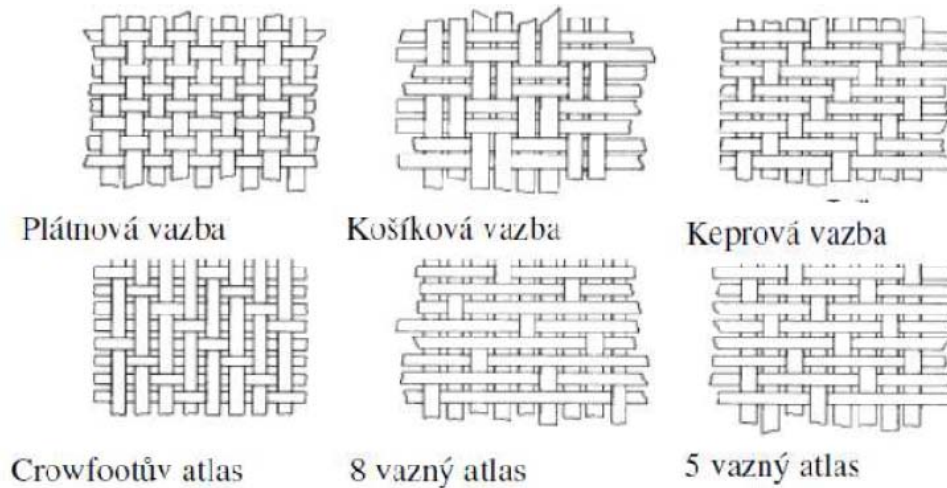
4.4 Výztužné útvary kompozitních systémů

Výztužné útvary fungují jako kostra kompozitu, mohou být ve formě částic (skleněné kuličky, nasekaná vlákna), ve formě vláken, 2D tkanin z těchto vláken nebo přímo 3D utkané výztužné útvary. Nejrozšířenějšími materiály výztuh je sklo, uhlík, aramid a jiné velmi pevné materiály. Též se uplatňují i takzvané biopolymery s přírodními materiály jako len nebo konopí.[19,24,27]

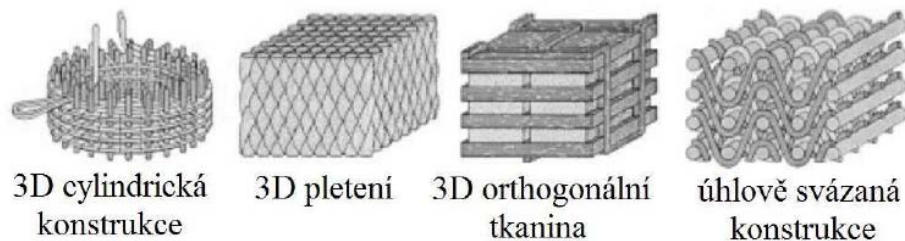
4.4.1 Druhy výztužných útvarů

- **vlákna** – vyrábí se tažením a zajímavá jsou až v kompaktní formě kompozitních, vlákny vyztužených materiálů. Používají se vlákna s vysokou měrnou pevností, tuhostí a z rozmanitě přizpůsobivého úložného materiálu.
- **příze** – vyrábí se spřádáním z vláken a dále se zpracovává na tkaniny, pásy a pletené výrobky.
- **nitě (skaná příze)** – vyrábějí se jedno nebo víceštruhové, skládají se z jedné nebo více přízí, které jsou společně spředeny. Zpracovávají se dále podobně jako příze.
- **roving (pramenec)** – jsou sdružené prameny s nulovým nebo malým počtem zákrutů (méně než 40 zákrutů). Zpracovává se buď sekáním, nebo tkaním, navíjením nebo tažením nekonečného pramence.
- **krátká vlákna** – mletá a na jednotlivá elementární vlákna rozptýlená vlákna o různé délce (0,1 až 5 mm), používaná pro vyztužení termoplastů.
- **tkaniny** – plošné výrobky z vláken nebo pramenců uložených pravoúhle v útku a osnově, které působí výztužně ve dvou směrech. Zvýšením počtu vláken v osnově vznikají rozdílné typy křížení vláken, které se nazývají vazby.
- **spředený roving** – vyrábí se z vláken stočených kolem podélné osy.
- **rohože ze sekaných pramenců** – netkané plošné výrobky. Vyrábějí se z 25 nebo 50 mm dlouhých sekaných vláken nepravidelně plošně uložených. Vlákna jsou uložena do vrstev, postříkána pojivem a po vysušení v pásové sušárně spojena tak, že je možno vzniklou rohož, podobnou plsti, navíjet do rolí, které jsou připraveny pro okamžité další použití.
- **rohože z kontinuálních vláken** – skládají se z nekonečných skleněných vláken, která jsou uložena nepravidelně bez jakékoliv orientace ve smyčkách v několika vrstvách a jsou vzájemně spojena pojivem. Tvarují se lépe než rohože ze sekaných pramenců.
- **povrchové (závojové) rohože** – netkané plošné výrobky ze skleněných vláken nebo termoplastových vláken, které se pokládají do povrchové vrstvy laminátu s vysokým obsahem pryskyřice, aby se zamezilo vzniku trhlin. Zabraňují prorážení struktury hrubší výztuže na povrch a zesilují tenké vrstvy.

- **prepregy** – jsou různě široké (role nebo kotouče), obsahují buď paralelně uspořádané rovingy, tkaninu nebo rohož a polymerní matrici.[20,26]



Obr. 12. Příklady 2D výztužných útvarů.[19]



Obr. 13. Příklady 3D výztužných útvarů.[19]

4.4.2 Vyztužující vlákna

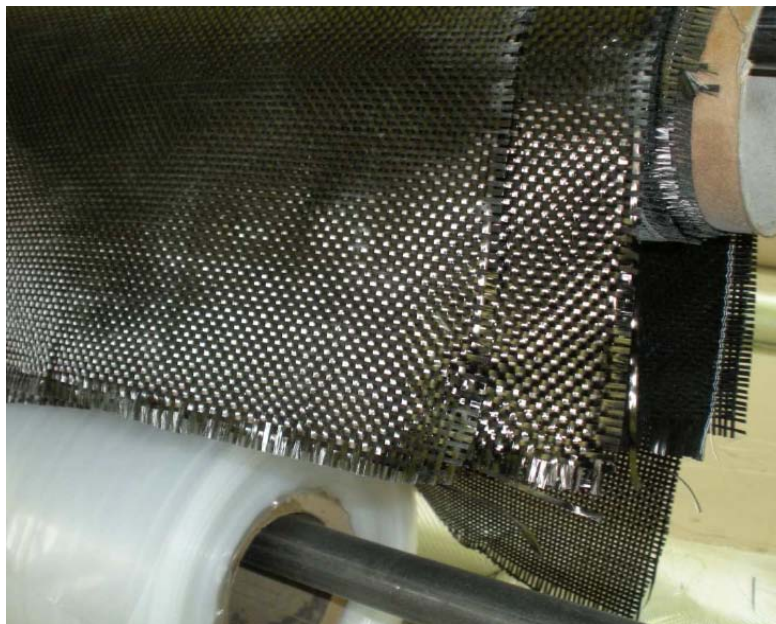
Vysoké pevnosti a tuhosti dosahují vláknové kompozity s kontinuálními vlákny. Pevnost vlákna závisí především na jeho průřezu. Průměry dosahují od 10 μ m do 1 mm, a v případě makrokompozitů i více. Velikost a orientace vláken také ovlivňuje mechanické vlastnosti kompozitu.

4.4.2.1 Uhlíková vlákna

Uhlíková vlákna vynikají vysokou pevností, modulem pružnosti, tepelnou odolností s nízkou měrnou hmotností. Surovina používaná k výrobě uhlíkových vláken se nazývá prekurzor neboli ropná smola. Vlákna získaná při 900°C až 1500°C jsou pevnější, nazývají se vysokopevnostní uhlíková vlákna (označovaná HS = „*high strength*“). Další karbonizací HS vláken při teplotě 2000°C až 2800°C se získají vlákna grafitová, která mají menší tahovou pevnost, ale vynikají vyšším modulem pružnosti v tahu (vysokomodulová vlákna = HM = „*high modulus*“). Prokládáním vrstev s výztuží z uhlíkových vláken například vrstvami s aramidovou tkaninou dostaneme hybridní laminát, který při větší tuhosti, než má aramidový kompozit, dosahuje velké odolnosti proti průrazu. Je možno kombinovat uhlíková a aramidová vlákna i v jedné tkanině. Vlákna se uplatňují ve strojírenství, vojenském i leteckém průmyslu, v kosmonautice a v řadě dalších oborů.[19]

Tab. 3. Vlastnosti jednotlivých druhů uhlíkových vláken.[24]

Vlákno	Uhlíkové	Grafitové	Whisker (monokrystal)	Skleněné	Ocelové
Průměr [μm]	7 - 10	5 - 7	0,2	12 - 20	13
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1,6	2	2,26	2,5	7,87
Pevnost v tahu [GPa]	2,5 - 3,5	2 - 2,5	20	3,5	4,2
Modul pružnosti [GPa]	250 - 300	400 - 500	500 - 1000	70 - 85	210
Měrná pevnost [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot 10^9$]	1,55 - 2,2	1 - 1,25	8,85	1,4	0,53
Měrný modul [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot 10^8$]	156 - 188	200 - 250	220 - 440	28	27
Teplota tání [$^{\circ}\text{C}$]	3650	3650	3650	700	1400
Tepelná odolnost inert [$^{\circ}\text{C}$]	2000	2000	2000	500	-
Tepelná odolnost vzduch [$^{\circ}\text{C}$]	350	350	350	300	-



Obr. 14. Tkanina z uhlíkového vlákna.[19]

4.4.2.2 Skleněná vlákna

Nejběžnější skleněná vlákna se vyrábí především z bezalkalické skloviny (do 1 % alkálií), označované jako sklo E. Sklo je odolné proti ohni a mnoha chemikáliím, má vysokou pevnost v tahu. Vlhkost snižuje pevnost vláken. Mají nízkou odolnost proti trvalému namáhání a pevnost v oděru. Bod tání je až přes 1000° C, sklo snáší teplotu až 450° C.

Ostatní typy skleněných vláken

- sklo typu S – pro vojenské účely, v letecké a raketové technice, listů rotorů helikoptér.
- sklo typu D - v elektrotechnice, elektronice, energetice.
- sklo typu C je chemicky odolné.
- sklo typu L je speciální sklo s vysokým obsahem olova, nepropouští rentgenové záření. Uplatňuje se v lékařství, vědeckých přístrojích a vojenském odvětví.[19,24]

Kombinací skleněných vláken s jinými druhy vyztužujících vláken - vznikají tzv. hybridní tkaniny. Zkombinují-li se skleněná vlákna s termoplastickými vlákny, vzniká hybridní tkanina, která je vlastně prepregem, obsahujícím termoplastickou matici v podobě vláken.[19]

Tab. 4. Vlastnosti jednotlivých druhů skleněných vláken.[24]

Sklo	E	S	D	C	L
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	2540	2490	2160	2490	4300
Pevnost v tahu [GPa]	3,5	4,65	2,45	2,8	1,68
Modul pružnosti v tahu [GPa]	73,5	86,8	52,5	70	51,1
Poměrné prodloužení do mezi pevnosti [%]	4,8	5,4	4,7	4,8	-
Dielektrická konstanta, 20°C , 10^6 Hz	5,8	4,53	3,56	6,24	9,49



Obr. 15. Skleněná vlákna ve formě rovingu.[19]

4.4.2.3 Aramidová vlákna

Aramidová vlákna jsou známá pod názvem Kevlar. Díky své schopnosti tlumit vibrace nezávisle na použité pryskyřici nebo orientaci se vlákna uplatňují při výrobě neprůstředních vest nebo ochranných pancéřů (Obr. 17 a 18). Používají se i jako náhrada azbestu v třecích a brzdových obloženích, jako výztuž pro pneumatiky, balistické aplikace a světlovedné kabeláže.[19]

Tab. 5. Vlastnosti jednotlivých druhů aramidových vláken.[25,38]

Vlákno	Kevlar 29	Kevlar 49	Kevlar 129	PE Spektra
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1440	1450	1440	970
Pevnost v tahu [GPa]	2,7	2,9	3	3
Modul pružnosti v tahu [GPa]	60	130	120	172
Prodloužení při lomu [%]	5	2,5	3	1,7

*Obr. 16. Aramidové vlákno.[19]**Obr. 17. Neprůstřelná vesta z aramidových vláken.[21]*



Obr. 18. Policejní neprůstřelná vesta z aramidových vláken.[21]

4.4.2.4 Přírodní vlákna

Přírodní vlákna jsou nyní používána jako výztuž tvarovaných velkoplošných dílů i pro interiéry osobních automobilů (u nás dřevěné piliny obsahující vlákna celulózy). Pro vyztužování plastů jsou ze všech přírodních vláken vhodná pouze rostlinná vlákna, která mají jako základ celulózu. Patří mezi ně len, sisal, konopí, juta, ramie, bavlna.[19]

Tab. 6. Vlastnosti jednotlivých druhů přírodních vláken.[20,25]

Přírodní vlákna	Konopí	Len	Juta	Sisal
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1450	1480	1400	1450
Pevnost v tahu [GPa]	0,6	0,75	0,55	0,6
Modul pružnosti v tahu [GPa]	70	80	55	20
Poměrné prodloužení [%]	1,6	2	2	2



Obr. 19. Monolitické křeslo z ekologického materiálu.[22]

Novinkou je akryláto-latexový kopolymer Acrodur jako matrice kompozitních materiálů s vysokým podílem přírodních vláken, například konopí a kenaf (až 90 %), kdy vznikají lehké, velmi pevné, mechanicky odolné a ekologické výrobky.[22]

4.4.2.5 Keramická vlákna

Předností je jejich výborná tepelná a velmi dobrá chemická odolnost. Vyznačují se vysokou pevností a vysokým modulem pružnosti E. Dělí se na oxidová a neoxidová.[20,25]

Tab. 7. Vlastnosti jednotlivých druhů keramických vláken.[37]

Keramická vlákna	Oxid hlinitý Al ₂ O ₃	Nitrid křemíku Si ₃ N ₄	Karbid křemíku SiC	Grafit C
Hustota [kg.m ⁻³]	3330 - 4000	2500 - 3300	2200 - 3200	2200
Pevnost v tahu [MPa]	200	100 - 900	500	70 - 140
Modul pružnosti v tahu [MPa]	350 - 420	160 - 300	300 - 550	690
Maximální teplota použití [%]	1800	1500	2100	3650



Obr. 20. Keramické vlákno.[23]

Tab. 8. Srovnání některých vybraných druhů vláken.[25,38]

Srovnání vláken	Uhlíkové vysokopevnostní (HS)	Uhlíkové vysokomodulové (HM)	E sklo	Kevlar 129	Len	Oxid hlinitý Al ₂ O ₃
Hustota [kg.m ⁻³]	1700	1800	2540	1440	1480	3330-4000
Pevnost v tahu [GPa]	5,4	2,35	3,5	3	0,75	200
Modul pružnosti v tahu [GPa]	290	358	73,5	120	80	350-420
Prodloužení při lomu [%]	1,7	0,6	4,8	3	2	-

4.5 Pryskyřice (matrice)

Pod pojmem matrice se rozumí materiál, kterým je prosycen systém vláken a partikulárních komponent tak, že po zpracování vznikne tvarově stálý výrobek. Vzniklá surovina se označuje jako kompozit. Matrice neboli pryskyřice, musí mít vhodnou viskozitu a povrchové napětí, aby vlákno prosytila úplně a bez bublin. U polymerních kompozitů se matrice dělí na reaktoplasty a termoplasty.

Pryskyřice jsou kapalné nebo tavitelné, které se buď samostatně, nebo za pomoci jiných složek – tvrdidel, tj. iniciátorů, katalyzátorů, urychlovačů, aldehydů (fenolů) apod. – vytvrzují polyadici nebo polymeraci bez odštěpení těkavých složek. Reaktivní pryskyřice jsou nejčastěji používanou skupinou při výrobě kompozitů, nazýváme je také licí, laminární, impregnační nebo zalévací pryskyřice.[24,27,39]

Mezi nejdůležitější typy reaktivních pryskyřic patří:

- **nenasycené polyesterové pryskyřice (UP-R)** – jsou to bezbarvé, až slabě nažloutlé roztoky v reaktivních rozpouštědlech. Je možné je vytvrzovat za normálních nebo zvýšených teplot. Při vytvrzování se uvolňuje reakční teplo a tím dochází k objemovému smrštění o 5 až 9%. UP-R se řadí mezi nejpoužívanější materiál pro kompozitní výrobky díky nízké viskozitě, vysoké rychlosti vytvrzování, dobrému smáčení vláken a přiměřeně nízké ceně. Přísady se často používají jako objemové plnivo i jako zjemňující materiál.
- **epoxidové pryskyřice (EP-R)** – jsou bezbarvé nebo nažloutlé a za normální teploty téměř neomezeně skladovatelné roztoky. V současné době je k dispozici přes dvacet pět druhů pryskyřic. Vyznačují se chemickou odolností, stálostí proti povětrnostnímu stárnutí, elektroizolačními vlastnostmi, odolností vůči vodě, roztokům kyselin a alkálií, některým rozpouštědlům. Při vytvrzování dochází jen k velmi malému smrštění. Vytvrzené produkty mají výbornou přilnavost na kovy, sklo, keramiku a dřevo. Objemové smrštění je poměrně nízké 2 až 5%, a dražší 3 až 4krát než nenasycené polyesterové pryskyřice.

Druh použitého tvrdidla určuje rychlost vytvrzování a odolnost vytvrzené pryskyřice. EP-R jsou aplikovány v lepidlech, zalévacích a lisovacích hmotách, pojivech pro lamináty a lakařských hmotách. Jsou přínosem pro náš průmysl, zvyšují produktivitu práce a v mnoha případech plně nahrazují dovážené kovy.

- **polyuretanové pryskyřice (PU-R)** – jde o medově žlutý roztok. Podle druhu jsou tvrdé, elastické, houževnaté až gumově elastické. Jsou odolné proti zředěným kyselinám a louhům, roztokům solí a rozpouštědlům, dobře přilnavé a dají se napěnit. Využívají se pro díly vyráběné pultruzí a navíjením. Mají větší rázovou houževnatost a větší odolnost proti únavě než vinylestery. Rychle vytvrzují, řádově v minutách.

- **vinylesterové pryskyřice (VE-R)** – oproti nenasyceným polyesterovým pryskyřicím jsou výrazně houževnatější, dražší a mají vyšší chemickou odolnost. Oproti epoxidovým pryskyřicím mají vyšší viskozitu a říditelnou vytvrzovací reakci, která umožňuje snadnější zpracování. VE-R se používají zejména v oblastech s vysokým korozním namáháním.
- **fenolické pryskyřice (PF-R)** – v porovnání s nenasycenými polyesterovými pryskyřicemi mají kratší dobu zpracování. Jsou vodovzdorné, vysoce tepelně a chemicky odolné a tvarově stálé. Uplatňují se jako pojiva pro izolační materiály.
- **hybridní pryskyřice** – jsou to tzv. akrylamaty na bázi akrylesterové pryskyřice, které neobsahují reaktivní ředidlo. Jako vytvrzené mají větší pevnost v tahu a modul pružnosti než nenasycené UP a vinylestery. Kompozity jsou proto pevnější.
- **tvrdé silikonové pryskyřice** – využívají se pro aplikace výrobků, kde je důležitá elektrická izolace při vysokých teplotách a vysokých frekvencích. Mají teplotní odolnost, dobrou nehořlavost a odolnost proti vlhkosti.
- **formaldehydové pryskyřice** – melaminoformaldehydové kompozity s přírodními vlákny jsou lehčí než kompozity se skleněnými vlákny, jsou nehořlavé, tepelně odolné. [16,24,26,27,39]

Tab. 9. Srovnání některých vybraných druhů pryskyřic.[16,24,26,27,39]

Pryskyřice	Polyesterová	Epoxidová	Polyuretanová	Vinilesterová	Fenolická
Hustota ρ [kg.m ³]	1190	1300	1080	1120	1300
Pevnost v tahu R_m [MPa]	45 - 85	35 - 90	28	80	50 - 60
Modul pružnosti v tahu E [GPa]	1,3 – 4,5	1,1 – 6,0	3,6	3,3	4,4
Deformace [%]	1 - 5	1 - 10	100	5	1 - 3

4.6 Technologie výroby kompozitních komponentů

Výzkum i aplikace kompozitů s pryskyřičnými matricemi byly až do poloviny osmdesátých let stimulovány hlavně vojenskými potřebami (raketová technika, bojová letadla, „neviditelné“ bombardéry, vrtulníky, lehká pancéřová vozidla, minolovky, balistická ochrana jednotlivce, radiolokační a radarová technika, atd.). Od poloviny osmdesátých let se těžiště postupně přesouvá i do civilních oblastí (civilní letectví, silnoproudá elektrotechnika, stavebnictví, doprava, lodě, sportovní potřeby, medicína).

Při výrobě kompozitů je hlavní složkou pryskyřice, nejčastěji na bázi polyesteru nebo epoxidu, ta kompozit spojuje. Matrici tvoří vláknitý materiál, který se prosytí pryskyřicí. Podle toho jakým způsobem je dosahováno prosycení a propojení jednotlivých složek kompozitu, rozeznáváme různé technologie výroby. Technologický postup při výrobě vyztužených kompozitů určuje jak jeho konečné vlastnosti, tak i ekonomiku výroby. Technologiemi výroby kompozitních materiálů jsou:

Ruční kladení – technologie vhodná pro kusovou výrobu. Lze vyrobit velmi rozměrné a tvarově náročné výrobky. Prosycování vyztuže tekutou pryskyřicí ve formě se provádí ručně válečkem nebo stěrkou. Vytvrzování probíhá za přirozeného atmosférického tlaku.

Strojní kladení prepregů - vytvrzování v autoklávu - počítačem řízený kladecí stroj klade vrstvy prepregů při výrobě dílu. Strojní kladení je oproti ručnímu rychlejší, tím pádem levnější i přesnější. Autokláv - jde o tlakovou nádobu, kde dochází k vytvoření vakua, tím se jednotlivé vrstvy laminátu k sobě přitlačují atmosférickým tlakem a působením teploty současně dochází k vytvrzování.

RTM – vysokotlaké vstřikování pryskyřice přes formu je jednoduchá a rozšířená technologie výroby. Vhodná pro malé série 300 až 5000 kusů. Výroba je produktivnější a přesnější oproti ručnímu kladení. Obě strany mají hladký povrch.

Pultruze – jde o produktivní technologii výroby, kde vyztuž nekonečného vlákna prochází pryskyřičnou lázní. Průchodem přes vyhřívanou formu požadovaný profil výrobku vytvrzuje. Následně je profil řezán na požadovanou délku.

Vakuová infuze – vhodná pro malé série a pro velkorozměrné výrobky. Na vrstvy tkanin nebo rohoží se přiloží vakuovací fólie a pryskyřice se rozvádí a prosycuje vrstvy pomocí vakua. Výrobky a jejich mechanické vlastnosti jsou kvalitní.

Navíjení vláken – produktivní technologie výroby, kde výztuž nekonečného vlákna prochází pryskyřičnou lázní. Smočené vlákno je navíjeno na vyhřívaný trn požadovaného profilu výrobku kde se posléze vytvrzuje. Využívá se pro výrobu trubek a speciálních nádob.

Kontinuální laminování – kontinuální tvarování a vytvrzování směsi výztuže, pryskyřice, katalyzátorů a aditiv do požadovaného tvaru výrobku na pohyblivé lince.

Vysokotlaké vstřikování – stříkáací stroj na negativní nebo pozitivní otevřenou formu stříká směs katalyzované pryskyřice a krátkých vláken. U ručního stříkání se rozsekaná vlákna s pryskyřicí smíchávají ve stříkáací pistolí. Vhodné pro velkorozměrové výrobky.

Odlévání - technologie odlévání (lití) se používá pro výrobu vlákný nevyztužených kompozitů. Lijí se směsi pryskyřic, plniv, případně pigmentů, aditiv a vytvrzovacích složek do forem za určitých podmínek, závislých na konečném produktu. Aby se dosáhlo vysokého obsahu plniv, jak z cenových, tak estetických důvodů, při dodržení nutného úplného smočení všech částic a přitom zachování dobrých licích a zatékacích vlastností, se doporučuje užívat směs plniv o různé velikosti částic.[24,35,36]

5 ZÁVĚR TEORETICKÉ PRÁCE

V teoretické části této práce byla provedena studie speciální techniky a přiblížení popisu kovového dílu dělostřeleckého náboje. Teoretická část dále dokumentuje průřez vlastnostmi, použitím, technologiemi výroby a složkami kompozitních materiálů.

Je zřejmé, že kompozitní materiály disponují vynikajícími vlastnostmi využitelné ve zbrojním průmyslu, kde jsou již používány. Je zde tedy předpoklad, že je možné je použít i na dělostřeleckou nábojnici ráže 40 mm, která je součástí této práce.

V praktické části bude toto, na základě dostupných informací, aplikováno na výrobu dělostřelecké nábojnice ráže 40 mm a budou zhodnoceny výhody a nevýhody.

Hodnoceny budou jak užitečné vlastnosti, změny jednotlivých materiálů, tak i ekonomičnost nového dílu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je najít adekvátní nahrazení tradičního kovového materiálu nábojnice tak, aby při výrobě nevznikaly nevyužitelné třísky, anebo tyto třísky byly minimální. Inovace materiálu, úspora hmotnosti, zvolení optimální technologie výroby by mělo být přínosem pro výrobní proces, hlavně po stránce ekonomické.

V současnosti se nábojnice obrábějí z plného duralového materiálu ČSN 424254 EN AW 2007. Aby vznikl námi požadovaný díl, hradí se nejenom plná tyčovina, ale i práce za vnitřní úběr materiálu, který je pro podnik nevyužitelným odpadem. Výzkumný technický ústav VTÚVM vypracoval projekt, kde se snaží ověřit vhodnost polymerního nebo kompozitního materiálu pro nábojnici a porovnat ji s dosavadním stavem duralové nábojnice.

Pro praktickou část byly stanoveny tyto návrhy:

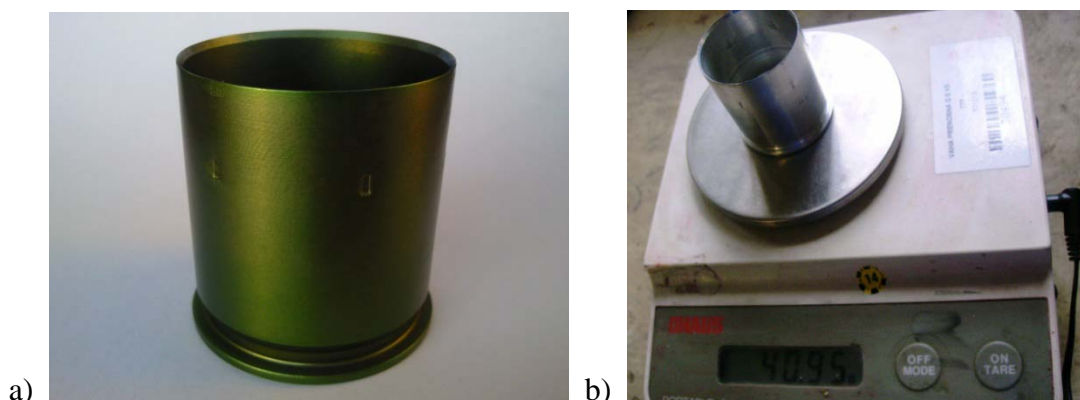
1. Návrh materiálu polymerního či kompozitního pro aplikaci nábojnice dělostřeleckého náboje 40x46 mm.
2. Návrh a výroba formy na základě nynější duralové nábojnice (materiál na výrobu formy volím dle odborného posouzení vedoucího diplomové práce a zkušeností pracovníka vývojové dílny podniku) – nejdříve forma za použití lukoprenové výstelky pro lehké odformování.
3. Experimentální výroba prototypů nábojnic technologií odlévání. Na základě doporučení vedoucího diplomové práce vyselektujeme materiály pro jednotlivé prototypy nábojnic.
4. Příprava zkušebních tělísek pro stanovení mechanických vlastností dle norem.
5. Experimentální provedení zkoušek tlakové odolnosti prototypů nábojnic.
6. Experimentální provedení střeleckých zkoušek kompletního náboje.
7. Diskuse dosažených výsledků – porovnání s dosavadním stavem a navrnutí doporučení pro další inovaci daného výrobku.

7 NÁVRH MATERIÁLU

Tak, jak se v jiných průmyslových odvětvích vyvíjejí nové konstrukční materiály, i ve vojenském průmyslu je snahou nahrazovat výrobky z kovových materiálů materiálem lehčím, s lepšími a odolnějšími vlastnostmi. Tato možnost nahrazení kovu je nabízející se v použití polymerních či kompozitních materiálů.

7.1 Stávající materiál duralové nábojnice a vykazované vlastnosti

- duralová nábojnice v současnosti vykazuje průměrnou hmotnost 45,73 g
- maximální impulsní tlak v nábojnici za výstřelu nesmí být větší než 25 MPa
- náboj nesmí navlhnout a zvětšit svůj průměr o více jak 0,1 mm
- náboj musí být funkční po cyklické teplotní zkoušce od - 50°C do + 63°C
- výkres duralové nábojnice je uveden v příloze P II



Obr. 21. a) Současná duralová nábojnice b) Hmotnost 40,95 g.

Tab. 10. Naměřené hmotnosti duralových nábojnic

Vzorek duralové nábojnice	Naměřená hmotnost [g]
1	40,95
2	47,42
3	46,98
4	48,12
5	45,17
Průměrná hmotnost	45,73

7.2 Navrhovaný materiál prototypu nábojnice

Výběr polymerního nebo kompozitního materiálu pro aplikaci prototypu nábojnice 40x46 mm je odvíjen od výrobních požadavků a vlastností současně používané duralové nábojnice, které jsou uvedeny v bodě 7.1. diplomové práce.

Prvním navrženým materiálem byla polyesterová pryskyřice R688BV. Díky aktuální dostupnosti a přijatelné ceně jsme ji použili k prvnímu testování vyrobených forem. Zjišťovali jsme těsnost dělicí roviny vnější části formy, těsnost uložení jádra ve formě, jak postupovat při odformování z formy atd. Současně jsme se chtěli ujistit, zda hmotnostně naměřený objem kompozitní směsi bude postačující ke 100%mu zatečení prototypu ve formě. Po vyjmutí a zhodnocení kvality odformovaného prototypu se rozhodne, jaký kompozitní materiál lze využít u dalšího prototypu.

Návrh možných kompozitních materiálů

- **Jako matrice byly navrženy pryskyřice:**

Polyesterová R688BV - je vhodná pro aplikaci lití a dekorační odlévání. Má střední reaktivitu a nízkou viskozitu. Při 2 % iniciátoru je doba vytvrzení k odformování 12 hodin. Pro zkrácení doby se používá urychlovač.

Epoxidová L 285 - doba zpracovatelnosti od 45 minut do 5 hodin v závislosti od použitého tužidla, má dobré statické a dynamické vlastnosti. Vyrobené komponenty mají vysoký lesk. Používá se v leteckém průmyslu, k výrobě lodí, nástrojů a forem.

Polyuretanová rychle tuhnoucí F 16 - univerzální dvousložková pryskyřice pro výrobu forem, tenkostěnných i masivních odlitků. Doba zpracovatelnosti směsi s plnivem je 3 až 4 minuty a vytvrzení k odformování 30 minut. Mísící poměr 1:1.

Polyuretanová elastická UR 3490 - dvousložková pryskyřice pro výrobu slévárenských modelů. Doba zpracovatelnosti směsi je 13 až 15 minut a vytvrzení k odformování až 16 hodin. Mísící poměr hmotnostních dílů je 100:50. Je netoxická.

- **Jako plnivo jsme zvolili:**

Uhlíkový prášek – neboli saze, černé barvy, zrnitost 7 mikronů.

Měděný prášek – červenohnědé barvy, zrnitost do 45 mikronů.

Bronzový prášek - hnědošedé barvy, zrnitost do 45 mikronů.

Hliníkový prášek - stříbrné barvy, zrnitost do 63 mikronů. Hořlavý, při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny. Hustota $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$.

Železný prášek - světlešedé barvy, sypná měrná hmotnost je $0,002 - 0,003 \text{ kg.m}^{-3}$. Prášek je těžký a po odformování zůstal na dně prototypu. Dále již nebyl použit.

- **Jako výztuž jsme zkusili**

Uhlíkovou tkaninu plátnové vazby 200 g.m^{-2} . Ustřižení, vložení a postupné prosycení bylo zdoluhavé a pracné. Od této výztuže bylo upuštěno i z důvodu nevtačení tkani-ny do úzkého prostoru formy.



Obr. 22. Pohled na prášková plniva

Tab. 11. Přehled cen některých práškových plniv

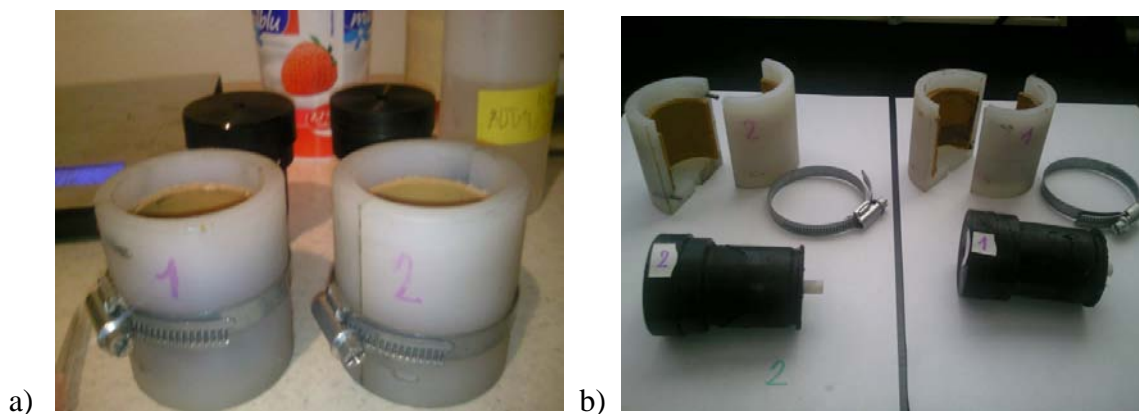
Plnivo	Granulace prášků	Cena bez DPH [Kč/1 kg]	Cena s DPH [Kč/1 kg]
Uhlíkový prášek	7 mikronů	1348,00	1631,00
Měděný prášek	do 45 mikronů	665,83	799,00
Bronzový prášek	min. 99 % do 45 mikronů	665,83	799,00
Hliníkový prášek	do 63 mikronů	240,00	288,00
Železný prášek	97% nad 45 mikronů, 20% nad 150 mikronů	415,83	499,00
Uhlíková tkanina	plátnové vazby 200 g.m^{-2}	2800,00	3388,00

8 NÁVRH A VÝROBA FORMY

Volba materiálu pro vlastní formu je dána hlavně sériovostí a také typem technologie. Pro prototypy, které se téměř vždy vyrobí ručním litím, kladením, se užívá speciální sádra, dřevo, pěny, tmely, polymery atd. Výrobní formy pro ruční technologie se zhotovují většinou z polymeru, kompozitu, případně v kombinaci s pěny nebo balzou a dalšími materiály. Pro injektážní technologie jsou využívány formy z polymerbetonu nebo kovové. Kovové formy jsou pro lisovací technologie, navíjení, tažení a odstředivé lití.

8.1 Forma ze silonu s lukoprenovou výstelkou a jádrem z Ertalonu

Na obrázku (Obr. 23) jsou vyrobeny dvě stejné formy ze silonu s vnitřní výplní z měkkého lukoprenu N 1725 pro lehčí odformování prototypu. Materiál jádra formy je z materiálu Ertalon černé barvy. Na zkoušku funkčnosti formy byla použita polyesterová pryskyřice R688BV. Zároveň se zkoušel hmotnostní objem prototypu. Pro lehké vyjmutí prototypu z formy byl použit silikonový separátor.



Obr. 23. a) Sestavená forma b) Prototyp nábojnice na jádru

Postup

Při výrobě jednotlivého prototypu se budeme zabývat návrhem složení kompozitní struktury a změnami v postupu výroby vůči výrobě předcházejícího prototypu.

Zvolili jsme polyesterovou pryskyřici R688BV (100 hmotnostních dílků) a iniciátor Butanox M-50 (2 hmotnostní dílky) s 10, 25 a 50 hm. % uhlíkového prachu. Pomocí množství vody ve formě byla předem zjištěná hmotnost odlévací kompozitní směsi na 25 g.

Pracovní pomůcky a BOZP: Před zahájením práce jsem byla poučena o bezpečnosti práce, o přípravě a postupu při formování. Použito bylo – pracovní rukavice a plášť, kelímky k míchání směsi, injekční stříkačka k dávkování, digitální váha s přesností 0.01 g.

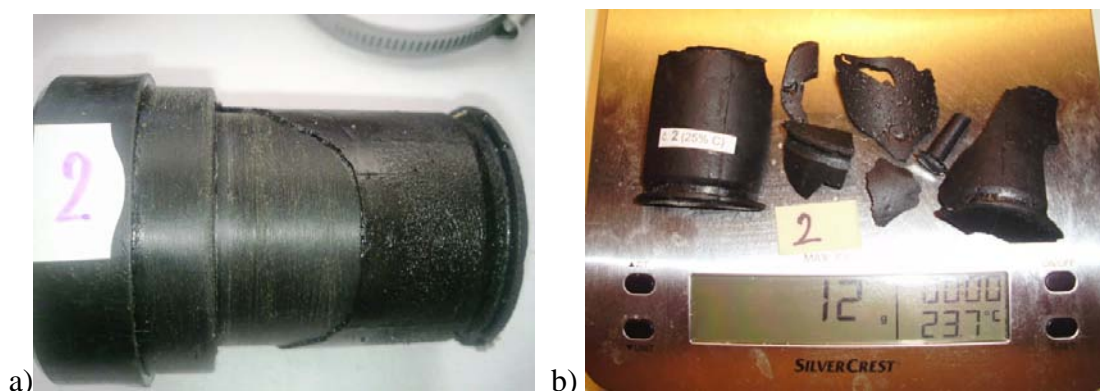
Materiál a dávkování:

- polyesterová pryskyřice R688BV - 100 hmotnostních dílků
- iniciátor Butanox M-50 - 2 hmotnostní dílky
- uhlíkový prach - 10 % hmotnostních dílků
- silikonový separátor k lepšímu vyjmutí prototypu z formy

Pryskyřici s iniciátorem je třeba nejprve dobře rozmíchat a pak přidat uhlíkový prach. Podle technického listu iniciátoru Butanox, v příloze P V, je doba vytvrzování za použití 2 % Butanoxu 12 hodin, za použití 4 % Butanoxu je 7 hodin a to při pokojové teplotě 25°C. Po nalití kompozitní směsi se forma uzavřela jádrem a zatížila závažím o hmotnosti 1 kg.

Hodnocení:

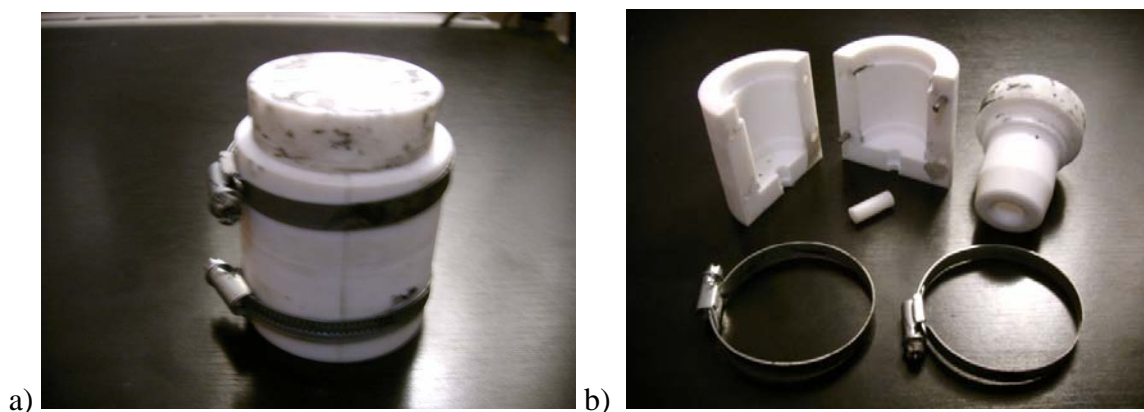
Vnější části formy se od sebe lehce oddělily a díky měkké lukoprenové výstelce šel prototyp s jádrem lehce vyjmout. Jádro z prototypu ale nešlo odformovat ani po separaci různými přípravky – vysokemastný silikonový olej, modrá indulona, separátor Mold Relfase. Důvodem byla reakce rozdílných materiálů po separaci všech dílů formy jedním přípravkem. Na obrázku (Obr. 24) nebyla forma 100% zaplněna a prototyp se nedal odformovat od jádra. Po čtyřech kusech nekvalitních prototypů jsme nechali vyrobit novou formu i jádro z teflonového materiálu.



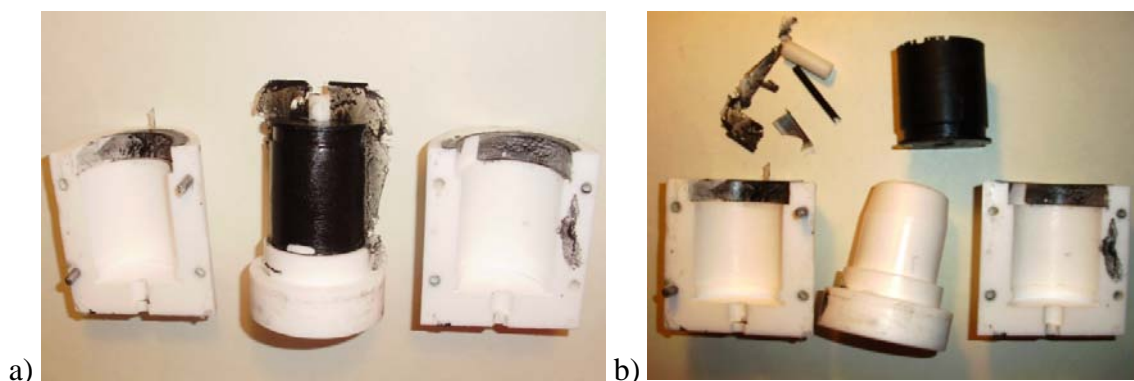
Obr. 24. a) Nedotečený prototyp b) Rozlámáný prototyp

8.2 Forma z teflonového materiálu

Druhá forma je vyrobená z teflonu pro lepší odformování prototypů. Materiál na dotek připomíná již naseparovaný, mastný povrch. Forma je volena pro kusovou výrobu prototypů tak, aby se vyseletoval vhodný kompozitní materiál dosahující k vlastnostem současně využívané duralové nábojnice.



Obr. 25. a) Sestavená teflonová forma b) Rozložená teflonová forma



Obr. 26. a) Odformovaný prototyp na jádru, b) Hotový prototyp

U hodnocení formy nemůžeme konstatovat, že je postačující pro požadavek na prototyp nábojnice vzhledem na požadavky, které jsou na tuto nábojnici stanovené. Jak je vidět na obrázku (Obr. 26), vnější stěna není plně dotečená, doplněná. Po zhodnocení a konzultaci s vedoucí diplomové práce jsme na formě nechaly dodělat odtokové kanálky.

Z hlediska materiálu formy jde o vhodný typ. Výhodou je i to, že vnější část formy i jádro jsou stejného materiálu a při separování jedním přípravkem nebudou rozdílné reakce při odformovávání. Cílem je najít nejdříve vhodný kompozitní materiál a návazně na to i vhodný postup technologie odlévání.

9 EXPERIMENTÁLNÍ VÝROBA PROTOTYPŮ NÁBOJNICE

V následující části se vám budu snažit přiblížit pohled na charakteristiky materiálů, které by bylo možno použít je na výrobu nábojnice 40mm náboje.

9.1 Prototyp z polymerního materiálu

V teoretické části jsem popsala možné polymerní materiály k výrobě prototypu nábojnice, ale při volbě vyhřívané formy jsme se s vedoucí diplomové práce zaměřily nejdříve na formu nevyhřívanou, pro technologii odlévání za pokojových teplot a materiál odformovatelný za pokojových teplot. Navrhly jsme nejprve kompozitní materiály. Překážkou většího rozšíření termoplastů je v současné době převážně velká viskozita taveniny při zpracování, která je o 2 až 4 řády větší než u běžných termosetů, což vede ke vzniku bublin, neprosycených výztuží atd.

9.2 Prototyp z polyesterové pryskyřice

Polyesterovou pryskyřici R688BV, spolu s iniciátorem Butanox M-50, jsem použila jako první kompozitní materiál na výrobu prototypu nábojnice. Polyesterové pryskyřice mají velké smrštění při vytvrzování a to až 8%, jsou křehké a snadno v nich vznikají mikrotrhlínky. Pro dosažení menšího smrštění při vytvrzování a kvalitnějšího povrchu je nutno použít směsi pryskyřice s plnivem, ovšem tyto přísady mají za následek také zvyšování viskozity. Jako plnivo jsem použila 10 hm. % uhlíkového prášku. Technický list je uveden v příloze P X.

Tab. 12. Pomocné hodnoty pro míchání pryskyřice R688BV s iniciátorem

Hmotnostní poměr mísení – na 100 g hmotnosti pryskyřice přijde 2 hm. % iniciátoru					
Pryskyřice [g]	Iniciátor [g]	Pryskyřice [g]	Iniciátor [g]	Pryskyřice [g]	Iniciátor [g]
5	0,1	40	0,8	75	1,5
10	0,2	45	0,9	80	1,6
15	0,3	50	1	85	1,7
20	0,4	55	1,1	90	1,8
25	0,5	60	1,2	95	1,9
30	0,6	65	1,3	100	2
35	0,7	70	1,4	105	2,1

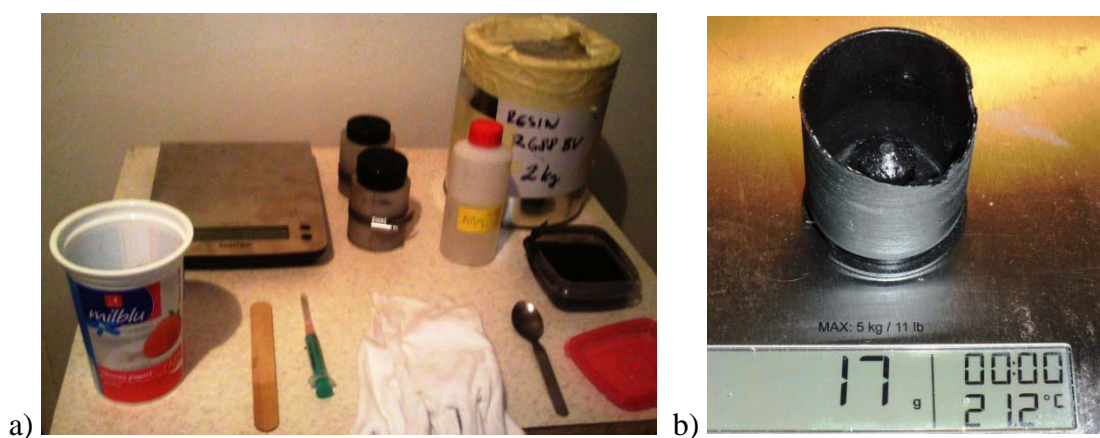
Tab. 13. Doba vytvrzování polyesterové pryskyřice R688BV s iniciátorem

Doba vytvrzování pryskyřice s rozdílným množstvím iniciátoru		
Iniciátor	Množství iniciátoru	Doba vytvrzení při teplotě 20°C
Butanox M-50	2 hm. %	12 hodin
Butanox M-50	4 hm. %	7 hodin

Tab. 14. Cenový přehled složek polyesterového kompozitního materiálu

Balení 1 kg	Cena za jednotku bez DPH [Kč]	Cena za množství bez DPH [Kč]	Cena za množství s DPH [Kč]
Polyesterová pryskyřice	255,00	255,00	308,50
Iniciátor	250,00	250,00	302,50
Uhlíkový prášek	1348,00	1348,00	1631,00

Prototyp z polyesterové pryskyřice R688BV, Butanox M-50 a 10 hm. % C prachu

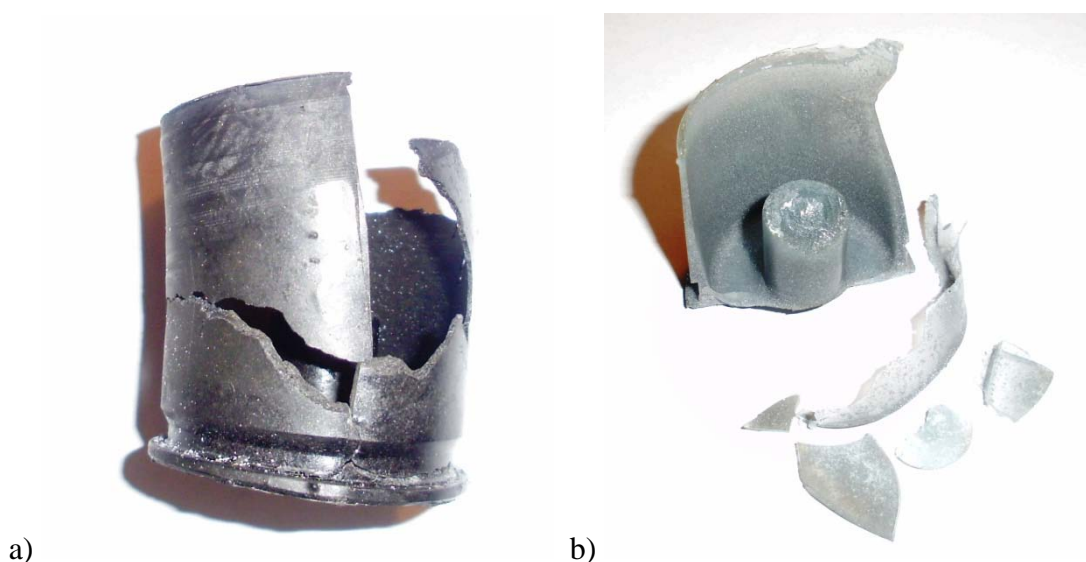


Obr. 27. a) Formování pryskyřicí R688BV b) Hmotnost prototypu 17 g.

Výroba prototypu z polyesterové pryskyřice s 10 hm. % uhlíkového prachu se prováděla v první formě ze silonu. Odformovány byly 3 ks prototypů s uhlíkovým prachem. Kvalitě duralové nábojnice neodpovídal ani jeden z prototypů. První prototyp se zkoušel při použití silikonového separátoru. Při odformování vnější části formy, se spodní osazení prototypu odlomilo, a z jádra nešel sundat. Při použití větší síly se prototyp rozlomil a byl též nedotečený. U dalšího prototypu separovaného modrou indulonou byl výsledek stejný. U třetího prototypu separovaného modrou pastou Mold Relfase byl výsledek lepší. Prototyp šel celý odformovat, i z jádra, ale byl nekvalitní, nedotečený, osazení bylo z části odlomeno.

Prototyp z polyesterové pryskyřice R688BV s Al práškem

Výroba prototypu z polyesterové pryskyřice s 10 hm. % hliníkového prášku byla obdobná jako u prototypu s 10 hm. % uhlíkového prachu. Při vyjímání z formy se prototyp rozlomil. Kompozitní polyesterový materiál je po formování prototypu nábojnice křehký a tudíž nevhodný.



Obr. 28. a) Prototyp z R688BV s uhlíkovým prachem b) S Al práškem

Hodnocení výroby prototypu z polyesterové pryskyřice R688BV s různými plniv

Tab. 15. Hmotnosti různých polyesterových prototypů

Vzorky	R688BV	Butanox M-50	Plnivo	Hmotnost	Délka
	hm. díly	hm. díly [%]	hm. díly [%]	[g]	[mm]
1	100	2	10 C prach	15,79	-
2	100	2	10 C prach	16,11	-
3	100	2	10 C prach	17,00	-
4	100	2	10 Al	16,25	-

Kompozitní materiál z polyesterové pryskyřice R688BV, iniciátoru Butanox M-50 a použitých plniv, jako uhlíkový prach nebo Al prášek je pro technologii ručního odlévání prototypu nábojnice nevhodný. Na trhu je široká škála polyesterových pryskyřic, ale je nutné požádat výrobce o informaci, jaký typ a složení pryskyřice, iniciátoru a separátoru použít při dané technologii.

9.3 Prototyp z epoxidové pryskyřice

Epoxidovou pryskyřici jsme s vedoucí diplomové práce vybraly z důvodu velkého zastoupení na trhu. Je vhodná pro výrobu modelů i pro letecký průmysl. V porovnání s ostatními reaktoplasty má při vytvrzování malé smrštění. Pryskyřice L 285 spolu s tužidlem 285 vytváří velmi viskózní směs, a tím jsou i plniva kvalitně promíchána a prosycena. Díky tomu má výrobek podstatně nižší hmotnost a vyšší užitkovou hodnotu. Technický list je uveden v příloze P VI.

Tab. 16. Pomocné hodnoty pro míchání pryskyřice L 285 a tužidla 285

Hmotnostní poměr mísení – na 100 dílů pryskyřice přijde 40 ± 2 díly tužidla					
Pryskyřice [g]	Tužidlo [g]	Pryskyřice [g]	Tužidlo [g]	Pryskyřice [g]	Tužidlo [g]
5	$2 \pm 0,1$	40	$16 \pm 0,8$	75	$30 \pm 1,5$
10	$4 \pm 0,2$	45	$18 \pm 0,9$	80	$32 \pm 1,6$
15	$6 \pm 0,3$	50	$20 \pm 1,0$	85	$34 \pm 1,7$
20	$8 \pm 0,4$	55	$22 \pm 1,1$	90	$36 \pm 1,8$
25	$10 \pm 0,5$	60	$24 \pm 1,2$	95	$38 \pm 1,9$
30	$12 \pm 0,6$	65	$26 \pm 1,3$	100	$40 \pm 2,0$
35	$14 \pm 0,7$	70	$28 \pm 1,4$	105	$42 \pm 2,1$

Tab. 17. Doba vytvrzování pryskyřice s použitím rozdílných tužidel a různých teplot

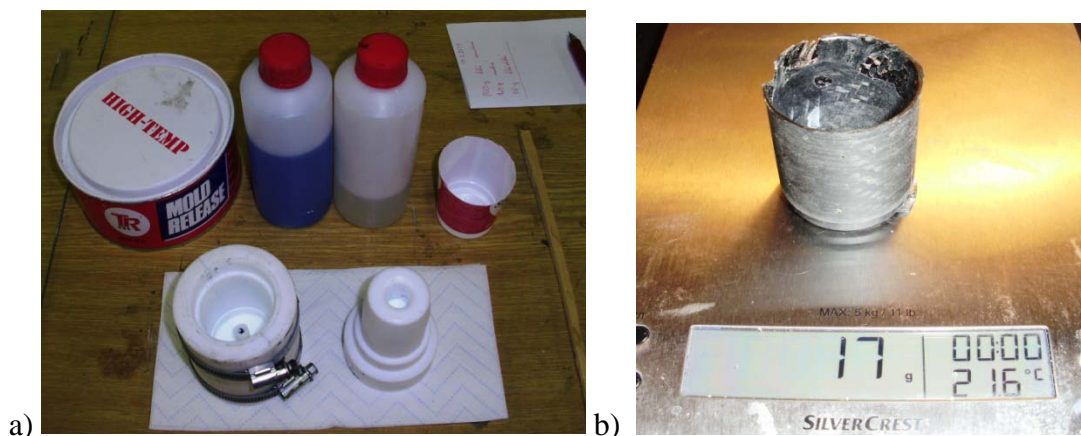
Doba vytvrzování pryskyřice s použitím rozdílných tužidel při různé teplotě		
Tužidlo	Doba vytvrzení při teplotě 20 - 25°C	Doba vytvrzení při teplotě 40 - 45°C
Tužidlo 135	4 – 5 hodin	50 minut
Tužidlo 136	6 – 7 hodin	1 – 2 hodiny
Tužidlo 137	10 – 12 hodin	3 – 4 hodiny
Tužidlo 285	2 – 3 hodiny	45 - 60 minut
Tužidlo 286	3 – 4 hodiny	60 - 90 minut
Tužidlo 287	5 – 6 hodin	80 - 120 minut
Tužidlo 501	2 – 3 hodiny	40 - 50 minut
Tužidlo 502	4 – 5 hodin	60 - 80 minut

Tab. 18. Cenový přehled různých balení epoxidové pryskyřice

Balení [kg]	Cena za jednotku bez DPH [Kč]	Cena za množství bez DPH [Kč]	Cena za množství s DPH [Kč]
1	520,00	520,00	629,00
3	488,50	1 465,00	1 772,50
5	457,00	2 284,00	2 763,50
10	428,50	4 284,00	5 183,50
20	422,00	8 442,00	10 215,00
30	416,00	12 474,00	15 093,50

Prototyp z epoxidové pryskyřice L 285 a 10 hm. % uhlíkového prachu

Na obrázku (Obr. 29) je pryskyřice L 285 čiré barvy, tužidlo 285 modré barvy s poměrem míchání na 100 dílků pryskyřice 40 dílků tužidla. Plnivem pak 10 hm. % uhlíkového prachu. Byla použita forma z teflonového materiálu ještě bez odtokových kanálek. K separaci jsem použila modrou pastu Mold Release. Jádru ve formě bylo vždy zatěžováno stejnou hmotností 1 kg. Jak je uvedeno v technickém listu, v příloze P VI, vytvrzování směsi trvá 2 až 3 hodiny za pokojové teploty. Odformování jsem provedla až za 12 hodin.

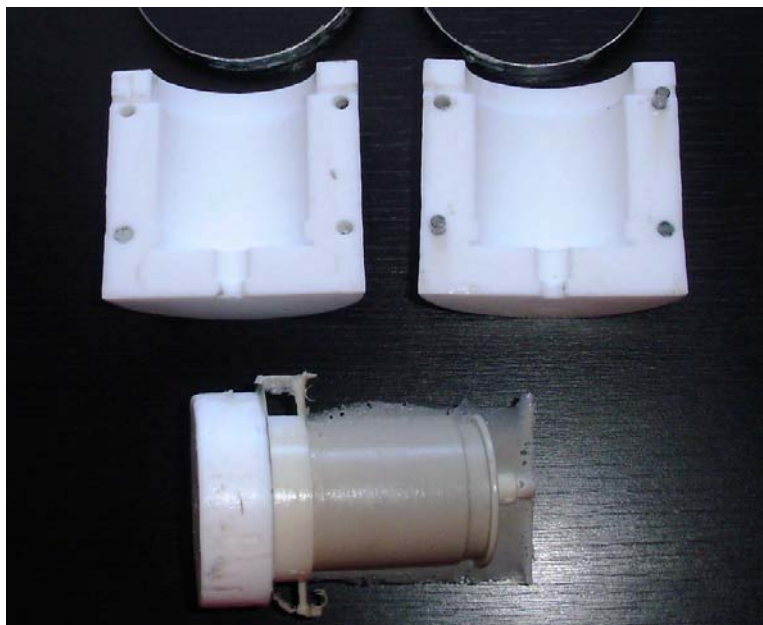


Obr. 29. a) Příprava formování b) Odformovaný prototyp s uhlíkovou tkaninou

Boční díly formy se již nedaly tak lehce rozložit jako u odformování z polyesterového kompozitního materiálu. Na obrázku (Obr. 32) jsou vidět dva boční prototypy s uhlíkovým prachem. Prototypy jsou nedotečené, s bublinkami, a jádro z prototypu nešlo vyndat. Část osazení se při odformování odlomila.

Úprava formy

Po konzultaci s vedoucí diplomové práce jsem následně nechala vytvořit chybějící odvodňovací kanálky u výšky stěny prototypu. Ve spojích vnější části formy se dodatečně vytvořily dva odtokové kanálky jak je vidět na obrázku (Obr. 30). Hmotnost celkové kompozitní směsi pro prototyp byla 30 g. Tuto hmotnost jsem zjistila při zkušebním naplnění formy vodou a přidala jsem 5 g pro odtokové vzduchové kanálky. U dalšího prototypu byla požadovaná výška plně dotečená. Vzhledem ke tvaru jádra formy, kde válcová část měla malý úkos $0,5^\circ$, byla ještě provedena úprava válcové části na $1,5^\circ$ úkosu pro lepší odformování.



Obr. 30. Pohled na dodatečně vytvořené odtokové kanálky

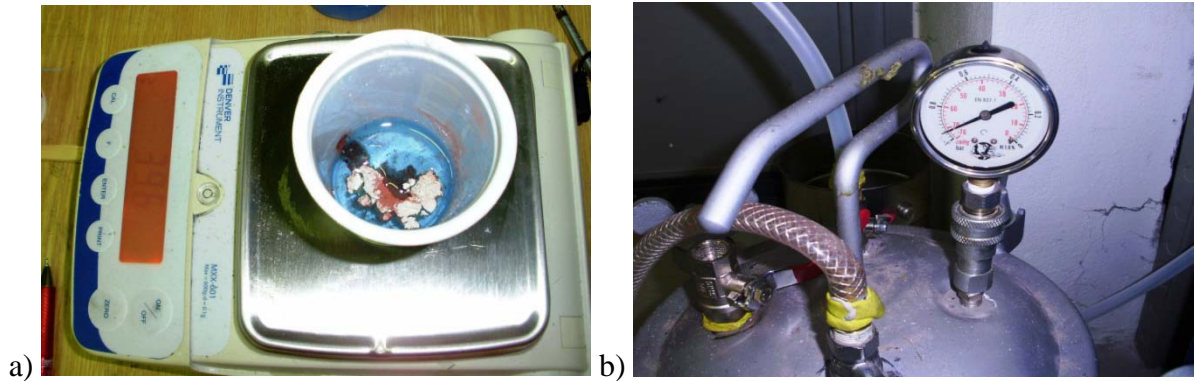
Prototyp z epoxidové pryskyřice L 285 s mědí a slídou

Další prototyp byl formován v laboratoři fakulty za pokojové teploty 22°C . Použita byla pryskyřice L 285 a tužidlo 285 s poměrem míchání na 100 dílků pryskyřice 40 dílků tužidla váhově. Jako plnivo jsme zvolila práškovou měď a slídu. Do kompozitní směsi se zamíchal i odpěňovač Byk-9076. Směs byla ještě vakuována 10 minut pro odloučení vzduchu ze směsi a pak se vtila do formy. K separaci formy se použila modrá separační pasta Mold Release.

Hmotnostní obsah formovací kompozitní směsi na jeden prototyp:

- 25 g epoxidové pryskyřice L 285
- 10 g tužidla 285

- 1.5 g bílé slídy
- 2 g Cu
- 1 g odpěňovače BYK-9076

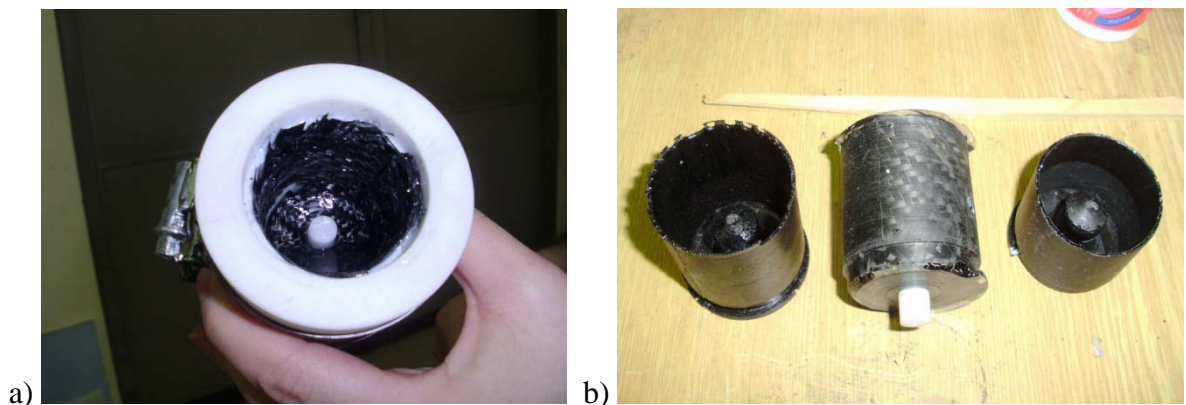


Obr. 31. a) Navážení všech přísad směsi b) Vakuování zamíchané směsi

Po uplynutí doby vytvrzování se vnější části formy lehce oddělily. Prototyp byl hezky plně zatečen, ale při odformování kolíku ve spodní části prototyp prasknul.

Prototyp z epoxidové pryskyřice L 285 a uhlíkové tkaniny

Na další prototyp, (Obr. 32) byla opět použita pryskyřice L 285 čiré barvy, tužidlo 285 modré barvy s poměrem míchání, na 100 hm. dílků pryskyřice, 40 hm. dílků tužidla váhově. Jako plnivo se použila uhlíková tkanina, která se ustříhla pro vhodné uložení do formy. Tkanina byla nejdříve plně prosycena částí viskózní pryskyřice a pak dolita zbytkem směsi. K separaci se použila modrá separační pasta Mold Release.



Obr. 32. a) Prosyčení C tkaniny b) Prototyp s uhlíkovou tkaninou uprostřed.

Formovací a vytvrzovací postup zůstal stejný. Jádru ve formě bylo zatíženo závažím 1 kg. Vyjmutí z formy bylo problematické, v materiálu spodního osazení chyběla uhlíková tkanina a samotná pryskyřice bez výztuže byla docela křehká. Osazení se zčásti odlomilo, jak je vidět i na (Obr. 32) uprostřed. Kompozitní materiál epoxidové pryskyřice s uhlíkovou tkaninou není vhodný pro prototyp nábojnice i z pohledu pracnosti.

Hodnocení výroby prototypu z epoxidové pryskyřice s různými plniv

Tab. 19. Hmotnosti různých epoxidových prototypů

Vzorky	Pryskyřice L 285	Tužidlo 285	Přísada	Hmotnost	Délka
	hm. díly	hm. díly	hm. díly	[g]	[mm]
1	100	40	10 Cu a slídou	19,16	45,63
2	100	40	C tkanina	17,00	45,92
3	100	40	10 C prachu	17,45	45,81
4	100	40	10 C prachu	17,00	45,91

Kompozitní materiál z epoxidové pryskyřice L 285, tužidla 285 a použitých plniv pro technologii ručního odlévání prototypu nábojnice je nevhodný. Škála epoxidových pryskyřic je velká a zvětšuje se s aplikací různých tužidel. Takový kompozitní epoxidový materiál, který bude roven požadavkům duralové nábojnice, je potřeba najít z více provedených formovacích pokusů. Epoxidový kompozitní materiál je ve srovnání s polyesterovým materiálem pro ruční odlévání dokonce horší. Nejenže že je křehký, praská, ale je i méně dotečený. Po konzultaci s vedoucí diplomové práce se zvolila matrice polyuretanová, přímo určená pro výrobu prototypů technologií ručního odlévání.

9.4 Prototyp z rychle tuhnutí polyuretanové pryskyřice

Polyuretanovou pryskyřici F 16 jsme s vedoucí diplomové práce vybraly, že je určená pro technologii odlévání a jednak z důvodu zkrácení výrobního procesu formování. Jde o univerzální dvousložkovou pryskyřici pro výrobu forem, tenkostěnných odlitků malosériové výroby a předsériové testy. Je vhodná pro použití plniv. Mísící poměr hmotnostních dílů je 100 dílků složky A (F 16 Polyol) a 100 dílků složky B (F 16 ISO). Doba vytvrzování pro odformování je velmi krátká, za pokojové teploty je to jen 30 minut. Má malé smrštění, nízkou viskozitu a teplotní odolnost 100°C. Další výhodou je, že se při vytvrzování neuvolňují do ovzduší organické plynné látky. Technický list je uveden v příloze P VIII. K separaci

povrchu formy byla použita modrá pasta Mold Release. Byly vyrobeny dva prototypy bez plniva, dále dva s plnivem 10 hm. % uhlíkového prachu, dva s plnivem 10 hm. % Al prášku, dva s plnivem 5 hm. % Cu prášku s 5 hm. % prášku slídy, a ještě dva prototypy s 10 hm. % bronzového prášku (Obr. 34 až 38).

Tab. 20. Mísící poměr polyuretanové pryskyřice F 16

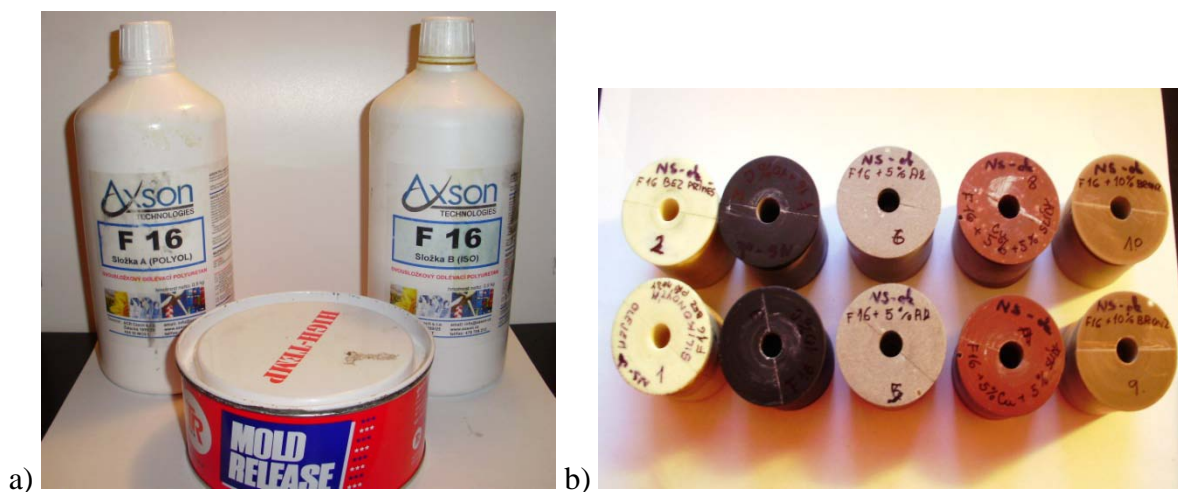
	Složka A	Složka B
	F 16 Polyol	F 16 ISO
Mísící poměr (hmotnostní díly)	100	100

Tab. 21. Doba vytvrzování polyuretanové pryskyřice F 16 bez plniva a s plnivem

	Směs bez plniva	Směs s plnivem
Doba vytvrzení při teplotě 23°C	20 minut	30 minut

Tab. 22. Cena za balení polyuretanové pryskyřice F 16

Balení [kg]	Cena za množství bez DPH [Kč]	Cena za množství s DPH [Kč]
F 16 (0,9 + 0,9) kg	699,00	845,79



Obr. 33. a) Balení pryskyřice F 16 b) Odformované prototypy z F 16

Prototyp z rychle tuhnoucí polyuretanové pryskyřice F 16 bez plniv*Obr. 34. Prototyp z F 16 bez plniv***Prototyp z rychle tuhnoucí polyuretanové pryskyřice F 16 s C prachem***Obr. 35. Prototyp z F 16 s C prachem***Prototyp z rychle tuhnoucí polyuretanové pryskyřice F 16 s Al práškem***Obr. 36. Hmotnost prototypu s plnivem Al prášku*

Prototyp z rychle tuhnoucí polyuretanové pryskyřice F 16 s Cu a slídou*Obr. 37. Prototyp z F 16 s práškem Cu a slídy***Prototyp z rychle tuhnoucí polyuretanové pryskyřice F 16 s bronzovým práškem***Obr. 38. Prototyp z F 16 s bronzovým práškem***Hodnocení výroby prototypů z polyuretanové pryskyřice F 16 s plnivý***Tab. 23. Hmotnosti různých polyuretanových prototypů z F 16*

Vzorky	Polyuretanová rychle tuhnoucí	Složka A hm. díly	Složka B hm. díly	Pří sada hm. díly	Hmotnost [g]	Délka [mm]
1	F16	100	100	0	15,83	45,99
2	F16	100	100	0	16,98	45,82
3	F16	100	100	10 C prach	16,39	45,84
4	F16	100	100	10 C prach	16,44	45,72
5	F16	100	100	10 Al	18,60	45,89
6	F16	100	100	10 Al	18,11	45,84
7	F16	100	100	5 Cu, 5 slídy	19,93	45,81
8	F16	100	100	5 Cu, 5 slídy	19,19	45,91
9	F16	100	100	10 bronz	17,73	45,91
10	F16	100	100	10 bronz	17,66	45,82

Kompozitní materiál z polyuretanové pryskyřice F 16 s dodaným tužidlem je přímo určen pro výrobu formovaných výrobků. Použitá plniva se lehce a rychle smísila a viskozita směsi s plnivy byla nízká. I když je v technickém listu dána doba zpracovatelnosti s plnivy při 25°C jen 3 až 4 minuty, bylo formování rychlé a kvalitní. Přebytečná směs odtekla odtokovými kanálky a prototyp byl plně dotečen. Oproti polyesterové a epoxidové pryskyřici je doba vytvrzení u F 16 velice krátká. Vyjmutí z formy šlo velmi lehce. Ke kompletaci dělostřeleckého náboje se odformovaný prototyp musí ještě dokončit obráběním podle výrobního výkresu. Dle pracovníka vývojové dílny je tento kompozitní materiál vhodný k obrábění. Při kompletaci střely do již upraveného kompozitního prototypu nábojnice z pryskyřice F 16 došlo k porušení stěny – prototyp prasknul u tří kusů. Proto jsme s vedoucí diplomové práce ještě navrhly použití elastického kompozitního materiálu, a to pryskyřici UR 3490.

9.5 Prototyp z elastické polyuretanové pryskyřice

Polyuretanovou elastickou pryskyřici UR 3490 jsme s vedoucí diplomové práce zvolily z důvodu námi požadovanějšího poddajnějšího, trochu více pružnějšího materiálu prototypu protože při kompletaci nábojnice v kompletní náboj, prototyp z F 16 při nasazování střely tlakem prasknul. UR 3490 je elastická dvousložková netoxická pryskyřice pro výrobu slévárenských modelů a jaderníků, pro prototypové odlitky (nezlomitelné funkční díly) a pro lisovací a zaklepávací nástroje. Mísící poměr váhový je 100 dílků složky A – Isokyanát a 50 dílků B – Polyol. Technický list je uveden v příloze P IX. Ukázky prototypů jsou na obrázcích (Obr. 39 až 44).

Vlastnosti pryskyřice UR 3490 - má vynikající otěruvzdornost i rázovou houževnatost, malou náchylnost na vlhko, jde o nezlomitelné odlitky. Rychlé vytvrzení k odformování při 80°C je 2 až 4 hodiny, při 23°C je to až 16 hodin. K separaci povrchu formy byl dodán i separátor Aerosol 870.

Tab. 24. Mísící poměr polyuretanové pryskyřice UR 3490

	Složka A	Složka B
	Isokyanát	Polyol
Mísící poměr váhový (hmotnostní díly)	100	50

Tab. 25. Doba vytvrzování polyuretanové pryskyřice UR 3490

	Při teplotě 23°C	Při teplotě 80°C
Doba vytvrzení k odformování	16 hodin	2 – 4 hodiny

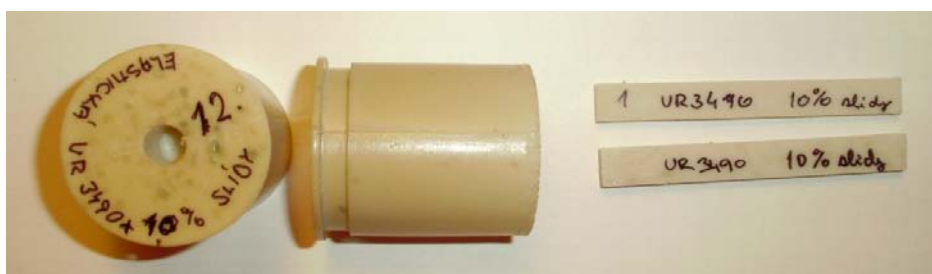
Tab. 26. Cena za balení polyuretanové pryskyřice UR 3490

Balení [kg]	Cena za množství bez DPH [Kč]	Cena za množství s DPH [Kč]
UR 3490 (1 + 0,5) kg	1 864,00	2 255,44
870 Aerosol (400 ml)	425,00	514,25

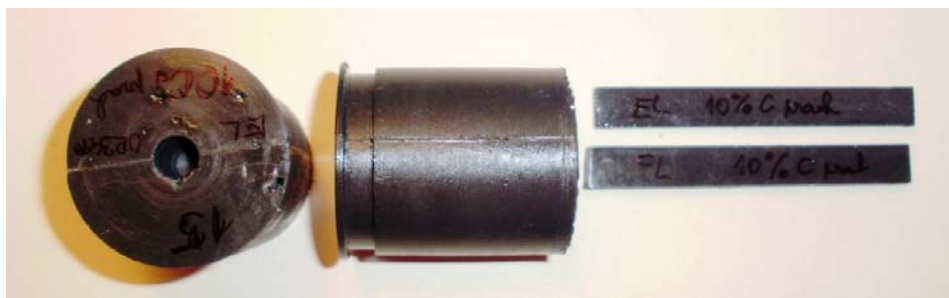
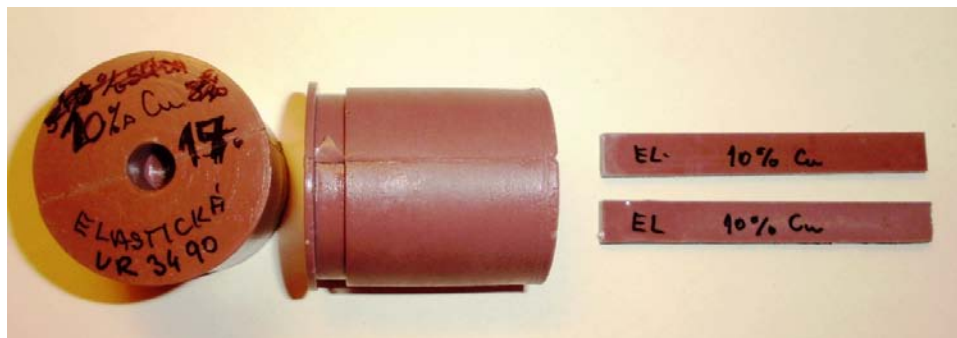


Obr. 39. a) Balení pryskyřice b) Odformované prototypy z UR 3490

Prototyp z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 se slídou



Obr. 40. Prototyp z UR 3490 se slídou

Prototyp z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 s C vláknum*Obr. 41. Prototyp z UR 3490 s nasekaným uhlíkovým vláknem***Prototyp z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 s C prachem***Obr. 42. Prototyp z UR 3490 s uhlíkovým prachem***Prototyp z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 s měděným práškem***Obr. 43. Prototyp z UR 3490 s měděným práškem***Prototyp z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 s bronzovým práškem***Obr. 44. Prototyp z UR 3490 s bronzovým práškem*

Hodnocení výroby prototypů z polyuretanové pryskyřice UR 3490 s plnivý*Tab. 27. Hmotnosti různých polyuretanových prototypů z UR 3490*

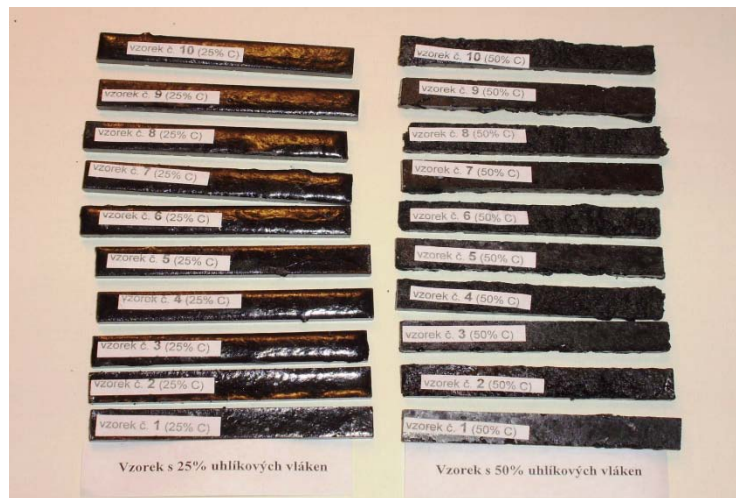
Vzorky	Složka A (Isokyanát)	Složka B (Polyol)	Přísada	Hmotnost	Délka
	hm. díly	hm. díly	hm. díly [%]	[g]	[mm]
1	100	50	10 slídy	17,52	45,98
2	100	50	10 slídy	17,84	45,91
3	100	50	10 C vlákno	29,08	55,48
4	100	50	10 C vlákno	21,94	46,16
5	100	50	10 C prach	16,91	45,85
6	100	50	10 C prach	17,03	45,89
7	100	50	10 Cu	19,47	45,88
8	100	50	10 Cu	19,63	45,94
9	100	50	10 bronz	18,01	45,91
10	100	50	10 bronz	18,31	45,86

Polyuretanová dvousložková pryskyřice UR 3490 je přímo dodávána pro výrobu slévárenských modelů a prototypové odlitky. Má větší viskozitu jak F 16, ale i tak se plniva lehce a rychle zamísila ve směsi. Doba zpracovatelnosti s plnivý při 25°C je jen 13 až 15 minut. Přebytečná směs odtekla odtokovými kanálky a prototyp byl plně dotečen. Oproti rychle tuhnutí polyuretanové pryskyřici F 16 je doba vytvrzení delší a to až 16 hodin. Díky vhodnému, k této pryskyřici určenému separátoru bylo vyjmutí prototypu z formy mnohem lehčí než u F 16. Odformovaný prototyp je pružnější než prototyp z F 16. I tento kompozitní materiál je vhodný k následnému obrábění. Při kompletaci dělostřeleckého náboje odformovaný prototyp zalisováním střely neprasknul.

10 PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLÍSEK PRO STANOVENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ DLE NOREM

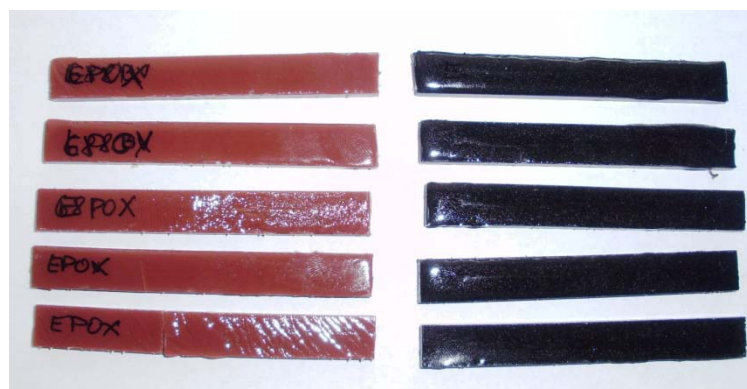
Zkušební tělíska se odlévaly současně při výrobě prototypů. Ze smíchané kompozitní směsi se pro prototyp odlilo 30 g do formy a zůstatek směsi do formy zkušebních tělísek.

10.1 Zkušební tělíska z polyesterové pryskyřice s plnivý



Obr. 45. Zkušební tělíska z polyesterové pryskyřice

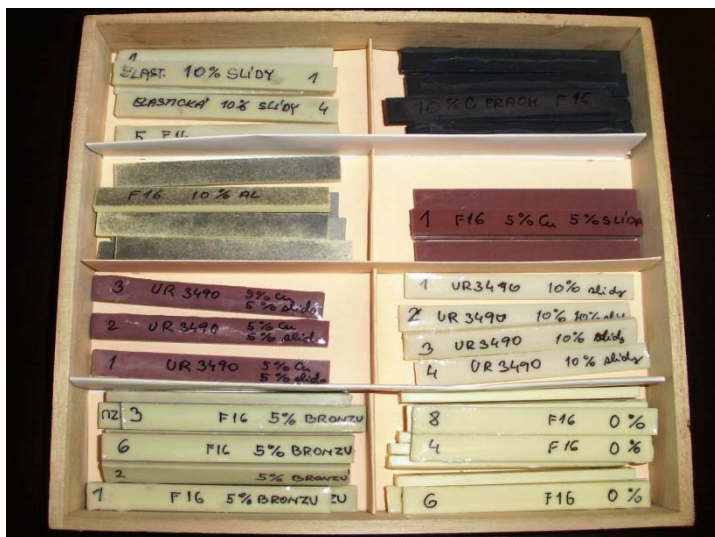
10.2 Zkušební tělíska z epoxidové pryskyřice s plnivý



Obr. 46. Zkušební tělíska z epoxidové pryskyřice

10.3 Zkušební tělíska z polyuretanové pryskyřice F 16 a UR 3490 s plnivý

Taktěž zkušební tělíska pro ohybové zkoušky z polyuretanové pryskyřice se odlévala do formy v průběhu formování prototypu.



Obr. 47. Zkušební tělíska z polyuretanové pryskyřice

10.4 Mechanické zkoušky ohybem

10.4.1 Přístroj a zařízení pro experimentální ohybové zkoušky

Ke stanovení mechanických vlastností byl použit zkušební stroj a zařízení:

- univerzální zkušební stroj ZWICK 1456 s připojeným extenzometrem
- posuvné digitální měřidlo Mitutoyo

Tab. 28. Technické údaje zkušebního stroje ZWICK 1465

Maximální posuv příčnicku	800 mm/min
Snímače síly	2,5 a 20 kN
Teplotní komora	-80/+250 °C
TestExpert software	Tah/Ohyb/Tlak



Obr. 48. Zkušební stroj ZWICK 1465

10.4.2 Zkouška trojbodovým ohybem

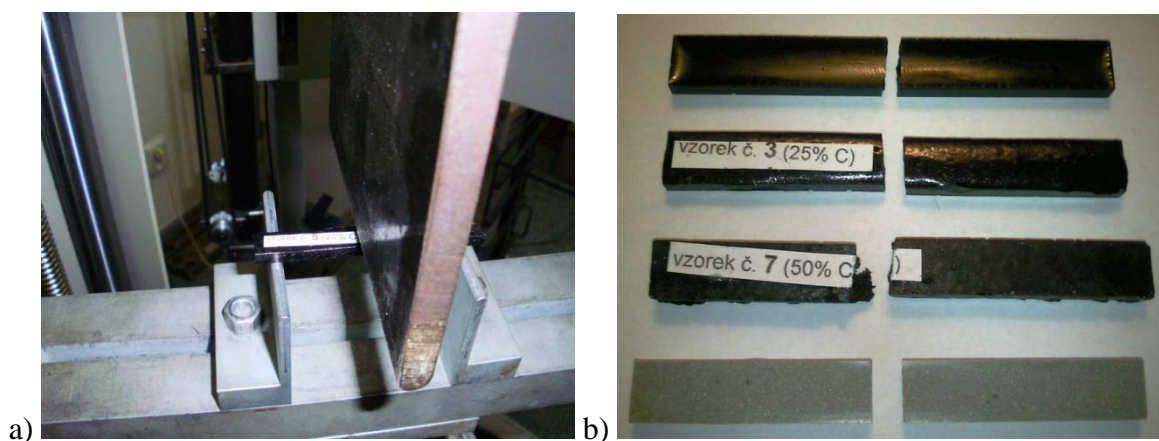
Zkouška ohybem se používá pro hodnocení křehkosti technických materiálů. Provádí se na zkušebních vzorcích, jejichž tvary a rozměry jsou normalizovány. Zkouškou ohybem zjišťujeme pevnost v ohybu a průhyb tyče, které odpovídají porušení zkoušeného materiálu.

Ohybová zkouška byla provedena na univerzálním zkušebním stroji ZWICK 1456 řízeném počítačem. Každý vzorek byl předem přeměřen posuvným měřidlem. Naměřené hodnoty šířky a tloušťky byly zadány do programu testExpert.

Vzorek byl položen na dvou podporách, které byly od sebe ve vzdálenosti 64 mm. Po spuštění zkoušky se zkušební vzorek uprostřed zatěžoval plynule rostoucí silou až do úplného zlomení. V průběhu ohybové zkoušky byly zaznamenávány hodnoty, které jsou uvedeny v následujících bodech diplomové práce.

10.5 Zkouška ohybem vzorků z polyesterové pryskyřice

Délka vyrobených zkušebních vzorků byla 125 mm. Vzdálenost podpěr pro vzorky délky 125 mm byly 64 mm. U vzorků dvojnásobné délky bývají podpěry vzdáleny 128 mm. Před spuštěním zkoušky byla posuvným měřidlem změřena u každého vzorku šířka a tloušťka. Tyto hodnoty byly zadány do programu testExpert. Zkouška probíhala do úplného zlomení zkušebního tělíska. V průběhu zkoušky byla zaznamenávána celá řada hodnot: modul pružnosti v ohybu – E_{fM} , napětí na mezi pevnosti v ohybu – σ_{fM} , deformace ohybem na mezi pevnosti v ohybu – ε_{fM} , a další.

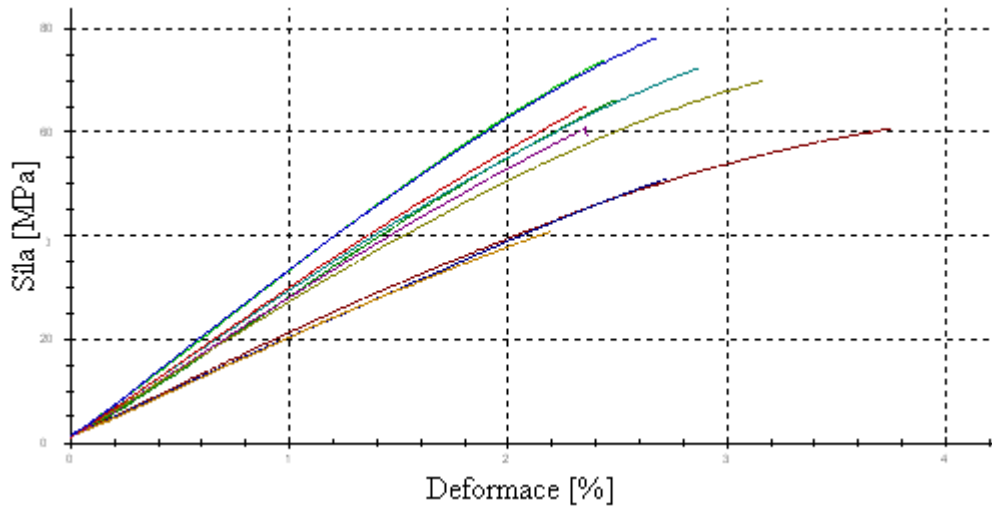


Obr. 49. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po přelomení

Výsledky ohybových zkoušek UP-R s 10 % uhlíkového prachu

Tab. 29. Ohybové vlastnosti UP-R s 10 % uhlíkového prachu

UP-R 10 % C	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\varepsilon_{(\sigma_{fM})}$	$W_{(\sigma_{fM})}$
$n = 8$	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,059	10,12	2620	68,4	2,8	299,99
s	0,06833	0,08903	363	6,33	0,5	58,72
v	1,68	0,88	13,85	9,25	17,6	19,57

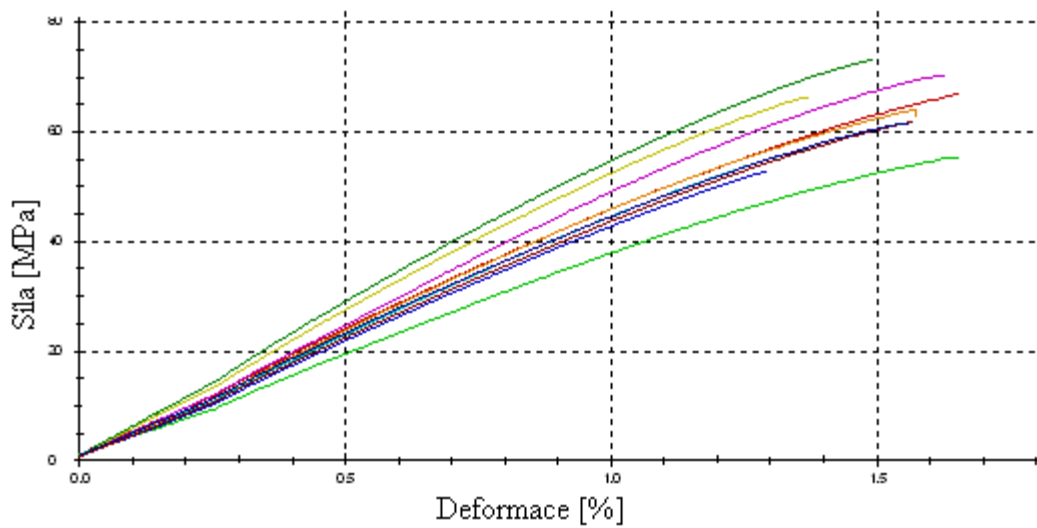


Obr. 50. Graf ohybových zkoušek UP-R s 10 % uhlíkového prachu

Výsledky ohybových zkoušek UP-R s 25 % uhlíkového prachu

Tab. 30. Ohybové vlastnosti UP-R s 25 % uhlíkového prachu

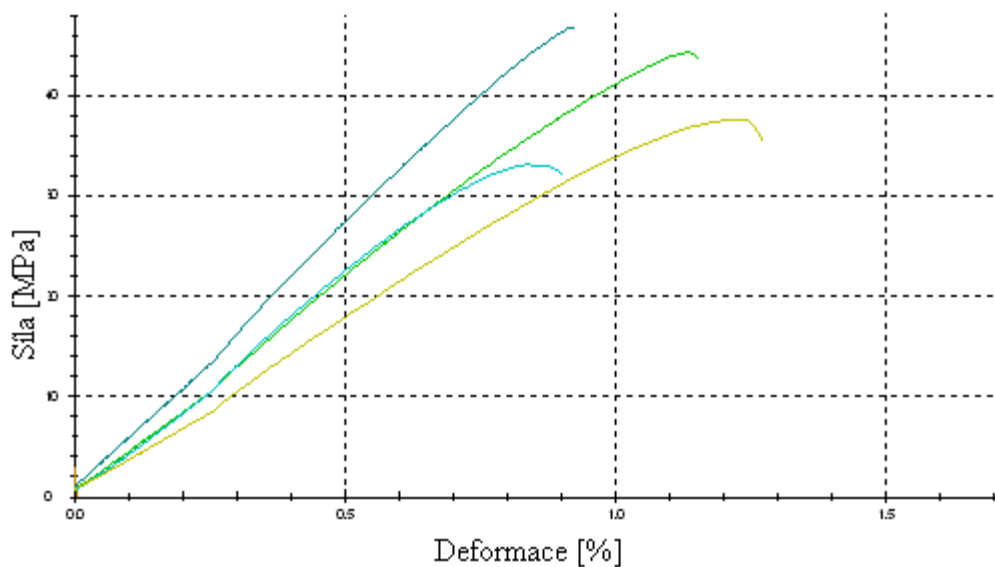
UP-R 25 %C	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\epsilon_{(\sigma_{fM})}$	$W_{(\sigma_{fM})}$
n = 10	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,657	10,01	4220	62,9	1,5	171,61
s	0,3757	0,07947	547	6,55	0,1	23,88
v	8,07	0,79	12,99	10,41	8,45	13,91



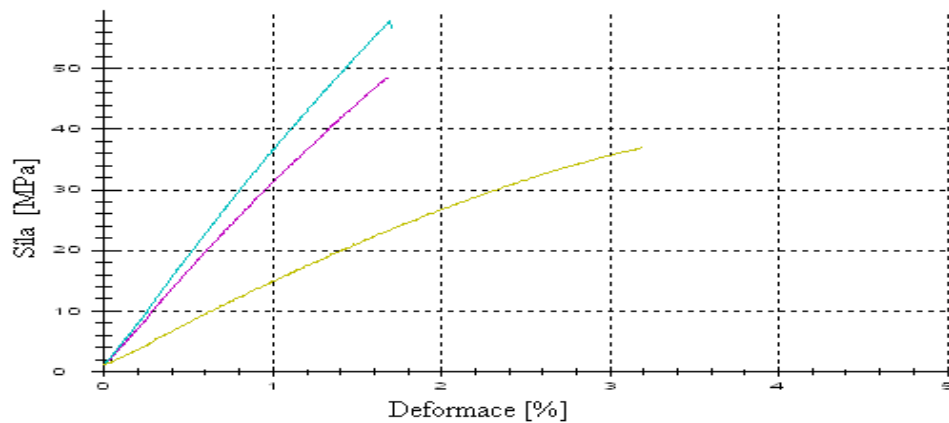
Obr. 51. Graf ohybových zkoušek UP-R s 25 % uhlíkového prachu

Výsledky ohybových zkoušek UP-R s 50 % uhlíkového prachu
Tab. 31. Ohybové vlastnosti UP-R s 50 % uhlíkového prachu

UP-R 50 %C	a₀	b₀	E_{fM}	σ_{fM}	ε(σ_{fM})	W(σ_{fM})
n = 5	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,78	10,01	3980	32,9	0,8	63,59
s	0,4348	0,209	715	17,7	0,5	38,65
ν	9,1	2,09	17,97	53,74	-	-


Obr. 52. Graf ohybových zkoušek UP-R s 50 % uhlíkového prachu
Výsledky ohybových zkoušek UP-R s 10 % Al prášku
Tab. 32. Ohybové vlastnosti UP-R s 10 % Al prášku

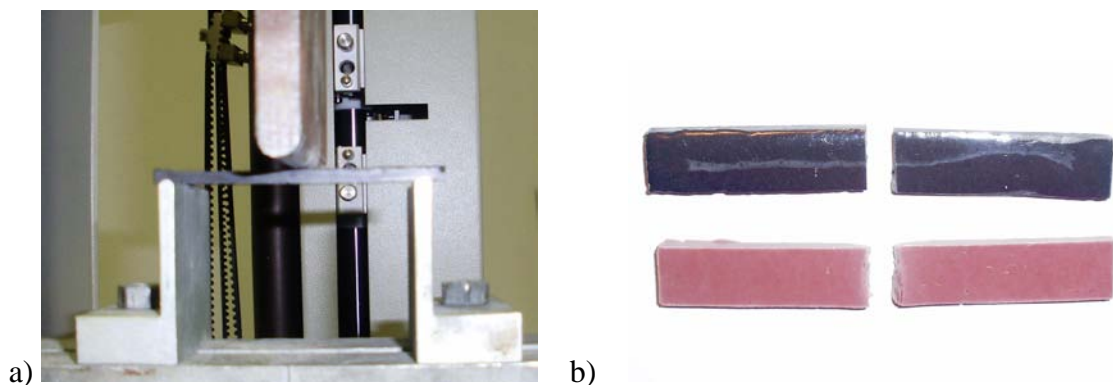
UP-R 10 % Al	a₀	b₀	E_{fM}	σ_{fM}	ε(σ_{fM})	W(σ_{fM})
n = 3	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,073	10,15	2610	47,8	2,2	160,33
s	0,04509	0,04561	1160	10,5	0,9	35,78
ν	1,11	0,45	44,25	21,91	39,69	22,32



Obr. 53. Graf ohybových zkoušek UP-R s 10 % Al prášku

10.6 Zkouška ohybem vzorků z epoxidové pryskyřice

Při provádění ohybové zkoušky u vzorků z epoxidové pryskyřice došlo k přelomení všech kompozitních vzorků. Hodnoty ze zkoušky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

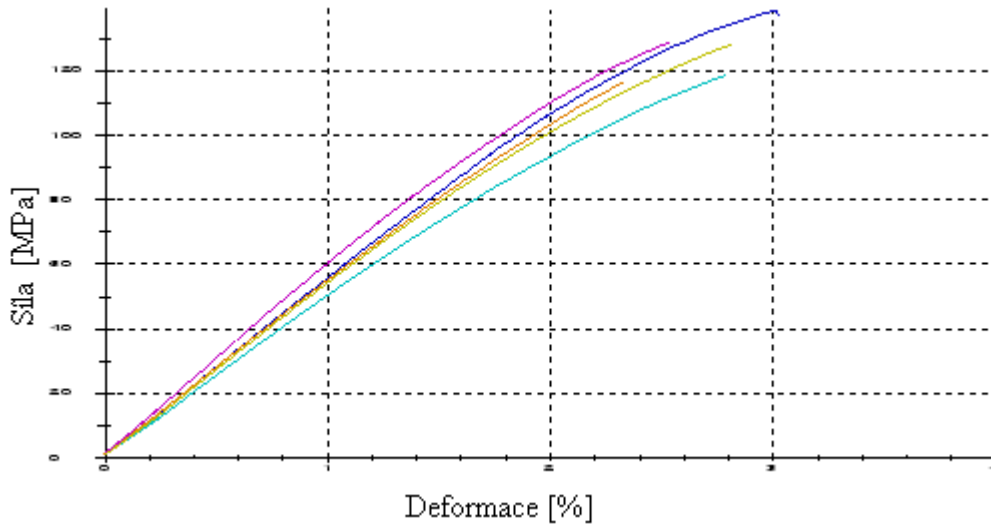


Obr. 54. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po přelomení

Výsledky ohybových zkoušek EP-R s 10 % uhlíkového prachu

Tab. 33. Ohybové vlastnosti EP-R s 10 % uhlíkového prachu

EP-R 10 % C	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\epsilon(\sigma_{fM})$	$W(\sigma_{fM})$
$n = 5$	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,14	9,76	5200	126	2,7	541,89
s	0,4506	0,08944	400	8,94	0,3	96,22
v	10,88	0,92	7,7	7,09	9,88	17,76

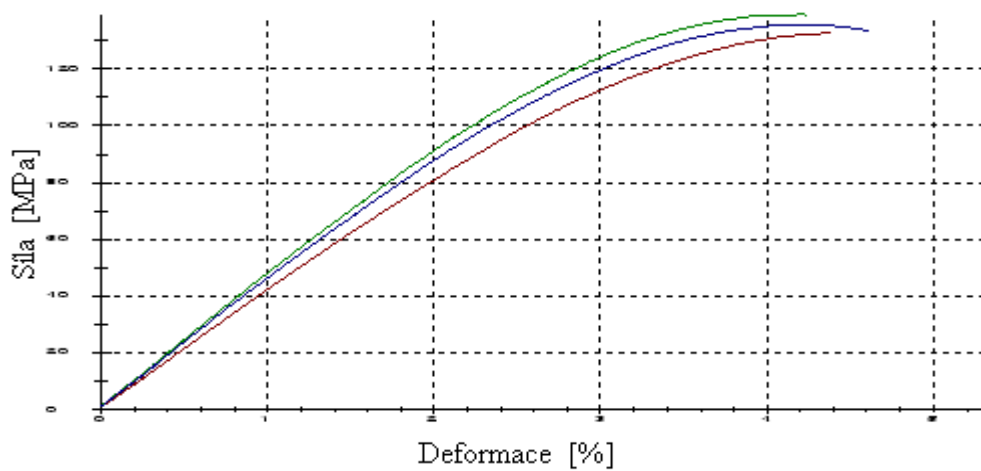


Obr. 55. Graf ohybových zkoušek EP-R s 10 % uhlíkového prachu

Výsledky ohybových zkoušek EP-R s 10 % měděného prášku

Tab. 34. Ohybové vlastnosti EP-R s 10 % měděného prášku

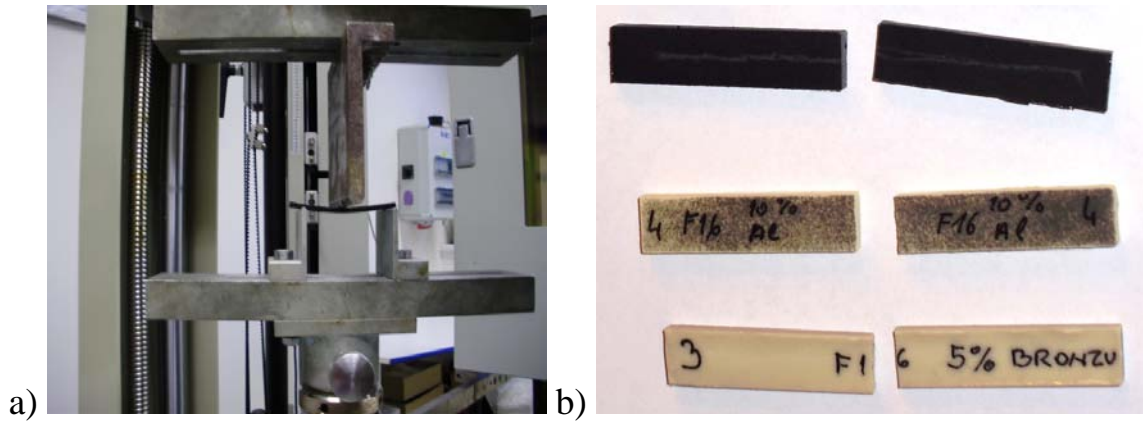
EP-R 10 % mědi	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\epsilon(\sigma_{fM})$	$W(\sigma_{fM})$
n = 3	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,033	9,8	4350	136	4,2	996,03
s	0,3215	0	271	3,28	0,1	84,49
v	7,97	0	6,23	2,42	3,23	8,48



Obr. 56. Graf ohybových zkoušek EP-R s 10 % měděného prášku

10.7 Zkouška ohybem vzorků z polyuretanové pryskyřice F 16

Při provádění ohybové zkoušky vzorků z rychle tuhnutí polyuretanové pryskyřice F 16 došlo k přelomení všech kompozitních vzorků. Hodnoty jsou uvedeny v tabulkách.

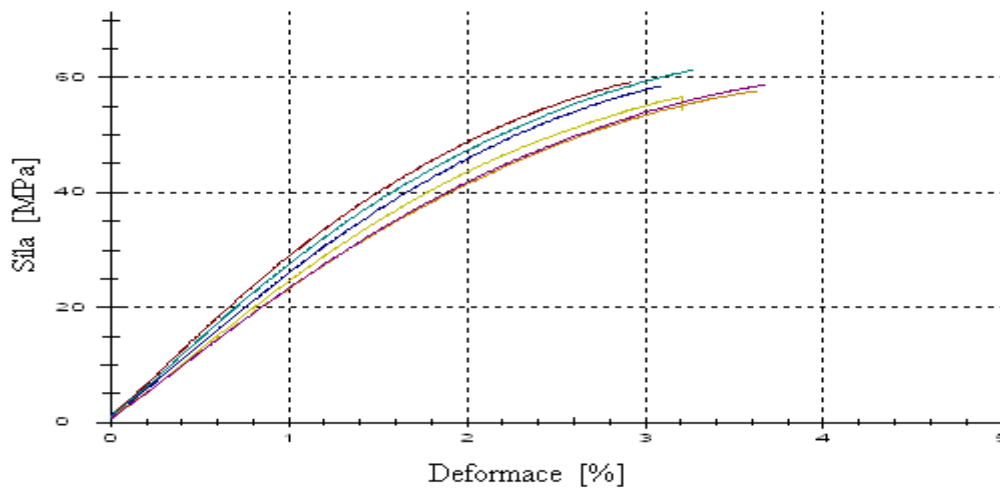


Obr. 57. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po přelomení

Výsledky ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % C prachu

Tab. 35. Ohybové vlastnosti PU-R F 16 s 10 % uhlíkového prachu

F 16 10 % C prach	a₀	b₀	E_{fM}	σ_{fM}	ε(σ_{fM})	W(σ_{fM})
n = 6	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,53	10,22	2350	58,7	3,3	386,69
s	0,448	0,1145	229	1,54	0,3	66,66
v	9,89	1,12	9,72	2,63	9,13	17,24

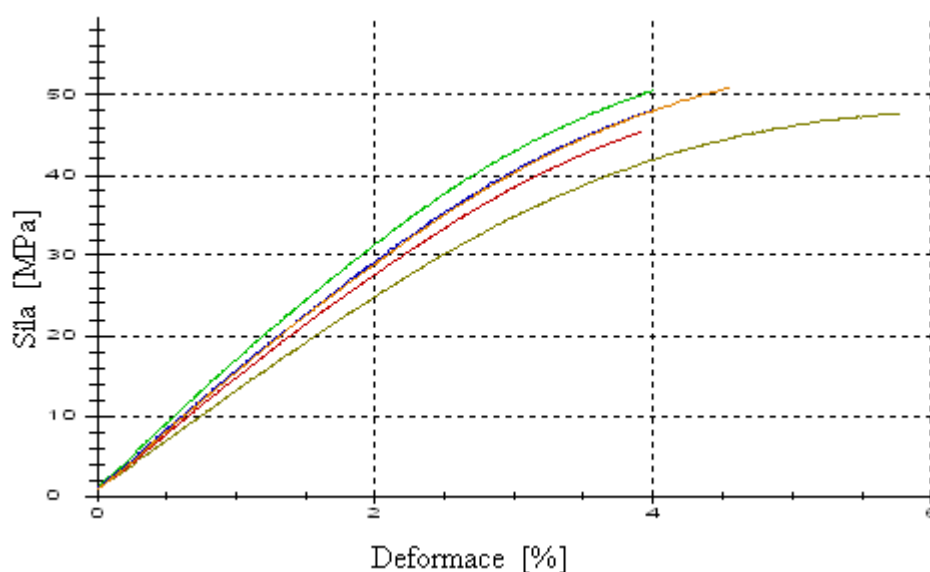


Obr. 58. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % uhlíkového prachu

Výsledky ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % Al prášku

Tab. 36. Ohybové vlastnosti PU-R F 16 s 10 % Al prášku

F16 10 % Al	a₀	b₀	E_{fM}	σ_{fM}	ε_(σ_{fM})	W_(σ_{fM})
n = 5	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,446	10,09	1320	48,5	4,4	408,6
s	0,2788	0,03421	151	2,25	0,8	86,56
v	6,27	0,34	11,42	4,64	17,43	21,18

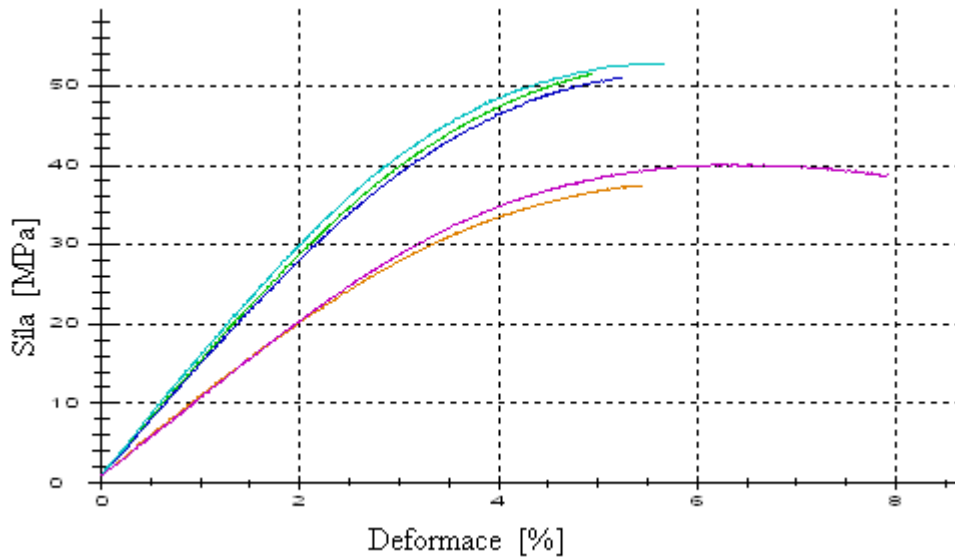


Obr. 59. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % Al prášku

Výsledky ohybových zkoušek PU-R F 16 10 % bronzového prášku

Tab. 37. Ohybové vlastnosti PU-R F 16 s 10 % bronzového prášku

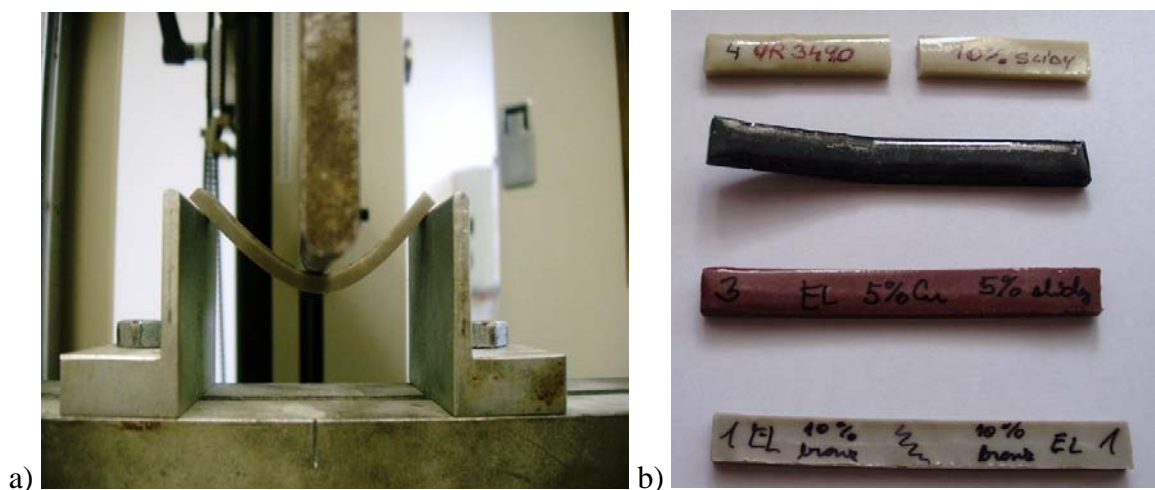
F16 10 % bronzu	a₀	b₀	E_{fM}	σ_{fM}	ε_(σ_{fM})	W_(σ_{fM})
n = 5	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,25	10,07	1170	46,6	5,5	496,25
s	0,178	0,04159	256	7,21	0,5	70,42
v	4,19	0,41	21,78	15,47	9,72	14,19



Obr. 60. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % bronzového prášku

10.8 Zkouška ohybem vzorků z polyuretanové pryskyřice UR 3490

Při provádění ohybové zkoušky u vzorků z elastické polyuretanové pryskyřice došlo k přelomení jen u kompozitního vzorku se slídou. Další vzorky se jen prohnyly, ale nepraskly. Hodnoty z provedené zkoušky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

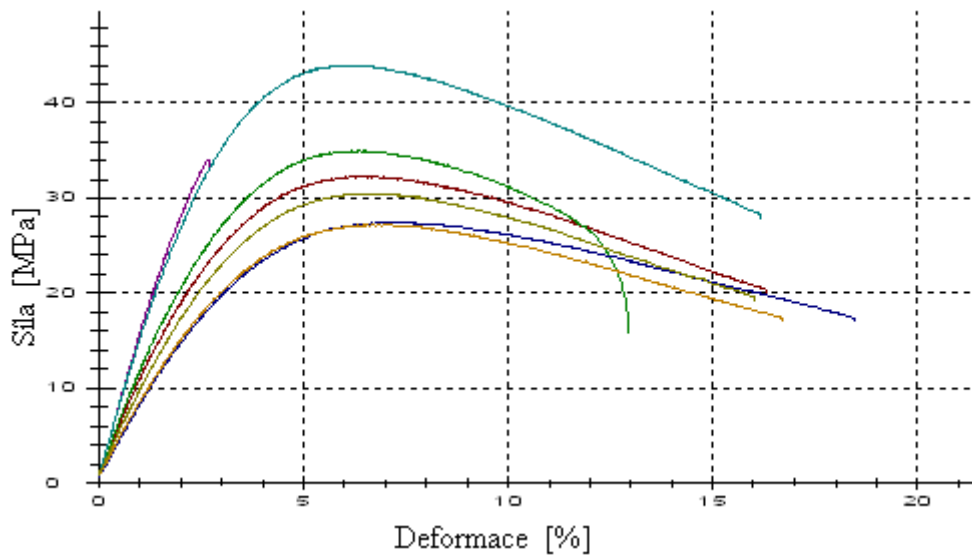


Obr. 61. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po provedené zkoušce

Výsledky ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % uhlíkového prachu

Tab. 38. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 10 % uhlíkového prachu

UR3490 10 % C prach	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\varepsilon(\sigma_{fM})$	$W(\sigma_{fM})$
n = 7	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,544	10,17	985	33	6,1	453,68
s	0,3016	0,1875	291	5,74	1,5	139,42
ν	6,64	1,84	29,5	17,4	25,41	30,73

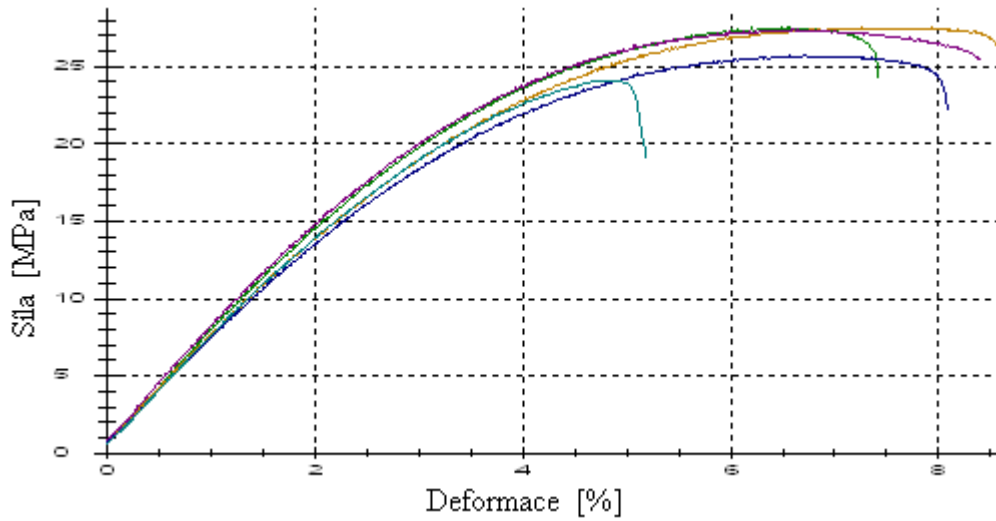


Obr. 62. Graf ohybových zkoušek UR 4390 s 10 % uhlíkového prachu

Výsledky ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % slídy

Tab. 39. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 10 % slídy

UR3490 10 % slídy	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\varepsilon(\sigma_{fM})$	$W(\sigma_{fM})$
n = 5	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,994	10,09	647	26,5	6,4	409,05
s	0,3593	0,04615	28,9	1,53	0,9	77,02
ν	7,19	0,46	4,47	5,76	14,76	18,83

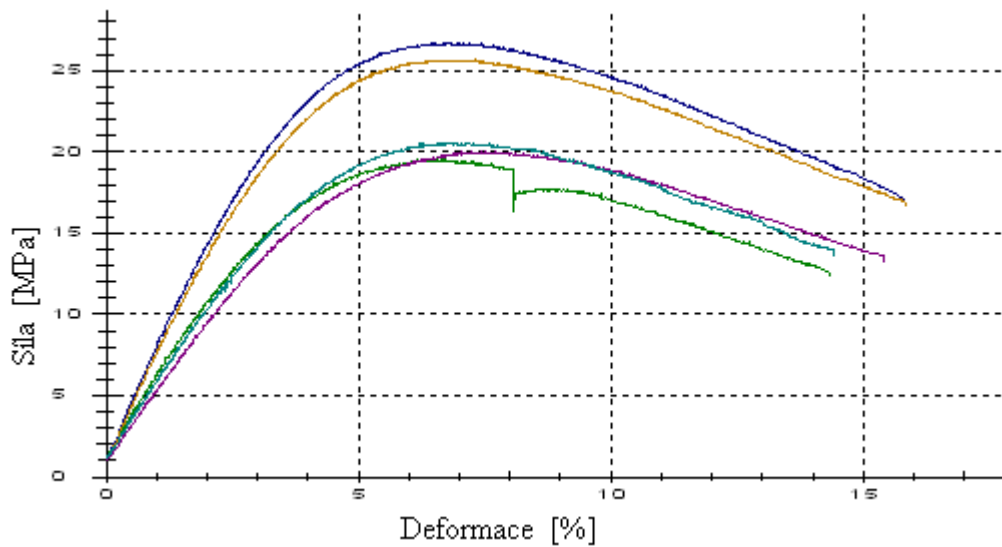


Obr. 63. Graf ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % slídy

Výsledky ohybových zkoušek UR 3490 s 5% Cu a 5 % slídy

Tab. 40. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 5 % Cu a 5 % slídy

UR3490 5 % Cu 5 % slídy	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\epsilon(\sigma_{fM})$	$W(\sigma_{fM})$
n = 5	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,08	10,09	489	22,6	7	325,78
s	0,1869	0,05431	122	3,4	0,5	76,66
v	4,58	0,54	24,88	15,07	7,72	23,53

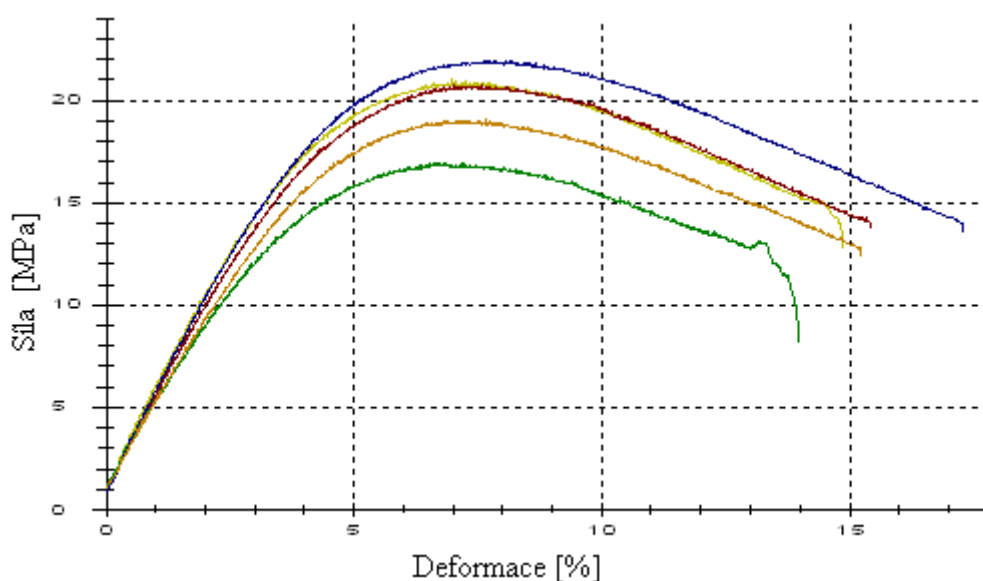


Obr. 64. Graf ohybových zkoušek UR 3490 s 5 % Cu a 5 % slídy

Výsledky ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % bronzového prášku

Tab. 41. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 10 % bronzového prášku

UR3490 bronz 10 %	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\epsilon(\sigma_{fM})$	$W(\sigma_{fM})$
n = 5	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	4,208	10,06	397	20	7,2	298,51
s	0,3112	0,06573	40,2	1,96	0,5	65,23
v	7,4	0,65	10,13	9,81	6,6	21,85



Obr. 65. Graf ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % bronzového prášku

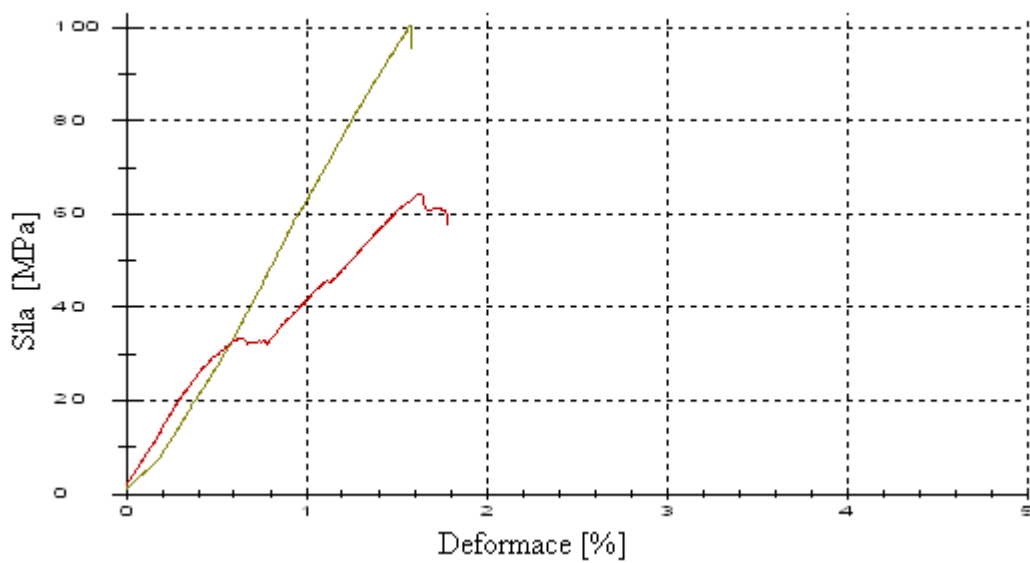
A pro zajímavost

Výsledky ohybových zkoušek PU-R UR 3490 s 5 % nasekanými C vlákny

Zkoušela jsem vyrobit prototyp z kompozitní směsi elastické polyuretanové pryskyřice s plnivem 10 hm. % nasekanými uhlíkovými vlákny. Po smíchání dvou složek pryskyřice byla postupně vmíchávána uhlíková vlákna, ale už při vmíchané polovině vláken se vytvořila velice hustá konzistence směsi. Smícháno bylo s těžší jen 5 hm. % vláken. Kompozitní směs byla vložena do formy a jádro bylo velkým tlakem zatlačeno do formy jen z části. Odtokovými kanálky s těžší vytekla malá část směsi. Směs zbyla i na dvě, na vzhled nekvalitní zkušební tělíska (Obr. 67), se kterými byly provedena ohybová zkouška. Po odformování byl prototyp v osazení zaplněn jen matricí, ale ne nasekanými uhlíkovými vlákny.

Tab. 42. Ohybové vlastnosti UR 3490 s nasekanými uhlíkovými vlákny

Krátké vlákno	a_0	b_0	E_{fM}	σ_{fM}	$\epsilon_{(\sigma_{fM})}$	$W_{(\sigma_{fM})}$
$n = 2$	mm	mm	MPa	MPa	%	Nmm
\bar{x}	3,5	10,09	5130	82,5	1,6	173,07
s	0,7071	0	1580	25,5	0	65,93
ν	20,2	0	30,85	30,89	1,96	38,1



Obr. 66. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s nasekanými uhlíkovými vlákny



Obr. 67. Pohled na vzorek po provedené zkoušce

11 EXPERIMENTÁLNÍ PROVEDENÍ ZKOUŠEK TLAKOVÉ ODOLNOSTI

Zkouška tlakové odolnosti, tedy simulace střelby, se provádí v podnikové zkušebně malorážových zbraní a ochranných prostředků v součinnosti se zkušebnou střeleckých měření ve VTÚVM Slavičín. Zkušebna je akreditována podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Zkušebna střeleckých měření je zaměřena na měření vnější a vnitřní balistiky a dále na měření opotřebení vývrtu hlavní. Měření parametrů vnější balistiky je prováděno dvojicí balistických radiolokátorů WEIBEL pracujících na Dopplerově principu. Zařízení je určeno k měření dráhových charakteristik střel se stopovkou i bez stopovky, minometných a dělostřeleckých granátů a řízených i neřízených střel s raketovým motorem. Měří rychlosti střel od 50 do 3000 m/s a ráže od 4,5 mm. Pro měření parametrů vnitřní balistiky je používán systém na bázi piezosnímačů a nábojových zesilovačů. Měření je možné provádět dvoukanalově do maximální hodnoty tlaku 10 000 bar. Zařízení BOR-CAP slouží pro měření opotřebení vývrtu hlavní u zbraní ráže od 20 do 155 mm a prohlížení povrchu vývrtu pomocí miniaturní kamery Panasonic.

Požadované zkoušky se předem pečlivě plánují a povolují ředitelem podniku. Před plánovaným termínem tlakových zkoušek kompozitních prototypů nábojnic byl schválen termín střeleckých zkoušek v prostoru podnikové střelnice v Bzenci. Tím pádem byly střelecké zkoušky funkce náboje provedeny dříve než zkoušky tlakové..

Na základě provedených střeleckých zkoušek v prostoru podnikové střelnice, kde prototypy různých kompozitních materiálů neobstály při výstřelu, při zkoušce funkce náboje, se zamítlo provedení zkoušek tlakové odolnosti jak z hlediska možného poškození zkušební zbraně – stendu, tak i možného poškození měřicího zařízení. Výsledky a ukázky ze zkoušky jsou v následujícím bodě diplomové práce.

Po konzultaci s vedoucím střelby a s vedoucí diplomové práce se provedla úprava jádra formy, čili ve spodní části jádra formy se zvětšil průměr vnitřní díry. Tak se odformuje větší průměr komůrky v prototypu.

Pro tlakovou zkoušku prototypů nábojnice se vyrobí prototypy s větší tloušťkou stěny a silnější tlakovou komůrkou a provede se zkouška tlakové odolnosti dle plánu a možnosti zkušebny.

12 EXPERIMENTÁLNÍ PROVEDENÍ STŘELECKÝCH ZKOUŠEK

Střelecké zkoušky funkce náboje se provádí v prostoru podnikové střelnice v Bzenci. Pro zkoušku byly vyrobeny prototypy nábojnic z kompozitního materiálu v počtu 13 kusů (Obr. 68 a 69), a zkompletovány do zkušebních nábojů. Stříleno bylo z balistické zbraně ráže 40x46 mm.

Základní technicko-taktická data kompletního náboje 40x46 mm LV PRACTICE

- hmotnost náboje 250 g
- hmotnost střely 198 g
- délka náboje 115 mm
- počáteční rychlost 78 m/s
- minimální dostřel 250 m
- maximální dostřel 400 m

12.1 Střelecké zkoušky funkce nábojnic s tenkou stěnou

K první střelecké zkoušce byl připraven náboj č. 1, s kompozitním prototypem nábojnice z rychle tuhnoucí polyuretanové pryskyřice F 16 s 10 hm. % Al, (Obr. 68). Po iniciaci prototyp nábojnice prasknul, střela neměla potřebný tlak k opuštění hlavně a zůstala uvnitř hlavně zbraně. Výsledek prvního náboje byl nevyhovující. Pro další zkoušku byl vybrán až náboj č. 10, s kompozitním prototypem nábojnice z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 s 10 hm. % bronzového prášku. Střela hlaveň opustila na vzdálenost 100 m. Požadovaná minimální vzdálenost je 250 m. Vnější stěna prototypu nepraskla, ale roztrhla se vnitřní komůrka nábojnice. Leč výsledek střelby druhého náboje byl nevyhovující. Pro další ránu, třetí, už jen záložní, se vybral náboj č. 11, s prototypem nábojnice z elastické polyuretanové pryskyřice UR 3490 opět s 10 hm. % bronzového prášku. Střela sice dolétla na menší vzdálenost než předcházející, ale nedošlo k prasknutí jak vnější stěny, tak ani vnitřní komůrky. I když byl výsledek nevyhovující, můžeme říci, že výsledky hledání materiálových alternativ u kompozitních materiálů jsou perspektivní.

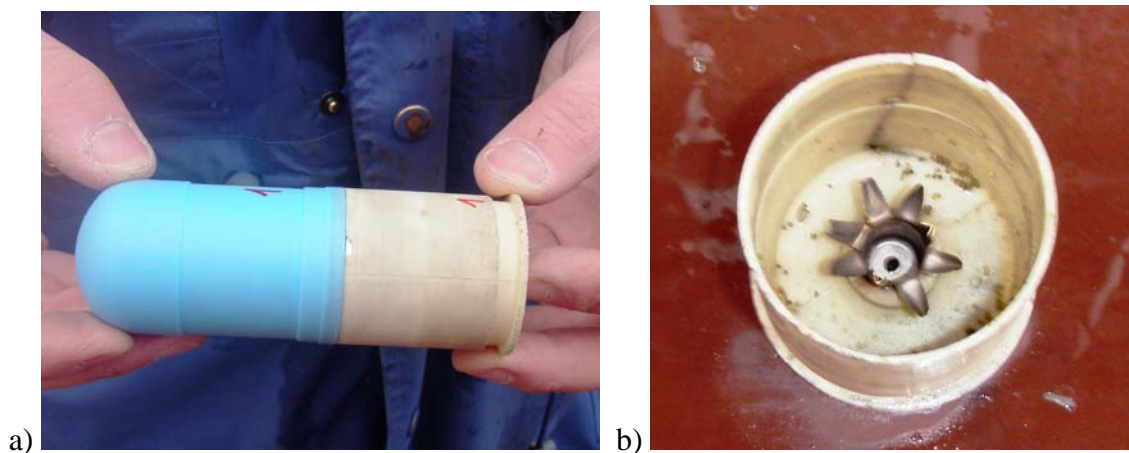
Na základě provedených střeleckých zkoušek, kde prototypy různých materiálů neobstály, se po konzultaci s vedoucím střelb a s vedoucí diplomové práce provedla úprava jádra formy, čili ve spodní části jádra formy se zvětšil průměr vnitřní zapuštěné díry a zmenšil se průměr jádra. Tím se odformuje prototyp s větší tloušťkou vnější stěny a s větším průměrem komůrky.



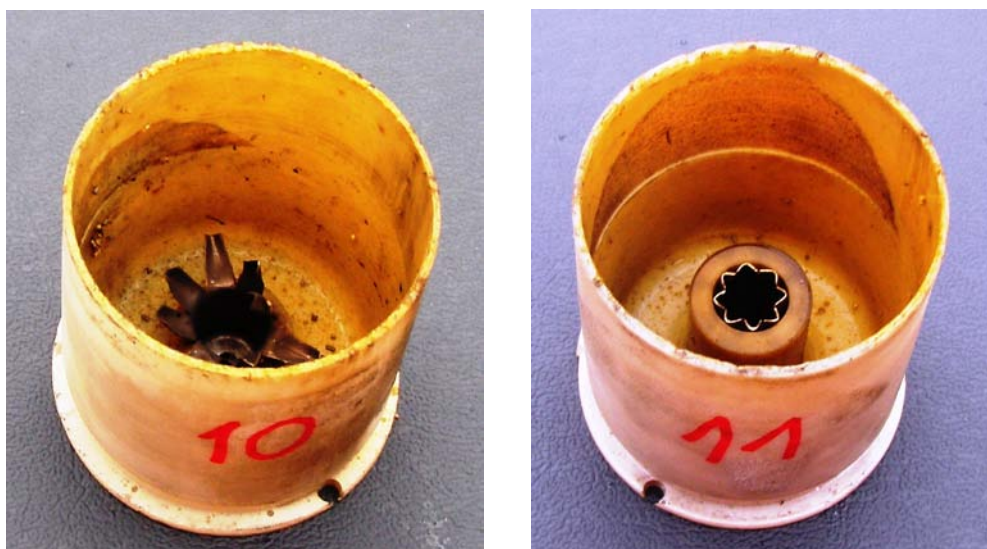
Obr. 68. Kompletní náboje připravené ke střeleckým zkouškám



Obr. 69. Kompletní náboje uložené v přepravním obalu



Obr. 70. a) Náboj připravený k uložení do hlavně zbraně b) Nábojnice po střelbě



Obr. 71. Kompozitní prototypy nábojnice po střelbě

12.2 Střelecké zkoušky funkce nábojníc se zesílenou stěnou a komůrkou

Ke střeleckým zkouškám se připravily celkem 3 ks upravených prototypů, všechny s 10 hm. % měděného prášku. Z kompozitní směsi s elastickou polyuretanovou pryskyřicí ER 3490 byly první 2 ks a s rychle tuhnoucí polyuretanovou pryskyřicí F 16 byl třetí kus. Střílelo se z balistické zbraně ráže 40x46 mm.

Výsledek nebyl ani v jednom případě dobrý. Nábojnice neudržela v dostatečně dlouhé době nábojníčku v komůrce v původním zakremplevaném stavu, a proto nedošlo k náběhu tlaku, potřebnému k vymetení střely z hlavně, a rychlosti byly tedy nižší. Dokonce u poslední třetí

rány nedošlo k vymetení střely z hlavně a ta uvízla v hlavni. Následně bylo zjištěno, že došlo k prasknutí vnější stěny nábojnice. Tedy na základě střeleckých výsledků lze stanovit, že kompozitní materiál s polyuretanovou pryskyřicí F 16 je nevhodný. Prototyp praskne při rychlém vývinu tlaku v nábojnici. Kompozitní materiál s polyuretanovou pryskyřicí UR 3490 je nadějný pro další vývoj s postupnou úpravou tak, aby se užité vlastnosti kompozitní nábojnice vyrovnaly vlastnostem nynější duralové nábojnice.



Obr. 72. Pohled na upravené prototypy po střelecké zkoušce

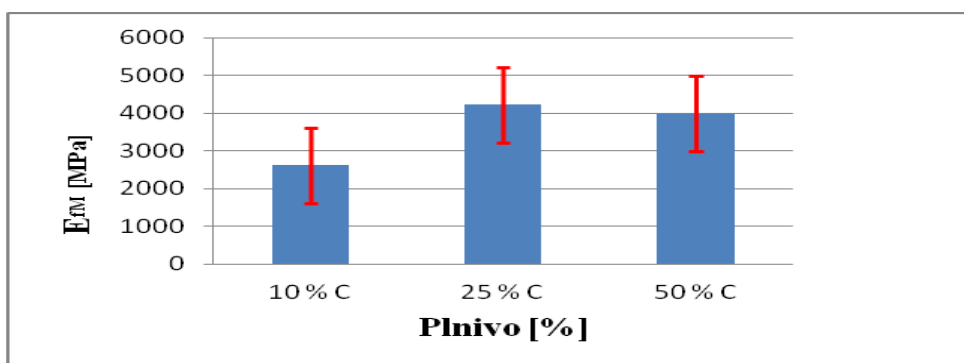


Obr. 73. Pohled na rozbitou komůrku nábojnice

13 DISKUSE DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Z mnoha materiálových charakteristik byl jako jeden z důležitých vybrán modul pružnosti pro porovnání optimálního plnění u plniv uhlíkového prachu v kompozitním materiálu.

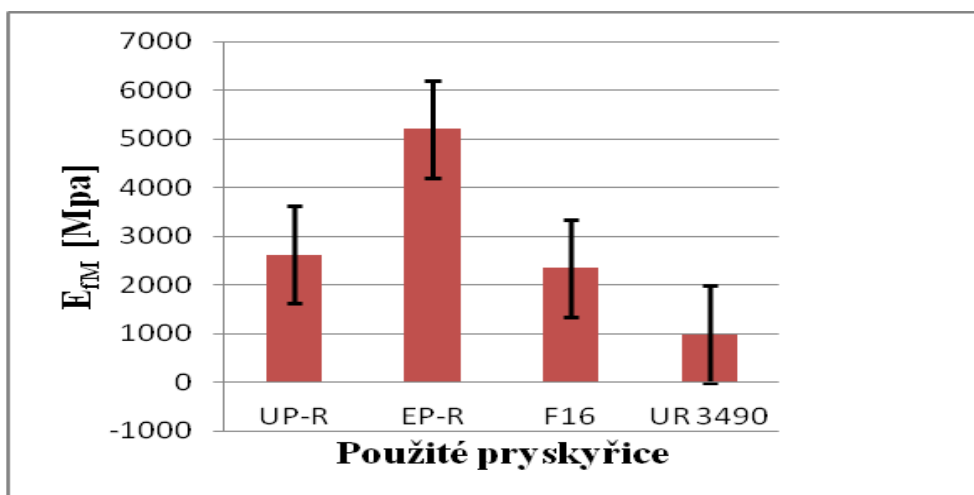
Hodnoty modulu pružnosti různých procentuálních uhlíkových plniv v UP-R



Obr. 74. Hodnoty modulu pružnosti pryskyřice UP-R s C plnivem

Z uvedených hodnot modulu pružnosti lze usoudit, že v kompozitní polyesterové směsi je optimální plnění uhlíkovým plnivem v rozmezí od 25 % až do 50 %.

Hodnoty modulu pružnosti prototypu s 10 % C pro různé použité pryskyřice

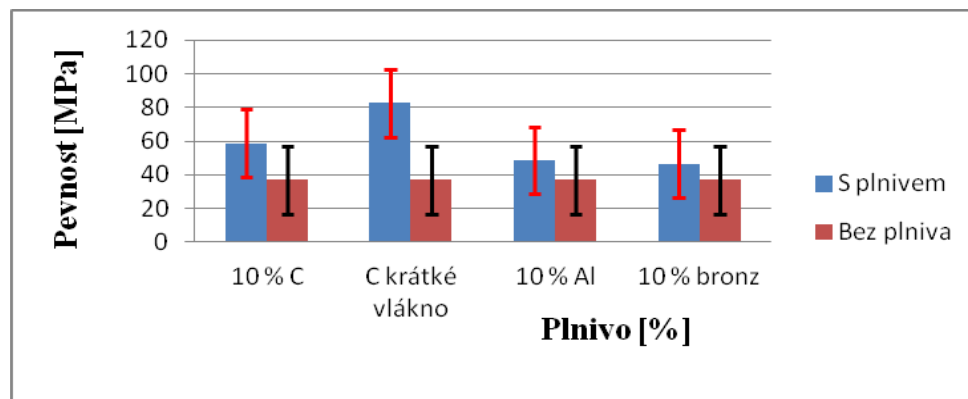


Obr. 75. Hodnoty modulu prototypu s 10 % C pro různé použité pryskyřice

Ze získaných hodnot modulu pružnosti v ohybu z provedených ohybových zkoušek u všech čtyř zvolených pryskyřic s různými plnivými vykazují nejvyšší hodnoty uhlíkový prášek jako plnivo kompozitní směsi. Prototypy nábojnic vyrobené z uhlíkové kompozitní směsi vykazují také nejmenší hodnoty hmotnosti.

Při porovnání všech čtyř zvolených kompozitních materiálů s 10 % uhlíkovým plnivem vykazuje nejvyšší hodnotu modulu pružnosti v ohybu kompozitní materiál s epoxidovou pryskyřicí, a to až 5200 MPa. Na poloviční hodnotě modulu pružnosti v ohybu jsou pak kompozitní materiály s polyesterovou a polyuretanovou rychle tuhnoucí pryskyřicí, 2620 MPa a 2350 MPa. Nejnižší hodnotu modulu pružnosti v ohybu vykazuje kompozitní materiál s elastickou polyuretanovou pryskyřicí, a to 985 MPa. Kompozitní materiál s elastickou polyuretanovou pryskyřicí UR 3490 má hodnotu modulu pružnosti v ohybu více jak 5,27 krát menší než kompozitní materiál s epoxidovou pryskyřicí.

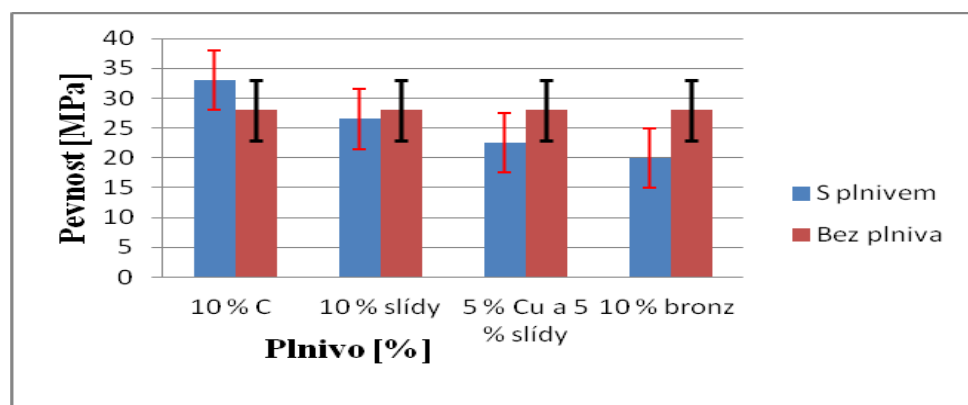
Hodnoty pevnosti v ohybu pryskyřice F 16 u jednotlivých plniv a bez plniva



Obr. 76. Hodnoty pevnosti v ohybu pryskyřice F 16 s plnivem i bez plniv

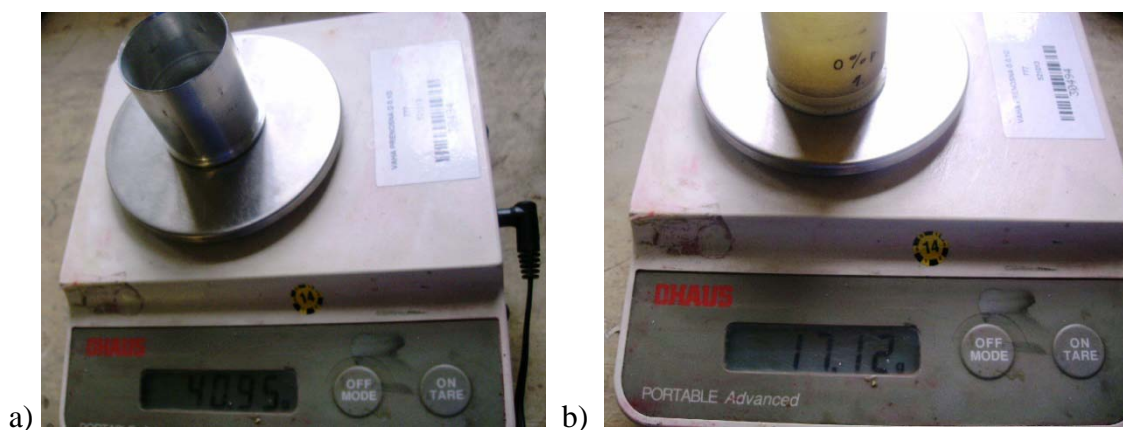
Podle hodnot pevnosti v ohybu u pryskyřice F 16 je tato pryskyřice přímo vhodná pro aplikaci s plnivem. Při použití krátkého nasekaného uhlíkového vlákna jako plnivo je hodnota pevnosti v ohybu dokonce dvojnásobná oproti pryskyřici bez plniv.

Hodnoty pevnosti v ohybu pryskyřice UR 3490 u jednotlivých plniv a bez plniva



Obr. 77. Hodnoty pevnosti v ohybu pryskyřice UR 3490 s plnivem i bez plniv

Pryskyřice UR 3490, podle uvedených hodnot pevnosti v ohybu (Obr. 77), není vhodná k plnění plnivy. Výjimkou je uhlíkové plnivo, které se ukázalo jako vhodné pro všechny provedené aplikace. Je namístě se uhlíkovým plnivem zabývat i v dalším zkoumání.



Obr. 78. a) Hmotnost duralové nábojnice 40,95 g b) Hmotnost prototypu 17,12 g.

Tab. 43. Souhrn údajů a vlastností k hodnocení prototypů

	Doba výroby 1 ks [min.]	Cena 1 ks při výrobě 100 ks [Kč]	Spotřeba materiálu na 1 ks [g]	Průměrná hmotnost 1 ks [g]	Závěr
Dural	9,6	96	241 15	45,73	stávající materiál
Polyesterová pryskyřice	240	7.88	40	16,29	nevhodný mat., neodformován, lepší než epoxid.
Epoxidová pryskyřice	720	17,73	40	17,65	nevhodný mat., neodformován
Polyuretanová rychle tuhnoucí pryskyřice	30	31.04	40	17,48	odformován, kvalitní, ale praskl při střelbě
Polyuretanová elastická pryskyřice	960	72,69	40	18,09	odformován, kvalitní, při střelbě vydržel, ale malý ústřový tlak

Na obrázku (Obr. 78 a) má současná duralová nábojnice hmotnost 40,95 g a na obrázku (Obr. 78 b) má kompozitní prototyp nábojnice hmotnost 17,12 g. Podle hmotnosti je zřejmé, že nábojnice z kompozitního materiálu je 2,39 krát lehčí než nynější duralová nábojnice.

Podle tabulky (Tab. 43) vyplývá, že ceny nábojnic z kompozitního materiálu jsou podstatně lehčí a taky levnější oproti duralové nábojnici. Zato doba výroby je delší, ta se může zkrátit použitím jiných aktivátorů nebo urychlovačů kompozitních směsí.

Zatímco aplikace vyztužených kompozitů jsou ve vojenském průmyslu známé z minulosti, použití pokročilých, vysoce výkonných kompozitů, je relativně nové. Přinášejí výhody pro vývojové aplikace, nižší výrobní náklady, menší hmotnost, menší propustnost hluku, lepší tepelné vlastnosti, lepší pevnost, tuhost, houževnatost, rázovou odolnost, požární odolnost. Větší než desetiprocentní roční přírůstky spotřeby kompozitů ve světovém měřítku svědčí o tom, že využívání kompozitů je rychle se rozvíjející obor zvyšující nejen technickou úroveň výrobků, ale i pozitivní ekonomické výsledky ve světovém hospodářství. Je proto namístě, aby výzkum kompozitních materiálů a technologií a dále výrobci osvědčených výrobků s využitím kompozitních materiálů byli podporováni z prostředků státního rozpočtu určených pro podporu výzkumu a vývoje.

ZÁVĚR

V rámci této práce byla zkoumána možnost nahrazení klasické duralové nábojnice pro dělostřelecký náboj ráže 40x46 mm LV PRACTICE za nábojnici z kompozitního materiálu. Důvodem nahrazení byla kromě nižší ceny i možnost rychlejší výroby v případě velkých sérií a vyšší užitnosti, jako je menší hmotnost, odolnost proti korozi, recyklovatelnost a ochrana životního prostředí.

Jako alternativní materiály byly zvoleny kompozitní materiály:

Tab. 44. Souhrn použitých kompozitních materiálů

Matrice	Aktivátor	Plnivo
Polyesterová pryskyřice R688BV	Butanox M-50	prášek mědi, hliníku, uhlíku, bronzu, slídy a uhlíková tkanina jako výztuž
Epoxidová pryskyřice L 285	285	
Polyuretanová F 16 (složka A: Polyol)	F 16 ISO	
Polyuretanová UR 3490 (složka A: Isokyanát)	Polyol	

Byly vyrobeny zkušební vzorky výše uvedených materiálů, které byly podrobeny mechanickým zkouškám. Podle doporučení odborníků z oboru konstrukce a výroby střeliva jsou považovány za zkoušky s velkou vypovídající hodnotou. Jelikož nábojnice je při střelbě v hlavní namáhána tlakově, usoudily jsme s vedoucí diplomové práce, že z mechanických zkoušek bude provedena zkouška ohybem. Tato zkouška by měla poukázat na případné nedostatky v určitém předstihu před samotnou výrobou. Na základě zvoleného postupu byly tedy vyrobeny zkušební vzorky velikosti 10x75x4 mm. Výsledky všech vzorků byly vyhodnoceny jako uspokojivé, a z toho důvodu byly všechny zkoumané materiály doporučeny k dalšímu zkoumání.

Zvolena byla technologie lití za pokojové teploty do formy vyrobené v podnikové vývojové dílně. Následně byla připravena výroba série nábojnic o deseti kusech z několika odlišných kompozitních materiálů. Byly použity již zmiňované kompozitní materiály, tzn. s polyesterovou pryskyřicí, epoxidovou pryskyřicí, polyuretanovou rychle tuhnoucí pryskyřicí, polyuretanovou elastickou pryskyřicí s různými práškovými plnivými.

V případě kompozitních materiálů z polyesterové a epoxidové pryskyřice však došlo k problémům s odformováním, takže tento materiál byl označen jako výrobně nevyhovující a od dalšího zkoumání bylo odstoupeno.

U prototypů z polyuretanové rychle tuhnoucí a polyuretanové elastické pryskyřice došlo k úspěšnému odformování. Proběhla série měření a zkoumání skrytých vad. U žádné z nábojnic nebyla nalezena žádná významná rozměrová či tvarová odchylka a nebyly nalezeny ani jiné defekty. Prototypy nábojnic se samozřejmě musely doobrobit, to znamená vyvrtat průšlehový kanálek dle výrobního výkresu. Výsledná série prototypů byla tedy označena za velmi zdařilou a bylo doporučeno přistoupit k dalšímu testování.

Nábojnice byly více jak o polovinu lehčí než původní duralové (Tab. 45).

Tab. 45. Přehled hmotností nábojnic

	duralová	UP-R	EP-R	PU-R F 16	PU-R UR 3490
Průměrná hmotnost nábojnic [g]	45,73	16,29	17,65	17,48	18,09

Výrobní cena kompozitové nábojnice byla taktéž nižší. Cena 96 Kč u duralové nábojnice je uvedena při výrobní sérii 100 ks, ale cena kompozitních nábojnic je počítána jako kusová výroba (Tab. 46).

Tab. 46. Přehled cen nábojnic

	duralová	UP-R	EP-R	PU-R (F 16)	PU-R (UR 3490)
Cena nábojnic při výrobě 100 ks [Kč]	96,00	7,88	17,73	31,04	72,69

Pro střelecké zkoušky byly vyrobené prototypy nábojnic osazeny nábojnicíčkou a zkušební střelou. Nábojnice z polyuretanové rychle tuhnoucí pryskyřice při zkušebních střelbách praskla a zkušební střela zůstala v hlavni. Proto byl typ náboje s touto nábojnicí označen za nevyhovující.

Celá série nábojnic z polyuretanové elastické pryskyřice úspěšně přečkala pokusné střelby bez zjevného porušení. Po následném měření však bylo zjištěno, že délka reálného dostřelu činí polovinu dostřelu původního náboje z duralové nábojnice. Zřejmě dochází k úniku tlaku

podél těla nábojnice a tento chybějící tlak pak chybí při výnosu střely. Na základě tohoto parametru byl náboj i s touto nábojnicí označen za nevyhovující.

Přestože nebyl experiment úspěšný, lze označit hledání materiálových alternativ v oblasti kompozitních materiálů za perspektivní. Především pak polyuretanová elastická pryskyřice se jeví jako velmi nadějná a v budoucnu se dá na tomto materiálu stavět.

Dá se předpokládat, že další výzkum v této oblasti přehodnotí volbu plniva a konstrukci nábojnice. Hlavním úkolem bude vytvořit nábojnici, která eliminuje sekundární tlaky, čemuž napomůže výzkum směřující k větší tuhosti materiálu a nábojnice obecně.

Doporučení pro další zkoumání dané problematiky:

- v rámci zkoumání kompozitních materiálů nalézt materiál blíže odpovídající požadavkům stávající duralové nábojnice, jak výběrem matrice, tak i volbou plniva k dosažení větší tuhosti
- najít optimální plnivo pro danou pryskyřici
- najít optimální poměr plnění
- přehodnocení konstrukce nábojnice
- pro malosériovou výrobu vytvořit kvalitní formu, např. z nerezového nebo duralového materiálu pro vhodnější rychlejší technologii výroby
- pro velkosériovou výrobu vyselektovat materiály z termoplastů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ: Speciální technika I. díl, Federální ministerstvo všeobecného strojírenství Praha, Praha 1976, 534 s. Výhradně pro služební potřebu.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ: Speciální technika II. díl, Federální ministerstvo všeobecného strojírenství Praha, Praha 1976, 478 s. Výhradně pro služební potřebu.
- [3] granátomet CZ 805 G1. [online]. Česká zbrojovka Uherský Brod. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na: [http://www.czub.cz/cz/multimedia.aspx?t=Photogallery&fotogalerie=cz-805-bren-a1#!prettyPhoto\[pp_gal\]/19/](http://www.czub.cz/cz/multimedia.aspx?t=Photogallery&fotogalerie=cz-805-bren-a1#!prettyPhoto[pp_gal]/19/)
- [4] 60mm minomet ANTOS-LR.htm. [online]. České dělostřelectvo AČR. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na www: <http://www.delostrelectvo.army.cz/html/technika>
- [5] Minomet vz. 82 ráže 120mm. [online]. České zbraně a technika. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na www: http://www.veteranarmy.cz/data/nase_zbrane_a_technika.pdf/
- [6] 40 mm practice round is loaded into an M203 grenade launcher mounted on an M16A1 rifle during the DEFENDER CHALLENGE '88. [online]. Loading M203.JPEG. Dostupné na: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Loading_M203.JPEG
- [7] Jednotný náboj ráže 20 mm. [online]. ZVI a.s.. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na www: <http://www.zvi.cz/fotogalerie>
- [8] Tříštivotrhavý tankový náboj ráže 125 mm. [online]. Poličské strojírný a.s.. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na www: <http://www.pos.cz/htm/mtt.htm>
- [9] 152mm HE tříštivo-trhavý náboj k ničení zpevněných objektů a obrněné techniky pro houfnice, [online]. MAX MERLIN spol. s r.o. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na www: <http://www.maxmerlin.cz/cs/produkt/munice-0>
- [10] Munice po granátometry.VOP-026 Šternberk, s.p., divize VTÚVM Slavičín. podnikový tištěný prospekt.
- [11] Various casings in common calibers. From left to right: 2-1/2" 20-gauge, 7.62 × 51 mm NATO, 5.56 x 45 mm NATO, .38 Special, .45 ACP, .40 S&W, 9mm Parabellum, .22 Long Rifle. [online]. [vid. 2013-1-11]. Dostupné na www: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/VariousCasings.jpg>
- [12] LUKOVICS, I. Konstrukční materiály a technologie. Brno. VUT, 1992, 273 s. ISBN 8021403993.

- [13] Slitiny hliníku. [online]. wikipedia. [vid. 2012-12-28]. Dostupné na: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Slitiny_hliníku&oldid=8450322
- [14] HOLEŠOVSKÝ, F., Hrala, M. Integrity of Ground Cylindrical Surface. *Journal of Materiál Processing Technology*. No.: 153-154 (2004), 714-721, ISSN 0924-0136.
- [15] MLEZIVA, J., ŠŇUPÁREK, J. *Polymery-výroba, struktura, vlastnosti a použití*. 2. přepracované vydání. Praha 2000, Sobotáles. 544 s. ISBN 80-85920-72-7.
- [16] DILLINGER, J., a KOLEKTIV, *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha 2007, Europa – Sobotáles cz. 612 s. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [17] KOČMAN, K., *Speciální technologie – obrábění*. Brno. CERM. 2004. 227 s. ISBN 80-214-2562-8.
- [18] DuPont Global. Zytel. [online]. DuPont. [cit. 2012-10-10]. Dostupné na [http://www2.dupont.com/Czech_Republic_Country_Site/cs_CZ/Products and Services_Products/zytel.html](http://www2.dupont.com/Czech_Republic_Country_Site/cs_CZ/Products_and_Services_Products/zytel.html), www.plastics.dupont.com
- [19] KOŘÍNEK, Z. *Vlákna* [online]. [cit. 2012-12-21]. Dostupné na [www: <http://www.volny.cz/zkorinek/vlakna.pdf>](http://www.volny.cz/zkorinek/vlakna.pdf).
- [20] VYMAZAL, Jakub. Vliv orientace výztuže na mechanické vlastnosti vybraných kompozitních materiálů. Zlín. UTB 2011. Diplomová práce UTB, Fakulta technologická
- [21] Bulletproof vest. [online]. Wikipedia article. [cit. 2012-12-21]. Dostupné na [www: http://en.wikipedia.org/wiki/Bulletproof_vest](http://en.wikipedia.org/wiki/Bulletproof_vest)
- [22] HEMP CHAIR – přírodní kompozit s ekol. pojivem acrodur. [online]. Happymaterials. [cit. 2013-1-21]. Dostupné na: <http://www.advancedceramics.com/pages/products/>
- [23] Products. [online]. Advancedceramics. Keramické vlákno. [cit. 2012-12-21]. Dostupné na [www: http://www.advancedceramics.com/pages/products/](http://www.advancedceramics.com/pages/products/)
- [24] JANČÁŘ, Josef. *Úvod do materiálového inženýrství polymerních kompozitů*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2003. 193 s. ISBN 8021424435.
- [25] DAĐOUREK, Karel. *Kompozitní materiály - druhy a jejich užití*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. 114 s. ISBN 978-80-7372-279-1.
- [26] EHRENSTEIN, GOTTFRIED W. *Polymerní kompozitní materiály*. V ČR 1. vyd. Praha: Scientia, 2009. 351 s. ISBN 978-80-86960-29-6.

- [27] *Volny.cz* [online]. Kořínek. [cit. 2012-09-28]. Kompozity-matrice. Dostupné z [www: <http://www.volny.cz/zkorinek/matrice.pdf>](http://www.volny.cz/zkorinek/matrice.pdf)
- [28] *Ime.fme.vutbr.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-25]. Kompozitní materiály. Dostupné z [www: < http://ime.fme.vutbr.cz/Files/Vyuka/BUM/11-BUM.ppt >](http://ime.fme.vutbr.cz/Files/Vyuka/BUM/11-BUM.ppt)
- [29] *Stefanmichna.com* [online]. 2012 [cit. 2012-12-28] Kompozitní materiály. Dostupné na [<http://www.stefanmichna.com/download/technickematerialy_II/kompozitni_materialy.pdf>](http://www.stefanmichna.com/download/technickematerialy_II/kompozitni_materialy.pdf)
- [30] Lamináty, termoplasty. [online]. FORM s.r.o. [cit. 2012-11-28]. Dostupné na: <http://www.form-composite.com/default.htm>
- [31] FENCL, J. Hybridní systém automatiky. *Military revue*, Vol. 2012, No. 6, pp. 44 - 45. ISSN 1805-0247.
- [32] VISINGR, L. Ruské podvodní zbraně. *atm*, Vol. 2010, No. 4, pp. 27 - 29. ISSN 1802-4823. Duální útočná puška ADS se 40mm granátometem.
- [33] MACHEK, V. *Nauka o materiálu. 4. část, Polymery a kompozity s polymerní maticí*. 1. vyd. PRAHA: Nakladatelství CVUT, 2008. 86 s. ISBN 978-80-01-03927-4.
- [34] PTÁČEK, L a kol. *Nauka o materiálu II. 1. vyd.* BRNO: Akademické nakladatelství CERM, 2002. 392 s. ISBN 80-7204-130-4.
- [35] HAVEL-COMPOSITES, Technologie. [online]. [cit. 2008-04-08]. URL: [<http://www.havel-composites.com/clanky/4-Technologie/76-Technologie-jejichpopis-a-schemata.html>](http://www.havel-composites.com/clanky/4-Technologie/76-Technologie-jejichpopis-a-schemata.html).
- [36] Modding. [online]. Modding.cz. Popis materiálů používaných při výrobě kompozitů [vid. 2012-12-28]. Dostupné z [www: http://www.modding.cz/?p=75](http://www.modding.cz/?p=75)
- [37] MARTÉNEK, Libor. Řezné síly při frézování vláknově vyztužených kompozitů. VUT Brno. 2009. Diplomová práce VUT, Fakulta strojního inženýrství.
- [38] MACHALOVÁ, Veronika. Řezné síly při frézování vláknově vyztužených kompozitů. VUT Brno. 2008. Diplomová práce VUT, Fakulta strojního inženýrství.
- [39] ONDRUŠ, Jan. Studium mechanických vlastností kvaziizotropních sklolaminátů. UTB Zlín. 2011. Diplomová práce UTB, Fakulta technologická.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

VTÚVM	Vojenský technický ústav výzbroje a munice Slavičín	
LV PRACTICE	Název dělostřeleckého náboje cvičného	
LV DRIL	Název dělostřeleckého náboje školního	
PE	Polyethylen	
PA11	Polyamid	
PC	Polykarbonát	
PTFE	Polytetrafluorethylen	
POM	Polyoxymethylen	
UP-R	Nenasycená polyesterová pryskyřice	
EP-R	Epoxidová pryskyřice	
PU-R	Polyuretanová pryskyřice	
VE-R	Vinylesterová pryskyřice	
PF-R	Fenolická pryskyřice	
HS	High strength – vysoká pevnost	
HM	High modulus – vysoký modul	
RTM	Resin Transfer Moulding	
ρ	Hustota	[kg.m ⁻³]
R_m	Pevnost v tahu	[GPa]
E	Modul pružnosti v tahu	[GPa]
HB	Tvrдость	[HB]
A	Tažnost	[%]
a_0	Tloušťka vzorku	[mm]
b_0	Šířka vzorku	[mm]
E_{fM}	Modul pružnosti v ohybu	[MPa]
σ_{fM}	Napětí na mezi pevnosti v ohybu	[MPa]

$\epsilon_{(\sigma_{fM})}$	Deformace ohybem na mezi pevnosti	[%]
$W_{(\sigma_{fM})}$	Modul průřezu na mezi pevnosti v ohybu	[Nmm]
F_M	Síla na mezi pevnosti	[N]
n	Počet měření vzorků	[ks]
\bar{x}	Aritmetický průměr	-
s	Směrodatná odchylka	-
ν	Variační koeficient	-
η	Viskozita	[MPa.s]
T_g	Teplota skelného přechodu	[°C]
δ	Tažnost	[%]

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Ruční zbraň pro dělostřelecké střelivo – granátomet CZ 805 G1.[3]</i>	12
<i>Obr. 2. 60mm minomet ANTOS-LR se střelivem.[4]</i>	13
<i>Obr. 3. Minomet vz. 82 ráže 120 mm při nabíjení.[5]</i>	14
<i>Obr. 4. Nabíjení 40mm cvičného náboje do granátometu M203.[6]</i>	15
<i>Obr. 5. Jednotný náboj ráže 20 mm.[7]</i>	16
<i>Obr. 6. Dělený tříštivotrhavý náboj ráže 125 mm.[8]</i>	17
<i>Obr. 7. Dělený tříštivotrhavý náboj ráže 152 mm.[9]</i>	17
<i>Obr. 8. Náboje LV PRACTICE a jeho školní verze LV DRILL.[10]</i>	19
<i>Obr. 9. Náboj LV PRACTICE-T.[10]</i>	19
<i>Obr. 10. Nábojnice různých ráží.[11]</i>	21
<i>Obr. 11. Rozdělení kompozitních materiálů podle výztuže.[28]</i>	25
<i>Obr. 12. Příklady 2D výztužných útvarů.[19]</i>	29
<i>Obr. 13. Příklady 3D výztužných útvarů.[19]</i>	29
<i>Obr. 14. Tkanina z uhlíkového vlákna.[19]</i>	31
<i>Obr. 15. Skleněná vlákna ve formě rovingu.[19]</i>	32
<i>Obr. 16. Aramidové vlákno.[19]</i>	33
<i>Obr. 17. Neprůstřelná vesta z aramidových vláken.[21]</i>	33
<i>Obr. 18. Policejní neprůstřelná vesta z aramidových vláken.[21]</i>	34
<i>Obr. 19. Monolitické křeslo z ekologického materiálu.[22]</i>	35
<i>Obr. 20. Keramické vlákno.[23]</i>	36
<i>Obr. 21. a) Současná duralová nábojnice b) Hmotnost 40,95 g.</i>	44
<i>Obr. 22. Pohled na práškovou plniva</i>	46
<i>Obr. 23. a) Sestavená forma b) Prototyp nábojnice na jádru</i>	47
<i>Obr. 24. a) Nedotečený prototyp b) Rozlámaný prototyp</i>	48
<i>Obr. 25. a) Sestavená teflonová forma b) Rozložená teflonová forma</i>	49
<i>Obr. 26. a) Odformovaný prototyp na jádru, b) Hotový prototyp</i>	49
<i>Obr. 27. a) Formování pryskyřici R688BV b) Hmotnost prototypu 17 g.</i>	51
<i>Obr. 28. a) Prototyp z R688BV s uhlíkovým prachem b) S Al práškem</i>	52
<i>Obr. 29. a) Příprava formování b) Odformovaný prototyp s uhlíkovou tkaninou</i>	54
<i>Obr. 30. Pohled na dodatečně vytvořené odtokové kanálky</i>	55
<i>Obr. 31. a) Navážení všech přísad směsi b) Vakuování zamíchané směsi</i>	56
<i>Obr. 32. a) Prosycení C tkaniny b) Prototyp s uhlíkovou tkaninou uprostřed.</i>	56

<i>Obr. 33. a) Balení pryskyřice F 16 b) Odformované prototypy z F 16</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 34. Prototyp z F 16 bez plniv</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 35. Prototyp z F 16 s C prachem</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 36. Hmotnost prototypu s plnivem Al prášku</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 37. Prototyp z F 16 s práškem Cu a slídy</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 38. Prototyp z F 16 s bronzovým práškem</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 39. a) Balení pryskyřice b) Odformované prototypy z UR 3490</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 40. Prototyp z UR 3490 se slídou</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 41. Prototyp z UR 3490 s nasekaným uhlíkovým vláknem</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 42. Prototyp z UR 3490 s uhlíkovým prachem</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 43. Prototyp z UR 3490 s měděným práškem</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 44. Prototyp z UR 3490 s bronzovým práškem</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 45. Zkušební tělíska z polyesterové pryskyřice</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 46. Zkušební tělíska z epoxidové pryskyřice</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 47. Zkušební tělíska z polyuretanové pryskyřice</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 48. Zkušební stroj ZWICK 1465</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 49. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po přelomení</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 50. Graf ohybových zkoušek UP-R s 10 % uhlíkového prachu</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 51. Graf ohybových zkoušek UP-R s 25 % uhlíkového prachu</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 52. Graf ohybových zkoušek UP-R s 50 % uhlíkového prachu</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 53. Graf ohybových zkoušek UP-R s 10 % Al prášku</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 54. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po přelomení</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 55. Graf ohybových zkoušek EP-R s 10 % uhlíkového prachu</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 56. Graf ohybových zkoušek EP-R s 10 % měděného prášku</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 57. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po přelomení</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 58. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % uhlíkového prachu</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 59. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % Al prášku</i>	<i>74</i>
<i>Obr. 60. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s 10 % bronzového prášku</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 61. a) Zkouška trojbodovým ohybem b) Pohled na vzorky po provedené zkoušce</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 62. Graf ohybových zkoušek UR 4390 s 10 % uhlíkového prachu</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 63. Graf ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % slídy</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 64. Graf ohybových zkoušek UR 3490 s 5 % Cu a 5 % slídy</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 65. Graf ohybových zkoušek UR 3490 s 10 % bronzového prášku</i>	<i>78</i>

<i>Obr. 66. Graf ohybových zkoušek PU-R F 16 s nasekanými uhlíkovými vlákny.....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 67. Pohled na vzorek po provedené zkoušce</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 68. Kompletní náboje připravené ke střeleckým zkouškám.....</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 69. Kompletní náboje uložené v přepravním obalu.....</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 70. a) Náboj připravený k uložení do hlavně zbraně b) Nábojnice po střelbě.....</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 71. Kompozitní prototypy nábojnice po střelbě.....</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 72. Pohled na upravené prototypy po střelecké zkoušce.....</i>	<i>84</i>
<i>Obr. 73. Pohled na rozbitou komůrku nábojnice.....</i>	<i>84</i>
<i>Obr. 74. Hodnoty modulu pružnosti pryskyřice UP-R s C plnivem.....</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 75. Hodnoty modulu prototypu s 10 % C pro různé použité pryskyřice</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 76. Hodnoty pevnosti v ohybu pryskyřice F 16 s plnivem i bez plniv.....</i>	<i>86</i>
<i>Obr. 77. Hodnoty pevnosti v ohybu pryskyřice UR 3490 s plnivem i bez plniv.....</i>	<i>86</i>
<i>Obr. 78. a) Hmotnost duralové nábojnice 40,95 g b) Hmotnost prototypu 17,12 g.....</i>	<i>87</i>

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Vlastnosti jednotlivých druhů Al slitin.[12]	22
Tab. 2. Vlastnosti jednotlivých druhů termoplastů.[15]	24
Tab. 3. Vlastnosti jednotlivých druhů uhlíkových vláken.[24]	30
Tab. 4. Vlastnosti jednotlivých druhů skleněných vláken.[24]	32
Tab. 5. Vlastnosti jednotlivých druhů aramidových vláken.[25,38]	33
Tab. 6. Vlastnosti jednotlivých druhů přírodních vláken.[20,25].....	34
Tab. 7. Vlastnosti jednotlivých druhů keramických vláken.[37].....	35
Tab. 8. Srovnání některých vybraných druhů vláken.[25,38]	36
Tab. 9. Srovnání některých vybraných druhů pryskyřic.[16,24,26,27,39]	38
Tab. 10. Naměřené hmotnosti duralových nábojnic	44
Tab. 11. Přehled cen některých práškových plniv	46
Tab. 12. Pomocné hodnoty pro míchání pryskyřice R688BV s iniciátorem	50
Tab. 13. Doba vytvrzování polyesterové pryskyřice R688BV s iniciátorem	51
Tab. 14. Cenový přehled složek polyesterového kompozitního materiálu.....	51
Tab. 15. Hmotnosti různých polyesterových prototypů	52
Tab. 16. Pomocné hodnoty pro míchání pryskyřice L 285 a tužidla 285	53
Tab. 17. Doba vytvrzování pryskyřice s použitím rozdílných tužidel a různých teplot.....	53
Tab. 18. Cenový přehled různých balení epoxidové pryskyřice.....	54
Tab. 19. Hmotnosti různých epoxidových prototypů	57
Tab. 20. Mísící poměr polyuretanové pryskyřice F 16.....	58
Tab. 21. Doba vytvrzování polyuretanové pryskyřice F 16 bez plniva a s plnivem	58
Tab. 22. Cena za balení polyuretanové pryskyřice F 16.....	58
Tab. 23. Hmotnosti různých polyuretanových prototypů z F 16.....	60
Tab. 24. Mísící poměr polyuretanové pryskyřice UR 3490	61
Tab. 25. Doba vytvrzování polyuretanové pryskyřice UR 3490	62
Tab. 26. Cena za balení polyuretanové pryskyřice UR 3490	62
Tab. 27. Hmotnosti různých polyuretanových prototypů z UR 3490.....	64
Tab. 28. Technické údaje zkušebního stroje ZWICK 1465.....	66
Tab. 29. Ohybové vlastnosti UP-R s 10 % uhlíkového prachu	68
Tab. 30. Ohybové vlastnosti UP-R s 25 % uhlíkového prachu	69
Tab. 31. Ohybové vlastnosti UP-R s 50 % uhlíkového prachu	70
Tab. 32. Ohybové vlastnosti UP-R s 10 % Al prášku.....	70

Tab. 33. Ohybové vlastnosti EP-R s 10 % uhlíkového prachu.....	71
Tab. 34. Ohybové vlastnosti EP-R s 10 % měděného prášku.....	72
Tab. 35. Ohybové vlastnosti PU-R F 16 s 10 % uhlíkového prachu	73
Tab. 36. Ohybové vlastnosti PU-R F 16 s 10 % Al prášku	74
Tab. 37. Ohybové vlastnosti PU-R F 16 s 10 % bronzového prášku	74
Tab. 38. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 10 % uhlíkového prachu	76
Tab. 39. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 10 % slídy	76
Tab. 40. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 5 % Cu a 5 % slídy	77
Tab. 41. Ohybové vlastnosti UR 3490 s 10 % bronzového prášku	78
Tab. 42. Ohybové vlastnosti UR 3490 s nasekanými uhlíkovými vlákny.....	79
Tab. 43. Souhrn údajů a vlastností k hodnocení prototypů	87
Tab. 44. Souhrn použitých kompozitních materiálů.....	89
Tab. 45. Přehled hmotností nábojnic	90
Tab. 46. Přehled cen nábojnic.....	90

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Podnikový prospekt - Munice pro granátometry.....	103
Příloha P II: Výkres duralové nábojnice 40 x 46 mm	104
Příloha P III: Výkres nábojnice 40 x 46 mm po úpravě.....	105
Příloha P IV: Technický list pryskyřice R688BV.....	106
Příloha P V: Technický list tužidla Butanox M-50.....	107
Příloha P VI: Technický list pryskyřice L 285 a tužidla 285.....	111
Příloha P VII: Technický list odpěňovače BYK-9076.....	117
Příloha P VIII: Technický list pryskyřice F 16.....	119
Příloha P IX: Technický list pryskyřice UR 3490.....	121
Příloha P X: Technický list Milled Carbon Fibre.....	123
Příloha P XI: Technický list Carbon Black	124
Příloha P XII: Bezpečnostní list železného prášku	132
Příloha P XIII: Bezpečnostní list měděného prášku	138
Příloha P XIV: Bezpečnostní list hliníkového prášku	144
Příloha P XV: Bezpečnostní list slídy HL-20.....	149

Všechny technické listy jsou uvedeny v elektronické verzi na CD: Diplomová práce 2013, Bc. Ivana Machů, Návrh a testování kompozitního dílu v muniční výrobě.

PŘÍLOHA P I: PODNIKOVÝ PROSPEKT - MUNICE PRO GRANÁTOMETY

VOP
026

ŠTERNBERK, s.p.

VOP - 026 ŠTERNBERK, s.p.,
divize VTÚVM Slavičín

vtúvm[®]

Munice pro granátomety

Náboje 40x46 mm LV PRACTICE (a jeho školní verze 40x46 mm LV DRILL) jsou určeny pro výcvik vojsk v zacházení se zbraní a výcviku vojsk ve střelbě z granátometů ráže 40x46 mm LV typu M79 a M203.

Verze 40x46 mm LV PRACTICE-T je náboj 40x46 mm LV PRACTICE opatřený stopkou, která zviditelňuje dráhu letu granátu do vzdálenosti cca 250 m (doba svícení stopky cca 4 s), čímž usnadňuje výcvik ve střelbě na přesnost zásahu cíle.



Základní technicko-taktická data

Typ 40 x 46 mm LV
Hmotnost náboje 250 g
Hmotnost střely 198 g
Délka náboje 115 mm
Počáteční rychlost 78 m/s
Maximální dostřel 400 m



VOP - 026 Šternberk, s.p., divize VTÚVM Slavičín, Dlouhá 300, CZ - 763 21 Slavičín
tel.: +420 577 341 253, fax: +420 577 341 252, e-mail: slavicin@vtuvm.cz, http://vtuvm.com

PŘÍLOHA P IV: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE R688BV

italbeit s.r.l.

R688BV – Orthophtalic Casting Accelerated

Description

Orthophtalic, unsaturated polyester resin, diluted in styrene, with medium reactivity and low viscosity, pre accelerated.

Applications

R688BV is particularly suitable for casting application.

Sales specification

Property	Value	Unit	Method
Acid number	≤ 35	mg KOH/g r	231

Typical Properties

Property	Value	Unit	Method
Appearance	Blue liquid		010
Styrene content	37 – 39	%	352
Thixotropic index	-		215
Viscosity	300 - 400	mPa s	
Gel time at 25°C (1)	8 – 9 winter 15 – 16 summer	minutes	267
Stability at 65°C	6	days	242

(1) Formulation: 100 g resin + 2 ml MEKP 50%

Supply Form

Product is available in a 225 Kg. lined drum, 1000 Kg. container or in bulk.

Storage stability

The product is stable for 3 months when stored in a stainless steel tank or lined drums (avoid glass fibre based containers or tin plated drums), at 20°C temperature, in a dark/ventilated place.

Keep away from iron and copper salts, organic and inorganic peroxides. Stirring the product before using is suggested.

Safety

The product is flammable and harmful.

Further information is provided in the relevant safety data sheet.

N.B.: The data given in this brochure do not constitute characteristic properties of the single product.
To our best knowledge, the information contained in this brochure is accurate and corresponds to the truth.
However, any recommendations or suggestions are provided without any guarantee, since the conditions in which the products are used are not under our control.
Furthermore, nothing contained in this brochure shall be interpreted as a recommendation for using the product in violation of any patents relating to the material and their uses.

italbeit s.r.l.

via A. Diaz, 9/11 – 20014 – Nerviano (Mi)

p.iva: 00858780158

tel: +39.0331.587412 – fax: +39.0331.415455

PŘÍLOHA P V: TECHNICKÝ LIST INICIÁTORU BUTANOX M-50

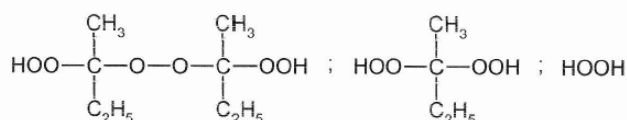
Product Data Sheet



AkzoNobel
Tomorrow's Answers Today

Butanox[®] M-50

Product description Methyl ethyl ketone peroxide, solution in dimethyl phthalate



CAS No. : 1338-23-4
EINECS/ELINCS No. : 215-661-2
TSCA status : listed on inventory

Specifications Appearance : Clear and colorless liquid
Total active oxygen : 8.8-9.0%

Characteristics Density, 20°C : 1.180 g/cm³
Viscosity, 20°C : 24 mPa.s

Storage Due to the relatively unstable nature of organic peroxides a loss of quality can be detected over a period of time. To minimize the loss of quality, AkzoNobel recommends a maximum storage temperature (T_s max.) for each organic peroxide product.

For *Butanox* M-50 T_s max. = 25°C

When stored under the recommended storage conditions, *Butanox* M-50 will remain within the AkzoNobel specifications for a period of at least 6 months after delivery.

Thermal stability Organic peroxides are thermally unstable substances, which may undergo self-accelerating decomposition. The lowest temperature at which self-accelerating decomposition of a substance in the original packaging may occur is the Self-Accelerating Decomposition Temperature (SADT). The SADT is determined on the basis of the Heat Accumulation Storage Test.

For *Butanox* M-50 SADT : 60°C

The Heat Accumulation Storage Test is a recognized test method for the determination of the SADT of organic peroxides (see Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria - United Nations, New York and Geneva).

Major decomposition products Carbon dioxide, Water, Acetic acid, Formic acid, Propanoic acid, Methyl ethyl ketone

PŘÍLOHA P V: TECHNICKÝ LIST INICIÁTORU BUTANOX M-50

Packaging and transport

The standard packaging is a 30 l HDPE can (Nourytainer®) for 30 kg peroxide solution.

In Asia Pacific the standard packaging is a 30 l HDPE can for 20 kg peroxide solution.

Both packaging and transport meet the international regulations. For the availability of other packed quantities contact your AkzoNobel representative.

Butanox M-50 is classified as Organic peroxide type D; liquid; Division 5.2; UN 3105.

Safety and handling

Keep containers tightly closed. Store and handle *Butanox M-50* in a dry well-ventilated place away from sources of heat or ignition and direct sunlight. Never weigh out in the storage room.

Avoid contact with reducing agents (e.g. amines), acids, alkalis and heavy metal compounds (e.g. accelerators, driers and metal soaps).

Please refer to the Material Safety Data Sheet (MSDS) for further information on the safe storage, use and handling of *Butanox M-50*. This information should be thoroughly reviewed prior to acceptance of this product.

The MSDS is available at www.akzonobel.com/polymer.

Applications

Butanox M-50 is a general purpose methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) for the curing of unsaturated polyester resins in the presence of a cobalt accelerator at room and elevated temperatures.

The curing system *Butanox M-50*/cobalt accelerator is particularly suitable for the curing of gelcoat resins, laminating resins, lacquers and castings; moreover the manufacture of light resistant parts may be possible contrary to the curing system benzoyl peroxide/amine accelerator.

Practical experience throughout many years has proven that by the guaranteed low water content and the absence of polar compounds in *Butanox M-50*, this peroxide is very suitable in GRP products for e.g. marine applications.

For room temperature application it is necessary to use *Butanox M-50* together with a cobalt accelerator (e.g. Accelerator NL-49P).

Dosing

Depending on working conditions, the following peroxide and accelerator dosage levels are recommended:

<i>Butanox M-50</i>	1 - 4 phr*
Accelerator NL-49P	0.5 - 3 phr

* phr = parts per hundred resin

PŘÍLOHA P V: TECHNICKÝ LIST INICIÁTORU BUTANOX M-50

Cure Characteristics

In a high reactive standard orthophthalic resin in combination with Accelerator NL-49P (= 1% cobalt) the following application characteristics were determined:

Gel times at 20°C

2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 0.5 phr Accelerator NL-49P	12 minutes
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 1.0 phr Accelerator NL-49P	7 minutes

Cure of 1 mm pure resin layer at 20°C

The speed of cure is expressed as the time to reach a Persoz hardness of respectively 30, 60 and 120 s.

	Persoz:	30	60	120 s
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 0.5 phr Accelerator NL-49P		2.4	4.1	13 h
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 1.0 phr Accelerator NL-49P		1.7	3.0	9.5 h

Cure of 4 mm laminates at 20°C

4 mm laminates have been made with a 450 g/m² glass chopped strand mat. The glass content in the laminates is 30% (w/w).

The following parameters were determined:

- Time-temperature curve.
- Speed of cure expressed as the time to achieve a Barcol hardness (934-1) of 0-5 and 25-30 respectively.
- Residual styrene content after 24 h at 20°C and a subsequent postcure of 8 h at 80°C.

	Gel time (min.)	Time to peak (min.)	Peak exotherm (°C)
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 0.5 phr Accelerator NL-49P	13	36	44
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 1.0 phr Accelerator NL-49P	8	26	64

	Barcol		Res. styrene	
	0-5	25-30	24 h 20°C	+ 8 h 80°C
	(h)	(h)	(%)	(%)
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 0.5 phr Accelerator NL-49P	3	15	6	0.3
2 phr <i>Butanox</i> M-50 + 1.0 phr Accelerator NL-49P		1	5	0.1

PŘÍLOHA P V: TECHNICKÝ LIST INICIÁTORU BUTANOX M-50

Pot life at 20°C

Pot lives were determined of a mixture of *Butanox* M-50 and a non-preaccelerated UP resin at 20°C.

2 phr <i>Butanox</i> M-50	12 h
4 phr <i>Butanox</i> M-50	7 h

Solubility

Butanox M-50 is miscible with phthalates and slightly miscible with water.

Colors

Butanox M-50 is available in the colors blue, yellow-A, red-YM and red-YM 1/6.

Butanox and *Nourytainer* are registered trademarks of Akzo Nobel Chemicals B.V. or affiliates in one or more territories.

All information concerning this product and/or suggestions for handling and use contained herein are offered in good faith and are believed to be reliable. AkzoNobel Functional Chemicals, however, makes no warranty as to accuracy and/or sufficiency of such information and/or suggestions, as to the product's merchantability or fitness for any particular purpose, or that any suggested use will not infringe any patent. Nothing contained herein shall be construed as granting or extending any license under any patent. Buyer must determine for himself, by preliminary tests or otherwise, the suitability of this product for his purposes. The information contained herein supersedes all previously issued bulletins on the subject matter covered. The user may forward, distribute, and/or photocopy this document only if unaltered and complete, including all of its headers and footers, and should refrain from any unauthorized use. You may not copy this document to a website.

AkzoNobel Functional Chemicals
Amersfoort, The Netherlands
T +31 33 467 6767
F +31 33 467 6151

E polymerchemicals.nl@akzonobel.com

AkzoNobel Functional Chemicals
Chicago, U.S.A.
T +1 312 544 7000
1 800 828 7929 (Toll free US only)
F +1 312 544 7188

E polymerchemicals.na@akzonobel.com

Akzo Nobel (Asia) Co., Ltd.
Shanghai, PR China
T +86 21 2216 3600
F +86 21 3360 7739

E polymerchemicals.ap@akzonobel.com

www.akzonobel.com/polymer

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE L 285

LAMINAČNÍ PRYSKYŘICE L 285 TUŽIDLA 285, 286, 287

Návod k použití, technické listy

Charakteristika

Schválení:	Německý federální úřad pro letectví
Použití:	výroba kluzáků, motorových kluzáků a motorových letadel, lodě a stavba lodí, sportovní nářadí, letecké modely, formy a nástroje
Teplotní odolnost výrobků bez výrazných změn jejich parametrů:	- 60 °C - > + 50-60 °C za temperování - 60 °C - > + 80-+ 100 °C po temperování
Zpracování:	Při teplotách mezi 10 °C a 50 °C Všechny běžné metody zpracování
Zvláštní vlastnosti: .	Extremně dobrá fyziologická kompatibilita Dobré mechanické a tepelné vlastnosti Doba zpracovatelnosti (tzv. pot life) od přibližně 45 minut do asi 5 hodin (závisí na použitém tužidle)
Zvláštní úpravy:	L 285 T: tixotropní L 285 K2: tixotropní tepelná úprava L 285 W: bílá

Použití

Systém laminační pryskyřice, schválený německým federálním úřadem pro letectví, má rozdílné doby zpracovatelnosti (v závislosti na použitém tužidle) pro výrobu s použitím skelných, uhlíkových a kevlarových vláken a vyznačuje se vysokými statickými a dynamickými vlastnostmi.

Po tepelném vytvrzení při 50 - 55 °C systém splňuje standard pro větroně a motorové větroně (pracovní teplota - 60 °C až + 54 °C. Pro splnění požadavků motorových letadel (pracovní teploty - 60 °C až + 72 °C) je nezbytné tepelné vytvrzení při 80 °C.

Rozmezí doby zpracovatelnosti (tzv. pot life) je mezi přibližně 45 min. a 5 h v závislosti na druhu tužidla. Tužidla mají stejný poměr míchání a mohou být míchány mezi sebou v jakémkoli poměru. Toto dovoluje výběr optimálního systému pro všechny metody zpracování. Po počátečním vytvrzení při pokojové teplotě jsou vyrobené komponenty opracovatelné a lze je vytáhnout z formy. Získáte vysoce se lesknoucí a nelepivé povrchy, a to dokonce i při nepříznivých podmínkách při vytvrzování, tj. nižší teploty nebo vysoká vlhkost.

Viskozita směsi zaručuje rychlé a dokonalé prosycení vláken, nicméně, pryskyřice se

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE L 285 A TUŽIDLA 285

nerozlije na tkanině na vertikálním povrchu. Za účelem získání zvláštních vlastností je rovněž možné přidat ke směsi pryskyřice/tužidlo nejružnější plniva, např. aerosil, mikrobalony, bavlněné vločky, kovový prášek apod.

Pokud se nevyžaduje vysoká tepelná odolnost či letecké schválení, dá se tužidlo 285 použít bez následného temperování. Nicméně, uvedené vlastnosti získá pouze po tepelném vytvrzení při teplotách nad 50 °C.

Použití

Laminační systém má hydrofilní charakter (vyšší absorpce vlhkosti, nižší odpor rozptylu páry). Proto neočekáváme žádné problémy kompatibility při jeho kombinaci s polyesterovými gelcoaty, rozmanitými barvami (např. na bázi PUR) atd. Bohužel však nemáme k dispozici testy těchto kombinací.

Od svého schválení v roce 1985 byl laminační systém L 285 používán téměř všemi výrobci letadel a kluzáků a - zvláště kvůli své extrémně dobré fyziologické kompatibilitě - je nejvíce užívaným systémem dnešního leteckého průmyslu. Často se stává, že pracovníci, kteří zaznamenali problémy s některými epoxidy (alergie či podráždění pokožky), jsou schopni zpracovávat laminační pryskyřici L 285.

Je nutno dodržovat příslušná bezpečnostní pokyny pro manipulaci s epoxidovými pryskyřicemi a tužidlo a naše instrukce pro bezpečné zpracování.

Specifikace

		Laminační pryskyřice L 285
Hustota	g/cm ³ / 25 °C	1,18 - 1,23
Viskozita	mPas / 25 °C	600 - 900
Ekvivalent epoxidu	-	165 - 170
Hodnota epoxidu	-	0,59 - 0,65
Barva	Gardner	max 3

		Tužidlo 285	Tužidlo 286	Tužidlo 287
Hustota	g/cm ³ / 25 °C	0,94 - 0,97	0,94 - 0,97	0,93 - 0,96
Viskozita	mPas / 25 °C	50 - 100	60 - 100	80 - 100
Aminové číslo	mg KOH / G	480 - 550	450 - 500	450 - 500
Barva	Gardner	max 3 (*)	max 3 (*)	max 3 (*)

(*) Vztahuje se pouze k průsvitnému tužidlu - tužidla mají průsvitně modrou barvu

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE L 285 A TUŽIDLA 285

LAMINAČNÍ PRYSKYŘICE LH 160 TUŽIDLA 135 - 137, 285 - 287, 501 - 502 H 147

Návod k použití, technické listy

Charakteristika Schválení:	---
Použití:	Stavba lodí Sportovní nářadí Letecké modely Formy a nástroje Lepidla Odlitky
Teplotní odolnost výrobku bez výrazných změn jejich parametrů:	- 60 °C - > + 50-60 °C (s H 300 do 80°C)
Zpracování:	Při teplotách mezi 10 °C a 50 °C Všechny běžné metody zpracování
Zvláštní vlastnosti:	Dobré mechanické vlastnosti Doba zpracovatelnosti /tzv. pot life/ od přibližně 15 min. do asi 5 hodin

Systémy laminačních pryskyřic pro vytvrzování při pokojové teplotě

Pro vytvrzování při pokojové teplotě od 10 - 30 °C jsou k dispozici speciální kombinace laminačních pryskyřic. Tyto systémy byly upraveny takovým způsobem, že při pokojové teplotě zcela vytvrdnou a mohou být zpracovávány a používány bez následného tepelného vytvrzení.

Teplelné odolnosti 40 - 60 °C lze dosáhnout vytvrzováním při pokojové teplotě /tzv. pravidlo palce: vytvrzovací teplota + 30 °C = maximální tepelná odolnost/. Tepelná odolnost některých systémů /tužidla 135 - 137 a H 300/ může být zvýšena na přibližně 80 °C postupným tepelným temperováním.

Mimo systémy popsané níže lze použít po vytvrzování při pokojové teplotě i další kombinace pryskyřice/tužidlo, které nemusejí splňovat zvláštní požadavky (letecký test apod.).

Příklady vhodné kombinace:

Laminační pryskyřice LH 160

Standardní pryskyřice nízké viskozity na bázi bisphenolu A. Viskozita: 700 - 900 mPas/25 °C. Při normálních skladovacích teplotách nedochází ke zkrystalizování.

Tužidla 135 - 137

Série tužidel s rozličnými dobami zpracování (od přibližně 25 minut do asi 5 hodin) pro zpracování při teplotách nad 18 °C.

Laminační pryskyřice L 285 s tužidlem 285 nebo laminační pryskyřice L 335 s tužidlem 335 / 340

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE L 285 A TUŽIDLA 285

Tužidla 285 – 287

Dobré vytvrzení je zajištěno od teplot +10°C. doba zpracovatelnosti je od cca 50 minut do asi 2 hodin. Při vytvrzení mezi 50 - 60°C po 3 hodiny, systém vyhovuje požadavkům pro motorová letadla. (tj. -60 - +80°C.)

Tužidla 501 - 502

Jsou určena speciálně pro použití při nižších teplotách. Dobrého vytvrzení tohoto systému je dosaženo při teplotách od + 10 °C. Tepelná odolnost je nižší než u tužidel 135 - 137.

Použití

Jedná se o systémy laminačních pryskyřic s nízkou viskozitou neobsahující rozpouštědla či plniva určená pro zpracování a vytvrzování při pokojové teplotě. Vhodná pro výrobu dílů vyztužených skleněnými, uhlíkovými a aramidovými vlákny, jejichž rysy jsou vysoká statická a dynamická pevnost.

Doba zpracovatelnosti v kelímku (tzv. pot life) se různí od přibližně 25 min do 5 hodin. Dokonce i při nepříznivých vytvrzovacích podmínkách, jako je nízká teplota či vysoká relativní vlhkost lze dosáhnout nelepivých povrchů s vysokým leskem. Viskozity směsí s laminační pryskyřicí LH 160 jsou velmi nízké, což je výhodné pro zpracování při nízkých teplotách nebo zvláštních metodách zpracování, např. vstřikování apod.

Díky svým výborným přilnavým vlastnostem se tyto systémy rovněž dají použít jako adheziva pro dřevo, kov, sklo, beton a četné druhy plastů. Plniva (např. kovový prášek, prach, bavlněné vločky apod.) mohou být přimíchána pro dosažení speciálních vlastností systému.

Kvůli průtažnosti 4 - 7 %, což je výhodné při použití jako laminační pryskyřice, je pevnost ve stříhu a odolnost proti odlupu o něco nižší než u našich speciálních adhezivních pryskyřic.

		Laminační pryskyřice LH 160
Hustota	g/cm ³ / 25 °C	1,13 - 1,17
Viskozita	mPas / 25 °C	700 – 900
Epoxid.hmot.ekvivalent	g/mol	166 – 182
Epoxidový index	mol/1000 g	0,55 - 0,60
Barva	Gardner	max 3

Tužidlo 135 – 137

Tužidlo 285 - 287

Tužidlo 501 - 502

Tužidlo H 147

Specifikace

		Tužidlo 135	Tužidlo 136	Tužidlo 137
Hustota	g/cm ³ / 25 °C	0,98 - 1,07	0,94 - 0,98	0,94 - 0,98
Viskozita	mPas / 25 °C	50 - 150	20 - 100	10 – 50
Aminové číslo	mg KOH / g	450 - 500	450 - 500	450 – 500

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE L 285 A TUŽIDLA 285

Barva	Gardner	max 4 (*)	max 4 (*)	max 4 (*)
		Tužidlo 285	Tužidlo 286	Tužidlo 287
Hustota	g/cm³ / 25 °C	0,94 - 0,97	0,94 - 0,97	0,93 - 0,96
Viskozita	mPas / 25 °C	50 - 100	60 - 100	80 - 100
Aminové číslo	mg KOH / g	480 - 550	450 - 500	450 - 500
Barva	Gardner	max 3 (*)	max 3 (*)	max 3 (*)

(*) Vztahuje se pouze k transparentnímu tužidlu - tužidla mají transparentní modrou barvu

		Tužidlo 501	Tužidlo 502
Hustota	g/cm³ / 25 °C	0,98 - 1,05	0,98 - 1,05
Viskozita	mPas / 25 °C	100 - 250	30 - 100
Aminové číslo	mg KOH / g	470 - 550	400 - 500
Barva	Gardner	max 4	max 4

		Tužidlo H 147
Hustota	g/cm³ / 25 °C	
Viskozita	mPas / 25 °C	600
Aminové číslo	mg KOH / g	-
Barva	Gardner	

Podrobnosti pro zpracování

	Pryskyřice LH 160	Tužidlo 135 - 137	Tužidlo 501 - 502
Průměrná hodnota epoxidu	0,56	-	-
Průměrný ekvivalent aminu	-	62	72
Skladování	> 12 měsíců v originálním obalu		
Teplota při zpracování	10 - 50 °C		
Vytvrzování	Vytvrzování při pokojové teplotě nebo vytvrzování ve formě při vysokých teplotách.		
Temperování	Není nezbytné - možno při 50 °C - > 150 °C		
	Tužidlo 285 - 287	Tužidlo H 147	
Průměrná hodnota epoxidu	-	-	
Průměrný ekvivalent aminu	64	-	
Skladování	> 12 měsíců v originálním obalu		
Teplota při zpracování	10 - 50 °C		

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE L 285 A TUŽIDLA 285

Vytvrzování	Vytvrzování při pokojové teplotě nebo vytvrzování ve formě při vysokých teplotách.
Temperování	Není nezbytné - možno při 50 °C - > 150 °C

Skladování

Pryskyřice a tužidla mohou být skladovány po dobu nejméně 12 měsíců v pečlivě utěsněných kontejnerech. Při teplotách pod + 15 °C mohou pryskyřice a tužidla zkrystalizovat. Krystalizace je patrná jako zamízení či změna tekuté podoby obsahu kontejneru na pevnou. Před zpracováním se musí krystalizace zahřátím odstranit. Pomalu zahřejte až do přibližně 50 - 60 °C ve vodní lázni nebo peci a mícháním či potřásáním uvedete obsah kontejneru do původního stavu bez jakékoli vady na kvalitě. Zpracovávejte pouze výrobky zcela jednotné barvy. Před zahřátím lehce kontejner otevřete, aby došlo k vyrovnání tlaku. Během zahřívání buďte opatrní. Nezahřívajte nad otevřeným ohněm! Při míchání používejte bezpečnostní pomůcky (rukavice, brýle, respirátor).

Míchací poměry

	Pryskyřice LH 160 : Tužidlo 135 – 137
Složky váhově	100 : 35 (+/-2)
Složky objemově	100 : 40 (+/-2)

	Pryskyřice LH 160 : Tužidlo 285 – 287
Složky váhově	100 : 40 (+/-2)
Složky objemově	100 : 50 (+/-2)

	Pryskyřice LH 160 : Tužidlo 501 – 502
Složky váhově	100 : 40 (+/-2)
Složky objemově	100 : 50 (+/-2)

	Pryskyřice LH 160 : Tužidlo H 147
Složky váhově	100 : 25 (+/-2)
Složky objemově	---

Specifikované poměry míchání musí být co nejpřesněji dodrženy. Přidání více či méně tužidla nebude mít vliv na rychlejší či pomalejší reakci - pouze nedostatečné vytvrzení, které nelze žádným způsobem opravit.

Směs pryskyřice a tužidla je nutno velice pečlivě promíchat. Míchejte, dokud nebude směs zcela jednotné barvy. Zvláštní péči věnujte stěnám a dnu nádoby, v níž směs mícháte.

Optimální teplota při zpracování je mezi 20 - 25 °C. Vyšší teplota zpracování je možná, ale zkrátí dobu zpracovatelnosti. Nárůst teploty o 10 °C zkrátí dobu zpracovatelnosti na polovinu. Voda (například velmi vysoká vlhkost či voda obsažená v pinivech) způsobí zrychlení reakce pryskyřice a tužidla. Různé teploty a vlhkosti během zpracování nemají významný efekt na pevnost vytvrzeného výrobku. Nemixujte velká množství, zvláště, pokud se používá vysoce reaktivních systémů. Teplu uvolněné z míchací nádoby je velmi malé, takže obsah se velmi rychle zahřeje díky reakčnímu teplu (exotermická reakce pryskyřice - tužidlo).

PŘÍLOHA P VII: TECHNICKÝ LIST ODPĚŇOVAČE BYK-9076



Data Sheet W204
Issue 01/09

BYK-9076

BYK-9077

Wetting and Dispersing Additives for Solvent-Free Systems and Pigment Concentrates

Composition

BYK-9076	Alkylammonium salt of a high molecular weight copolymer
BYK-9077	High molecular weight copolymer with pigment affinic groups

Typical Properties

	Amine value in mg KOH/g	Acid value in mg KOH/g	Density at 20°C in g/ml	Non-volatile matter in %	Flash point in °C
BYK-9076	44	38	1,05	96	> 100
BYK-9077	48	–	1,05	98	> 100

Values indicated in this data sheet describe typical properties and do not constitute specification limits.

Recommended Levels

	% additive (as supplied) based upon			
	carbon blacks	inorganic pigments	organic pigments	titanium dioxide
BYK-9076	15 - 50	5 - 10	10 - 25	1 - 3
BYK-9077				

The above recommended use levels are strongly dependent on pigment particle size. Optimal levels may be determined with a **ladder series** in the laboratory.

Incorporation and Processing Instructions

For optimum performance, these additive must be incorporated into the millbase prior to the addition of pigments.

PŘÍLOHA P VII: TECHNICKÝ LIST ODPĚŇOVAČE BYK-9076

Data Sheet W204
Issue 01/09

Applications

	Pigmentconcentrates				Areas of Usage of Pigment Concentrates			
	in polyols	in plasti-cizers	in un-saturated polyesters	in epoxy resins	PVC-Plastisols	PU foam	PU-floorings	Gel Coats
BYK-9076	■	■	■	□	■	■	■	-
BYK-9077	■	■	■	□	□	■	■	□

■ recommended □ suitable

Function

These high molecular weight additives **deflocculate** pigments through steric stabilization of the pigments. They provide equal electrical charge to pigments and thus avoid additionally possible co-flocculation of pigments that are not equally charged. Due to the small particle sizes of the deflocculated pigments, high gloss is achieved and color strength improved. Additionally, transparency of transparent pigments and hiding power of opaque pigments are increased. These products reduce viscosity, subsequently, leveling is improved and higher pigment loading is possible.

Special Features and Benefits

BYK-9076	significantly reduces viscosity and leads to more Newtonian flow behavior in the mill-base. BYK-9076 is especially suited for stabilizing acidic and neutral carbon black pigments. The product does not contain plasticizers. At the time of publication the active compounds in BYK-9076 fully meet all requirements of Food Contact Regulation 21 CFR (FDA) § 175.105 „Adhesives“ and § 175.300 „Resinous and polymeric coatings“. For the current legal status please contact our product safety department.
BYK-9077	reduces viscosity and leads to more Newtonian flow behavior in the mill-base. BYK-9077 is especially suited for stabilizing basic carbon black pigments. The product does not contain plasticizers.

Storage and Transportation

BYK-9077	Separation or turbidity may occur at temperatures below 10°C. Warm to 60°C and mix well. Product efficiency is not influenced.
----------	--

PŘÍLOHA P VIII: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE F 16



F 16

RYCHLETUHNOUcí POLYURETANOVÁ PRYSKYŘICE
S MOŽNOSTÍ PŘIDÁNÍ PLNIVA
Vytvrzení 30 minut, T_g 100°C

POUŽITÍ

F 16 je univerzální dvousložková pryskyřice pro výrobu forem (pro vakuforming při naplnění hliníkovým plnivem RZ 209/8), tenkostěnných odlitků i odlitků masivních (při naplnění minerálním plnivem RZ 30150). F 19 je vhodná pro výrobu slévárenských modelů, šablon, nástrojů, malosériovou výrobu a předsériové testy.

VLASTNOSTI

Malé smrštění
Nízká viskozita
Velmi krátký čas vytvrzení
Snadný míšicí poměr 1:1
Teplotní odolnost 100°C

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI				
	SLOŽKA A	SLOŽKA B	SMĚS BEZ PLNIVA	SMĚS S PLNIVEM RZ 30150
Složení	F 16 POLYOL	F 16 ISO		
Míšicí poměr (hmotnostní díly)	100	100	-	300
Skupenství	kapalina	kapalina	kapalina	kapalina
Barva	mléčná	jantarová	běžová	běžová
Viskozita Brookfield @ 25°C (mPa.s)	120	40	80	1500
Hustota @ 25°C	1,00	1,10	1,05	1,61
Doba zpracovatelnosti (200g) @ 25°C			2-3 minuty	3-4 minuty

PRACOVNÍ POSTUP

Složka A (polyol) musí být před použitím řádně promíchána. Odlévejte volným lítím nebo pod vakuem do silikonových forem nebo do forem pevných. Povrch pevných forem nezapomeňte ošetřit vhodným separátorem (AXSON 841 nebo 827). Pro odlitky silnější než 5-10 mm je vhodné použít plniva. Poměr plnivo/pryskyřice doporučujeme maximálně 150/100 (tedy například pro 2kg směsi F16 přidejte max. 3kg plniva). Doporučená plniva jsou:

- hliníkové plnivo RZ 209/8
- minerální obrobiteľné plnivo RZ 30150

Plnivo přidávejte do obou komponent zvlášť, pečlivě promíchejte a teprve potom smíchejte. Veškerá plniva a barviva nesmí obsahovat vlhkost. Rovněž povrch forem musí být suchý.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI @ 23°C PO VYTVRZENÍ				
			SMĚS BEZ PLNIVA	SMĚS S PLNIVEM RZ 30150
Tvrdost	ISO 868-85	D Shore	72	82
Rázová houževnatost - CHARPY	ISO 179/1D-94	kJ / m ²	13	-
Pevnost v ohybu	ISO 178-93	MPa	37	39
Ohybový modul pružnosti	ISO 178-93	MPa	1000	3600
Pevnost v tlaku	ISO 604-93	MPa	33	60

PŘÍLOHA P VIII: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE F 16



F 16

RYCHLETUHOUCÍ POLYURETANOVÁ PRYSKYŘICE
S MOŽNOSTÍ PŘIDÁNÍ PLNIVA
Vytvrzení 30 minut, T_g 100°C

TEPELNÉ A SPECIFICKÉ VLASTNOSTI				
			SMĚS BEZ PLNIVA	SMĚS S PLNIVEM RZ 30150
Teplotní odolnost	T.M.A.-METTLER	°C	100	100
Koeficient teplotní roztažnosti	oblast [+20,+70]°C	10 ⁻⁶ K ⁻¹	-	84
Lineární smrštění	síla 50mm	mm / m		3,7
Doba vytvrzení k odformování @ 23°C	síla 10mm	minut	20	
	síla 40mm	minut		30

Výše uvedené hodnoty naměřeny na standardním vzorku vytvrzeném 16hodin při 80°C.

OPATŘENÍ

Při používání tohoto produktu dodržujte tato opatření :

- zajistěte dobrou ventilaci
- používejte ochranné rukavice a brýle
- další informace vyhledejte v bezpečnostním listě

SKLADOVÁNÍ

Skladovací životnost je 12 měsíců na suchém tmavém místě a v originálním neotevřeném balení při teplotě 15-25°C.

BALENÍ

Složka F16 POLYOL
0,9 kg
5,0 kg

Složka F16 ISO
0,9 kg
5,0 kg

UPOZORNĚNÍ !

Informace uvedené v těchto technických podkladech vycházejí z výzkumů a testů prováděných v našich laboratořích za přísných podmínek. AXSON ručí za kvalitu svých produktů a za jejich vlastnosti. Firma AXSON neručí za svoje produkty pokud je nepoužijete za stanovených podmínek a pro jiné, než doporučené aplikace. Vlastní použití materiálů probíhá mimo naši kontrolu a jste za ně plně odpovědní. AXSON neručí za žádné škody způsobené používáním produktu! Doporučujeme výrobek nejdříve otestovat.

ACR CZECH s.r.o.
Žatecká 1899/25, 434 30 MOST
telefon/fax: 476 704 212, e-mail: info@axson.cz
WWW.AXSON.CZ

PŘÍLOHA P IX: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE UR 3490



UR 3490

ELASTICKÁ POLYURETANOVÁ PRYSKYŘICE PRO
SLÉVÁRENSKÉ MODELY, PROTOTYPY, LISOVÁNÍ
vysoká otěruvzdornost, nezlomitelnost

POUŽITÍ

UR 3490 je dvousložková pryskyřice pro výrobu slévárenských modelů a jaderníků s dřevěným, hliníkovým či pryskyřičným jádrem. Pryskyřici je rovněž možno využít pro prototypové odlitky (nezlomitelné funkční díly) a pro lisovací a zaklepávací nástroje. Jedná se o netoxickou náhradu populární UR 3569.

VLASTNOSTI

Vynikající otěruvzdornost
Vynikající rázová houževnatost
Malá náchylnost na vlhko
Nezlomitelné odlitky
Rychlé vytvrzení

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI			
	SLOŽKA A	SLOŽKA B	SMĚS
Složení	Isokyanát	Polyol	
Mísicí poměr váhový (hmot.díly)	100	50	
Mísicí poměr objemový @ 25°C	88	50	
Skupenství	Kapalina	Kapalina	
Barva	Bílá	Jantarová	Béžová
Viskozita (Brookfield) @ 25°C	3000±100mPa.s	150±20mPa.s	1500±100mPa.s
Hustota @ 25°C	1,08±0,02	1,08±0,02	1,08±0,02
Doba zpracovatelnosti (500g) @ 25°C			13 -15 minut

PRACOVNÍ POSTUP

Obě složky musí být před použitím řádně promíchány. Pečlivě smíchejte dle předepsaného mísicího poměru a odlévejte volným litím nebo pod vakuem do suchých forem (pevných či silikonových). Povrch pevných forem nezapomeňte ošetřit vhodným separátorem (Axson 851 nebo Aerosol 870) . Pro zlepšení zatékavosti lze materiál předehřát až na 50°C. Nezapomeňte však, že se zkrátí doba zpracovatelnosti a zvýší smrštění. Rovněž formy mohou být temperovány. Pro urychlení odformování je možno odlitek temperovat při 80°C.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI @ 23°C PO VYTVRZENÍ			
Konečná tvrdost @ 23°C	ISO 868-85	D Shore	70
Tvrdost @ 80°C	ISO 868-85	D Shore	63
Pevnost v ohybu	ISO 178-93	MPa	28
Prodloužení do přetržení	ISO 37-77	%	100
Rázová houževnatost - CHARPY	ISO 179/1D-94	kJ / m ²	> 80 (bez lomu)
Odolnost proti přetržení	ISO 34-94	kN/m	90
Pevnost v tahu	ISO 527-84	MPa	28

PŘÍLOHA P IX: TECHNICKÝ LIST PRYSKYŘICE UR 3490



UR 3490

ELASTICKÁ POLYURETANOVÁ PRYSKYŘICE PRO
SLÉVÁRENSKÉ MODELY, PROTOTYPY, LISOVÁNÍ
vysoká otěruvzdornost, nezlomitelnost

TEPELNÉ A SPECIFICKÉ VLASTNOSTI			
Teplotní odolnost	T.M.A. - METTLER	°C	95
Teplotní oblast použitelnosti		°C	-40 / +80
Koeficient teplotní roztažnosti (CTE)	oblast [-20,+80]°C	10 ⁻⁶ K ⁻¹	175
Lineární smrštění		mm / m	3
Doba vytvrzení k odformování @ 23°C		hodin	16
Doba vytvrzení k odformování @ 80°C		hodin	2-4
Kompletní vytvrzení systému @ 23°C		dnů	6
Kompletní vytvrzení systému @ 80°C		hodin	8

Výše uvedené hodnoty byly naměřeny na standardním vzorku vytvrzeném 8 hodin při 80°C.

OPATŘENÍ

Při používání tohoto produktu dodržujte tato opatření :

- zajistěte dobrou ventilaci
- používejte ochranné rukavice a brýle
- další informace vyhledejte v bezpečnostním listě

SKLADOVÁNÍ

Skladovací životnost je 12 měsíců na suchém místě a v originálním neotevřeném balení při teplotě 15-25°C.

BALENÍ

Složka A
1kg

Složka B
0,5 kg

UPOZORNĚNÍ !

Informace uvedené v těchto technických podkladech vycházejí z výzkumů a testů prováděných v našich laboratořích za přísných podmínek. AXSON ručí za kvalitu svých produktů a za jejich vlastnosti. Firma AXSON neručí za svoje produkty pokud je nepoužijete za stanovených podmínek a pro jiné, než doporučené aplikace. Naše poradenství pro zpracování materiálů AXSON je založeno na současném stavu znalostí. Vlastní použití materiálů probíhá mimo naši kontrolu a jste za ně plně odpovědní. Doporučujeme výrobek nejdříve otestovat.

ACR CZECH s.r.o.
Žatecká 1899/25, 434 30 MOST
telefon/fax: 476 704 212, e-mail: davidbilek@axson.cz

www.axson.cz

PŘÍLOHA P X: TECHNICKÝ LIST MILLED CARBON FIBRE



HAVEL COMPOSITES CZ s.r.o.
Svědlice 67
783 54 Přešlavice
tel.: +420 585 129 011
fax: +420 585 129 040
info@havel-composites.cz
www.havel-composites.com
IČ: 25907379
DIČ: CZ25907379

TECHNICKÝ LIST

Technické údaje

MILLED CARBON FIBRE

for most thermoplastics and thermosets

Carbon content	85 %
Fibre density	1,8 +0,2 g/cm ³
Average length	220 +20 μ (0-400 μ : 93 +- 5 %)
Filament diameter	7 +-2 μm

*Informace zde uvedené vycházejí ze současných poznatků a nezakládají žádný právní r.
Změny způsobené technickým pokrokem jsou možné.*

Datum vydání: 11.1.2006

Datum poslední revize:

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK



Cabot Corporation
Pampa Plant
3 Miles West Highway 60
1-806-661-3111
Pampa, TX 79065

CARBON BLACK CERTIFICATE OF ANALYSIS

SIS No.
Vehicle No.
Customer Order
Shipping Date
Packing Lot No. 1486103 - CSL
Grade VXC72
Customer Grade
Quantity

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES						
Property Description	Unit	Ref	Specification Min	Individual Values		Specification Max
				Individual		
I2NO	g/Kg	D-1510		251.7		
OAN	ml/100g	D-2414		173.2		
MOISTURE	%	D-1509		0.6		
RES-325	Ppm	D-1514		1		
TINT	%	D-3265		90.6		

The data above was obtained from tests on samples taken during the time of production and/or packaging of this product. We do not guarantee the same results will be obtained by others in other laboratories and we disclaim liability resulting from the use of contents of this report. BLACK PEARLS, ELPTX, EMPEROR, MOGUL, MONARCH, REGAL, STERLING, VULCAN, CRX, CSX and IRX are registered trademarks for Carbon Blacks produced by Cabot Corporation. Rubber results reported as difference from IRB 7.

Pallet No / Container ID 1486103
GP3953

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK



CABOT

CARBON BLACK CERTIFICATE OF ANALYSIS

Sales Order Number: SAMPLE000010044 / 1
 Customer P.O. Number: SAMPLE
 Grade: VULCAN XC605
 ASTM Code:
 Customer Grade: VXC605
 Quantity Shipped: 1 Kg
 Vehicle ID: TNT
 Lot Number: 3131640
 Shipping Date: 09 Nov 2011
 Manufacturing Plant: BO

Univerzita T Bati ve Zlíně
 Nad Stránskem 4511
 Zlín 760 01
 Atm : Zelenek Dvornik

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES							
Production and Packing Lot Average Data							
Property Description	Unit	Ref	Specification	Average Values			Specification Max
				Min	Average	Max	
QAN	ml/100g	D-2414	133.0	144.1	146.9	149.0	163.0
RES-325	ppm	D-1514	0	1	1	2	20
MOISTURE	%	D-1509	0.0	0.4	0.4	0.4	1.0
INO-DEVOL	mg/g	23.4	75.0	86.0	86.0	86.0	105.0

Previous Shipment Data

There are no previous shipments.

The data above was obtained from tests on samples taken during the time of production and/or packaging of this product using ASTM or Cabot Test Methods. We do not guarantee the same results will be obtained by others in other laboratories and we disclaim liability resulting from the use of the contents of this report.
 BLACK PEARLS, ELFTEX, ENPEROR, MOGUL MONARCH, REGAL, SPHERON, STERLING, VULCAN, CRX, CSX and IRX are registered trademarks for Carbon Blacks produced by Cabot Corporation. Rubber results are reported as difference from IRB7.

Pallet No / Container ID

Production and Packing Lot Average Data

Signature: Dick Nieuwenkamp (Laboratory Manager)

Shipping Origin

Cabot B.V.
 Borlekamp 2
 3197 KA Bodek RT
 P.O. Box 1009
 3180 AA Rozendburg ZH
 The Netherlands

Telephone : 0181 - 291888
 Telefax accounting : 0181 - 291890
 Telefax Sales : 0181 - 291679
 Harbours : 4402
 Chamber of commerce : 108495 (Rotterdam)
 VAT No. : NL00218683B01

Page 1 of 1

Cabot B.V. is a subsidiary of Cabot Corporation, Boston, Massachusetts, U.S.A.

* = A trade mark of Cabot Corporation

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK

TEST	Index Absorption	Index d'absorption d'huile	Adsorption	Numero di kodu	Numero de kodu	Adnotace
STSA	Statistical Thickness Surface Area	Surface Specificity Externe	STSA Oberflache	Area superficial STSA	Area Superficial STSA	Doklady povrch
OSN	Oil Absorption Number	Index d'Absorption d'Huile	Oil Absorption Zahl	Numero di assorbimento di olio	Numero de Absorcion de Aceite	Uklopni absorpce
COAN	Compressed Oil Absorption Number	Index d'Absorption d'Huile sur Noir Compressé	Kompresivni Oil Absorption Zahl	Numero di assorbimento di olio sul nero pressato	Numero de Absorcion de Aceite sobre negro comprimido	Tlakova uklopni absorpce suší
TENT	Tinting Strength	Pouvoir Colorant	Farbstärke (Tint)	Potenz Coponata	Poder Colorante	Barevní intenzita suší
TOL-DISC	Discoloration of Toluene (Spec 20)	Décoloration au Toluène (Spec 20)	Toluolverfärbung (Spec 20)	Colorezione relativa a mezzo del Nero di Carbonio (Spec 20)	Decoloración por Tolueno (Spec 20)	Toluenová tmařivost (Spec 20)
TOLLENE-EXT	Toluene Extract	Extrait au Toluène	Toluol Extrakt	Extrato Toluenico	Extrato de Tolueno	Toluenový extrakt
MOISTURE	Moisture at Packing - Heat loss of Carbon Black at 125°C	Humidité à l'Emballage de noir de carbone Perle à 125°C	Feuchte zum Zeitpunkt der Verpackung - gemessen als Gewichtszunahme bei 125°C	Umidade del Negro de Carbonio	Humedad a la Carga del Negro de Carbonio Medida a 125°C	Vlhkost při plnění - Ztráta vlhkosti substance při 125°C
DENS	Pour Density	Densité Apparente	Schüttgewicht	Densità Apparente	Densidad Aparente	Sypká hmotnost
TEMPERATURE	Temperature of Carbon Black at Milling	Température du Noir de Carbone au Changement	Rußtemperatur bei Beladung	Temperatura del Negro di Carbonio	Temperatura del Negro de Carbonio	Teplota suší při plnění
ASH	Ash Content	Taux de Cendres	Ausgangslauf	Contenido di Cenere	Contenido de Cenizas	Obsah popela
FINES-5	Fines 5 minutes Roag	Fines après 5 minutes sous videur Roag	Feinanteil (5 Roag)	Contenido in Polveri a 5 minuti (Roag)	Contenido de Fines 5' (Roag)	Obsah prachu
PH	PH value of Carbon Black	PH du Noir de Carbone	PH-Wert	PH del Negro di Carbonio	PH del Negro de Carbonio	PH suší
RES-XXX	Sieve Residue (XXXMesh/Yy)	Residu au tamis (XXXMesh/Yy)	Siebückstand (XXXMesh/Yy)	Rosolio a XXXMesh/Yy	Residuo al tamis XXXMesh/Yy	Nechťany na síti XXXMesh/Yy
MPS	Mass Pellet Strength	Résistance à l'écrasement des granules	Packstärke	Punto di Impaccamento	Consistencia máxima de los pelotas	Síťáčkovatost vnitřní suší
PCS-MAX	Pellet Crush Strength Maximum (1.41,7mm)	Durée des granules Moins (1.41,7 mm)	Einzelpellets, Maximum (1.41,7 mm)	Dureza Individual de Pellet Máxima (1.41,7mm)	Dureza Individual de Pellet Máxima (1.41,7mm)	Tvrlost pelet: Maximální
PCS-MINAV	Pellet Crush Strength Average of 5 Highest results (1.41,7mm)	Durée des granules Moyenne des 5 résultats les plus élevés (1.41,7 mm)	Einzelpellets, Durchschnitt (1.4-1,7 mm)	Dureza Individual de Pellet: Media (1.41,7mm)	Dureza Individual de Pellet: Media (1.41,7mm)	Tvrlost pelet: Průměr z 5 nejvyšších
PCS-AV	Pellet Crush Strength: Average (1.41,7mm)	Durée des granules Moyenne (1.41,7 mm)	Einzelpellets, Durchschnittswert (1.4-1,7 mm)	Dureza Individual de Pellet: Media (1.41,7mm)	Dureza Individual de Pellet: Media (1.41,7mm)	Tvrlost pelet: Průměr z 20 měření
TC50	Rheometer Cure Rate: Time to 50%MH	Rheotime: Temps nécessaire pour 50% de vulcanisation	Rheometer Vulkanisationsgeschwindigkeit Zeit bei 50%	Caratteristiche di velocità di vulcanizzazione: Tempo al 50%	Velocidad de Vales-estancie: Tiempo al 50%	Rheometer MDR 2000 TC50
TC90	Rheometer Cure Rate: Time to 90%MH	Rheotime: Temps nécessaire pour 90% de vulcanisation	Rheometer Vulkanisationsgeschwindigkeit Zeit bei 90%	Caratteristiche di velocità di vulcanizzazione: Tempo al 90%	Velocidad de Vales-estancie: Tiempo al 90%	Rheometer MDR 2000 TC90
PSD AV	Pellet Size Distribution Average	Distribution Granulométrique: moyenne	Partikelverteilung (Durchschnitt)	Distribuzione Dimensione Pellet: Media	Distribución Tamaño de Pellet: Media	Průměrná velikost granul
PSD-STD	Pellet Size Distribution Standard Deviation	Distribution Granulométrique: écart type	Partikelverteilung Standardabweichung	Distribuzione Dimensione Pellet: Deviazione Standard	Distribución Tamaño de Pellet: Desviación Standard	Standardní odchylka z průměrné velikosti granul
SULFUR	Sulfur Content	Taux de Soufre	Schwefel-Gehalt	Contenido di Zolfo	Contenido de Azufre	Obsah síry

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK



MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Prepared in accordance with ISO 11014-1/ ANSI standard
Z400.1-1998

Revision Date: 18/July/2005

1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product Name: CARBON BLACK

Synonyms: Carbon Black, Furnace Black

This SDS is valid for the following grades: Carbon Black grade series: BLACK PEARLS®, ELFTEX®, MOGUL®, MONARCH®, REGAL®, SPHERON®, STERLING®, VULCAN®, CSX™, CRX™, IRX™, UNITED®. Oxidized grades include: BLACK PEARLS® / MOGUL® L, BLACK PEARLS® / MOGUL® E, MOGUL® H, BLACK PEARLS® / MONARCH® 1000, 1300, 1400, 1500, REGAL® 400/400R. The foregoing are trademarks of the Cabot Corporation.
***Excludes: Monarch® 4750, Black Pearls® 4350/4750 and all oil pellet grades.**

Use of the Substance/Preparation: Various, Industrial Products

Supplier: Cabot Corporation
157 Concord Road
Billerica, MA 01821
UNITED STATES
Tel: 1-978-670-6961
Fax: 1-978-670-6955

Emergency Telephone Number: US: CHEMTREC 1-800-424-9300 or 1-703-527-3887
US: Cabot 1-978-663-3455
Canada: CANUTEC 1-613-996-6666
Cabot (UK): (+44) 1446.736999

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Name	CAS Number	EINECS Number	Weight %	EU Classification
Carbon Black	1333-86-4	215-659-9	100	None

3. HAZARDS IDENTIFICATION

EMERGENCY OVERVIEW - CAUTION: Black powder or pellets. Dust may be irritating to eyes and respiratory tract. Do not expose to temperatures above 300°C. Hazardous products of decomposition and/or combustion can include carbon monoxide, carbon dioxide, oxides of sulfur, and organic products of decomposition.

Principle Routes of Exposure: Inhalation, Eye contact, Skin contact

POTENTIAL HEALTH EFFECTS

Eye Contact: May cause mechanical irritation. Irritating, but will not permanently injure eye tissue. Low hazard for usual industrial or commercial handling.

Skin Contact: No adverse effects expected.

Inhalation: Dust may be irritating to respiratory tract. Provide appropriate exhaust ventilation at machinery and at places where dust can be generated. See also Section 8.

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK

Product Name: BLACK PEARLS® 120F Cabot Corporation Revision Date: 16/July/2005 Page 2 of 10
Product Code: BP120F

Ingestion: Health injuries are not known or expected under normal use. Low hazard for usual industrial or commercial handling.

Carcinogenic Effects: Substance listed by IARC (International Agency for Research on Cancer). See also Section 11.

Target Organ Effects: Lungs

Medical Conditions Aggravated by Exposure: Asthma, Respiratory disorder

Potential Environmental Effects: No special environmental precautions required. Not soluble in water. See also Section 12.

4. FIRST AID MEASURES

Skin Contact: Wash thoroughly with soap and water. Seek medical attention if symptoms develop.

Eye Contact: Flush eyes immediately with large amounts of water for 15 minutes. Seek medical attention if symptoms develop.

Inhalation: If cough, shortness of breath or other breathing problems occur, move to fresh air. Seek medical attention if symptoms persist. If necessary, restore normal breathing through standard first aid measures.

Ingestion: Do not induce vomiting. If conscious, give several glasses of water. Never give anything by mouth to an unconscious person.

Notes to Physician: Treat symptomatically.

5. FIRE AND IGNITION INFORMATION

Flash Point: Not applicable

Explosion Limits in Air - Upper (%): Not determined

Explosion Limits in Air - Lower (%): 50 g/m³ (dust)

OSHA Flammability Classification: Not applicable

Autoignition Temperature: > 140°C (transport)

Method: IMDG-Code

Minimum Ignition Temperature: > 500°C (BAM Furnace) VDI 2263
> 315°C (Godberg-Greenwald Furnace) VDI 2263

Dust Explosion Classification: ST 1 (VDI 2263)

Minimum Ignition Energy: > 10,000 mJ

Method: VDI 2263

Maximum Absolute Explosion Pressure: 10 bar at an initial starting pressure of 1 bar. Higher starting initial pressures will yield higher explosion pressures.

Method: VDI 2263

Ignition Energy: > 1 kJ

Method: VDI 2263

Burn Velocity: > 45 seconds
(not classifiable as "Highly Flammable", or "Easily Ignitable")

Maximum Rate of Pressure Rise: 30 - 400 bar/sec

Method: VDI 2263 and ASTM E1226-88

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK

Product Name: BLACK PEARLS® 120F
Cabot Corporation
Product Code: BP120F
Revision Date: 18/July/2005 Page 3 of 10

Extinguishing Media:	Use foam, carbon dioxide (CO ₂), dry chemical or water spray. A fog is recommended if water is used. DO NOT USE a solid water stream as it may scatter and spread fire.
Special Protective Equipment for Firefighters:	Wear suitable protective equipment. In the event of fire, wear self-contained breathing apparatus.
Specific Hazards:	It may not be obvious that carbon black is burning unless the material is stirred and sparks are apparent. Carbon black that has been on fire should be observed closely for at least 48 hours to ensure no smoldering material is present. Burning produces irritant fumes. The product is insoluble and floats on water. If possible, try to contain floating material. This material creates a fire hazard because it floats on water.
Hazardous Decomposition and/or Combustion Products:	Carbon monoxide, Carbon dioxide, Oxides of sulphur, Organic products of decomposition.
Risk of Dust Explosion:	Do not create a dust cloud by using a brush or compressed air.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal Precautions:	CAUTION: Wet carbon black produces slippery walking surfaces. Avoid dust formation. Ensure adequate ventilation. Use personal protective equipment. See also Section 8.
Methods for Cleaning Up:	Clean up promptly by vacuum. Use of a vacuum with high efficiency particulate air (HEPA) filtration is recommended. Do not create a dust cloud by using a brush or compressed air. Pick up and transfer to properly labeled containers. See Section 13.
Environmental Precautions:	Do not allow material to contaminate ground water system. The product is insoluble and floats on water. If possible, try to contain floating material. Local authorities should be advised if significant spillages cannot be contained.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling:	Avoid contact with skin and eyes. Do not breathe dust. Provide appropriate exhaust ventilation at machinery and at places where dust can be generated. Do not create a dust cloud by using a brush or compressed air. Take precautionary measures against static discharge. All metal parts of the mixing and processing equipment must be earthed/grounded. Ensure all equipment is electrically earthed/grounded before beginning transfer operations. Fine dust is capable of penetrating electrical equipment and may cause electrical shorts.
Storage:	Keep in a dry, cool and well-ventilated place. Keep away from heat and sources of ignition. Do not store together with strong oxidizing agents. Do not store together with volatile chemicals as they may be adsorbed onto product. Keep in properly labeled containers.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

EXPOSURE LIMITS

The table below is a summary. Please see the specific legislation for complete information.

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK

Product Name: BLACK PEARLS® 120F Cabot Corporation Revision Date: 18/July/2005 Page 4 of 10
Product Code: BP120F

Carbon Black, CAS RN 1333-86-4:	Australia:	3.0 mg/m ³ , TWA
	Belgium - OEL:	3.6 mg/m ³ , TWA
	Canada:	3.5 mg/m ³ , TWA
	Finland:	3.5 mg/m ³ , TWA
		7.0 mg/m ³ , STEL
	France - INRS:	3.5 mg/m ³ , TWA/VME
	Germany - TRGS 900:	3.0 mg/m ³ , respirable TWA
		10.0 mg/m ³ , inhalable TWA
	Germany - MAKs:	1.5 mg/m ³ , respirable TWA
		4.0 mg/m ³ , inhalable TWA
	Ireland:	3.5 mg/m ³ , TWA
		7.0 mg/m ³ , STEL
	Italy - OEL:	3.5 mg/m ³ , TWA
	Korea:	3.5 mg/m ³ , TWA
	Netherlands - MAC:	3.5 mg/m ³ , TWA
	Norway:	3.5 mg/m ³ , TWA
	Spain:	3.5 mg/m ³ , TWA
	Sweden - TLV:	3.0 mg/m ³ , TWA
	United Kingdom - WEL:	3.5 mg/m ³ , inhalable TWA (a)
		7.0 mg/m ³ , inhalable STEL
	US ACGIH - TLV:	3.5 mg/m ³ , TWA
	US OSHA - PEL:	3.5 mg/m ³ , TWA

Note: Unless otherwise indicated as "respirable" or "inhalable", the exposure limit represents a "total" value. The inhalable exposure limit has been demonstrated to be more restrictive than the total exposure limit, by a factor of approximately 3.

(a) - In its facilities globally, Cabot Corporation manages to the United Kingdom WEL of 3.5 mg/m³ inhalable TWA.

INRS: Institut National de Recherche et de Sécurité (National Institute of Research and Security)
MAC: Maximaal Aanvaarde Concentratie (Maximum allowed concentration)
MAK: Maximale Arbeitsplatzkonzentration (Maximum Workplace Concentration)
OEL: Occupational Exposure Limit
PEL: Permissible Exposure Limit
STEL: Short Term Exposure Limit
TLV: Threshold Limit Value
TRGS: Technische Regeln für Gefahrstoffe (Technical Rule for Hazardous Materials)
TWA: Time Weighted Average
US ACGIH: United States American Conference of Governmental Industrial Hygienists
US OSHA: United States Occupational Health and Safety Administration
VME: Valeur Moyenne d'Exposition (Average Level of Exposure)
WEL: Workplace Exposure Limit

ENGINEERING CONTROLS | Ensure adequate ventilation to maintain exposures below occupational limits.
Provide appropriate exhaust ventilation at machinery and at places where dust can be generated.

PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST CARBON BLACK

Product Name: BLACK PEARLS® 120F Cabot Corporation Revision Date: 18/July/2005 Page 5 of 10
Product Code: BP120F

Respiratory Protection:	<p>An approved air-purifying respirator (APR) for particulates may be permissible where airborne concentrations are expected to exceed occupational exposure limits. Protection provided by air-purifying respirators is limited. Use a positive-pressure, air supplied respirator if there is any potential for uncontrolled release, exposure levels are not known, or any circumstances where air-purifying respirators may not provide adequate protection. Use of respirators must include a complete respiratory protection program in accordance with national standards and current best practices.</p> <p>The following agencies/organizations approve respirators and/or criteria for respirator programs:</p> <p>US: NIOSH approval under 42 CFR 84 required. OSHA (29 CFR 1910.134). ANSI Z88.2-1992 (Respiratory Protection).</p> <p>EU: CR592 Guidelines for the Selection and Use of Respiratory Protection.</p> <p>Germany: DIN/EN 143 Respiratory Protective Devices for Dusty Materials.</p> <p>UK: BS 4275 Recommendations for the Selection, Use and Maintenance of Respiratory Protective Equipment. HSE Guidance Note HS (G)53 Respiratory Protective Equipment.</p>
Hand Protection:	Wear protective gloves to prevent soiling of hands.
Eye Protection:	Wear eyeface protection. Safety glasses with side-shields. Goggles.
Skin and Body Protection:	Wear suitable protective clothing. Wash clothing daily. Work clothing should not be allowed out of the workplace.
Other:	Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Emergency eyewash and safety shower should be located nearby.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance:	Black Powder or Pellets
Odor:	None
pH:	4 - 11 [50 g/l water, 68°F (20°C)] (non-oxidized carbon black) 2 - 4 (oxidized carbon black)
Vapor Pressure:	Not determined
Boiling Point/Range:	Not applicable
Melting Point/Range:	Not applicable
Water Solubility:	Insoluble
Density:	1.7 - 1.9 g/cm ³ @ 20°C
Bulk Density:	20 - 550 kg/m ³
Specific Gravity:	Not determined
% Volatile (by Weight):	< 2.5% @ 950°C (non-oxidized carbon black) 2 - 11% (oxidized carbon black)

PŘÍLOHA P XII: TECHNICKÝ LIST ŽELEZNÉHO PRÁŠKU



FICHEMA

Modřická 205, 664 48 Moravany, ☎ 511 146 588, 📠 776 300 380
e-mail: info@fichema.com, www.fichema.cz

BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení (ES) č. 1907/2006
Verze 4.1 Datum revize 15.02.2013

ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

1.1 Identifikátory výrobku

Název výrobku : Železný prášek

č. REACH : 01-2119462838-24-XXXX
Č. CAS : 7439-89-6

1.2 Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití

Určená použití : Laboratorní chemikálie, Výroba látek

1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu

Firma : Mgr. Jan Fiala
Terasová 18
Brno 616 00
IČO: 72316101
Telefonní : 511 146 588
Číslo faxu :
E-mailová adresa : info@fichema.com

1.4 Telefonní číslo pro naléhavé situace

Číslo nouzového telefonu : Toxikologické informační středisko: +420
224919293, 224915402

ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti

2.1 Klasifikace látky nebo směsi

Podle směrnice (ES) č. 1272/2008 není nebezpečnou látkou ani směsí.
Tato látka není při hodnocení podle směrnice 67/548/EHS nebezpečná.

2.2 obsah štítku

V souladu se směrnicemi EK nebo příslušnými národními zákony nemusí být výrobek označen.

2.3 jiná rizika - žádný

ODDÍL 3: Složení/Informace o složkách

3.1 Látky

vzorec : Fe
Č. CAS : 7439-89-6
Č.ES : 231-096-4
Registrační číslo : 01-2119462838-24-XXXX

Podle platných předpisů není potřeba uvádět jednotlivé složky.

ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc

4.1 Popis první pomoci

Při vdechnutí

Při nadýchání dopravte postiženého na čerstvý vzduch. Pokud postižený nedýchá, provádějte umělé dýchání.

Při styku s kůží

Omyvejte mýdlem a velkým množstvím vody.

PŘÍLOHA P XII: TECHNICKÝ LIST ŽELEZNÉHO PRÁŠKU

Při styku s očima

Oči preventivně vypláchněte vodou.

Při požití

Osobám v bezvědomí nikdy nepodávejte nic ústy. Vypláchněte ústa vodou.

4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky

Nejdůležitější známé symptomy a účinky jsou popsány na štítku (viz sekce 2,2) a/nebo v sekci 11

4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření

data neudána

ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru

5.1 Hasiva

Vhodná hasiva

Použijte proud vody, pěnu vhodnou k hašení alkoholu, práškový hasící prostředek nebo oxid uhličitý.

5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi

Oxidy železa

5.3 Pokyny pro hasiče

Při požáru použijte v případě nutnosti izolační dýchací přístroj.

5.4 Další informace

data neudána

ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku

6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy

Je nutno vyloučit vznik prachu. Zabraňte šíření plynu/mlhy/par tekutiny.
Osobní ochrana viz sekce 8.

6.2 Opatření na ochranu životního prostředí

Není nutno provádět žádná opatření k ochraně životního prostředí.

6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění

Zamette a vsypte do vhodné nádoby k likvidaci. Uložte do vhodné uzavřené nádoby.

6.4 Odkaz na jiné oddíly

Zneškodnit podle kapitoly 13.

ODDÍL 7: Zacházení a skladování

7.1 Opatření pro bezpečné zacházení

Při vzniku prachu nutno zajistit přiměřené větrání.
Prevence viz sekce 2.2.

7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí

Skladujte na chladném místě. Nádoby skladujte dobře uzavřené na suchém, dobře větraném místě.

7.3 Specifické konečné / specifická konečná použití

Část použití zmíněných v sekci 1.2 žádná další použití nejsou vyhrazena.

ODDÍL 8: Omezování expozice / osobní ochranné prostředky

8.1 Kontrolní parametry

Složky s parametry pro kontrolu pracoviště

Složka	Č. CAS	Hodnota	Kontrolní parametry	Základ
Iron	7439-89-6	TWA	10 mg/m ³	Kterým při práci - Příloha č. 2: Přípustné expoziční limity
		PEL	10 mg/m ³	Kterým při práci - Příloha č. 2: Přípustné expoziční limity
	Poznámky	Prachy s převážně nespecifickým účinkem		

PŘÍLOHA P XII: TECHNICKÝ LIST ŽELEZNÉHO PRÁŠKU

8.2 Omezování expozice

Vhodné technické kontroly

Všeobecná hygienická opatření.

Osobní ochranné prostředky

Ochrana očí a obličeje

Použijte zařízení na ochranu očí testované a schválené příslušnými státními normami jako NIOSH (US) nebo EN 166(EU).

Ochrana kůže

Používejte ochranné rukavice Rukavice je nutno před použitím prohlédnout. Používejte správnou techniku svlékání rukavic bez dotyku vnějšího povrchu rukavic, aby jste zabránili kontaktu kůže s tímto produktem Po použití kontaminované rukavice zneškodněte podle SLP a platných zákonů Ruce umyjte a osušte

Zvolené ochranné rukavice mají vyhovovat specifikacím směrnice EU 89/686/EHS a z ní odvozené normě EN 374.

Plný kontakt

Materiál: Nitrilový kaučuk

minimální tloušťka vrstvy: 0,11 mm

Doba průniku: 480 min

Materiál testovanýDermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Velikost M)

Postříkání

Materiál: Nitrilový kaučuk

minimální tloušťka vrstvy: 0,11 mm

Doba průniku: 480 min

Materiál testovanýDermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Velikost M)

datum: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Telefonní +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de, Estovací metoda: EN374

Při použití ve formě roztoku nebo směsi s jinými látkami a při podmínkách odlišných od podmínek uvedených v EN 374 se obraťte na dodavatele rukavic schválených EK. Toto doporučení je pouze upozorněním a musí být zhodnocen průmyslovým hygienikem a bezpečnostním technikem obeznámeným se způsobem použití u zákazníka. Toto nemá být interpretováno jako schválení žádného specifického použití

Ochrana těla

Zvolte ochranu těla podle typu, koncentrace a množství nebezpečných látek a podle daného pracoviště., Typ ochranného prostředku musí být zvolen podle koncentrace a množství nebezpečné látky na příslušném pracovišti.

Ochrana dýchacích cest

Respirační ochrana není vyžadována. Pokud si přejete ochranu před obtěžujícími hodnotami prachu, použijte prachové masky typu N95 (US) nebo typu P1 (EN 143). Používejte respirátory a součástí testované a schválené dle příslušných státních norem, jako je NIOSH (US) nebo CEN (EU).

Kontrola zatížení životního prostředí

Není nutno provádět žádná opatření k ochraně životního prostředí.

ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti

9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| a) Vzhled | Forma: prášek
Barva: světlešedý |
| b) Zápach | bez zápachu |
| c) Prahová hodnota zápachu | data neudána |
| d) pH | nepoužitelné |

PŘÍLOHA P XII: TECHNICKÝ LIST ŽELEZNÉHO PRÁŠKU

e) Bod tání / bod tuhnutí	Bod tání/rozmezí bodu tání: 1.538 °C při 1.023 hPa
f) Počáteční bod varu a rozmezí bodu varu	2.861 °C při 1.013 hPa
g) Bod vzplanutí	nepoužitelné
h) Rychlost odpařování	data neudána
i) Hořlavost (pevné látky, plyny)	není samozápalný
j) Horní/dolní meze zápalnosti nebo meze výbušnosti	data neudána
k) Tlak páry	nepoužitelné
l) Hustota páry	data neudána
m) Relativní hustota	data neudána
n) Rozpustnost ve vodě	nerozpustná látka
o) Rozdělovací koeficient: n-oktanol/voda	nepoužitelné
p) Teplota samovznícení	data neudána
q) Teplota rozkladu	data neudána
r) Viskozita	data neudána
s) Výbušné vlastnosti	Nevýbušný
t) Oxidační vlastnosti	Látka nebo směs nejsou klasifikovány jako oxidující.

9.2 Další bezpečnostní informace.

Třída výbušnosti prachu	St1
Sypná měrná hmotnost	0,002 - 0,003 kg/m ³

ODDÍL 10: Stálost a reaktivita

10.1 Reaktivita

data neudána

10.2 Chemická stabilita

Stabilní za doporučených skladovacích podmínek.

10.3 Možnost nebezpečných reakcí

data neudána

10.4 Podmínky, kterým je třeba zabránit

data neudána

10.5 Neslučitelné materiály

Silná oxidační činidla, Silné kyseliny

10.6 Nebezpečné produkty rozkladu

Další produkty rozkladu - data neudána
V případě požáru: viz sekce 5

ODDÍL 11: Toxikologické informace

11.1 Informace o toxikologických účincích

Akutní toxicita

LD50 Orálně - krysa - 7.500 mg/kg

Žíravost/dráždivost pro kůži

Nedráždí pokožku

PŘÍLOHA P XII: TECHNICKÝ LIST ŽELEZNÉHO PRÁŠKU

Vážné poškození očí / podráždění očí

Oči - králík

Výsledek: Nedochází k dráždění očí
(Směrnice OECD 405 pro testování)

Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže

U laboratorních zvířat nezpůsobuje senzibilizaci.

Mutagenita v zárodečných buňkách

S. typhimurium

Výsledek: Není mutagenní podle Amesova testu.

Karcinogenita

IARC: Žádná ze složek obsažených v tomto produktu nebyla IARC identifikována při hladinách větších nebo rovných 0,1% jako pravděpodobný, možný nebo potvrzený karcinogen.

Toxicita pro reprodukci

Při pokusech na zvířatech se neprojevil teratogenní účinek.

Při pokusech se zvířaty nebyl pozorován žádný vliv na plodnost.

Toxicita pro specifické cílové orgány - jednorázová expozice

Látka nebo směs nejsou klasifikovány jako škodlivina specifická pro cílové orgány, jediná expozice.

Toxicita pro specifické cílové orgány - opakovaná expozice

Látka nebo směs nejsou klasifikovány jako škodlivina specifická pro cílové orgány, opakovaná expozice.

Nebezpečnost při vdechnutí

data neudána

Další informace

RTECS: data neudána

ODDÍL 12: Ekologické informace

12.1 Toxicita

Toxicita pro ryby statický test - Morone saxatilis - 13,6 mg/l - 96 h

12.2 Perzistence a rozložitelnost

nepoužitelné

12.3 Bloakumulační potenciál

data neudána

12.4 Mobilita v půdě

data neudána

12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB

PBT/vPvB hodnocení není k dispozici, protože hodnocení chemické bezpečnosti není požadováno ani prováděno.

12.6 Jiné nepříznivé účinky

data neudána

ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování

13.1 Metody nakládání s odpady

Výrobek

Zbytková množství a nezregenerovatelné roztoky předejte osvědčené likvidační firmě.

Znečištěné obaly

Zlikvidujte jako nespotřebovaný výrobek.

ODDÍL 14: Informace pro přepravu

14.1 Číslo OSN

ADR/RID: -

IMDG: -

IATA: -

PŘÍLOHA P XII: TECHNICKÝ LIST ŽELEZNÉHO PRÁŠKU

14.2 Příslušný název OSN pro zásilku

ADR/RID: Není nebezpečným zbožím

IMDG: Not dangerous goods

IATA: Not dangerous goods

14.3 Třída/ třídy nebezpečnosti pro přepravu

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.4 Obalová skupina

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.5 Nebezpečnost pro životní prostředí

ADR/RID: ne IMDG Marine pollutant: no IATA: no

14.6 Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele

data neudána

ODDÍL 15: Informace o předpisech

Tento bezpečnostní list splňuje požadavky Nařízení (ES) č. 1907/2006.

15.1 Nařízení týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/ specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi

data neudána

15.2 Posouzení chemické bezpečnosti

Pro tento produkt nebylo prováděno hodnocení chemické bezpečnosti.

ODDÍL 16: Další informace

Další informace

Copyright 2013 Sigma-Aldrich Co. LLC. Licence poskytnuta k výrobě libovolného množství papírových kopií pro vnitřní použití.

Předpokládá se, že výše uvedené informace jsou správné. Neznamená to však, že jsou kompletní a měly by sloužit jen jako vodítko. Společnost Sigma-Aldrich Co. a její dceřinné společnosti nenesou zodpovědnost za škody způsobené manipulací nebo stykem s uvedenými chemikáliemi. Proto Vás žádáme, abyste se řídili obchodními podmínkami uvedenými na stránkách www.sigma-aldrich.com a/nebo na zadní straně faktur a příbalových letáků.

PŘÍLOHA P XIII: TECHNICKÝ LIST MĚDĚNÉHO PRÁŠKU



FICHEMA

Modřická 205, 664 48 Moravany, ☎ 511 146 588, 📠 776 300 380
e-mail: info@fichema.com, www.fichema.cz

BEZPEČNOSTNÍ LIST

podle nařízení (ES) č. 1907/2006
Verze 5.3 Datum revize 15.02.2013

ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

1.1 Identifikátory výrobku

Název výrobku : Měděný prášek

č. REACH : Registrační číslo není pro tuto látku k dispozici, protože tato látka a její použití nepodléhá registraci, roční objem nevyžaduje registraci nebo se registrace předpokládá později.

Č. CAS : 7440-50-8

1.2 Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití

Určená použití : Laboratorní chemikálie, Výroba látek

1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu

Firma : Mgr. Jan Fiala
Terasová 18
Brno 616 00
IČO: 72316101
Telefonní : 511 146 588
Číslo faxu :
E-mailová adresa : info@fichema.com

1.4 Telefonní číslo pro naléhavé situace

Číslo nouzového telefonu : Toxikologické informační středisko: +420
224919293, 224915402

ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti

2.1 Klasifikace látky nebo směsi

Klasifikace podle Nařízení (ES) č.1272/2008

Akutní toxicita pro vodní prostředí (Kategorie 1), H400

Plný text H-údajů uvedených v tomto oddíle viz oddíl 16.

Klasifikace podle směrnic EU 67/548/EHS nebo 1999/45/ES

N Nebezpečný pro životní prostředí R50

Plné znění R vět uvedených v tomto oddílu je uvedeno v oddílu 16.

2.2 obsah štítku

Značení podle Nařízení (ES) č.1272/2008

Piktogram



Signálním slovem : Varování

Rizikové věty
H400 : Vysoce toxický pro vodní organismy.

Bezpečnostní oznámení
P273 : Zabraňte uvolnění do životního prostředí.

Doplňkové údaje o nebezpečí : žádný

PŘÍLOHA P XIII: TECHNICKÝ LIST MĚDĚNÉHO PRÁŠKU

2.3 Jiná rizika - žádný

ODDÍL 3: Složení/Informace o složkách

3.1 Látky	
vzorec	: Cu
Molekulová hmotnost	: 63,55 g/mol
Č. CAS	: 7440-50-8
Č.ES	: 231-159-6

Nebezpečné složky podle Regulation (EC) No 1272/208

Složka	Klasifikace	Koncentrace
Copper		
	Aquatic Acute 1; H400	-

Nebezpečné složky podle Directive 1999/45/EC

Složka	Klasifikace	Koncentrace
Copper		
	N, R50	-

Úplné znění údajů o nebezpečnosti a R-fráz použitých v této sekci najdete v sekci 16.

ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc

4.1 Popis první pomoci

Všeobecné pokyny

Konzultujte s lékařem. Ošetřujícímu lékaři předložte tento bezpečnostní list.

Při vdechnutí

Při nadýchání dopravte postiženého na čerstvý vzduch. Pokud postižený nedýchá, provádějte umělé dýchání. Konzultujte s lékařem.

Při styku s kůží

Omývejte mýdlem a velkým množstvím vody. Konzultujte s lékařem.

Při styku s očima

Oči preventivně vypláchněte vodou.

Při požití

Osobám v bezvědomí nikdy nepodávejte nic ústy. Vypláchněte ústa vodou. Konzultujte s lékařem.

4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky

Nejdůležitější známé symptomy a účinky jsou popsány na štítku (viz sekce 2.2) a/nebo v sekci 11

4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření

data neudána

ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru

5.1 Hasiva

Vhodná hasiva

Použijte proud vody, pěnu vhodnou k hašení alkoholu, práškový hasící prostředek nebo oxid uhličitý.

5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi

Oxidy mědi

5.3 Pokyny pro hasiče

Při požáru použijte v případě nutnosti izolační dýchací přístroj.

5.4 Další informace

data neudána

PŘÍLOHA P XIII: TECHNICKÝ LIST MĚDĚNÉHO PRÁŠKU

ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku

- 6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy**
Je nutno vyloučit vznik prachu. Zabraňte šíření plynu/mlhy/par tekutiny. Zajistěte přiměřené větrání. Osoby odveďte do bezpečí. Osobní ochrana viz sekce 8.
- 6.2 Opatření na ochranu životního prostředí**
Zabraňte dalšímu unikání nebo rozlítí, není-li to spojeno s rizikem. Nenechtejте vniknout do kanalizace. Zabraňte vypuštění do okolního prostředí.
- 6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění**
Opatrně seberte a bez prášení uložte mezi domovní odpad. Zamette a vsypte do vhodné nádoby k likvidaci. Uložte do vhodné uzavřené nádoby.
- 6.4 Odkaz na jiné oddíly**
Zneškodnit podle kapitoly 13.

ODDÍL 7: Zacházení a skladování

- 7.1 Opatření pro bezpečné zacházení**
Při vzniku prachu nutno zajistit přiměřené větrání. Prevence viz sekce 2.2.
- 7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí**
Skladujte na chladném místě. Nádoby skladujte dobře uzavřené na suchém, dobře větraném místě.
- 7.3 Specifické konečné / specifická konečná použití**
Část použití zmíněných v sekci 1.2 žádná další použití nejsou vyhrazena.

ODDÍL 8: Omezování expozice / osobní ochranné prostředky

8.1 Kontrolní parametry

Složky s parametry pro kontrolu pracoviště

Složku	Č. CAS	Hodnota	Kontrolní parametry	Základ
Copper	7440-50-8	PEL	1 mg/m ³	Kterým při práci - Příloha č. 2: Přípustné expoziční limity
		NPK-P	2 mg/m ³	Kterým při práci - Příloha č. 2: Přípustné expoziční limity
		PEL	0,1 mg/m ³	Kterým při práci - Příloha č. 2: Přípustné expoziční limity
		NPK-P	0,2 mg/m ³	Kterým při práci - Příloha č. 2: Přípustné expoziční limity

8.2 Omezování expozice

Vhodné technické kontroly

Dodržujte bezpečnostní předpisy pro manipulaci s chemikáliemi. Před pracovní přestávkou a po skončení práce si umyjte ruce.

Osobní ochranné prostředky

Ochrana očí a obličeje

Použijte zařízení na ochranu očí testované a schválené příslušnými státními normami jako NIOSH (US) nebo EN 166(EU).

Ochrana kůže

Používejte ochranné rukavice Rukavice je nutno před použitím prohlédnout. Používejte správnou techniku svlékání rukavic bez dotyku vnějšího povrchu rukavic, aby jste zabránili kontaktu kůže s tímto produktem Po použití kontaminované rukavice zneškodněte podle SLP a platných zákonů Ruce umyjte a osušte

PŘÍLOHA P XIII: TECHNICKÝ LIST MĚDĚNÉHO PRÁŠKU

Zvolené ochranné rukavice mají vyhovovat specifikacím směrnice EU 89/686/EHS a z ní odvozené normě EN 374.

Plný kontakt

Materiál: Nitrilový kaučuk

mínimální tloušťka vrstvy: 0,11 mm

Doba průniku: 480 min

Materiál testovanýDermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Velikost M)

Postřikání

Materiál: Nitrilový kaučuk

mínimální tloušťka vrstvy: 0,11 mm

Doba průniku: 480 min

Materiál testovanýDermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Velikost M)

datum: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Telefonní +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de,

Estovací metoda: EN374

Při použití ve formě roztoku nebo směsi s jinými látkami a při podmínkách odlišných od podmínek uvedených v EN 374 se obraťte na dodavatele rukavic schválených EK. Toto doporučení je pouze upozorněním a musí být zhodnocen průmyslovým hygienikem a bezpečnostním technikem obeznámeným se způsobem použití u zákazníka. Toto nemá být interpretováno jako schválení žádného specifického použití

Ochrana těla

Zvolte ochranu těla podle typu, koncentrace a množství nebezpečných látek a podle daného pracoviště., Typ ochranného prostředku musí být zvolen podle koncentrace a množství nebezpečné látky na příslušném pracovišti.

Ochrana dýchacích cest

Respirační ochrana není vyžadována. Pokud si přejete ochranu před obtěžujícími hodnotami prachu, použijte prachové masky typu N95 (US) nebo typu P1 (EN 143). Používejte respirátory a součásti testované a schválené dle příslušných státních norem, jako je NIOSH (US) nebo CEN (EU).

Kontrola zatížení životního prostředí

Zabraňte dalšímu unikání nebo rozliti, není-li to spojeno s rizikem. Nenechtejте vniknout do kanalizace. Zabraňte vypuštění do okolního prostředí.

ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti

9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

a) Vzhled	Forma: prášek Barva: měděný, barevný
b) Zápach	bez zápachu
c) Prahová hodnota zápachu	data neudána
d) pH	data neudána
e) Bod tání / bod tuhnutí	Bod tání/rozmezí bodu tání: 1,083 °C
f) Počáteční bod varu a rozmezí bodu varu	2,597 °C
g) Bod vzplanutí	nepoužitelné
h) Rychlost odpařování	data neudána
i) Hořlavost (pevné látky, plyny)	není samozápalný
j) Horní/dolní meze zápalnosti nebo meze výbušnosti	data neudána
k) Tlak páry	data neudána
l) Hustota páry	data neudána

PŘÍLOHA P XIII: TECHNICKÝ LIST MĚDĚNÉHO PRÁŠKU

Toxicita pro specifické cílové orgány - opakovaná expozice

data neudána

Nebezpečnost při vdechnutí

data neudána

Další informace

RTECS: GL5325000

Symptomy systémové otravy mědí mohou zahrnovat: poškození kapilár, bolest hlavy, studený pot, slabý puls a poškození ledvín a jater, excitaci centrálního nervového systému následovanou depresí, žloutenku, křeče, paralýzu a kóma. Může dojít ke smrti následkem šoku nebo selhání ledvín. Chronická otrava mědí se vyznačuje hepatickou cirhózou, poškozením mozku a demyelinizací, poškozením ledvín a ukládáním mědí v rohovce, jak bylo doloženo na případech osob postižených Wilsonovým onemocněním. Udává se také, že otrava mědí způsobuje hemolytickou anémii a urychluje arteriosklerózu., Poškození plic., Zvracení, Průjem, Bolesti v břiše, Poruchy krvetvorby

ODDÍL 12: Ekologické informace

12.1 Toxicita

Toxicita pro ryby úmrtnost LOEC - *Oncorhynchus mykiss* (pstruh duhový) - 0,022 mg/l - 96 h

LC50 - *Oncorhynchus mykiss* (pstruh duhový) - 0,15 mg/l - 96 h

Toxicita pro dafnie a jiné úmrtnost NOEC - *Dafnie* - 0,004 mg/l - 24 h
vodní bezobratlé

EC50 - *Daphnia magna* (perloočka velká) - 0,04 - 0,05 mg/l - 48 h

12.2 Perzistence a rozložitelnost

nepoužitelné

12.3 Bioakumulační potenciál

data neudána

12.4 Mobilita v půdě

data neudána

12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB

PBT/vPvB hodnocení není k dispozici, protože hodnocení chemické bezpečnosti není požadováno ani prováděno.

12.6 Jiné nepříznivé účinky

Vysoce toxický pro vodní organismy.

data neudána

ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování

13.1 Metody nakládání s odpady

Výrobek

Zbytková množství a nezregenerovatelné roztoky předejte osvědčené likvidační firmě. Rozpusťte tento materiál nebo ho smíchejte s hořlavým rozpouštědlem a spalte ho ve spalovně chemických odpadů, která je vybavena přídatným spalováním a pračkou plynů.

Znečištěné obaly

Zlikvidujte jako nespoteřovaný výrobek.

ODDÍL 14: Informace pro přepravu

14.1 Číslo OSN

ADR/RID: 3077

IMDG: 3077

IATA: 3077

14.2 Příslušný název OSN pro zásilku

ADR/RID: LÁTKA OHROŽUJÍCÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, TUHÁ, J.N. (Copper)

IMDG: ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, SOLID, N.O.S. (Copper)

IATA: Environmentally hazardous substance, solid, n.o.s. (Copper)

PŘÍLOHA P XIII: TECHNICKÝ LIST MĚDĚNÉHO PRÁŠKU

14.3	Třída/ třídy nebezpečnosti pro přepravu ADR/RID: 9	IMDG: 9	IATA: 9
14.4	Obalová skupina ADR/RID: III	IMDG: III	IATA: III
14.5	Nebezpečnost pro životní prostředí ADR/RID: ano	IMDG Marine pollutant: yes	IATA: yes
14.6	Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele data neudána		

ODDÍL 15: Informace o předpisech

Tento bezpečnostní list splňuje požadavky Nařízení (ES) č. 1907/2006.

15.1 Nařízení týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/ specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi

data neudána

15.2 Posouzení chemické bezpečnosti

Pro tento produkt nebylo prováděno hodnocení chemické bezpečnosti.

ODDÍL 16: Další informace

Plný text H-údajů uvedených v oddílech 2 a 3.

Aquatic Acute Akutní toxicita pro vodní prostředí
H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.

Úplné znění R-vět uvedených v odstavcích 2 a 3

N Nebezpečný pro životní prostředí
R50 Vysoce toxický pro vodní organismy.

Další informace

Copyright 2013 Sigma-Aldrich Co. LLC. Licence poskytnuta k výrobě libovolného množství papírových kopií pro vnitřní použití.

Předpokládá se, že výše uvedené informace jsou správné. Neznamená to však, že jsou kompletní a měly by sloužit jen jako vodítko. Společnost Sigma-Aldrich Co. a její dceřinné společnosti nenesou zodpovědnost za škody způsobené manipulací nebo stykem s uvedenými chemikáliemi. Proto Vás žádáme, abyste se řídili obchodními podmínkami uvedenými na stránkách www.sigma-aldrich.com a/nebo na zadní straně faktur a příbalových letáků.

PŘÍLOHA P XIV: TECHNICKÝ LIST HLINÍKOVÉHO PRÁŠKU



Bezpečnostní list

Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC

Datum vydání: 26.07.2004
Nahrazuje vydání z 15.01.2003

1. Identifikace látky nebo přípravku a výrobce nebo dovozce.

Chemický název látky/obchodní název přípravku

Katalog č.: 101056
Název výrobku: Hliník jemný prášek, stabilizovaný 2% tuku

Použití látky/směsi:

Chemická výroba
Uživatelský

Identifikace výrobce/dovozce

Společnost: Merck KGaA * D-64271 Darmstadt * Tel. +49 6151 72-2440
Dovozce: Merck spol.s.r.o., Zděbradská 72, Říčany-Jažlovice,
PSC 251 01, tel.: ++420 323 619 211, fax: ++420 323 619 303, 323 619 304,
ICO: 18 62 69 71 * E-mail: merck@merck.cz
Nouzové telefonní číslo: Toxikologické informační středisko Na bojisti 1, 120 00 Praha 2
tel: ++420 224 919 293, 224 915 402 * E-mail: tis@mbox.cesnet.cz

2. Informace o složení látky nebo přípravku (viz. také kapitola 15)

CAS-č.: 7429-90-5 EC-Index-č.: 013-002-00-1
Molární hmotnost: 26.98 g/mol EINECS-číslo: 231-072-3
Molekulový vzorec: Al

3. Údaje o nebezpečnosti látky nebo přípravku

Hořlavý. Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny.

4. Pokyny pro první pomoc

Po nadýchání: přejděte na čerstvý vzduch. V případě jakýchkoliv komplikací se spojte s lékařem.
Po kontaktu s pokožkou: opláchněte velkým množstvím vody. Okamžitě svlékněte kontaminovaný oděv.
Po zasažení očí: vyplachujte široce otevřené oči velkým množstvím vody.
Po požití: postižený musí vypít velké množství vody. V případě nevolnosti vyhledejte lékařskou pomoc.

5. Opatření pro hasební zásah

Vhodná hasiva:
prášek hasící kov. Zasypte suchým pískem nebo cementem.
Nevhodná hasiva:
Voda, CO₂, pěna, prášek.
Zvláštní nebezpečí:
Hořlavý/á. Nebezpečí výbuchu prachu. Samovznitlivý/á.
Zvláštní ochranné prostředky pro hasiče:
Nezůstávejte v nebezpečné zóně bez dýchacího přístroje s vlastním okruhem.

PŘÍLOHA P XIV: TECHNICKÝ LIST HLINÍKOVÉHO PRÁŠKU

Bezpečnostní listy Merck

Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC

Katalog č.: 101056
Název výrobku: Hliník jemný prášek, stabilizovaný 2% tuku

6. Opatření v případě náhodného úniku

Bezpečnostní opatření týkající se lidí:
Zamezte kontaktu s látkou. Za všech okolností zabraňte vzniku prachu a jeho vdechování.

Bezpečnostní opatření týkající se životního prostředí:
Nesmí se dostat do kanalizačního systému; nebezpečí expozice!

Postupy pro čištění/absorpci:
Vytřete do sucha. Předějte k likvidaci. Očistěte potřísněné plochy. Zabraňte vytváření prachu.

7. Pokyny pro zacházení a skladování

Pokyny pro zacházení:

Jak předejít požáru a výbuchu:
Skladujte mimo zážehových zdrojů. Je nutno přijmout opatření k zamezení vzniku elektrostatického náboje.

Pokyny pro skladování:

Těsně uzavřené, mimo dosah tepelných a zážehových zdrojů. Suchý/á. Skladovací teplota: bez omezení.

8. Kontrola expozice a ochrana osob

Osobní ochranné prostředky

Pro pracoviště musí být vybrán speciální ochranný oděv v závislosti na koncentraci a množství používaných nebezpečných látek. Dodavatel musí ručit za odolnost ochranných oděvů vůči chemikáliím.

Ochrana dýchání: je nezbytné, když se vytváří prach Filtr P 2 (podle DIN 3181) pro tuhé a kapalně částice škodlivých látek.

Ochrana očí: je požadována

Ochrana rukou: V přímém kontaktu

Krycí materiál: nitrilová pryž
Tloušťka vrstvy: 0.11 mm
Doba iniciace: > 480 Min.

Při potřísnění:

Krycí materiál: nitrilová pryž
Tloušťka vrstvy: 0.11 mm
Doba iniciace: > 480 Min.

Použité ochranné rukavice musí vyhovovat specifikacím direktivy EU 89/686/EEC a z něj vyplývající normy EN374, např. KCL. 740 Dermatril® (těsný kontakt), 740 Dermatril® (postříkání). Výše uvedené časy průniku byly zjištěny za užití vzorků doporučených typů rukavic při laboratorních měřeních KCL dle EN 374. Toto doporučení platí pouze pro produkt uvedený v bezpečnostním listu, který byl dodán námi pro námi udaný účel. Při rozpouštění nebo mísení s jinými substancemi a při podmínkách odlišných od EN374 se musíte obrátit na dodavatele rukavic povolených CE (např. KCL GmbH, D-36124, Eichenzell, www.klc.de).

Hygiena práce:

Kontaminovaný oděv si vysvěčte. Po práci se substancí si umyjte ruce. Zabraňte vytváření prachu.

PŘÍLOHA P XIV: TECHNICKÝ LIST HLINÍKOVÉHO PRÁŠKU

Bezpečnostní listy Merck

Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC

Katalog č.: 101056
Název výrobku: Hliník jemný prášek, stabilizovaný 2% tuku

9. Fyzikální a chemické vlastnosti

Skupenství:	prášek	
Barva:	stříbrná	
Zápach/vůně:	bez zápachu	
Hodnota pH		není k dispozici
Teplota tání		660 °C
Teplota varu		2467 °C
Zápalná teplota		~ 400 °C
Bod vzplanutí		není k dispozici
Meze výbušnosti	dolní	není k dispozici
	horní	není k dispozici
Hustota	(20 °C)	2.70 g/cm ³
Rozpustnost v voda	(20 °C)	(reakce)

10. Stabilita a reaktivita

Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat:

informace nejsou k dispozici

Látky a materiály, s nimiž výrobek nesmí přijít do styku:

kyseliny, zásady, oxidační činidlo, halogeny, dusičnany, sírany, sulfidy, alkoholy, sloučeniny amoniaku, alkalické hydroxidy, alkalické soli, halogenované uhlovodíky, polokovové oxidy, nekovy, nekovové oxidy, halogen-halogenové sloučeniny, kovové oxidy, kovové soli, vzduch, kyslík, sloučeniny rtuti, polokovové halogenidy, nekovové halogenidy, voda.

Nebezpečné rozkladné produkty:

Prudké reakce možné s: voda (tvorba vodíku).

Další informace

hořlavý/á;

11. Toxikologické informace

Akutní toxicita

Kvantitativní údaje o toxicitě tohoto výrobku nejsou k dispozici.

Další toxikologické informace

Po inhalaci prachu: Příznaky podráždění respiračního traktu.

Po kontaktu s pokožkou: Možné vlivy: symptomy mírného podráždění.

Po zasažení očí: Mírné podráždění. Po požití: Možné vlivy: podráždění sliznic.

Další poznámky:

Následující údaje se týkají obecně sloučenin hliníku; po požití: nízká vstřebatelnost prostřednictvím gastrointestinálního traktu. Závažné poruchy u člověka (po dávce 4000 mg hliníku a více): poruchy metabolismu fosforu, poruchy metabolismu vápníku.

Další údaje

S produktem je nutno zacházet s opatrností obvyklou při nakládání s chemikáliemi.

PŘÍLOHA P XIV: TECHNICKÝ LIST HLINÍKOVÉHO PRÁŠKU

Bezpečnostní listy Merck

Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC

Katalog č.: 101056
Název výrobku: Hliník jemný prášek, stabilizovaný 2% tuku

12. Ekologické informace

Ekotoxické účinky:
Kvantitativní údaje o ekologických účincích tohoto produktu nejsou k dispozici.

Další údaje týkající se ekologických aspektů:
Následující údaje se týkají obecně sloučenin hliníku: kyselé sloučeniny hliníku: biologické účinky: toxické pro vodní organismy. Ryby: toxické od 0.55 mg/l; ve velmi měkké vodě toxické od 0.1 mg/l; korýši: D. magna toxické od 136 mg/l; řasy: Sc. quadricauda toxické od 1.5 mg/l (všechny hodnoty se týkají rozpuštěného Al). V případě zásadité sloučeniny hliníku může vložkování způsobit mechanické poškození vodních organismů.

Pokud je s výrobkem zacházeno opatrně a s náležitou pozorností, nehrozí žádné ekologické problémy.

13. Informace o zneškodňování

Výrobek:

Chemikálie musí být zlikvidovány za dodržení příslušných národních předpisů. V ČR je nakládání s odpady upraveno zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcími předpisy č. 381/2001 Sb. a č. 383/2001 Sb. a Vyhláškou č. 376/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Na www.retrologistik.de naleznete specifické pokyny a kontaktní partnery pro jednotlivé země a látky.

Balení:

Obaly produktů Merck musí být likvidovány nebo předány k likvidaci příslušným institucím za dodržování odpovídajících předpisů platných v příslušné zemi. Na www.retrologistik.de naleznete jak kontaktní osoby, tak speciální pokyny platné pro jednotlivé země.

14. Informace pro přepravu

Pozemní přeprava ADR, RID
UN 1396 ALUMINIUMPULVER, NICHT UEBERZOGEN, 4.3, II

Ríční přeprava ADN, ADNR netestováno

Námořní přeprava IMDG-Code
UN 1396 ALUMINIUM POWDER, UNCOATED, 4.3, II
Ems F-G S-O

Vzdušná přeprava CAO, PAX
ALUMINIUM POWDER, UNCOATED, 4.3, UN 1396, II

Přepravní podmínky jsou citovány v souladu s mezinárodními pravidly a ve formě používané v Německu. Možné odchylky platné v jiných zemích nejsou brány v úvahu.

15. Informace o právních předpisech

Označení na etiketě látky/přípravku podle zákona č. 356/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů

Symbol nebezpečnosti:	F	vysoce hořlavý
R-věty:	10-15	Hořlavý. Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny.
S-věty:	7/8-43	Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý. V případě požáru použijte písek - nehasit vodou.
EC-č.:	231-072-3	Štítek EC

PŘÍLOHA P XIV: TECHNICKÝ LIST HLINÍKOVÉHO PRÁŠKU

Bezpečnostní listy Merck

Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb. a direktivy EC 91/155/EEC

Katalog č.: 101056
Název výrobku: Hliník jemný prášek, stabilizovaný 2% tuku

Omezené označení(1999/45/EEC,art. 10,4)

Symbol nebezpečnosti:	F	vysoce hořlavý
R-věty:	10	Hořlavý.
S-věty:	---	

16. Další informace

Důvod pro úpravu

Všeobecná aktualizace dat.

Zde uvedené informace vyplývají z aktuálního stavu našich vědomostí. Charakterizují daný výrobek s ohledem na příslušná bezpečnostní opatření. Nepředstavují záruku vlastností výrobku.

PŘÍLOHA P XV: TECHNICKÝ LIST SLÍDY HL-200

PROCHEMA

HL-200 (Pyrogene Kieselsäure)

HL-200 (Fumed Silicon Dioxide)

CAS-Nr. 112945-52-5

EINECS-Nr. 231-545-4

Eigenschaften Properties		Spezifikation Specification	Einheit Unit
Aussehen <i>Appearance</i>		Weißes kolloidales Pulver <i>White colloidal powder</i>	
Anteil SiO ₂ <i>Mass part SiO₂</i>		min 99.8	%
pH-Wert in 4% Dispersion <i>pH-value in 4% dispersion</i>		3.7 – 4.5	%
Spezifische Oberfläche <i>Specific surface area</i>	BET	200 ±20	m ² /g
Massenverlust bei Trocknung <i>Mass loss on drying</i>	2h@105°C	max. 1.0	%
Massenverlust bei Verbrennung <i>Mass loss on ignition</i>	2h@1000°C	max. 2.0	%
Siebrückstände <i>Sieve residue</i>	45 µm	max. 0.04	%
Schüttdichte <i>Bulk density</i>		40-60	g/dm ³
Kohlenstoffgehalt <i>Carbon content</i>		max. 0.2	%

Verpackung: 10 kg Säcke

Packing: 10 kg bags