

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie-technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh technologie demontáže nábojnic pro účel recyklace

Autor: **Vitali Dziamidau**

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vitali DZIAMIDAU**
Osobní číslo: **S14B0001P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Název tématu: **Návrh technologie demontáže nábojnic pro účel recyklace**
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod do podstaty problému
2. Funkční požadavky na technologie demontáže
3. Výzkum vlastností nábojnic ovlivňujících demontáž
4. Variantní návrhy principu demontáže
5. Zhodnocení návrhů a volba nejvhodnějšího
6. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- **Petr Hofmann: Technologie montáže. – 1. vyd.. – Plzeň : ZČU, 1997. – 90 s. : 134 obr., tb., lit.. – ISBN 80-7082-382-8**
- **Crowson, Richard : The handbook of manufacturing engineering. Assembly processes : finishing, packaging, and automation /2nd ed.. Boca Raton : 2006. ISBN 0-8247-2341-4 (soubor, sv. 4).**
- **Product design for manufacture and assembly / Geoffrey Boothroyd, Peter Dewhurst, Winston Knight. – 2nd ed., rev. and expanded. – Boca Raton : Taylor & Francis, c2002. – xiii, 698 s. : il.. – (Manufacturing engineering and materials processing ; 58). – ISBN 0-8247-0584-X**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslava Fulemová**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2017**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. října 2016

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Autorská práva

Podle Zákona o právu autorském č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků bakalářské práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Jiřímu Vyšatovi, Ph.D., za odborné vedení a poskytnuté rady. Děkuji také korektorce, paní Mgr. Heleně Boučkové za jazykovou korekturu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Dziamidau	Jméno Vitali	
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Strojírenská technologie-technologie obrábění“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Vyšata, Ph.D.	Jméno Jiří	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh technologie demontáže nábojnic pro účel recyklace		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKE	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	49	TEXTOVÁ ČÁST	33	GRAFICKÁ ČÁST	16
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce je zaměřená na technologický aspekt vyřešení problému recyklace použitých nábojnic. V rámci této práce byla navržena dvě technologická řešení pro automatizaci procesu demontáže plastové a mosazné části nábojnic. Jedním z hlavních požadavků na rozvoj technologie demontáže bylo uplatnění handicapovaných lidí při tomto procesu a zároveň řešení ekologického problému. Hlavními přínosy práce je výzkum vlastností nábojnic, výzkum četnosti výskytu různých typů, zdůvodnění řešitelnosti problému recyklace nábojnic a návrh jeho řešení.
KLÍČOVÁ SLOVA	Demontáž, lovecká nábojnice, recyklace, technologický návrh, automatizace, vačkový mechanismus, párové srovnávání

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Dziamidau	Name Vitali	
FIELD OF STUDY	Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Vyšata, Ph.D.	Name Jiří	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Development of technology for hunting cartridges disassembling		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	---	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	49	TEXT PART	33	GRAPHICAL PART	16
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor's thesis is aimed at technological aspect of recycling of used hunting cartridges. Within this work there were proposed two technological solutions for the automation of the disassembly plastic and brass parts of cartridges. One of the most important requirement for the development of the technology was the application of the disabled people during the disassembly process and solution of the ecological problem as well. The benefits of this work are research of cartridges' properties, research of frequency of application of different types of cartridges, evidence that this problem can be solved using the automation processes, and proposal of variants of the solution of disassembly process.
KEY WORDS	Disassembly, hunting cartridge, recycling, technological design, automation, cam mechanism, pair comparison

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů	9
1. Úvod do podstaty problému.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	12
2. Výzkum vlastností nábojnic ovlivňujících demontáž.....	12
2.1. Důležité vlastnosti nábojnic	12
2.2. Celková geometrie nábojnic různých ráží	12
2.3. Zkouška na zjištění druhu plastu	14
2.4. Geometrie hlavové části nábojnic různých ráží	15
2.5. Tahová zkouška	16
2.6. Hmotnost.....	16
3. Funkční požadavky na technologii demontáže.....	17
3.1. Obecná ekonomická analýza	17
3.2. Analýza vztaženého objemu nábojnic	18
3.3. Ergonomická analýza	20
3.4. Výpočet optimálního objemu nádoby dávkovače	22
3.5. Konstrukční analýza	23
PRAKTICKÁ ČÁST.....	24
4. Variantní návrhy principu demontáže.....	24
4.1. Principy pohybu svěrných čelistí ve vedení.....	24
4.2. Principy uchycení nábojnic	25
4.3. Principy demontáže mosazné části.....	27
4.4. Návrh technologií včetně automatizace.....	29
5. Zhodnocení návrhů a volba nejvhodnějšího	38
6. Závěr	41
7. Použitá literatura	43
8. Seznam obrázků	44
Přílohy	45

Přehled použitých zkratk a symbolů

SHD	- hodnota tvrdosti dle Shore, naměřená tvrdoměrem typu D
TP	- termoplast
HDPE	- vysokohustotní polyethylen (High Density Polyethylene)
DLC	- povlak “Diamond like carbon”
ADI	- bainitická tvárná litina (Austempered Ductile Iron)
t_A	- jednotkový čas
t_B	- dávkový čas
t_C	- směnový čas

1. Úvod do podstaty problému



Obrázek 1 Lovecký náboj

Cílem této práce je návrh co nejvýhodnější a nejefektivnější technologie pro oddělení plastové části od mosazné za účelem recyklace daných materiálů u loveckých nábojnic vystřelených brokovnicí.

Dílním cílem práce je prokázat, že demontáž nábojnic má opodstatnění a má cenu ji opravdu z technického hlediska řešit.

Lovecká nábojnice do brokovnice je část náboje [Obrázek 1], která zůstává po jeho vystřelení. Skládá se z plastové, někdy papírové části v podobě trubičky o vnějším průměru 12-18 mm a mosazné části. Čelo mosazné části obepíná výstupek o větším průměru a plastová část je lehce rýhovaná.

Kvůli vysokým nákladům se vystřelené náboje nesbírají a nerecyklují, zůstávají tak v přírodě nebo na místě střelby [1]. Je známo, že jedna plastová nábojnice se rozloží v zemské půdě až za velmi dlouhou dobu. Navržená technologie by mohla být důležitým přínosem pro životní prostředí. V případě použití efektivní technologie je možné během několika desítek let v přírodě eliminovat významné množství plastového odpadu.

Náboj se také skládá z mosazné hlavice. Jedná se o slitinu zinku a mědi neboli barevný kov. Dalším přínosem je tedy úspora cenného materiálu, který by bylo možné následně znovu použít pro výrobu dalších mosazných nebo měděných výrobků.

Další aspekt této problematiky je sociálně-ekonomický. Použití navržené technologie by mohlo vytvořit nová pracovní místa, protože by bylo potřeba zaměstnat pracovníky k obsluze linky nebo stroje pro demontáž.

Důležitým požadavkem na technologii by měla být jednoduchost z hlediska konstrukčního provedení, provozu, údržby a také celková obsluha stroje pro demontáž nábojnic by neměla být příliš složitá. Optimální varianta je taková, že pracovník bude pouze kontinuálně nasazovat použité nábojnice na trny stroje a vše další už zajistí mechanismus. Ten automaticky vytrhne mosaznou hlavu a dá ji do oddělené nádoby. Při této variantě nebude práce fyzicky příliš náročná a bude ji možno realizovat vsedě. Díky tomu ji může zvládnout i handicapovaný člověk. Znamená to, že kromě ekologického přínosu pomůžeme vytvořit pracovní místo vhodné i pro handicapovaného člověka, což je dalším, velmi důležitým sociálním příspěvkem.

Problém vzniká v okamžiku, kdy jsou náklady na recyklaci větší než úspora materiálu nebo ekologický přínos. Kromě samotné demontáže hrají v celém procesu velkou roli také režijní náklady a náklady na sběr a logistiku nábojnic. Proto je cílem práce návrh co nejefektivnější technologie, která zajistí rychlý a levný proces.

V dnešní době už existují technologie recyklace, které fungují na principu rozdrobení nábojnic na malé kousky. Tyto kousky plastu a mosazi jsou následně oddělovány pomocí tekutého média, nejčastěji vody. Plastové částičky plavou, naproti tomu mosazné se potopí. Takové stroje vyrábí například společnosti Bronneberg [2] nebo Filamaker [3]. Nevýhodou je, že použitím této technologie není dosaženo dostatečné čistoty výchozích materiálů. Použití demontáže by eliminovalo tento problém a zároveň by bylo ekologičtější, protože by se obešlo bez používání tekutého média.

Pro realizaci těchto cílů je nutno analyzovat ty vlastnosti nábojnic, které mají výrazný vliv na technologii demontáže. Na základě zjištěných vlastností budou navrhovány jednotlivé postupy pro splnění dílčích technologických úkolů, jakými jsou uchycení nábojnic, jejich samotná demontáž, třídění a vyhození ze stroje. Poté vhodnou kombinací těchto úkolů navrhne několik technologií včetně automatizace. O tom, zda technologie vyhovuje, bude rozhodnuto na základě splnění konstrukčních požadavků stanovených v rámci této práce. Na závěr porovnáme silné a slabé stránky každé navržené technologie a následným vyhodnocením metodou párového srovnávání vybereme nejvhodnější variantu.

TEORETICKÁ ČÁST

2. Výzkum vlastností nábojnic ovlivňujících demontáž

2.1. Důležité vlastnosti nábojnic

Analýza vlastností nábojnic byla provedena s nábojnici od obchodní společnosti Sellier & Bellot, a. s. [4]. Sortimentní řád nábojnic je představen v Příloze 1. Z hlediska demontáže a recyklace jsou nejdůležitější následující parametry:

- a) celková geometrie nábojnic různých ráží,
- b) materiál zátky, jeho součinitel tření a váha,
- c) geometrie hlavové části nábojnic různých ráží,
- d) síla usazení mosazné hlavy na plastové části.

2.2. Celková geometrie nábojnic různých ráží

Hlavní kritéria, podle kterých rozlišujeme nábojnice, jsou ráže, délka mosazné hlavy (délka kování) a celková délka nábojnice. Je však nutné uvést, že kalibr brokovnice se označuje podle počtu olověných koulí stejné hmotnosti a průměru, které lze vyrobit z 1 anglické libry nebo 453 g olova, a přitom tak velkých, aby prošly vývrtem hlavně. To znamená, že ráži kalibru 12 neodpovídá průměr hlavně 12 mm ale 18,53 mm. Proto označení ráže je jen informativní a bude dál používáno jen pro rozlišování průměrů jednotlivých nábojnic.

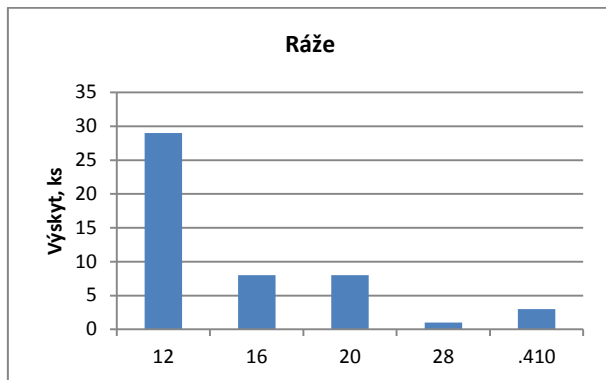
Důležitým požadavkem je, aby technologie byla vhodná pro co nejvíce druhů nábojnic. Ideálně pro všechny délky a ráže, bez nebo s minimální úpravou mechanismu.

Analýza sortimentu výrobce nábojnic [Příloha 1], [4] ukázala nejčastěji používané rozměry nábojnic [Tabulka 1].

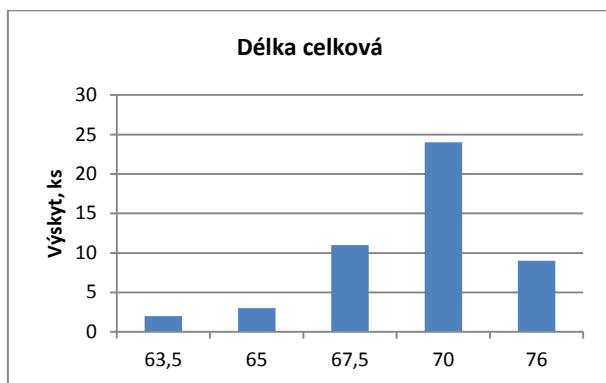
Od myslivců bylo získáno cca 500 nábojnic pro analýzu. Tou bylo zjištěno, že nejčastěji se vyskytuje ráže 12 (90 %), poté s velkým rozdílem ráže 16 (6 %) a nakonec ráže 20 (4 %). Na ruské wikipedii lze najít článek [6], ve kterém je uvedeno, že nejčastěji vyskytující se nábojnice jsou ráže 12, následně mnohem méně se vyskytující ráže 16 a 20.

S jistotou je tedy možné prohlásit, že nejvíce se vyskytující ráži je ráže 12 a méně se vyskytující pak 16 a 20. Dále byla analyzována celková délka nábojnic. Nejčastěji se vyskytující celková délka je 70 mm, následuje 67,5 a 76 mm. Nakonec bylo provedeno měření délky kování. Tato délka se nacházela od

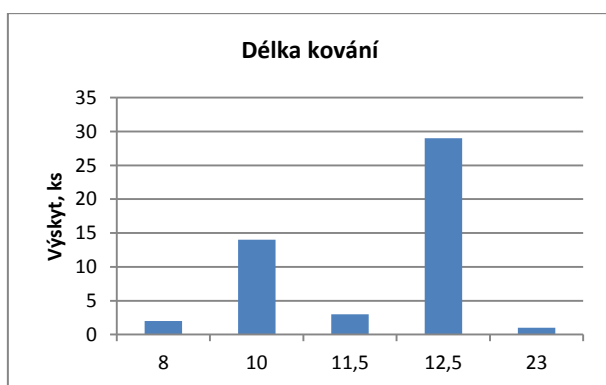
nejčastěji zastoupených 12,5 mm do 10 mm a mezi nimi se nacházející délka 11,5 mm. Technologie bude navržena zatím jen pro tyto 3 nejčastěji se vyskytující rozměry.



Obrázek 2 Analýza sortimentu dle celkové délky



Obrázek 3 Analýza sortimentu dle ráže nábojnic



Obrázek 4 Analýza sortimentu dle délky kování

Ráže	12, 16, 20
Délka náboje celková, mm	67,5; 70;76
Délka hlavy nebo kování, mm	10; 11,5;12,5

Tabulka 1 Nejčastěji používané rozměry nábojů

2.3. Zkouška na zjištění druhu plastu

Druh plastu může být zjištěn provedením několika zkoušek [Příloha 2], jejichž výsledek jednoznačně definuje druh hmoty, ze které je tato část nábojnice vyrobena [7]. Prováděné zkoušky jsou:

- zkouška průhledem
- flotační metoda
- zkouška na druh a barvu plamene
- zkouška hoření a zápachu

Zkouška plastu je prováděna proto, abychom přesně věděli, který plast je použit, protože lze následně zjistit všechny jeho mechanické vlastnosti, jako například mez kluzu, součinitel tření a jiné. Znalost těchto vlastností pomůže při konstrukčních výpočtech. Výsledky zkoušky jsou:

Zkouška	Výsledek
Zkouška průhledem	Vzorek je neprůhledný
Flotační zkouška	Vzorek plave na vodě
Chování vzorku při spalování	Hoří i po vyjmutí z plamene
	Taví se a odkapává
	Čadí
Barva plamene	Modrá
Pach při spalování	Vosk
Vzhled ohořelého zbytku	Změklý
Ostatní	Fólie šustí

Tabulka 2 Výsledky zkoušky pro zjištění druhu plastu

Z výsledků lze usoudit, že vzorek plastové části je vyroben z **vysokohustotního polyethylenu (HDPE)**. Vlastnosti **HDPE** jsou uvedené v tabulce níže [8]:

Chemický název	Jednotka	Hodnota
Zkratka	-	HDPE
Kategorie	-	TP
Hustota	[kg.m-3]	950-968
Modul pružnosti v tahu	[GPa]	0,414-1,24
Modul pružnosti ve smyku	[GPa]	0,062-0,105
Mez kluzu	[MPa]	25-40
Tvrдость podle Shorea	SHD	60-73
Statický součinitel tření	-	0,29

Tabulka 3 Vlastnosti HDPE

Pro technologické účely je nejdůležitější znát statický součinitel tření a mez kluzu plastu.

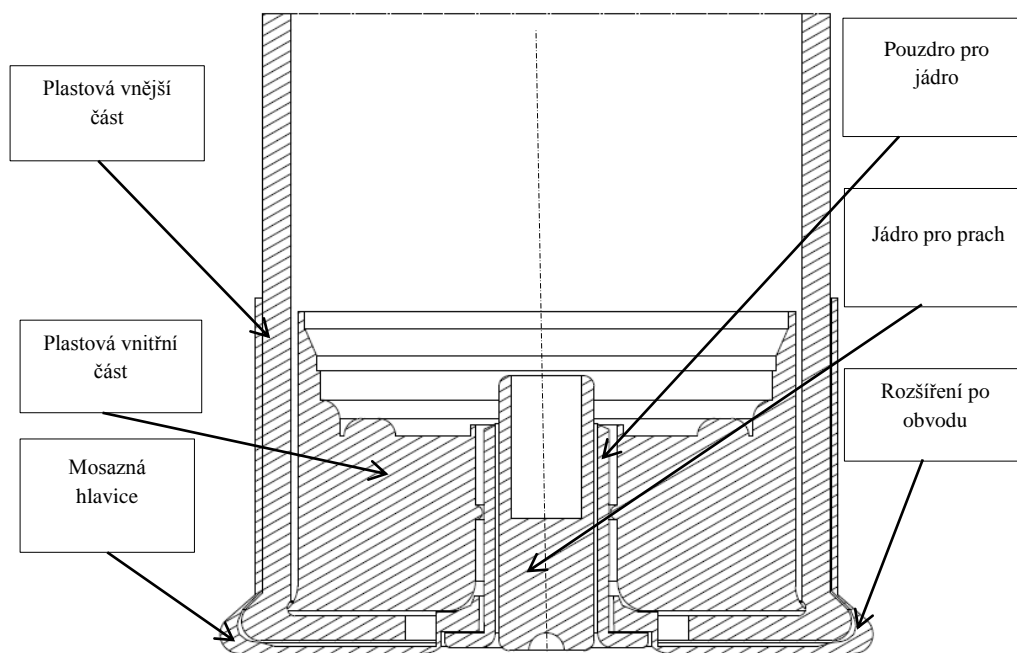
2.4. Geometrie hlavové části nábojnic různých ráží

Pro určení technologie demontáže je nutné detailně prozkoumat spojení mosazné hlavice s plastovým zbytkem nábojnice. K tomuto účelu poslouží obrázek řezu hlavové části nábojnice [Obrázek 5]. Hlavová část nábojnice se skládá z plastové vnitřní části, uložené do plastové vnější části v podobě trubky, na kterou je pak nalisována mosazná hlava. Obvod čela mosazné hlavy je zakončen rozšířením a uvnitř plastové části je nalisováno pouzdro s uloženým jádrem.

Vzhledem k uložení mosazných a plastových částí je vidět [Obrázek 5], že technologie demontáže by mohla fungovat dvěma základními způsoby.

První způsob (vytahovací) spočívá v tom, že hlavice bude uchycena za rozšíření na obvodu do pevné desky s otvorem. Otvor musí mít ale pro každou ráži jiné rozměry a plastová část bude podrobována vnějším silám.

Druhý způsob (vytlačovací) – síly budou působit zevnitř nábojnice a tím dojde k vytlačení mosazné hlavice z plastové části. Pro tento účel se používá vytlačovací trn. Praxí bylo zjištěno, že zde existuje riziko, kdy působením trnu zevnitř na jádro, dojde k oddělení a vypadnutí pouze jádra bez mosazné hlavice. Toto riziko nejsme ochotni podstoupit, proto tuto cestu demontáže považujeme za nevhodnou i přesto, že je z technologického hlediska jednodušší než způsob vytahovací.



Obrázek 5 Hlavová část nábojnice

2.5. Tahová zkouška

Cílem této zkoušky je zjistit sílu potřebnou pro demontáž. Experiment byl proveden na univerzálním trhacím stroji. Vzorky byly upnuty plastovou částí do svěráku v blízkosti mosazné části, která se upnula do příruby s kruhovým otvorem. Pracovní rychlost je cca 100 N/s. Všechny zkoušené náboje byly ráže 12.

Číslo vzorku	F_{max} , N
Vzorek 1	900
Vzorek 2	600
Vzorek 3	600
Vzorek 4	700
Vzorek 5	600
Průměr	680

Tabulka 4 Výsledky tahové zkoušky

V průběhu demontáže u plastu nedošlo k výrazné deformaci, prasknutí nebo prodloužení, což je v souladu s teorií. Maximální napětí, které vzniklo v plastu, odpovídá:

$$\sigma_{max} = \frac{F}{S} = \frac{4F}{\pi(D^2 - d^2)} = \frac{4 \cdot 900}{\pi(20^2 - 18,5^2)} = 19,85 \text{ MPa}$$

kdy mez kluzu u HDPE je 25-40 MPa [Tabulka 3].

Pracovní síla musí být taková, aby došlo k posuvu hlavice dostatečně velikému pro zajištění demontáže u všech nábojnic.

Závěr experimentu: doporučená síla se nachází v rozmezí 1000-1100 N.

2.6. Hmotnost

Analýza hmotnosti je ukázána v tabulce níže:

	Váha plastové části	Váha mosazné hlavice	Váha celková
Vzorek 1	4,8	3,6	8,4
Vzorek 2	4,8	3,6	8,4
Vzorek 3	5,1	3,0	8,1
Vzorek 4	5,2	3,6	8,8
Vzorek 5	5,0	4,8	9,8
Průměr	4,98	3,72	8,7

Tabulka 5 Analýza hmotnosti

Pro technicko-ekonomické výpočty budeme předpokládat průměrnou hmotnost jedné mosazné hlavice cca 3,7 gramů.

3. Funkční požadavky na technologii demontáže

Požadavky na technologii demontáže rozdělíme do několika skupin, kterými se budeme zabývat v této kapitole.

- Obecná ekonomická analýza
- Analýza vztaženého objemu nábojnic
- Ergonomická analýza
- Konstrukční analýza

Shrnutí všech požadavků z hlediska rychlosti demontáže je uvedeno níže.

3.1. Obecná ekonomická analýza

První otázkou, kterou je nutné si položit na začátku výzkumu, je, s jakou rychlostí musí být nábojnice demontovány, aby to bylo ekonomicky výhodné pro práci alespoň jednoho pracovníka. Tato hodnota je orientační a vychází z analýzy **ekonomiky procesu**, konkrétně z toho, jaké budou tržby, a tedy i mzda pracovníka. Tento čas je závislý na dvou parametrech – na výkonu mechanismu a výkonu pracovníka. Výkon mechanismu je řízen příkonem a otáčkami motoru. Výkon pracovníka bude posouzen v ergonomické analýze. Teoreticky můžeme navrhnout mechanismus, který bude schopen provádět demontáž velmi rychle, například více než 2 nábojnice za vteřinu, přitom ale narazíme na fakt, že člověk není schopen takovou rychlostí pracovat. To znamená, že v tomto okamžiku rychlost celého procesu, a tudíž i celková ekonomika procesu, bude závislá jen na rychlosti nasazování nábojnic do mechanismu.

Budeme vycházet z následujících předpokladů:

1. Zdrojem hlavního **příjmu** je sběr mosazi. Výkupní cena mosazi na trhu kolísá mezi 50 až 70 Kč za kilogram v závislosti na obsahu železa v celkovém složení [9]. Pro výpočty budeme předpokládat, že mosaz použitá v nábojnicích stojí 60 Kč/kg.
2. Závislou proměnnou je **mzda pracovníka** obsluhujícího stroj. Předpokládáme, že minimální přijatelný výdělek pracovníka provádějícího demontáž bude 15 000 Kč měsíčně.
3. Jiné poplatky a náklady, jako například logistika, svoz nábojnic, odvoz tříděného odpadu a jiné, předpokládáme ve výši 15 000 Kč měsíčně.

4. Pracovní den se skládá z 6 hodin technologického času a 2 hodin přípravného, dále předpokládáme, že měsíc má 20 pracovních dnů. Níže je uveden výpočet mzdy pracovníka v závislosti na čase demontáže 1 nábojnice.

# Pole	Parametr	Výpočet	čas na demontáž 1 nábojnice, s				
			1	2	3	4	5
1	Technologický čas za měsíc, hod.	20 dní . 6 hodin	120				
2	Počet demontovaných nábojnic, ks	[1] . 3600 / čas demontáže	432 000	216 000	144 000	108 000	86 400
3	Celková váha mosazi pro recyklaci, kg	[2] . 3,7 / 1000	1598	799	533	400	320
4	Tržby ze sběru mosazi	[3] . 60 Kč/kg	95 904 Kč	47 952 Kč	31 968 Kč	23 976 Kč	19 181 Kč
5	Náklady na údržbu, sběr nábojnic a jiné výplaty	konstanta	15 000 Kč				
6	Mzda pracovníka	[4] - [5]	80 904 Kč	32 952 Kč	16 968 Kč	8 976 Kč	4 181 Kč

Tabulka 6 Obecná ekonomická analýza v závislosti na čase demontáže 1 nábojnice

Z uvedených výpočtů je vidět, že ekonomicky výhodným časem demontáže by byly až 3 vteřiny na 1 nábojnici. Čas demontáže větší než 3 vteřiny na 1 nábojnici budeme pokládat za nevhodný.

3.2. Analýza vztaženého objemu nábojnic

Navrhovat technologie se vyplatí pouze v případě, když bude existovat takové množství použitých nábojnic, které zajistí ekonomickou výhodnost procesu, což znamená pokrytí všech nákladů a vyplacení mzdy pracovníka. Toto množství budeme nazývat "vztažený objem". Výpočet orientačního vztaženého objemu se provádí pro území České republiky.

Vztažený objem neboli počet potenciálně recyklovatelných nábojnic, můžeme zjistit nepřímou metodou. Spočívá v tom, že ze statistických údajů tykajících se výsledků mysliveckého hospodaření zjistíme počet odstřelené zvěře. Pak toto číslo vynásobíme průměrným počtem nábojů potřebným k zastřelení jednoho kusu zvěře. Pro každý druh zvěře a konkrétní případ se číslo bude lišit. Při zjednodušení, kdy budeme předpokládat, že na každý kus zvěře jsou potřeba 2 výstřely, dostaneme potenciální počet nábojnic pro recyklaci. Musíme si také uvědomit, že do recyklace se nedostane úplně každá nábojnice, proto předpokládáme, že reálný objem recyklace může činit cca 70 % vypočítané hodnoty. Vyšší hodnoty objemu

recyklace může být dosaženo v případě použití ekonomických stimulů pro vrácení použitých nábojnic, jako například ustanovení zálohy na jednotlivé nábojnice apod.

Do celkového počtu potenciálně recyklovatelných nábojnic je nutno připočíst nábojnice ze sportovních a jiných ochotnických a tréninkových střelb. Počet sportovních a tréninkových střelb se těžko posuzuje, může se pohybovat v rozmezí 5-20 % z celkového počtu. Předpokládáme, že počet těchto nábojnic činí 5 % z celkového počtu. Níže je zobrazena tabulka lovů pro jednotlivé roky [Tabulka 7]. Zdrojem těchto údajů je Český statistický úřad [10]. Z tabulky je patrné, že nejvyšší odstřel byl v roce 2012 ve výši skoro 1 300 000 kusů zvěře. Každý rok se tato hodnota liší, ale obecně se pohybuje kolem 1 200 000 kusů odstřelených živočichů ročně.

Zvěř / rok	2010	2011	2012	2013	2014
Bažanti	526 545	522 297	517 556	458 204	478 808
Kachny	272 304	277 390	268 751	256 375	262 345
Černá	144 184	109 383	185 176	152 250	168 974
Srny	120 174	113 913	108 591	105 680	100 348
Lišky obecné	75 058	67 925	75 768	60 361	73 678
Zajáci	62 483	47 447	55 794	37 513	39 591
Jeleni	21 811	20 958	23 092	23 578	23 361
Daňci	14 116	13 131	14 591	16 404	16 761
Kuny lesní a skalní	15 766	14 439	14 956	12 660	12 823
Mufloni	9 083	8 146	9 112	9 222	9 059
Kormoráni	3 911	4 738	4 875	3 256	4 466
Jezevci lesní	2 790	2 672	3 078	2 714	3 003
Volavky popelavé	146	110	129	118	129
CELKOVÝ SOUČET	1 268 371	1 202 549	1 281 469	1 138 335	1 193 346

Tabulka 7 Počet odstřelených kusů zvěře v jednotlivých rocích v České republice.

Pozice	Objem	2010	2011	2012	2013	2014
1	Lovecké a sportovní nábojnice, ks [CELKOVÝ SOUČET z [Tabulka 8]*1,05	1 331 790	1 262 676	1 345 542	1 195 252	1 253 013
2	Výstřelů celkem, ks [1]*2	2 663 579	2 525 353	2 691 085	2 390 504	2 506 027
3	Orientační objem recyklace, ks [2]*0,7	1 864 505	1 767 747	1 883 759	1 673 352	1 754 219
4	Orientační objem recyklované mosazi, kg [3]*3,7/1000	6 899	6 541	6 970	6 191	6 491
5	Orientační cena recyklované mosazi, Kč	413 920	392 440	418 195	371 484	389 437
6	Měsíční příjem z recyklace mosazi, Kč/měs [5]/12	34 493	32 703	34 850	30 957	32 453

Tabulka 8 Potenciální objem recyklace

Z provedených výpočtů je patrné, že orientační měsíční tržby z recyklovaných nábojnic činí cca 31 000-35 000 Kč, což by byla částka dostatečně vysoká pro zaměstnání pracovníka. Závěrem tedy vyplývá, že při udržení předpokládaných vstupních hodnot, jako je počet výstřelů na 1 zvíře, potenciálního objemu recyklace aj., je možné a hospodárné **navrhnout technologii a zařízení pro demontáž nábojnic.**

3.3. Ergonomická analýza

Z ergonomického hlediska máme několik požadavků na technologii:

1. Optimální pohyb při nasazování nábojnic by měl jít od hrudníku dopředu. To znamená, že nejvhodnější poloha zásobníku nábojnic je před pracovníkem v úrovni jeho hrudníku.
2. Vzhledem k tomu, že nasazení bude prováděno vsedě, nejvhodnější vzdálenost trnu od podlahy by byla cca 1-1,2 m.
3. Je potřeba mít bednu s dávkovacím zařízením (šnekovým), které bude umožňovat doplňování pracovního zásobníku. Výpočet optimální velikosti dávky a objemu nádoby dávkovače je uveden níže.

Experimentálně byly stanoveny následující hodnoty času nasazení:

Čas nasazení 10 nábojnic	Pokus 1	Pokus 2	Pokus 3
Podmínky: nasazuje 1 ruka, [s]	21	22	24
Podmínky: nasazují 2 ruce, zásobníky jsou po obou stranách, [s]	13	15	16
Podmínky: nasazují 2 ruce, zásobník je před hrudníkem, [s]	13	14	15

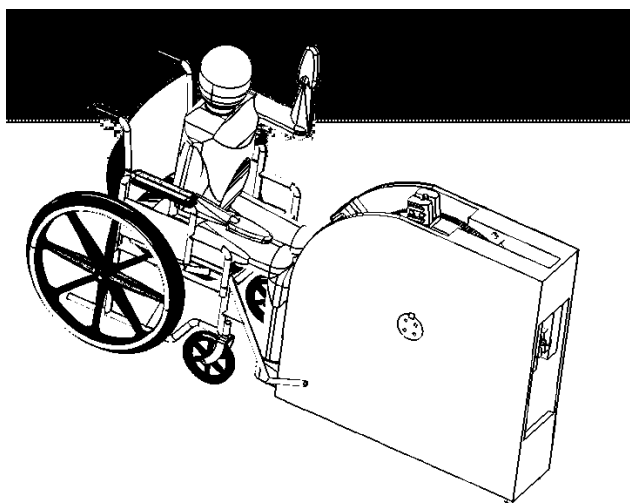
Tabulka 9 Výsledky experimentu nasazování nábojnic na trn

Z experimentu je vidět, že čas nasazení nábojnic oběma rukama se zásobníkem před hrudníkem je kratší, než když má pracovník zásobníky umístěny po obou stranách. Tento čas se pohybuje mezi 1,3 a 1,5 vteřiny na 1 kus.

Rychlost práce stroje při demontáži je nutné řídit, proto musí být možné řídit otáčky motoru.

5. Pro demontované materiály jsou třeba zásobníky nebo nádoby, které lze v případě potřeby rychle vyměnit.
6. V ideálním případě by stroj neměl obsahovat mazivo. Bude-li mazivo nutné, tak jen v minimálním množství. Co se týká druhu, nejlepším výběrem z hlediska čistějšího prostředí je vazelína.

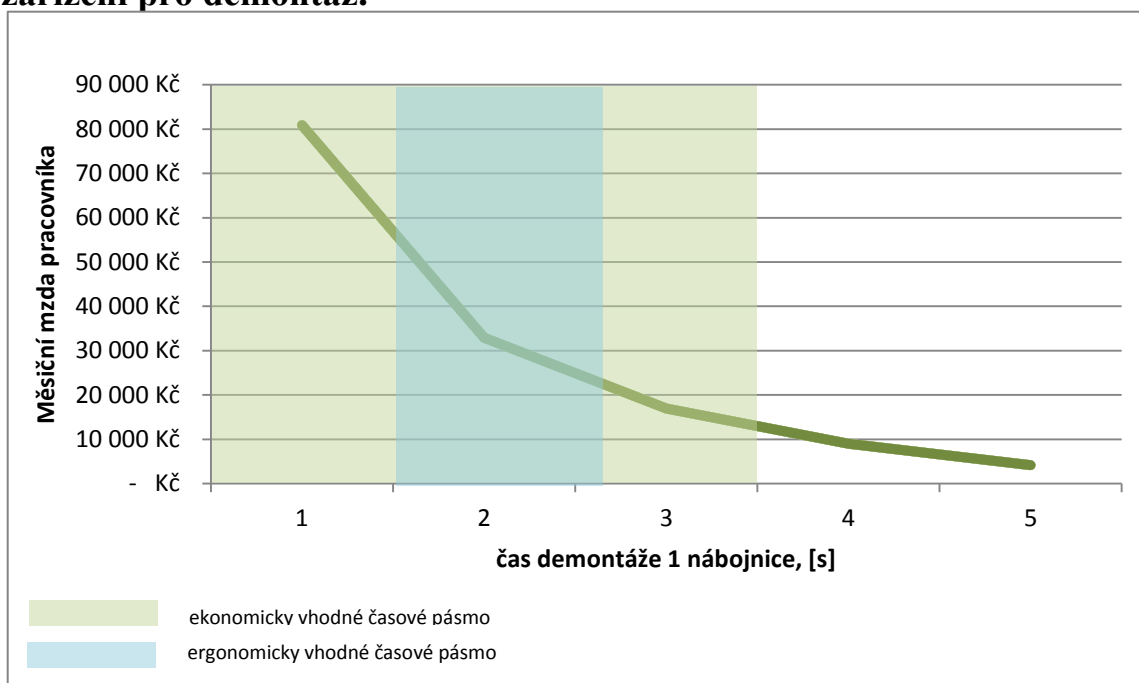
Jedna z variant pro umístění stroje při uvážení požadavků, které byly kladeny v úvodu do podstaty problému, by mohla odpovídat obrázku níže [Obrázek 6].



Obrázek 6 Umístění stroje a pracovníka

Z experimentu získáváme závěr, že přijatelný čas nasazování nábojnice na trn mechanismu je z ergonomického hlediska v rozmezí 1-2 vteřiny, což je v souladu s ekonomicky zdůvodněným časem, který je 1-3 vteřiny [Tabulka 6].

Z toho vyplývá, že z ergonomického hlediska **má smysl navrhovat technologii a dělat zařízení pro demontáž.**



Obrázek 7 Celkové zhodnocení údajů

3.4. Výpočet optimálního objemu nádoby dávkovače

Součástí technologického procesu je přivedení nábojnic do místa samotné demontáže. Pro optimální vyřešení tohoto dílčího problému je potřeba mít zásobník, který bude pravidelně doplňován pracovníkem. Pro výpočet optimálního objemu tohoto zásobníku bude použito výpočtu velikosti výrobní dávky. Jako přípustný podíl dávkového času se zvolí 10 %, za předpokladu následujících orientačních hodnot:

$$t_c = 60 \text{ min}$$

$$t_A = 1,5 \text{ s (průměrný kusový čas nebo čas demontáže 1 nábojnice)}$$

Dávkové časy t_B :

dopřít a nasypat nábojnice do zásobníku:	5 min
vybrat poškozené nebo nevhodné nábojnice:	3 min
odebrat z pracoviště plastové demontované části:	6 min
odebrat z pracoviště mosazné demontované části:	6 min

$$t_B = 20 \text{ min}$$

Přirážka směnového času:

$$k_c = \frac{T}{T - T_c} = \frac{8 * 60 \text{ min}}{8 * 60 \text{ min} - 60 \text{ min}} = 1,14$$

Strojní a dávkové časy s přirážkou směnového času:

$$t_{AC} = 1,5 * 1,14 = 1,7 \text{ s}$$

$$t_{BC} = 20 * 60 * 1,14 = 1368 \text{ s}$$

Minimální výrobní dávka:

$$k_{min} = \frac{t_{BC}}{P_p * t_{AC}} = \frac{1368}{0,1 * 1,7} \approx 8000 \text{ ks}$$

Předpokládá se, že manipulační dávka je rovna výrobní dávce, což ale nemusí být pravidlem.

Objem 1 nábojnice:

$$V_{nab} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} * h * k_v = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} * 70 * 1,3 \approx 30\,000 \text{ mm}^3,$$

kde d - průměr nábojnice, h - výška nábojnice, k_v - přírážka objemu.

Celkový objem nádoby dávkovacího systému:

$$V = 30\,000 * 8000 = 240\,000\,000 \text{ mm}^3 \text{ nebo } 240 \text{ l}$$

Tím vzniká další problém – skladování. Pracoviště pro demontáž by mělo být vybaveno skladovacím prostorem pro nábojnice a demontované součásti. Z tohoto důvodu je vhodné spočítat kapacitu skladu.

Existuje zde hned několik problémů, se kterými je třeba počítat, aby mohla být zajištěna bezproblémová demontáž. Jsou to problémy jako skladování, logistika, velikost optimální dodávky atd. Tyto problémy nepatří přímo k návrhu technologie, proto nebudou v této práci více brány na zřetel.

3.5. Konstrukční analýza

Obecné požadavky na konstrukci z technologického hlediska:

1. **Jednoduchost.** Stroj by neměl být příliš složitý. Nejvhodnější by bylo použít jeden mechanický pohon, který by se pak převáděl na funkční součásti.
2. **Spolehlivost.** Rozdělení každé nábojnice by mělo být zaručené.
3. **Univerzálnost.** Vzhledem k tomu, že nábojnice mají různé ráže a průměry, musí technologie fungovat pro různé druhy nábojnic. Zároveň je podmínkou jednoduchá výměna funkčních částí nebo jejich snadné přenastavení na příslušný rozměr a ráži.
4. **Bezpečnost.** Rotující součásti musí být izolované. Motor musí mít ochranné uzemnění. Nesmí se vyskytovat ostré hrany a špičky v místech dostupných obsluze a všechny funkční součásti musí být izolovány krytem.
5. **Technologičnost.** Všechny součásti musí být vyrobitelné a ne příliš složité, s přihlédnutím k použití vhodných materiálů. Jelikož se jedná o kusovou výrobu, nebylo by špatné dbát na větší přesnost součástí.
6. **Výkonnost.** Příkon motoru, použitého u navrhnutého mechanismu, musí být dostatečný pro jeho pohon.
7. **Hmotnost.** Je žádoucí, aby byla co možná nejnižší, kvůli snadnější manipulaci se strojem. To lze zajistit použitím lehčích materiálů.
8. **Cena.** Cena výroby a montáže celého mechanismu by měla být co nejnižší.

PRAKTICKÁ ČÁST

4. Variantní návrhy principu demontáže

Technologie demontáže se skládá ze 3 hlavních technologických úkolů:

1. Pohyb svěrných čelistí ve vedení.
2. Uchycení nábojnic.
3. Demontáž mosazné části.

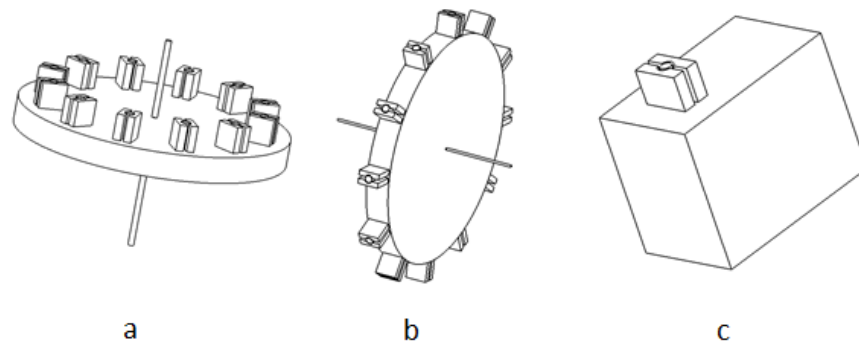
Každý z těchto úkolů je realizovatelný pomocí různých systémů a mechanismů převodu pohybů. Vzhledem k tomu, že mechanismus demontáže je poháněn elektromotorem, bude zapotřebí rotační pohyb motoru převést na posuvný, díky kterému dojde k oddělení mosazné části nábojnice od plastové. Aby to bylo možné provést, je zapotřebí pevně uchytit nábojnici v čelistech nebo na trnu. Při kombinaci různých variant řešení je také nutné dbát na správné vyhazování a třídění demontovaných součástí. Z toho důvodu bude navrženo několik možných variant řešení daného úkolu.

4.1. Principy pohybu svěrných čelistí ve vedení.

Při provádění demontáže se svěrné čelisti mohou pohybovat rotačně nebo mohou pracovat ve stacionární poloze.

a) Rotační princip. Může fungovat jako jeden velký rotující buben, do jehož sektorů se průběžně nasazují nábojnice. To znamená, že pracovní prostor s jednotlivými sektory se nachází před pracovníkem, a to v levém horním rohu krytu mechanismu, pokud se díváme z boku [Obrázek 6]. Osa rotace bubnu může být jak svislá [Obrázek 8a], tak i vodorovná [Obrázek 8b]. Při svislé poloze osy mechanismu bude mít stroj větší půdorysnou plochu, což není žádoucí, protože předpokládáme jeho použití v domácnosti. Proto lze tuto variantu považovat za nevhodnou.

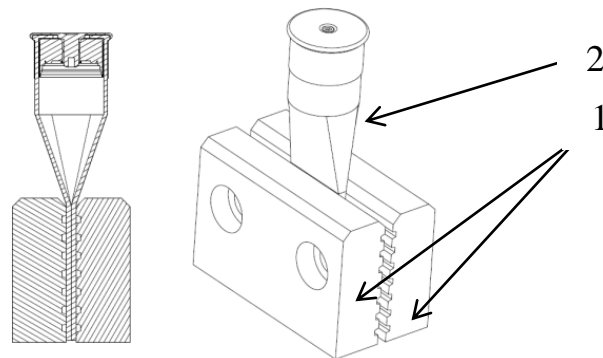
b) Stacionární poloha trnu. Trn se nebude hýbat, proto jedno z možných řešení je vtažení nábojnice dovnitř mechanismu, kde se následně provede samotná demontáž [Obrázek 8 c].



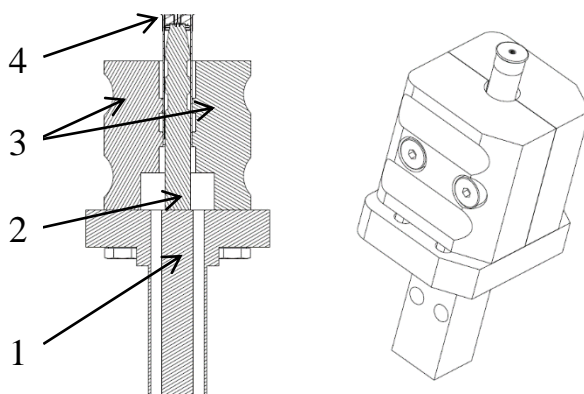
Obrázek 8 Pohyb čelistí ve vedení

4.2. Principy uchycení nábojnic

Uchycení může být realizováno sevřením nábojnice v čelistech pomocí kleštiny či rozpínacího trnu. Čelisti mohou být zkonstruované ve dvou provedeních. V první variantě jsou nábojnice vkládány do mechanismu, kde dojde k sevření plastové části plochými čelistmi, plast se smáčkne a vytvoří tak plošný dotyk [Obrázek 9]. Druhou možnou variantou je sevření plastu mezi čelisti s vybráním ve tvaru půlválců a kovový trn, na kterém by byla plastová část pevně nasazena [Obrázek 10].

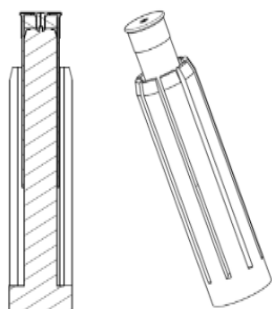


Obrázek 9 Uchycení v čelistech s plošným dotykem, 1 - plošné čelisti, 2 - nábojnice

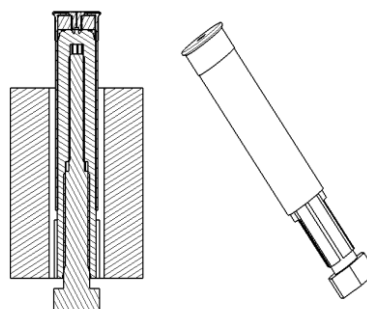


Obrázek 10 Uchycení v čelistech s vybráním: 1 – základová deska, 2 – trn, 3 – čelisti s vybráním, 4 -nábojnice

Druhým řešením uchycení je sevření pomocí **kleštiny a trnu**. Plocha nábojnice by se nacházela mezi kleštinou a trnem, jak je ukázáno na obrázku níže [Obrázek 11]. Kleština by se mohla stahovat zasouváním nebo zašroubováním do otvoru v desce, popřípadě mohou být jednotlivé segmenty přitlačeny převlečnou maticí, která je sevře díky kuželovým náběhům. Drážky mezi jednotlivými rameny kleštiny musí být větší než u standardních nástrojových kleštin, protože pro zachycení nábojnic je potřeba mít větší vůli mezi trnem a kleštinou. Z toho vyplývá, že by musely být vyrobeny na míru.



Obrázek 11 Uchycení pomocí kleštiny

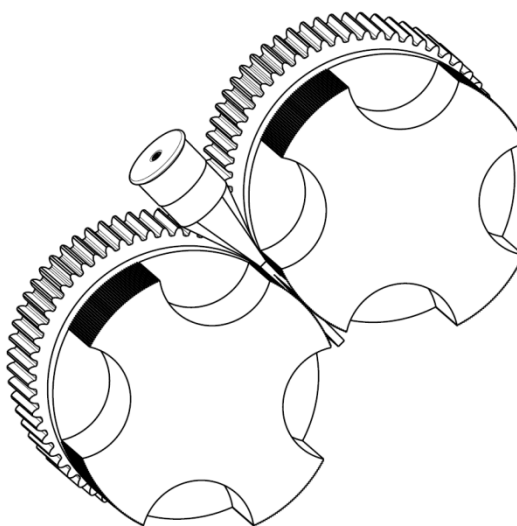


Obrázek 12 Uchycení pomocí rozpínacího trnu

Další řešení pro uchycení nábojnice je **rozpínací trn**. Tento trn se rozpíná zašroubováním kuželového šroubu uvnitř [Obrázek 12]. Na trnu (vnitřní šrafovaná část) je nasazena nábojnice, která je pevně přitlačena díky vnitřnímu šroubu.

Další možnou variantou jsou **rotující válce**, mezi nimiž by se nacházela nábojnice, jak ilustruje obrázek níže [Obrázek 13]. Jedná se o oboustranný čárový styk mezi válci a plastem. Důležitá je zde dostatečná drsnost povrchu válců, aby při dosahování větších sil, potřebných k vytažení plastové části z mosazné hlavy, nedocházelo k prokluzu vtahovaného plastu. Při tomto způsobu se řeší dva hlavní problémy, jimiž jsou: dostatečně pevné zachycení konce plastu a dále dostatečně dlouhý přímočarý pohyb, který zajistí úplné vytažení plastu z mosazné části.

Jako variace tohoto způsobu uchycení mohou být válce zkonstruovány ve tvaru vačky popřípadě až více sdružených vaček. Vnější plocha vaček musí být rýhována kvůli lepším třecím vlastnostem.



Obrázek 13 Uchycení pomocí rotujících válců

4.3. Principy demontáže mosazné části.

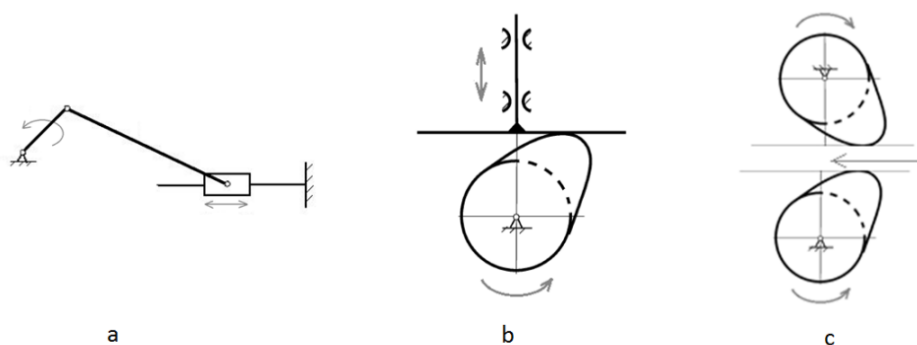
Řešení této úlohy z hlediska kinematiky se realizuje přes přímočarý pohyb plastu při současně nepohyblivém uchycení mosazné hlavy nebo přes pohyb mosazné hlavy při současně pevném uchycení plastové části. Aby mohlo dojít k uskutečnění tohoto pohybu, je potřeba převést rotační pohyb z pohonu na přímočarý pohyb funkční části. Z dynamického hlediska jde o to, aby došlo k plynulému nárůstu síly mezi upnutou a pohyblivou částí. Ve chvíli, kdy tato síla překročí tlakovou třecí sílu mezi plastem a mosaznou hlavou, se začne mosaz od plastu postupně oddělovat. Na konci cyklu se mosazná hlavice od plastu zcela oddělí, v tomto okamžiku síla mezi plastem a mosazí náhle klesne na nulu a cyklus demontáže je ukončen.

Kinematické řešení může být nalezeno využitím následujících mechanismů:

a. **Klikový mechanismus** [Obrázek 14a]. V pístu klikového mechanismu se mohou nacházet čelisti nebo kleština pro nasazení nábojnice. V určité fázi pohybu se čelisti sevřou a zachytí nábojnici.

b. **Vačkový mechanismus** [Obrázek 14b]. Nepohyblivá vačka je umístěna uvnitř rotujícího bubnu, v průběhu jeho rotace se po vačce pohybují vytlačovací písty, které konají funkci táhla. Výhodou vačkového mechanismu je plynulost chodu táhla při jeho pohybu po vačce. Nevýhodou je, že obvod vačky nemá tvar kružnice, proto v dané kinematické dvojici vznikají radiální síly vůči táhlu, které mohou způsobovat ohyb táhla. Aby bylo toto působení minimalizováno, je potřeba zajistit přímočarý pohyb táhla, kterého lze dosáhnout podepřením ve dvou od sebe vzdálených bodech.

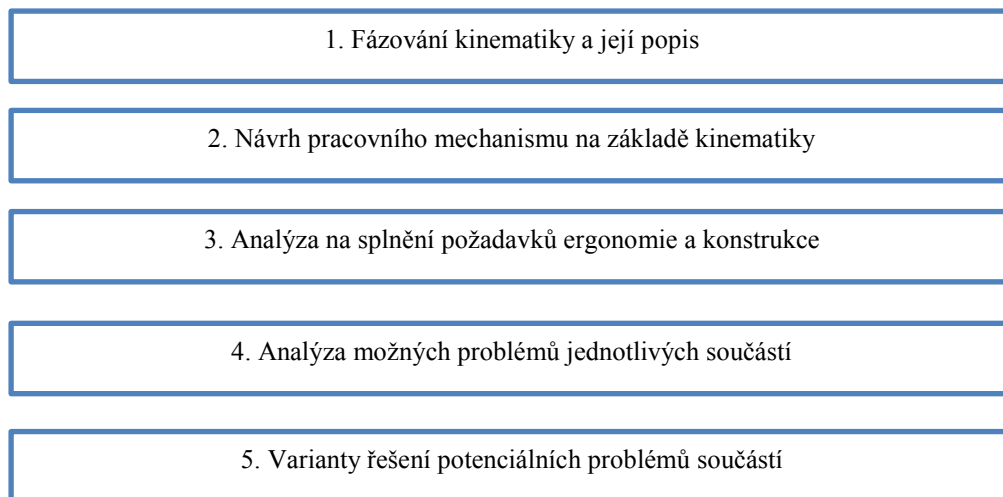
c. **Obvod oválných kružnic.** Jde o princip, při němž pár proti sobě rotujících symetrických válců s obvodem ve tvaru vaček [Obrázek 14c] nebo oválných kružnic, vystupuje jako pár čelistí, které zachycují a vytahují plastovou část z nábojnice. Výhodou této metody je sdružení více funkcí. Těmito funkcemi je myšleno zachycení a tažení nábojnice, což výrazně zjednodušuje konstrukční provedení celého mechanismu. Kromě toho je tento způsob obzvláště vhodný pro zachycení měkkých a stlačitelných materiálů, jakými jsou v našem případě plastové části nábojnic. Plast je postupně vtahován až do okamžiku, kdy je vzdálenost mezi oválnými drážkami minimální.



Obrázek 14 Návrhy transformace rotace na posuv

4.4. Návrh technologií včetně automatizace

Na základě výše popsaných návrhů řešení jednotlivých elementárních úkolů bude proveden návrh několika technologií demontáže. Následně dojde k rozložení celého procesu do několika dalších bloků [Obrázek 15].



Obrázek 15 Průběh návrhu technologie demontáže

Při návrhu technologie je nutné provést analýzu kinematiky pohybu nábojnic, neboli zjistit, jakým způsobem se budou pohybovat nábojnice ve vedení při demontáži. Dalším krokem je rozdělení trajektorií pohybu nábojnic na jednotlivé úseky nebo fáze. Poté bude navržen mechanismus pracující na základě popsané kinematiky. V každé fázi musí pracovní stroj splňovat podmínky specifikované pro danou oblast. Bude také provedena analýza mechanismu z hlediska plnění konstrukčních a ergonomických požadavků, které jsou specifikovány na začátku výzkumu [str. 23]. Zároveň budou ukázány případné problémy, které mohou vzniknout při provozu, a až potom dojde k návrhu možné konstrukční nebo technologické úpravy a změny, aby se eliminovaly tyto problémy. V neposlední řadě bude ukázáno, z jakého materiálu a jakým způsobem je nejvhodnější vyrobit klíčové součásti stroje. Nakonec, po návrhu a popisu několika technologií, bude provedeno jejich porovnání metodou párového srovnávání.

Je nutné uvést, že praktická část návrhu technologie neobsahuje žádný ekonomický výzkum nebo konstrukční výpočty. Proto následující otázky nejsou součástí technologického návrhu a nejsou v dané práci uvažovány:

- a. Analýza a zdůvodnění režijních nákladů.
- b. Logistika, sběr a skladování včetně správy celého procesu demontáže.
- c. Ekonomický plán a návratnost investic.

- d. Tolerance a přesné rozměry mechanismu. Výpočet rozměrů bude přiřazen jen tam, kde je samotný rozměr součástí technologického návrhu.
- e. Výpočty a návrhy týkající se převodů a jiných konstrukčních propočtů (rozměry ozubení apod.).
- f. Návrh zdrojů pohonu a jeho výkon.

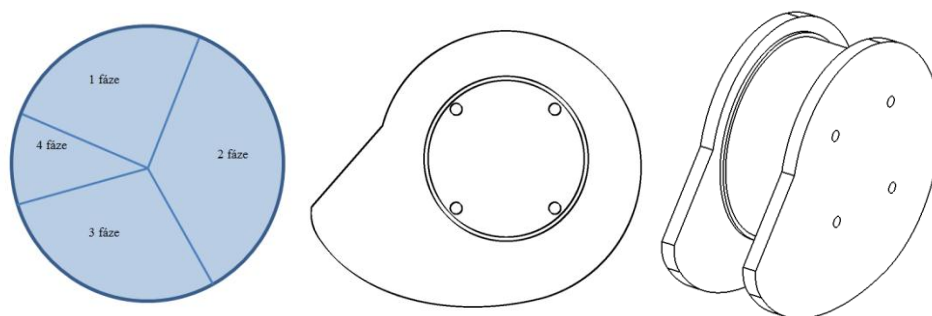
4.4.a. Vačkový mechanismus.

POPIS KONCEPCE. První způsob – použití stacionární vačky uvnitř celého mechanismu při současném kontinuálním rotačním pohybu čelistí.

Pohyb svěrných čelistí ve vedení	Rotační s vodorovnou osou
Principy uchycení nábojnic	Uchycení v čelistech s vybráním
Mechanismus demontáže	Rotační pohyb táhla po vačce

Tabulka 10 Navrhovaná technologie č. 1

Kinematika pohybu mechanismu v tomto případě představuje rotační pohyb bubny, uloženého v nerotující vačce. Na obvodu bubnu jsou umístěny čelisti, trny a díry, v nichž jsou uložena táhla. Primárním úkolem u této technologie je výpočet vačky. Vačkový mechanismus má časovou vazbu, proto se celý cyklus demontáže rozdělí na jednotlivé fáze. Ve fázi, kdy táhlo koná zdvih, je tvarem dráhy Archimedova spirála, ve fázi, kdy táhlo zdvih nekoná, je tvarem dráhy kružnice. Jedna z možností průběhu fází je znázorněna níže [Obrázek 16]. Předpokladem je, že se pracovník nachází před mechanismem a nasazování nábojnic se koná v jeho levé horní části. Vačka může být vyráběna na NC-frézovacím stroji nebo na drátořezu. Pro lepší a plynulejší styk mezi vačkou a táhlem mohou stykové body mezi 3. a 4. fází, stejně jako body mezi 4. a 1. fází, přecházet přes rádiusy, čímž bude dosaženo plynulejšího přechodu mezi jednotlivými fázemi. Vačka může být vyrobena z konstrukční oceli, např. 12 050.1 s povrchovým kalením obou postranních drah. Prostřední část, kam se nasazuje ložisko pro buben, musí být povrchově kalená a jemně broušená na přesnost třídy h7.



Obrázek 16 Návrh vačky

Fázový popis:

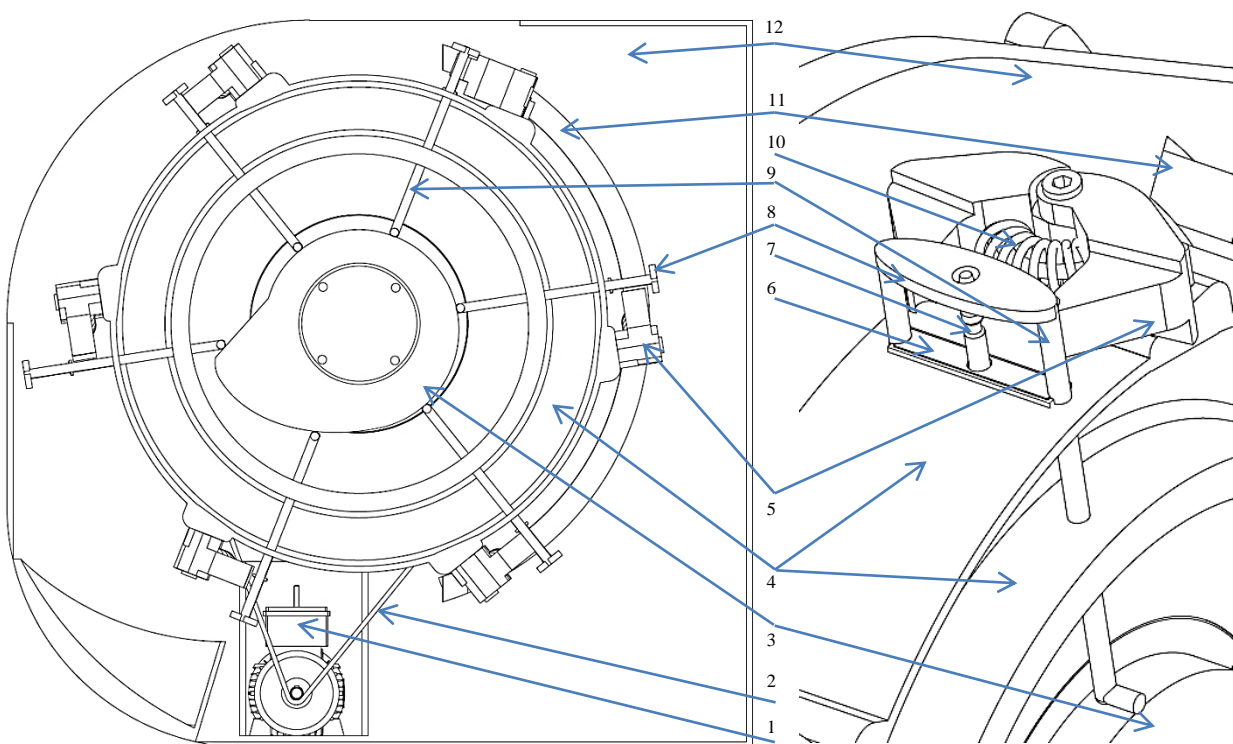
Vačka zůstává v klidu, buben rotuje kolem ní. V každé jednotlivé fázi se po vačce pohybuje táhlo, které je usazeno v bubnu.

1. fáze: Pracovník nasazuje nábojnici na trn. Táhlo nekoná radiální zdvih.

2. fáze: Demontáž mosazné hlavy. Nábojnice je sevřena čelistmi ve svírací drážce. Radiální zdvih táhla je roven délce kování [Obrázek 4], ke které bude přičtena pojistná vzdálenost cca 5-7 mm, celkem 15-20 mm.

3. fáze: Čelisti s nábojnicí se vysunou ven ze svírací drážky, probíhá vyhození plastové části z trnu. Radiální zdvih vyhadzovače je roven dosedací délce nábojnice, což se zhruba rovná celé délce nábojnice minus polovina délky kování plus pojistná vzdálenost 5-7 mm, což se je cca 75 mm. Vzhledem k tomu, že působící normálová síla na píst je malá, nemá strmost dráhy velký vliv na ohyb pístu.

4. fáze: Rychlý návrat do výchozí polohy. Radiální zdvih vyhadzovače je přibližně 95 mm. Návrat táhla do výchozí polohy může být proveden pružinou nebo přes vedení vnější konturou krytu.



Obrázek 17 Návrh mechanismu s vačkou

Funkční popis mechanismu [Obrázek 17]. Celý mechanismus je poháněn elektromotorem [1] s řemenovým převodem [2] pohánějícím rotující bubnu [4]. Po nerotující vačce [3] se pohybují táhla [9] uložená v dírách rotujícího bubnu [4]. Rotující bubna je uložena na vačce přes ložisko. Na konci táhla je plocha pro vytlačování hlavice nábojnice [8] a plocha pro vyhození plastu [6] z trnu [7], na který se nasazují nábojnice. Na bubnu jsou šroubem s vnitřním šestihranem zašroubované symetrické čelisti [5], proto mohou být v případě potřeby rychle vyměněny. V určité fázi čelisti vjedou do užší drážky, tvořené regulovatelnými lištami [11], a tím dojde k sevření plastové části nábojnice do konců čelistí. Vzdálenost mezi lištami je regulovatelná šrouby kvůli přenastavení pro demontáž různých ráží. V druhé fázi pracovního zdvihu [Obrázek 16] se táhlo začne pohybovat po Archimedově spirále a koná tak radiální pohyb vůči ose rotace bubnu a vytlačuje hlavici za rozšíření po obvodu [Obrázek 5]. Po demontáži čelistí vyjedou ven z užšího vedení a roztáhnou se do původního stavu pomocí pružiny [10]. Následně ve třetí fázi proběhne vytlačení demontovaného plastu z trnu, opět přes pohyb po Archimedově spirále. V poslední čtvrté fázi dojde k návratu čelistí do původní polohy. Celý mechanismus drží pohromadě dva hliníkové kryty [12] sešroubované po obou stranách s vačkou.

K sevření čelistí dochází ve vzdálenosti, kam pracovník není schopen dosáhnout, proto mechanismus odpovídá požadavkům kladeným na bezpečnost. Při konstrukčním návrhu je nutné dbát na to, aby celková šířka mechanismu byla v rozmezí 20-30 mm, protože pracovník by měl mít přístroj mezi koleny. Spolehlivost mechanismu by měla být kvůli zvýšení trvanlivosti vysoká, proto budou použita táhla z pevnějšího materiálu, která jsou odolná vůči tlakovému a ohybovému namáhání, např. z kované tyče, a pracovní dráha na vačce bude zpevněna nebo kalena.

Během používání mechanismu mohou vzniknout problémy, které jsou uvedeny v tabulce níže spolu s možným řešením:

#	Popis problému	Možné řešení
1	Opotřebením konců táhel	a) Využití otěruvzdorného materiálu b) Povlakování konců táhel (např. kluznou vrstvou na bázi MoS ₂ nebo DLC povlakem) c) Úprava povrchu konců táhel využitím maziva (vazelína)
2	Ohyb táhel	a) Zavedení třetí pojistné drážky na bubnu

		b) Úprava celého povrchu táhel c) Zvětšení tloušťky táhel d) Přidání hran
3	Ohyb čelistí s časem	a) Použití pevnějšího materiálu na čelisti
4	Promíchání plastů a mosazných hlavíc mezi sebou	a) Umístění bariéry mezi 2. a 3. fází pracovního cyklu b) Zajištění většího prostoru pro plast a mosazné hlavice

Tabulka 11 Případné problémy mechanismu

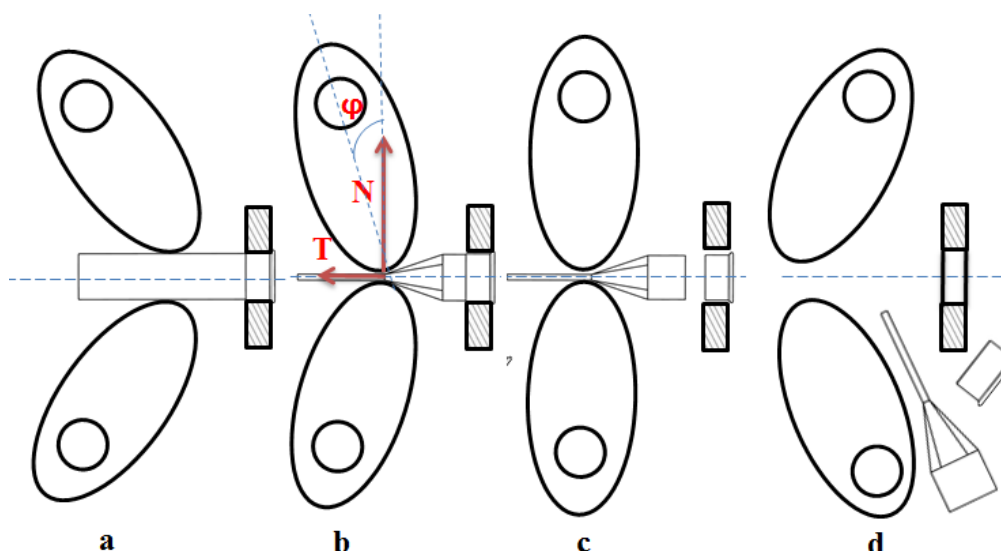
Jelikož jsou táhla namáhána tlakem a podléhají otěru o vačku, bude vhodným materiálem pro jejich výrobu litina ADI, např. EN-GJS-800-8 (dle DIN EN 1564). Tento materiál je vynikající z hlediska dynamické pevnosti a otěruvzdornosti, což přesně vyhovuje požadavkům pro uvažovanou operaci. Jako alternativa může být použita ocel 14220.4.

4.4.b. Mechanismus se sdruženými tvarovými čelistmi

Druhý možný způsob demontáže je pomocí kontinuální rotace oválných válců, které jednak uchytí nábojnici, čímž splňují funkci čelistí, a navíc transformují rotační pohyb na posuvný. Tímto pohybem dojde k posunutí mosazné hlavice po plastové části nábojnice a jejich následnému oddělení, jak je ukázáno na obrázku níže [Obrázek 18].

Pohyb svěrných čelistí ve vedení	Rotační pohyb ve stacionární poloze
Princip uchycení nábojnic	Mezi tvarovými rotujícími válci
Mechanismus rozdělení	Obvodem oválných kružnic

Tabulka 12 Navrhovaná technologie č. 2



Obrázek 18 Natočení sdružených čelistí na koncích 1., 2., 3. a 4. fáze, T - tečná síla, N - normálová síla, φ - úhel záběru

1. fáze: Volný pohyb čelistí, na konci fáze se dotknou nábojnice.

2. fáze: Dochází ke zmačkávání nábojnice až do okamžiku, kdy normálová síla, působící z čelistí na plast, bude rovna výtažné síle, zjištěné v teoretické části:

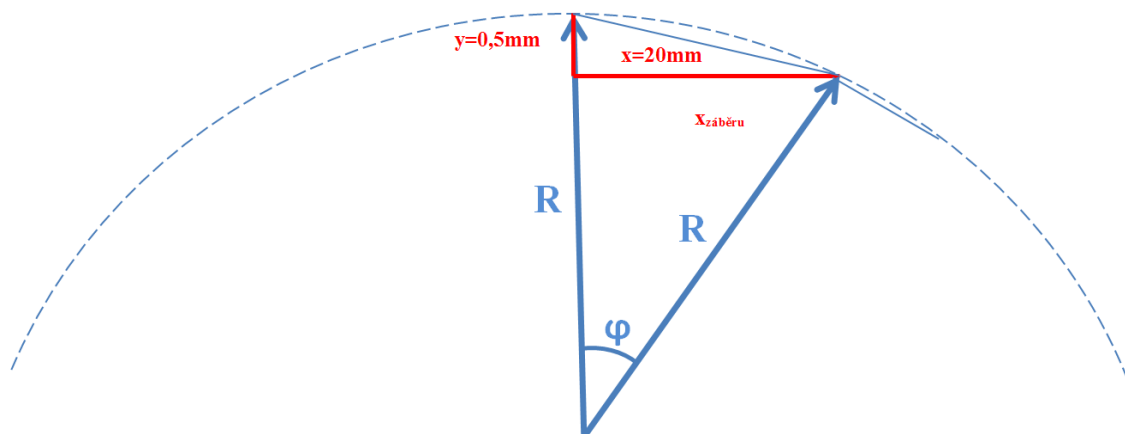
$$N = \frac{T}{f}$$

T – tečná síla potřebná pro demontáž [Tabulka 4], f – součinitel tření [Tabulka 3]

Po dosazení hodnot zjištěných v teoretické části práce dostaneme:

$$N = \frac{1100}{0,29} = 3793 \text{ N nebo } 388 \text{ kg.}$$

To znamená, že druhá fáze pracovního cyklu se ukončí, když na každou čelist bude působit normálová síla rovnající se cca 1900 N. Toto radiální zatížení musí být uvažováno při návrhu ložisek pro čelisti.



Obrázek 19 Výpočet poloměru křivosti trajektorie

3. fáze: Probíhá samotná demontáž. Pro výpočet ovality čelisti použijeme následujícího modelu [Obrázek 19]. Tloušťka obou plastových stěn zmáčknutých na plochu je cca 1,5 mm. Maximální možné stlačení, aby nedošlo k porušení nebo jinému ovlivnění demontáže, je 1 mm. To znamená, že na každou čelist připadá zdvih v ose y rovnající se 0,5 mm. V ose x je potřebný zdvih roven součtu délky kování a pojistné vzdálenosti, která je cca 5-7 mm, celkem je roven 15-20 mm. Z toho vypočítáme potřebný rádius pro pohyb vrcholu čelistí:

$$x^2 + (R - y)^2 = R^2$$

$$x^2 + R^2 - 2Ry + y^2 = R^2$$

$$x^2 - 2Ry + y^2 = 0$$

$$R = \frac{x^2 + y^2}{2y} = \frac{20^2 + 0,5^2}{2 * 0,5} = \mathbf{400,25 \text{ mm}}$$

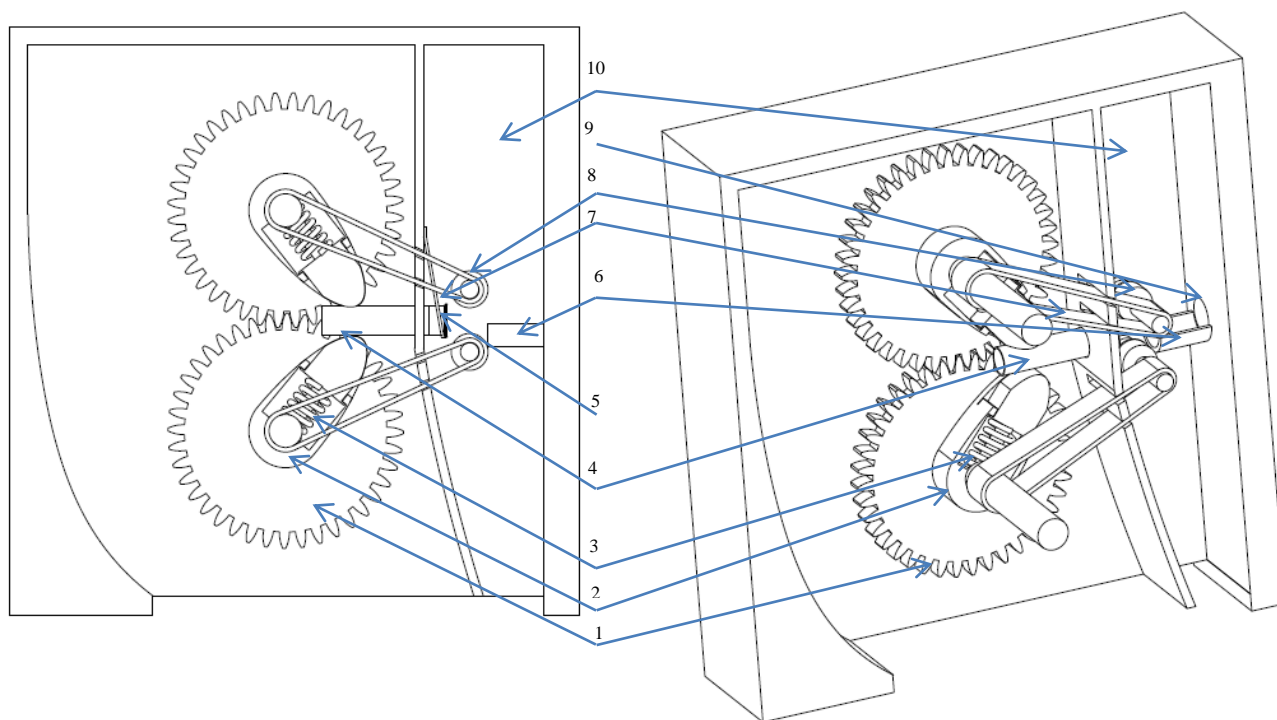
Tento rádius udávající délku čelistí je příliš velký. Znamená, že výška stroje by měla být přes 1000 mm.

Proto bude použit model, kdy se délka čelistí v procesu rotace může zmenšovat. Toho lze dosáhnout při návrhu čelistí skládajících se ze 2 částí – pevné a pohyblivé, které budou uprostřed spojeny tuhou pružinou. Stlačení pružiny může být například 5 mm, z čehož vyplývá:

$$R = \frac{x^2 + y^2}{2y} = \frac{20^2 + 5^2}{2 * 5} = \mathbf{42 \text{ mm}},$$

což je přijatelná hodnota pro uvažovaný mobilní stroj.

4. fáze: Uvolnění čelistí a spadnutí demontovaných součástí do odpovídajícího prostoru. Tím dojde ke třídění jednotlivých materiálů.



Obrázek 20 Návrh mechanismu se sdruženými čelistmi

Popis celého mechanismu [Obrázek 20]: celý mechanismus je poháněn elektromotorem přímo spojeným s ozubením [1] jedné z oválných čelistí [2]. Čelisti jsou spojeny přes ozubení [1], tím dochází k jejich symetrickému pohybu. Uvnitř čelistí je pružina, která se stlačuje kvůli prodloužení styku čelistí s nábojnicí, což umožní její vtažení do mechanismu o vzdálenost potřebnou k demontáži. Dochází tak k pohybu okrajové (pohyblivé) části čelisti. Čelisti jsou zároveň pohonem pro pryžové válečky [8], jejichž funkcí je doprava nábojnice [4] od nasazovacího otvoru [9] do pracovního prostoru čelistí. Pryžové válečky s čelistmi spojuje řemenový převod [7]. Nábojnice je dopravena k pryžovým válečkům po směrovací liště [6]. Po demontáži plochá pružina vytáhne mosaznou hlavici z pracovního otvoru [5]. Celý mechanismus je uložen v hliníkovém krytu [10]. Ozubení drží v krytu pomocí axiálně-radiálních ložisek. Mezi ozubenými koly a čelistmi musí být také ochranný kryt, aby nedocházelo k zaseknutí plastu mezi ozubená kola, což by způsobilo provozní problémy.

Tato technologie demontáže je upřednostněna z hlediska jednoduchosti. Bezpečnost mechanismu odpovídá kladeným požadavkům. I kdyby pracovník vsunul prst přes nasazovací otvor do pracovního prostoru, čelisti se nedotkne. Pro

zlepšení kluzných vlastností, by měly být pohyblivé části čelistí kaleny a rýhovány. U pohonu je vyžadována menší rychlost otáčení, ale větší krouticí moment pro zajištění vodorovné výtažné síly rovnající se 1000 N. Výhodou tohoto mechanismu je jednoduchost a malé rozměry, což znamená, že je vhodný i pro menší pracovní prostor, jakým může být například domácnost. Díky tomu je splněno několik základních požadavků: aby byl stroj mobilní a aby jej mohl obsluhovat i handicapovaný člověk, což bude díky mobilnosti snadné.

Během používání mechanismu mohou vzniknout problémy, které jsou uvedeny v tabulce níže spolu s možným řešením:

#	Popis problému	Možné řešení
1	Prokluzování čelistí	Zvýšení součinitele tření mezi nábojnicí a čelistí, např. rýhováním nebo pokrytím vrcholů čelistí jiným materiálem
2	Prokluzování válečků	Zvýšení součinitele tření mezi nábojnicí a válečky, např. použitím válečků z jiného materiálu
3	Destrukce nábojnic v důsledku přílišného ztenčení plastové části	Možnost regulace vzdálenosti mezi čelistmi

Tabulka 13 Případné problémy mechanismu

5. Zhodnocení návrhů a volba nejvhodnějšího

Zhodnocení návrhu bude provedeno porovnáním mechanismů z hlediska plnění jednotlivých požadavků, aplikací metody párového srovnání [11]. Každý požadavek se porovná s ostatními, a pokud je relativně důležitější, má 1 bod, pokud ne – 0 bodů. Výsledné hodnocení je uvedeno níže [Tabulka 14]:

	Snadná manipulovatelnost	Kompaktnost	Nízká hlučnost	Vysoká čistota	Spolehlivost (expertní ohodnocení)	Jednoduchost opravy při poruchách	Bezpečnost při práci	Požizovací cena	Přibližná životnost mechanismu	Přizpůsobivost pro různé ráže	Suma	Váha
Snadná manipulovatelnost	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	16 %
Kompaktnost	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	4 %
Nízká hlučnost	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 %
Vysoká čistota provozu	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	2	4 %
Spolehlivost (expertní ohodnocení)	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	7	16 %
Jednoduchost opravy při poruchách	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7	16 %
Bezpečnost při práci	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	20 %
Požizovací cena	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2 %
Přibližná životnost mechanismu	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	5	11 %
Přizpůsobivost pro různé ráže	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	4	9 %

Tabulka 14 Stanovení vah jednotlivých kritérií

Nejdůležitějším faktorem je spolehlivost mechanismu, to znamená, že musí být garantována demontáž u dostatečně velkého počtu nábojnic, bez významných poruch nebo zaseknutí mechanismu. Dalším významným faktorem je jednoduchost údržby. V ideálním případě by údržba neměla být potřeba, protože pro handicapovaného člověka je jakýkoliv pohyb, popřípadě přestavení některých částí stroje, obtížné, namáhavé a nepraktické.

Nezanedbatelnými faktory jsou také bezpečnost při práci a snadná manipulovatelnost se strojem. Dále musí být zajištěno pohodlí při práci - pokud jsou uvažovány standardní směny, tak 8 hodin denně. Stroj musí být vybaven ochranným krytem, který zakryje jakékoliv ostré hrany, rotující části a jiné nebezpečné prvky. Mezi méně důležité faktory patří kompaktnost, čistota provozu, tichost chodu a pořizovací cena.

Níže je zobrazeno porovnávací hodnocení dvou uvažovaných technologií – technologie s vačkou a technologie s čelistí - dle stanovených požadavků v rámci pětibodové stupnice, kde:

- 4 – kritérium je celkem splněno a odpovídá požadavkům
- 3 – kritérium je splněno jen částečně a odpovídá požadavkům
- 2 – kritérium není úplně splněno, ale neohrožuje to funkčnost mechanismu nebo zdraví pracovníka
- 1 – kritérium není splněno a neodpovídá požadavkům

	Váha	Technologie vačková		Technologie s čelistí	
		Prostá hodnota	Vážená hodnota	Prostá hodnota	Vážená hodnota
Snadná manipulovatelnost	16 %	3	0,47	4	0,62
Kompaktnost	4 %	1	0,04	4	0,18
Nízká hlučnost	2 %	2	0,04	4	0,09
Vysoká čistota provozu	4 %	2	0,09	4	0,18
Spolehlivost (expertní ohodnocení)	16 %	4	0,62	2	0,31
Jednoduchost opravy při poruchách	16 %	1	0,16	3	0,47
Bezpečnost při práci	20 %	3	0,60	4	0,80
Pořizovací cena	2 %	1	0,02	3	0,07
Přibližná životnost mechanismu	11 %	4	0,44	2	0,22
Přizpůsobivost pro různé ráže	9 %	4	0,36	3	0,27
SOUČET			2,84		3,20

Tabulka 15 Metoda párového srovnání

Porovnání navržených mechanismů [Tabulka 15]:

- a) Manipulace s nábojnicemi je u vačkového mechanismu horší, protože při jejich nasazování na rotující trny musí ruce pracovníka vykonávat více pohybů než u mechanismu s čelistmi. To může být nepraktické, obzvláště při vyšší rychlosti rotace bubnu.
- b) Vačkový mechanismus je poměrně masivní a v prostorách menšího bytu by bylo jeho použití obtížné. Na druhou stranu, by byl v menším prostoru problém se skladováním recyklovaného materiálu, proto je pro demontáž vhodné zajistit přiměřeně velký prostor, a tím pádem rozměry stroje nehrají tak velkou roli.
- c) Kvůli kontinuálně rotujícím trnům je manipulovatelnost a celkově jakýkoliv pohyb u vačkového mechanismu poněkud obtížnější než u mechanismu s čelisti. Převážně z důvodu bezpečnosti při práci, protože i přes kryty stroje se do prostoru mezi rámem a rotujícím bubnem mohou dostat např. vlasy.
- d) Kvůli většímu počtu funkčních součástí vykazuje vačkový mechanismus vyšší hlučnost, a proto je potřeba použít větší množství maziva než u mechanismu s čelistmi.
- e) Celková spolehlivost a životnost mechanismu s čelistmi je menší kvůli pružinám v rotujících čelistech, které se mohou časem opotřebovat, a tím může dojít k oslabení přítláčné síly čelistí k plastu.
- f) Přizpůsobivost pro různé ráže je u vačkového mechanismu lepší z toho důvodu, že není potřeba měnit trny, ale stačí jen změnit vzdálenost mezi regulovatelnými lištami, kterými se čelisti stlačují, aby došlo ke změně jejich zdvihu. U rotujících čelistí by se musela měnit opěrka s otvorem, což je o něco obtížnější, ne však nemožné.
- g) Pořizovací cena nehraje velkou roli, protože je tento projekt považován za sociálně–ekologický.

6. Závěr

V rámci této práce byl proveden výzkum použitých loveckých nábojnic z hlediska rozměrů a materiálů za účelem stanovení vhodné metody demontáže. Zároveň byly navrženy a analyzovány možné způsoby demontáže nábojnic (včetně automatizace) za účelem jejich následné recyklace. V průběhu výzkumu bylo zjištěno:

1. Nábojnice mají různé ráže neboli různé průměry. Nejpoužívanějšími jsou ráže 12, 16 a 20. Technologie by měla fungovat pro všechny nejpoužívanější ráže.
2. Síla, potřebná pro provedení demontáže je 1000-1100 N, čehož ručně nelze dosáhnout, proto potřebujeme bezpodmínečně provést mechanizaci tohoto procesu.
3. Aby byl proces demontáže ekonomicky výhodný, pak jednotkový čas na separaci jednotlivých materiálů jedné nábojnice by neměl přesáhnout tři vteřiny, což je přijatelné i z hlediska ergonomie.
4. Celkový počet potenciálně recyklovatelných loveckých nábojnic jen v České republice je dostatečný pro rozvoj této technologie, proto je uvažovaná problematika opodstatněná a může být použita i v dalších zemích.
5. Technologie demontáže může fungovat i v automatickém režimu, bez účasti pracovníka, jak je to uskutečněno například v drtičích. Ale jedním z našich cílů bylo vytvoření pracovního místa s uplatněním handicapovaných lidí, pro které by byla tato práce přiměřená, a dokonce i žádoucí.

V praktické části práce byla provedena analýza uchycení nábojnic a jejich samotná demontáž. Na základě návrhů řešení jednotlivých úkolů došlo k vyvinutí dvou technologií – jedna na principu rotujícího bubnu a stacionární vačky, po které se pohybují táhla, a druhá na principu proti sobě symetricky rotujících čelistí ve tvaru vaček vybavených pružinami. Metodou párového srovnávání bylo zjištěno, že druhá varianta je vhodnější, i když má také své nevýhody.

Tato práce byla zaměřena na technologie demontáže (včetně automatizace) a nezabývala se konstrukčními podrobnostmi. Pro následnou realizaci dané technologie by bylo zapotřebí navrhnout přesné konstrukční řešení s vypočtenými hodnotami včetně tolerance, vypracovat návrh ozubených kol, materiálovou analýzu, analýzu dynamiky stroje včetně simulací práce a pak stroj vyrobit.

Rovněž by bylo vhodné zahrnout přesnější ekonomickou analýzu zahrnující detailní propočet všech nákladů (včetně logistiky), což ale nebylo cílem tohoto technologického návrhu.

7. Použitá literatura

- [1] Společnost AGRI.CYCLE a způsoby recyklace použitých nábojnic.
<http://www.agri-cycle.uk.com/what-we-recycle/spent-shotgun-cartridge-recycling/>
- [2] Společnost Bronneberg Eastern Europe. Výroba zařízení na recyklaci.
<http://www.bronneberg.cz/cz/produkty/drtice/>
- [3] Společnost Filamaker. Drtič organického odpadu.
<http://filamaker.eu/product/organic-waste-shredder/>
- [4] Společnost Sellier & Bellot – výrobce střeliva.
<http://www.sellier-bellot.cz/>
- [5] Článek na Wikipedii „Brokovnice“.
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Brokovnice>
- [6] Článek na ruské Wikipedii „Калибр“.
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Калибр>
- [7] BĚHÁLEK, Luboš. Elektronická učebnice “Polymery”. Kapitola 17
“Identifikace plastů aneb jak je poznáme”.
<https://publi.cz/books/180/17.html>
- [8] CARDARELLI, François. *Materials Handbook: A Concise Desktop Reference*. 2nd ed. Springer, 2008. c1340. ISBN 978-1-84628-668-1.
- [9] Ceník kovů od společnosti Barko, s. r. o.
<http://www.druhotnesuroviny.cz/cenik.htm>
- [10] Český statistický úřad. Základní údaje o honitbách, stavu a lovu zvěře – 2014.
<https://www.czso.cz/csu/czso/zakladni-udaje-o-honitbach-stavu-a-lovu-zvere-2014>
- [11] FOTR, J. – DĚDINA, J. – HRŮZOVÁ, H. *Manažerské rozhodování*. Praha: EKOPRESS. Vydání III. Upravené a rozšířené. 2003.
- [12] HOFMANN Petr. *Technologie montáže*. 1. vyd. Plzeň: ZČU, 1997. 90 s., 134 obr., tb., lit. ISBN 80-7082-382-8.
- [13] CROWSON, Richard. *The handbook of manufacturing engineering. Assembly processes: finishing, packaging, and automation*. 2nd ed. Boca Raton, 2006.
(soubor, sv. 4). ISBN 0-8247-2341-4.

[14] BOOTHROYD, Geoffrey – DEWHURST, Peter – KNIGHT, Winston.
Product design for manufacture and assembly. 2nd ed. rev. and expanded. Boca
Raton: Taylor & Francis, c2002. xiii, 698 s. il. (Manufacturing engineering and
materials processing; 58). ISBN 0-8247-0584-X.












8. Seznam obrázků






















Obrázek 1 Lovecký náboj	10
Obrázek 2 Analýza sortimentu dle celkové délky	13
Obrázek 3 Analýza sortimentu dle ráže nábojnic	13
Obrázek 4 Analýza sortimentu dle délky kování	13
Obrázek 5 Hlavová část nábojnice	15
Obrázek 6 Umístění stroje a pracovníka	21
Obrázek 7 Celkové zhodnocení údajů	21
Obrázek 8 Pohyb čelistí ve vedení	25
Obrázek 9 Uchycení v čelistech s plošným dotykem, 1 - plošné čelisti, 2 - nábojnice	25
Obrázek 10 Uchycení v čelistech s vybráním: 1 – základová deska, 2 – trn, 3 – čelisti s vybráním, 4 - nábojnice	26
Obrázek 11 Uchycení pomocí kleštiny	26
Obrázek 12 Uchycení pomocí rozpínacího trnu	26
Obrázek 13 Uchycení pomocí rotujících válců	27
Obrázek 14 Návrhy transformace rotace na posuv	28
Obrázek 15 Průběh návrhu technologie demontáže	29
Obrázek 16 Návrh vačky	30
Obrázek 17 Návrh mechanismu s vačkou	31
Obrázek 18 Natočení sdružených čelistí na koncích 1., 2., 3. a 4. fáze	34
Obrázek 19 Výpočet poloměru křivosti trajektorie	35
Obrázek 20 Návrh mechanismu se sdruženými čelistmi	36

Přílohy

PŘÍLOHA č. 1

Sortimentní řád loveckých brokových nábojů společnosti Sellier & Bellot a.s.

Název	SB CORONA	SB FORTUNA	SB VEGA	SB VEGA	SB VEGA	SB MARK III	SB PHEASANT
							
Ráže	12	12	12	16	20	12	12
Délka celková, mm	70	70	70	70	70	70	67,5
Kování, mm	12,5	12,5	12,5	10	10	12,5	12,5
Název	SB LORD	BLACK FLASH	SB JUNIOR	SB FAVORIT	SB EXTRA	RED	RED
							
Ráže	12	16	16	20	12	.410	.410
Délka celková, mm	70	67,5	67,5	67,5	70	63,5	76
Kování, mm	12,5	10	10	10	23	11,5	11,5
Název	RED	SB PLASTIK	SB BUCK SHOT	SB MAGNUM 42.5 GOLDEN EAGLE	SB MAGNUM 42.5 GOLDEN EAGLE	SB MAGNUM 53	SB BUCK SHOT MAGNUM
							
Ráže	28	12	12	12	12	12	12
Délka celková, mm	70	67,5	70	70	76	76	76
Kování, mm	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Název	SB MAGNUM 33.5	410 MAGNUM 19.5	RED HARE	RED PARTRIDGE	RED AND BLACK	RED AND BLACK	RED AND BLACK
							
Ráže	20	.410	12	12	12	12	16
Délka celková, mm	76	76	70	70	70	65	70
Kování, mm	10	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5	10

Název	RED AND BLACK	RED AND BLACK	RED AND BLACK	RED AND BLACK STREUKREUZ	ECO GAME	STEEL SHOTS 28	STEEL SHOTS 32
							
Ráže	16	20	20	12	12	12	12
Délka celková, mm	65	70	65	70	70	70	70
Kování, mm	10	10	10	12,5	12,5	12,5	12,5
Název	STEEL SHOTS MAGNUM 36	ZINC SHOTS 30	ZINC SHOTS 21	STEEL SHOTS 26	STEEL SHOTS 24	SB SPECIAL SLUG MAGNUM	SB SPECIAL SLUG MAGNUM
							
Ráže	12	12	16	16	20	20	12
Délka celková, mm	76	70	70	67,5	67,5	76	76
Kování, mm	12,5	12,5	10	8	8	10	12,5
Název	SB SPECIAL SLUG	SB SPECIAL SLUG	SB SPECIAL SLUG	SB SPECIAL SLUG	SB SPECIAL SLUG WHITELINE	SB SPECIAL SLUG WHITELINE	SB PRACTICAL SLUG
							
Ráže	20	12	12	16	12	12	12
Délka celková, mm	67,5	67,5	70	67,5	67,5	70	63,5
Kování, mm	10	12,5	12,5	10	12,5	12,5	12,5

PŘÍLOHA č. 2

Zkouška na zjištění druhu plasty

Druh zkoušky a její výsledek	PE – LD	PE - HD	PP	PS	ABS	SAN	PVC	PMMA	PA	PAN	PET	POM	PC	UF	PF	EP	PUR zesílený
Zkouška pohledem																	
Průhledný (standardně)				x		x		x			x		x			x	
Flotační zkouška																	
Plave ve vodě	x	x	x														
Zkouška hoření – chování vzorku při spalování																	
Hoří i po vyjmutí z plamene	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	x
Mimo plamen zhasíná							x						x	x	x		
Taví se a odkapává	x	x	x						x		x	x					
Čadí	x	x	x		x	x				x	x		x		x	x	
Tvoří saze				x													
Prská								x									
Tvoří se puchýřky, bublinky								x					x				
Zkouška hoření – barva plamene																	
Svítlivý	x	x	x	x	x	x					x		x			x	x
Modré jádro	x	x	x														
Modrý se žlutou špičkou								x	x								
Žlutý se zeleným okrajem							x										
Žlutý				x	x	x				x							
Namodralý												x					
Zkouška hoření – pach při spalování																	
Vosk	x	x	x														
Spálená rohovina									x								
Čpavý (štiplavý)							x			x		x	x				x
Nasládlý				x	x	x		x			x						x
Typicky aminový, rybí														x			
Fenolický (doutnající dřevo)													x		x	x	
Vzhled ohořelého zbytku																	
Zuhelnatělý					x	x	x						x	x	x	x	
Otavený			x	x					x		x						
Zčernalý				x						x							
Nezměněný												x					
Změklý	x	x															
Ostatní																	
Stopa po škrábnutí nehtem	x																
Fólie žustí		x	x														