



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Diplomová práce

Generální oprava hydraulických nůžek na kovový šrot

Autor práce: Bc. Daniel Rývora

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

V úvodu literární části diplomové práce je popsána problematika úpravy a zpracování kovových odpadů včetně stávající legislativy, která upravuje nakládání s tímto druhem odpadu. Dále je vysvětlena nedestruktivní a destruktivní úprava kovového odpadu a její jednotlivé metody. V závěru literární části je podrobněji popsána úprava kovového odpadu pomocí hydraulických nůžek na kovový šrot a jejich popsání a rozdělení.

V praktické části bude představena firma GERA, export import, spol. s r.o., která využívá hydraulické nůžky Ing. BONFIGLIOLI Squalo 1000 t. Na závěr praktické části bude podrobně popsána jejich generální oprava.

Klíčová slova: zpracování kovového odpadu; stříhaní; hydraulické nůžky; legislativa; generální oprava

Abstract

The introduction of the literary part of the diploma thesis describes the issue of treatment and processing of metal waste, including the existing legislation that regulates the management of this type of waste. Furthermore, the non-destructive and destructive treatment of metal waste and its individual methods are explained. At the end of the literary part, the treatment of metal waste using hydraulic scissors for scrap metal and their description and division are described in more detail.

In the practical part, the company GERA, export import, spol. s r.o., which uses hydraulic shears BONFIGLIOLI Squalo 1000 t. will be presented. At the end of the practical part, their overhaul will be described in detail.

Keywords: processing of metal waste; cutting; hydraulic scissors; legislation; overhaul

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Antonínu Dolanovi Ph. D. za vedení, připomínky a cenné rady při vypracování diplomové práce na téma Generální oprava hydraulických nůžek na kovový šrot. Dále bych chtěl poděkovat kolegům Petru Venclovi a Ladislavu Křenovi za pomoc při realizaci generální opravy hydraulických nůžek na kovový šrot SQUALO 1000 t ve firmě Gera, export import. spol s. r. o. Na závěr bych chtěl poděkovat rodině za podporu při studiu.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární rešerše.....	8
1.1 Legislativa	8
1.1.1 Definice odpadu dle normy ČSN 42 0030.....	9
1.1.2 Kategorie odpadu dle normy ČSN 42 0030.....	9
1.1.3 Doplnující definice.....	11
1.2 Měření radioaktivity železného šrotu	11
1.3 Proces úpravy kovového odpadu.....	11
1.4 Technologie úpravy kovového odpadu	12
1.5 Dělení materiálu pálením	12
1.6 Dělení materiálu lámáním	13
1.7 Dělení materiálů roztloukáním.....	14
1.8 Zhutňování kovového odpadu	15
1.9 Drcení kovového odpadu.....	15
1.10 Stříhání kovového odpadu.....	15
1.10.1 Aligátorové nůžky.....	16
1.10.2 Demoliční nůžky na kovový šrot	16
1.10.3 Hydraulické nůžky na kovový šrot	17
1.10.4 Rozdělení hydraulických nůžek	18
1.11 Průběh střížného procesu.....	20
2 Cíl práce	21
3 Metodika	22
4 Praktická část	24
4.1 Gera export import spol. s. r.o.....	24
4.2 Popis činnosti hydraulických nůžek Squalo 1000 t.....	24
4.3 Diagnostika hydraulických nůžek	25

4.4	Demontáž strojních částí	25
4.5	Renovace střížných saní	26
4.6	Renovace zavážecí komory	28
4.7	Renovace dna zavážecí komory	29
4.8	Renovace hlavního hydraulického válce	29
4.9	Centrální mazání hydraulických nůžek	30
4.10	Diagnostika a oprava hydraulického systému	33
4.11	Kompletace hydraulických nůžek	35
4.12	Diagnostika a oprava motoru	36
4.12.1	Oprava válce motoru	36
4.12.2	Seřízení vstřikovacího čerpadla a vstřikovačů	37
4.12.3	Seřízení ventilové vůle	38
4.13	Záběh hydraulických nůžek	39
4.14	Kalkulace generální opravy	40
5	Diskuse	42
5.1	Je zvolený postup dostačující pro další provoz?	42
5.2	Je použitý postup vhodný z ekonomického pohledu?	42
5.3	Prognóza	42
	Závěr	44
	Seznam použité literatury	46
	Seznam obrázků	48
	Seznam tabulek	49

Úvod

Lidská společnost produkuje čím dál větší množství odpadů a mnoho z nich se dá znovu recyklovat a opětovně využít. Separace a recyklace odpadů je velmi důležitá činnost vedoucí ke zlepšení a ochraně životního prostředí.

Vzhledem ke stále zvyšující se poptávce po kovovém materiálu je recyklace kovového šrotu významnou složkou metalurgického průmyslu. Využitím téměř bezcenného kovového odpadu získáváme materiál s vyšší užitnou hodnotou. Tento proces zahrnuje kromě ekonomických benefitů také nespočet technicky náročných operací. Výrobou 1 tuny železa z železného šrotu se ušetří až 2 tuny černého uhlí, 4 tuny železné rudy a 70 hodin lidské práce.

Pro co nejefektivnější využití kovového šrotu je nezbytná jeho příprava, od které se následně odvíjí kvalita nově získaných kovů. Podstatou přípravy je správné třídění podle druhů kovů (Fe, Cu, Al). V rámci jednoho druhu se pak rozlišuje síla materiálu a kvalita jeho úpravy.

Cílem diplomové práce je seznámit veřejnost s aktuálně platnou legislativou, které podléhá zpracování kovového šrotu. Dále je popsáno zpracování kovového odpadu.

V praktické části je představena firma GERA, export import, spol. s r.o., která je vlastníkem hydraulických nůžek na kovový šrot Ing. BONFIGLIOLI Squalo 1000 t. Následně je popsán důvod a průběh jejich generální opravy s následným ekonomickým zhodnocením.

1 Literární rešerše

1.1 Legislativa

Úprava a zpracování kovových odpadů podléhá příslušným zákonům, vyhláškám, předpisům a normám. Hlavním zákonem v oblasti zpracování kovů je zákon č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech, který nabyl platnost 1. ledna 2021, a jeho pozdější zněních (mzp.cz; 2020).

Nakládání s ocelovým a litinovým odpadem dále doplňuje směrodatná směrnice ČSN 42 0030 Ocelový a litinový odpad z roku 1994. Podle této normy se řídí postupy pro třídění, analýzu, uchovávání, dodání a přepravu ocelových a litinových odpadů. Odpad je členěn do tzv. kategorií. Ocelový a litinový odpad se člení podle jeho tvaru, rozměrů a hmotnosti na tzv. druh odpadu. Pro ocelový odpad je určen druh 10 až 96 a pro litinový odpad druh 02 až 08, podle chemického složení se člení na značky oceli a litiny. Pokud nelze zajistit rozdělení dle značek, rozděluje se odpad do jednotlivých tříd určených touto normou. Každá třída ocelového a litinového odpadu má daný limit pro obsah jednotlivých legujících prvků. Ocelový odpad nelegovaný a nízkolegovaný má vyhrazeny třídy 001 až 005 s maximálním obsahem legujících prvků (viz tabulka 1.1). Ocelový legovaný odpad je řazen do tříd 021 až 195 s maximálními hodnotami hodnoty Cu 0,30 %; Pb 0,005 % a P+S 0,10 %. Litinový odpad má vyhrazeny třídy 213 až 241, kdy je v každé třídě stanovené maximální rozmezí legujících prvků C, Si, Mn, P, S (Botula, 2004).

Tabulka 1.1: Nejvyšší možný obsah legujících prvků (Botula, 2004)

Prvek	Maximální obsah [%]	Prvek	Maximální obsah [%]	Prvek	Maximální obsah [%]
Cr	1,00	Ni	0,50	W	0,30
Co	0,30	Mo	0,10	V	0,30
Mn	8,00	Cu	0,30	Si	2,00
Pb	0,05	P+S	0,10	Sn	0,03

1.1.1 Definice odpadu dle normy ČSN 42 0030

- Ocelový odpad – nový a starý odpad legovaných a nelegovaných ocelí
- Litinový odpad – nový a starý odpad legovaných a nelegovaných litin
- Nový odpad – vznik při zhotovování ocelí a litin nebo při zpracování polotovarů na konečný produkt, je bez příměsí a shodného charakteru jako prvotní materiál z něhož vznikl
- Vratný odpad – nový odpad jenž vzniká a rovnou se spotřebovává při ocelářské a slévárenské výrobě
- Vsázkové ingoty – nový odpad, určen pro vsázku do ocelářských pecí, výroba přetavením ocelového odpadu čímž se homogenizuje chemické složení
- Starý odpad – odpad z vyřazených výrobků a jejich součástí
- Legovaný odpad – odpad, který nese využitelné množství legujících prvků (ČSN 42 0030; 1994).

1.1.2 Kategorie odpadu dle normy ČSN 42 0030

- Třída odpadu – rozlišuje a řadí kovový šrot podle chemického složení
- Druh odpadu – rozlišuje a řadí kovový šrot podle tvaru, rozměrů nebo hmotnosti jednotlivých kusů viz tabulka 1.2 (ČSN 42 0030; 1994).

Tabulka 1.2: Druhy ocelového odpadu (kovosrotvoksice.cz, 2021)

Železný šrot		
Druh	Název odpadu	Poznámka
12	Starý těžký odpad	Zpracovaný, v max. rozměrech 1 500x500x500 mm s min. tloušťkou 6 mm
13	Starý těžký odpad	Zpracovaný, v max. rozměrech 1 500x500x500 mm s min. tloušťkou 4 mm

15	Starý těžký odpad	Nezpracovaný; délka nad 1500 mm; kolejnice všech druhů a rozměrů o hmotnosti min 10 kg.m ⁻¹ bez spojovacího materiálu
16	Starý těžký odpad	Nezpracovaný; kusy o rozměrech do 5500x800x500 mm nebo hmotnosti do 3000 kg; tloušťka min 6 mm; velkokusý odpad; části strojů a zařízení;
17	Starý těžký odpad	Nezpracovaný; kusy o rozměrech do 5500x800x500 mm; tloušťka min 4 mm; velkokusý odpad; části strojů a zařízení
21	Nový lehký odpad	Pro lisování a stříhání; síla materiálu do 3 mm; odpad plechu, bez povrchových povlaků
27	Starý lehký odpad	Pro lisování a stříhání; síla materiálu do 4 mm; ocelový odpad lehký včetně stočených ocelových lan a drátů nebo jejich kusů do délky 1500 mm; nejsou zde povoleny nádoby které jsou znečištěny dehtem, asfaltem a dalšími nebezpečnými látkami, uzavřené tlakové nádoby; dodatečné nečistoty se odečítají z celkové hmotnosti dodaného materiálu (rez, hlína, plast atd.)
02	Litinový odpad kusový	Zpracovaný; rozměry max. 450x450 mm a o hmotnosti max. 30 kg/kus; podíl kusů o hmotnosti do 1 kg se připouští do 15 % hmotnosti dodávky
06	Litinový odpad	Nezpracovaný, včetně slitku; rozměry nad 700 mm a hmotnosti nad 100 kg/kus; tloušťka max. 250 mm;

1.1.3 Doplnující definice

- Dodávka – množství odpadu dodané jednorázově a doložené dodacím listem či dokladem o kvalitě
- Znak kvality – obsah prvků určující zařazení odpadu do dané třídy
- Příměs – materiál, který svou strukturou a chemickým složením neodpovídá složení oceli nebo litiny, je nežádoucí pro další využití čímž dochází k zhoršení kvality materiálu nebo jeho zpracování zcela znemožňuje (ČSN 42 0030; 1994).

1.2 Měření radioaktivity železného šrotu

Měření radioaktivity u železného šrotu se provádí z důvodu zamezení ekologických, zdravotních a ekonomických škod.

Průběh měření se provádí na přejímce, ale i při expedici dodaného materiálu, pokud tomu jsou provozovny uzpůsobeny. Podrobné měření se koná na venkovních plochách anebo na povrchu dopravního zařízení (vozidla či vagonu). Toto měření se provádí pomocí stacionárních detekčních systémů s velkoplošnými detektory, popřípadě se mohou využít přenosné radiometrické přístroje (dozimetr). Také je možné instalovat detektory přímo na manipulační techniku.

Pokud se najde podezřelý materiál ať zrakem (varovné symboly) nebo měřením je důležité označit místo výskytu, zabránění vstupu neoprávněných osob a zavolat na linku Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Následně je také nutné zanést událost do patřičných protokolů a zajistit specializovanou firmu na likvidaci radioaktivního materiálu (sujb.cz, 2019)

1.3 Proces úpravy kovového odpadu

Proces pro úpravu kovového odpadu rozdělujeme na nedestruktivní a destruktivní metody.

Základní činností u nedestruktivní metody je třídění, a to může být buď ruční nebo strojní. Kvalita třídění je závislá na kvalitě přebíraného (vykoupěného) materiálu. Při přebírání se od sebe oddělují kovové a nekovové materiály, druhy materiálů (viz tabulka 1.2), železné (ocel, litina) a neželezné [např.: hliník (Al), měď (Cu), olovo (Pb), a jejich slitiny]. Pro strojní třídění se používají tzv. mobilní nakladače nebo mostové jeřáby (viz obrázek 1.1). Třídění probíhá při manipulaci, vykládce či nakládce nákladních automobilů nebo vagónů (ČSN 42 0030, 1994).



Obrázek 1.1: Mobilní nakladač Terex Fuchs 335

Destruktivní metoda spočívá v mechanické přeměně kovového odpadu, a to především v rozměrových parametrech. Při této metodě je ruční práce eliminována, ale stále zde má své uplatnění (Botula, 2004).

Mezi základní technologie užívané při destruktivní metodě patří pálení, stříhání, lisování, paketování, drcení, roztloukání a granulování (ČSN 42 0030, 1994).

1.4 Technologie úpravy kovového odpadu

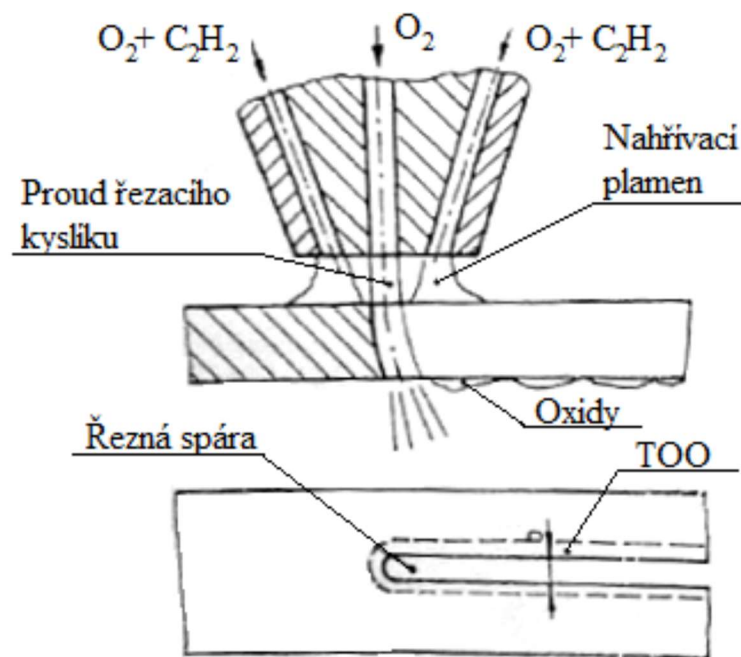
Kovový odpad je zpracováván, tak aby bylo dosaženo požadovaných fyzikálních vlastností a mohl být následně použit pro hutnictví. Cílem úpravy kovového odpadu je dosažení granulometrického složení a získání správné sypné hmotnosti. Toho se dá dosáhnout zdrobňovacími nebo zhutňovacími postupy. Mezi zdrobňovací postupy pro kovový odpad se řadí pálení (řezání) plamenem, lámání, roztloukání, drcení a stříhání pomocí hydraulických nůžek. Pro zhutňovací postupy se využívá buďto lisování nebo paketování, to může probíhat na hydraulických nůžkách nebo paketovacích lisech (ČSN 42 0030, 1994).

1.5 Dělení materiálu pálením

Řezání (pálení) plamenem se provádí především u nelegovaných a nízcí legovaných materiálů, které je obtížné zpracovat jinou technologií.

U řezání plamenem se jedná o termicko-tepelnou metodu využívající kombinace dvou plynů, kyslíku a dnes preferovaného propan–butanu, dříve acetylenu. Výhodou je možnost zpracovávat kovový šrot přímo v místě výskytu.

Principem řezání plamenem je ohřátí materiálu na bod tání nahřívacím plamenem (směs plynů kyslíku a propan–butanu). Poté se pustí řezací kyslík a nastává oxidační reakce (vznik oxidů železa a strusky), která spaluje a dále i ohřívá řezaný materiál (viz obrázek 1.2). Touto metodou lze zpracovávat materiál o síle 3–300 mm standartními hořáky a 300–2000 mm speciálními hořáky (Dvořák, 2004).

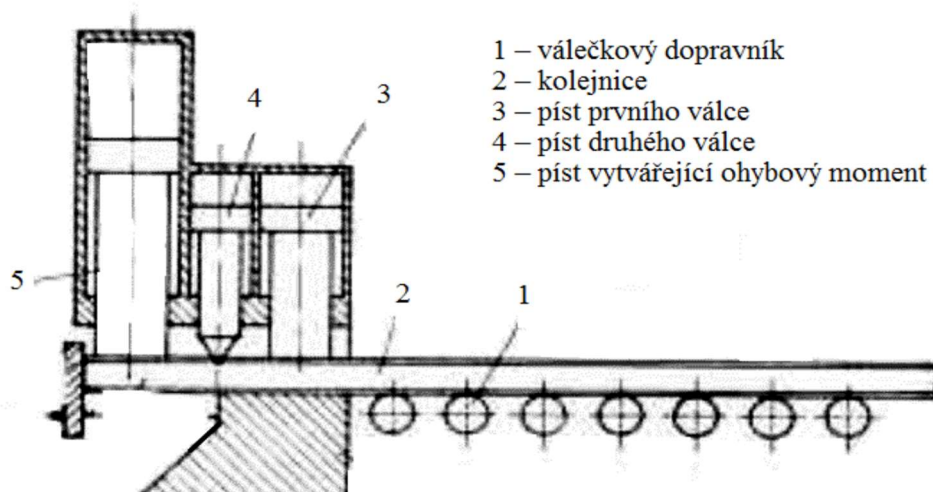


Obrázek 1.2: Schéma hořáku s řezem (Dvořák, 2004)

1.6 Dělení materiálu lámáním

Lámání je jeden z dnes už méně využívaných způsobů dělení materiálu. Využívá se pro dělení tvrdých materiálů jako jsou např. profily, tyče, ale především u všech druhů kolejnic. Pro lámání se využívá lamačka kolejnic, která pomocí hydraulických válců láme materiál na nastavenou délku, jak je znázorněno na obrázku 1.3. Po vložení kolejnice dojde k přidržení hydraulickým válcem (3). Následně hydraulický válec (2), opatřený razníkem, vytvoří v kolejnici vrub, v němž po zatížení hydraulickým válcem (5) dojde ke zlomu. Poté se celý proces opakuje.

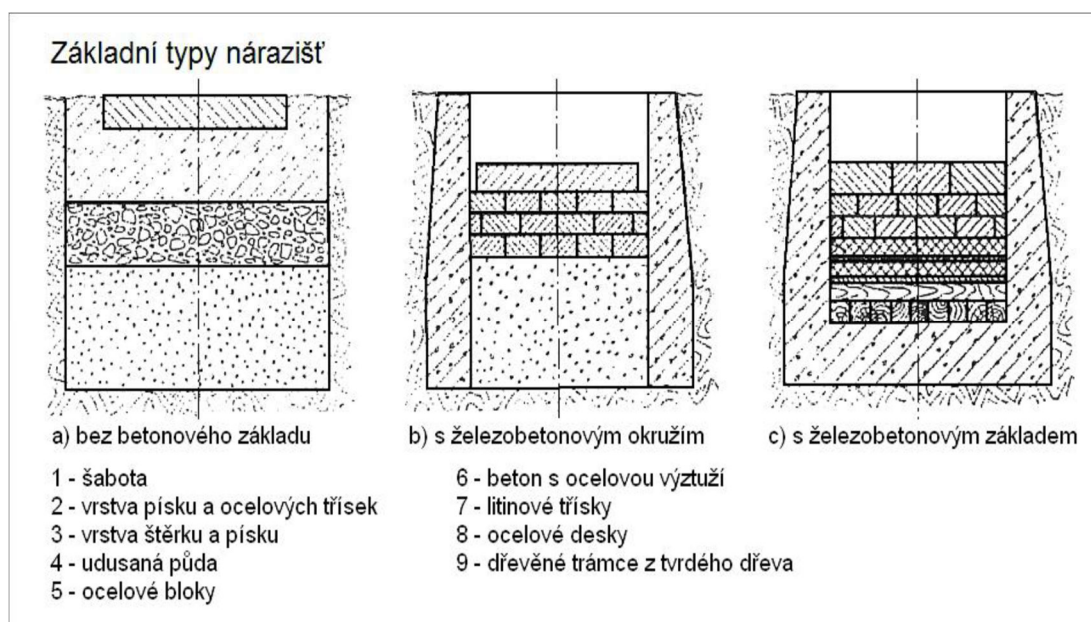
Běžné lamačky vyvíjí tlak v rozmezí 750–1500 kN a jejich výkon se pohybuje okolo 7 t.h⁻¹ (Botula, 2004, Kmec et al., 2014).



Obrázek 1.3: Schéma lamačky kolejnic (Botula, 2014).

1.7 Dělení materiálů roztloukáním

Roztloukání je technologický postup, který se využívá především u litinového materiálu, jelikož oceli s nízkým obsahem uhlíku se pouze deformují. Roztloukání litiny lze provádět na takzvaných tlučkách litiny anebo pomocí nakladače či mostových jeřábů které pouští z výšky závaží na litinový odpad a tím dochází k jeho roztloukání. Při roztloukání je uvolněno velké množství energie, a proto je velmi důležité mít správně uzpůsobené náraziště včetně jeho podkladu (viz obrázek 1.4), aby nedocházelo k jeho destrukci (Botula, 2004).



Obrázek 1.4: Typy podkladů dopadových ploch na roztloukání litinového odpadu (Botula, 2004).

1.8 Zhutňování kovového odpadu

Zhutňování kovového šrotu je opakem procesu zdrobňování. Zhutňování se provádí na specializovaných hydraulických lisech nebo na hydraulických nůžkách, které jsou k této činnosti uzpůsobeny. Paketovací lisy mohou být buď stacionární nebo mobilní, viz. obrázek 1.5. Hydraulické lisy mohou být vybaveny hydraulickou rukou. Ta umožňuje samostatný provoz stroje spočívající v zavážení lisovací komory a odebírání finálních paketů (Botula, 2004, zdas.com, 2021.a).

Zhutňováním neboli paketováním se upravují především měkké a vytríděné kovy, a karoserie autovraků. Finální paket má krychlový nebo obdélníkový tvar, nejčastěji o rozměrech 30x30x30 cm. Pakety z automobilových karosérií mají nejčastěji rozměry 150x50x50 cm. Objemová hmotnost jednotlivých paketů by se měla pohybovat v rozmezí 2500–3500 kg.m⁻³ (Plíštil, 2003).



Obrázek 1.5: Mobilní paketovací lis s hydraulickou rukou (zdas.com, 2021 a)

1.9 Drcení kovového odpadu

Drcení či šředrování se nejčastěji využívá pro zpracování tenkých kovových materiálů jako jsou plechy, karoserie a kabiny motorových vozidel. Dále se na drtičích často zpracovává hliníkový odpad, elektro šrot, kabely, ale lze na nich zpracovávat i litinový odpad nebo celé bloky spalovacích motorů (Botula, 2004).

1.10 Stříhání kovového odpadu

Stříhání kovového odpadu je nejrozšířenějším zdrobňovacím způsobem používaným při úpravě tohoto odpadu. První nůžky na kovový odpad se začaly objevovat na

začátku 20. století, všem jejich největší rozmach započal až po druhé světové válce, kdy bylo zapotřebí zpracovávat velké množství nahromaděného železného odpadu.

Stříhání kovového odpadu nabylo ještě většího významu po zavedení hydraulických nůžek, které materiál před vlastním stříháním částečně lisují. Díky tomuto kroku se zvýšila nejen homogenita materiálu, ale i produktivita [$t \cdot h^{-1}$].

Na hydraulických nůžkách lze stříhat téměř všechny druhy kovového materiálu včetně automobilových karoserií (Kmec et al., 2014).

1.10.1 Aligátorové nůžky

Aligátorové nůžky (viz obrázek 1.6) byly jedním z prvních typů poháněných pomocí elektrické energie.

Pohyb střížného nože je zajištěn kývavým mechanismem, který je poháněn klikovým ústrojím nebo hydraulickým válcem. Tento typ nůžek se používá především pro stříhání trubek, lehkých profilů nebo pro odstranění nežádoucích částí například z hliníkových chladičů motorových vozidel.

Po drobných úpravách na střížném ramenu mohou nejvýkonnější typy lámat i železniční kolejnice (Botula, 2004).



Obrázek 1.6: Aligátorové nůžky KAJMAN 600

1.10.2 Demoliční nůžky na kovový šrot

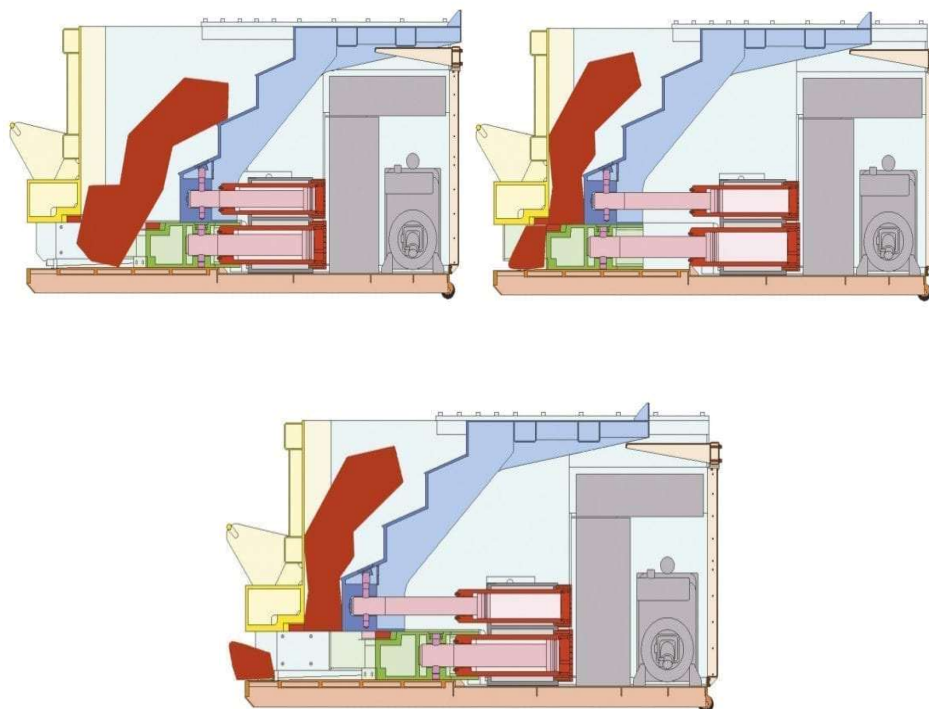
Demoliční nůžky v recyklačním procesu kovových odpadů slouží v dnešní době jako náhrada za pálení. Výhodou demoličních nůžek oproti pálení je úspora času a práce, protože není nutné materiál rozprostírat pro pálení a následně jej uklízet.

Demoliční nůžky jsou vybaveny 360° otočným mechanismem, upínači k ramenu bagru v různém provedení a otočnými noži z nástrojové oceli (jldemtech.cz, 2020).

1.10.3 Hydraulické nůžky na kovový šrot

Hydraulické nůžky měly pro zpracování kovového šrotu velký přínos. Funkce hydraulických nůžek je znázorněna na obrázku 1.7. Proces začíná navážkou kovového odpadu do zavážecí komory pomocí nakladače nebo mostového jeřábu. Přidržovač zavážecí komory následně materiál zhutňuje za účelem získání větší homogenity materiálu. Po stlačení přidržovačem vyjíždí nožové saně a dochází ke stříhu materiálu, který je zároveň vytlačován. U nůžek s horizontálně uloženými střížnými saněmi dochází k posunu materiálu samotíží, zatímco u vertikálního uložení je nejčastěji materiál posouván takzvaným tlačníkem.

Vytlačený materiál je následně nakladačem nebo dopravníkem přesunut na uskladňovací místo, popřípadě rovnou nakládán na odvozní prostředek. Některé hydraulické nůžky mohou být vybaveny třasákem, na kterém je vytlačený materiál zbaven nečistot. Hydraulické nůžky s uzavíratelnou násypkou (viz obrázek 1.11) je možné využít i k paketování, nejčastěji automobilových karoserií (Botula, 2004, zdas.com, 2021.b).



Obrázek 1.7: Schéma činnosti hydraulických nůžek ŽDAS (zdas.com, 2021.b)

Mezi světové výrobce hydraulických nůžek se řadí česká firma ŽDAS, italské firmy Ing. Bonfiglioli a Taurus, německá firma Lindemann, belgická firma Leforth, portugalská firma Louritex a turecká Birim Makina. Hydraulické nůžky jsou vyráběny v mnoha provedeních, velikostech a různých střížných výkonech. Největší nůžky dosahují střížné síly kolem 4000 tun (40MN), (Botula, 2004).

1.10.4 Rozdělení hydraulických nůžek

Hydraulické nůžky se dělí podle konstrukce na stacionární a mobilní, dle posunu střížných saní na horizontální či vertikální a podle pohonu na nůžky se spalovacím motorem nebo elektromotorem.

Stacionární nůžky se vyznačují vysokou výkonností a střížnou silou. Oproti tomu mobilní nůžky mají sice nižší výkonnost, ale lze je přemísťovat a zpracovávat tak kovový šrot v místě jeho výskytu (leforth.com, 2022.a, zdas.com, 2021.b).

Mobilní hydraulické nůžky

Jak již bylo zmíněno, výhodou mobilních nůžek je možnost zpracovávat kovový šrot přímo v místě jeho výskytu. Nůžky mohou být vyráběny jako kontejnerové celky nebo s vlastním automobilovým nebo pásovým podvozkem (viz. obrázek 1.8 a 1.9). Díky tomu se mohou snadno přemísťovat. Stejně jako stacionární nůžky jsou poháněny spalovacím motorem anebo elektromotory (leforth.com, 2022.a, zdas.com, 2021.b).



Obrázek 1.8: Kontejnerové hydraulické nůžky Squalo 1000 t



Obrázek 1.9: Hydraulické nůžky s automobilovým podvozkem (leforth.com, 2022.a)

Stacionární hydraulické nůžky

Stacionární nůžky (viz obrázek 1.10) jsou vhodné pro stříhání téměř veškerého kovového šrotu díky své střížné síle až 3000 tun. Tento typ nůžek má vlastní základ pro upevnění konstrukce, která se skládá z několika segmentů. Celková hmotnost nůžek může dosahovat až 750 tun, někdy i více. Pohon nůžek zajišťují nejčastěji elektromotory, ojediněle spalovací motory v agregaci s elektromotorem. Ovládání zajišťuje obsluha z vlastního velínu nebo pomocí dálkového ovládání (leforth.com, 2022.b).



Obrázek 1.10: Stacionární hydraulické nůžky Leforth Koloss BL (leforth.com, 2022.b)

1.11 Průběh střížného procesu

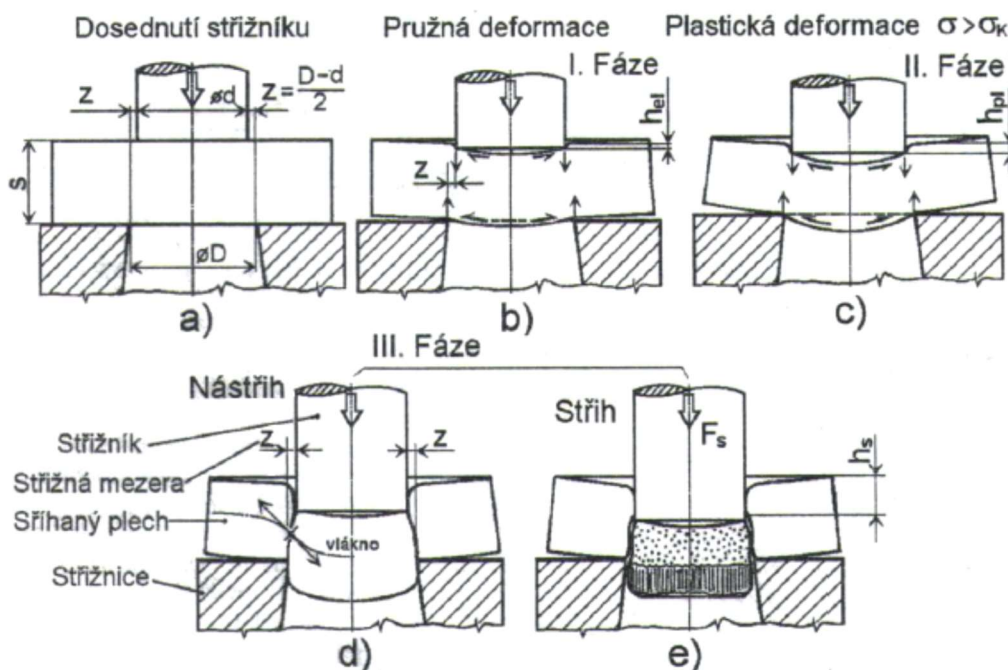
Stříhání je proces, u kterého vzniká vlivem pohybu střížných saní vůči nepohyblivým nožům smykové napětí v místě střížné křivky. Následně dochází k rozdělení materiálu v místě s největším soustředěním napětí ve smyku.

Proces stříhání rozdělujeme na tři fáze (viz obrázek 1.11).

V první fázi dosedají střížné saně na dělený materiál, poté jejich nože začínají pronikat do materiálu, a v místě průniku nožů do materiálu vznikají elastické deformace. Hloubka průniku nožů střížných saní při zachování elastické deformace je závislá na mechanických vlastnostech děleného materiálu a pohybuje se okolo 5–8 % síly materiálu.

Ve druhé fázi procesu dochází vlivem tlaku střížných saní k nárůstu napětí v materiálu nad mez kluzu. Hloubka plastického vniknutí nožů je stejně jako u elastické deformace ovlivněna mechanickými vlastnostmi děleného materiálu a pohybuje se okolo 10–25 % síly materiálu.

V poslední fázi dosahuje dělený materiál pevnostní meze ve smyku, a to vede ke vzniku mikroskopických trhlin, takzvaného nástřihu. Tento nástřih se postupně zvětšuje až do chvíle oddělení materiálu (Forejt a Píška, 2006).



Obrázek 1.11: Schéma jednotlivých fází střížného procesu (Forejt a Píška, 2006)

2 Cíl práce

Cílem práce je popsat provedení generální opravy a odpovědět na otázky:

1. Je zvolený postup dostačující pro další provoz?
2. Je použitý postup vhodný z ekonomického pohledu?

Dílčí cíle práce:

1. Popsat používaný postup.
2. Provést konkrétní diagnostiku.
3. Odpovědět na otázky z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnotit a uvést závěry pro praxi.

3 Metodika

Generální oprava hydraulických nůžek na kovový šrot Ing. BONFIGLIOLI Squalo 1000 t probíhala z největší části ve firmě Gera export import spol. s.r.o., která je rovněž jejich vlastníkem. Firma se pro generální opravu rozhodla z důvodu velkého opotřebení střížného ústrojí a hydraulického systému. V tabulce 3.1 jsou uvedeny základní technické údaje hydraulických nůžek Squalo 1000 t.

Tabulka 3.1: Technické údaje hydraulických nůžek Squalo 1000 t

Rok výroby a uvedení do provozu	2018
Pohonná jednotka	Vzduchem chlazený diesellový motor DEUTZ
Počet Motohodin	6480
Hmotnost [kg]	21000 (bez provozních kapalin)
Vnější rozměry (D.Š.V) [mm]	6731.2200.2700
Výkon motoru [kW]	90
Spotřeba PHM [l.h ⁻¹]	8–10
Objem palivové nádrže [l]	180
Objem hydraulické nádrže [l]	650 [l] (+ objem hydraulického systému)
Tlak při lisování [MPa]	28
Střížný tlak v automatickém režimu [MPa]	35
Maximální střížný tlak [MPa]	45
Produktivita [t.h ⁻¹]	7–12

V první části vlastní práce bude představena firma Gera export import spol. s.r.o. Následně bude popsán průběh stříhání kovového šrotu za ideálního stavu nůžek a průběh stříhání těsně před opravou nůžek včetně jejich diagnostiky.

Poté bude podrobně popsána demontáž a přítomné závady jednotlivých komponentů s jejich následnou opravou.

V závěru vlastní práce bude provedeno vyhodnocení opravy hydraulických nůžek pro další provoz s příloženým ekonomickým zhodnocením.

4 Praktická část

4.1 Gera export import spol. s. r.o.

V roce 2005 vstoupila firma do oblasti podnikání výkupu a zpracování kovových odpadů, jehož součástí je i likvidace technologických celků. Následný rok rozšířila svou činnost i na ekologické zpracování autovraků a obchod s použitými náhradními díly. Firma Gera je členem sdružení zpracovatelů autovraků AJOS a členem sdružení výkupců surovin SVDS.

Společnost byla jednou z prvních, která na území Prahy získala povolení pro nakládání s nebezpečnými odpady – ekologickou likvidací autovraků. S postupným rozšiřováním firmy začala společnost provádět i ekologické likvidace objektů, např.: objekty závodů ČKD, ČD a dalších. V roce 2016 došlo k výměně jednatele společnosti, kterým se stal Ing. Karel Koch. Na základě této události prošla společnost velkou obměnou jak po technické stránce, tak i z hlediska kapacity. V současné době společnost vlastní a provozuje čtyři nákladní soupravy z toho tři s hydraulickou rukou, dva nakladače Terex Fuchs a jeden pár hydraulických nůžek na kovový odpad Squalo 1000 t. Díky tomuto vlastnictví dokáže společnost zpracovávat kolem 2 000 000 kg kovového odpadu měsíčně.

Zpracovaný kovový odpad je následně dodáván do Českých i zahraničních hutí (kovosrot-hostivar.cz, 2020).

4.2 Popis činnosti hydraulických nůžek Squalo 1000 t

Po uvedení hydraulických nůžek do provozu je možné střížný cyklus ovládat v manuálním režimu, pomocí přepínačů na ovládacím panelu nebo na dálkovém ovladači. Dalším způsobem je ovládání střížného cyklu v automatickém pracovním režimu.

Hydraulické nůžky Squalo 1000 t jsou vybaveny dvěma hydraulickými čerpadly, a to jak zubovým, tak axiálním pístovým. Zubové hydraulické čerpadlo pohání okruh pro posuv přídržovače násypky a hydraulické válce rychloposuvu. Zatímco axiální čerpadlo pohání okruh hlavního hydraulického válce střížných saní.

Při spuštění střížného cyklu nůžek v automatickém pracovním režimu začínají čerpadla tlačit hydraulický olej do hydraulického válce přídržovače přes hydraulický rozvaděč. Hydraulický válec přídržovače s sebou zároveň posouvá střížné saně a tím dochází k lisování materiálu uvnitř zavážecí komory. Po dosažení hodnoty tlaku 28 MPa v hydraulickém okruhu zavážecí komory dojde pomocí elektromagnetického

ventilu k přepnutí na hydraulický okruh střížných saní. Tento okruh je poháněn axiálním pístovým čerpadlem. Střížné saně jsou posunovány směrem vpřed, dokud táhlo střížných saní nesepe přední koncový přepínač.

Při návratu nůžek do výchozí pozice jsou střížné saně posunovány pomocí hlavního hydraulického válce směrem vzad. Následně dochází k přepnutí na hydraulické válce rychloposuvu, které mají za úkol posunout saně společně s přídržovačem směrem vzad dokud nedojde k sepnutí zadního koncového přepínače. Následně se celý cyklus opakuje.

Ve chvíli, kdy se přídržovač uvolní, dochází samotíží k posunu materiálu na dno zavázeční komory. Výhodou tohoto systému stříhání je kontinuální zavážení materiálem.

4.3 Diagnostika hydraulických nůžek

V průběhu střížného cyklu se začaly vyskytovat různé závady, které omezovaly, anebo dočasně zastavovaly činnost nůžek.

První závada se projevila při vracení střížných saní do výchozí pozice. Z důvodu špatné funkce automatického mazání hardoxových ližin došlo k jejich velkému opotřebení. Díky tomu vznikla mezera mezi přední stěnou zavázeční komory a noži střížných saní, kterou již nebylo možné vyrovnat vymezovacími podložkami. Z tohoto důvodu docházelo k zadření střížných saní materiálem, který se zaklesl mezi vrchními a spodními noži.

Druhá závada se začala vyskytovat při lisování vloženého materiálu v zavázeční komoře, kdy na hydraulickém válci přídržovače nebyla dosahována požadovaná hodnota tlaku. Na základě toho nedocházelo k přepnutí nůžek z lisovacího cyklu na střížný. Po připojení manometru, bylo zjištěno pulzování tlaku maximálně na 12 MPa přičemž tlak potřebný pro přepnutí cyklů je 28 MPa.

Po odstavení a základním očištění hydraulických nůžek byly dále zjištěny úniky provozních kapalin z hydraulického systému a motorových částí.

4.4 Demontáž strojních částí

Před samotnou demontáží strojních částí byl vypuštěn hydraulický systém včetně nádrže a rozváděcích prvků. Po vypuštění byl demontován přídržovač zavázeční komory, aby se docílilo lepšího přístupu k uchycení střížných saní. Následně proběhla demontáž střížných saní, které jsou upevněny k hlavnímu hydraulickému válci společně s rychloposuvy (viz obrázek 4.1).



Obrázek 4.1: Spojovací prvky střížných saní s hydraulickými válci

Na závěr byla demontována podlaha zavážecké komory a hlavní hydraulický válec střížných saní.

4.5 Renovace střížných saní

U střížných saní může docházet ke dvěma druhům opotřebení. Na hardoxových ližinách často dochází k abrazivnímu opotřebení, které je zapříčiněné z důvodu špatného mazání těchto ploch. K abrazivnímu opotřebení došlo i u zde popisovaných nůžek.

Abrazivní opotřebení může nastat i na styčné ploše střížných nožů a saní s vloženým materiálem. K tomuto opotřebení nejvíce dochází v místě mezi noži a vlastním tělem saní (viz obrázek 4.2).



Obrázek 4.2: Střížná část saní před renovací (vlevo) a po renovaci (vpravo)

Po bližším ohledání byla nalezena trhлина na zadní části svrchní desky saní. Tato trhлина vznikla následkem zdeformování spodních výztuh, které mají zamezovat jejímu prohýbání.

V první fázi byly ze střížných saní demontovány opotřebené nože a hardoxové ližiny. Následně byly rozříznuty výztuhy v místě deformace zadní části desky. Díky tomu se docílilo nižšího napnutí materiálu, které vedlo k jeho snazšímu narovnání do původního stavu.

Po narovnání desky byly výztuhy opětovně svařeny a posíleny přidáním plechu o síle 30 mm, který byl k původním výztuhám upevněn pomocí třech šroubů M20 s dodatečným navařením.

Jako další byly nařezány hardoxové ližiny dle rozměrů dodaných výrobcem (viz tabulka 4.1), které byly následně navařeny na boky střížných saní. Po navaření se do ližin vybrousily podélné a příčné žlábký za účelem docílení lepšího rozprostírání mazacího tuku po celé styčné ploše ližin.

Tabulka 4.1: Rozměry hardoxů střížných saní [mm]

	Délka	Šířka	Výška
Vrchní	1370	95	9
Boční	1370	130	9
Spodní	1370	98	15

Po upevnění nožů a jejich dotažení se postupně vyvažovaly vybrané (abrazivně opotřebené) části. Poslední dvě vrstvy navařeného materiálu byly z tvrdokovu, což je materiál, který se vyznačuje vysokou odolností proti opotřebení.

V poslední řadě byly střížné saně opatřeny dorazy v místě zadní části desky, kde dosedají nárazové čepy přídržovače (viz obrázek 4.3).



Obrázek 4.3: Dorazová plocha

4.6 Renovace zavážecí komory

Při demontáži nožů z přední stěny zavážecí komory byla zjištěna deformace jejich uložení. K této deformaci došlo vlivem natažení upevňovacích šroubů, které umožnily pohyb nožů a následné poškození jejich uložení.

Oprava uložení proběhla celoplošným navařením nového materiálu a jeho následným opracováním čelní válcovou frézou do původního tvaru. Před frézováním byla konstrukce frézy upevněna na závitové tyče, kterými byla vyrovnána do roviny.

Dále se ve spodní části zavážecí komory nachází hardoxové ližiny, ve kterých se pohybují střižné saně. Zde došlo vlivem špatného mazání k jejich opotřebení.

Tyto ližiny jsou pevně spojeny k zavážecí komoře krátkými sváry v rozestupech cca 150–200 mm. Demontáž ližin probíhala odřezáním a následným zabroušením těchto svárů, tak aby byla plocha rovnou připravena na montáž nových ližin.

Do nových ližin byly vyvrtány mazací otvory o průměru 20 mm a vybroušeny žlábků pro lepší rozprostírání mazacího tuku. Rozměry jednotlivých ližin jsou vypsány v tabulce 4.2.

Tabulka 4.2: Rozměry hardoxů zavážecí komory [mm]

	Délka	Šířka	Výška
Vrchní	2450	105	9
Boční	2450	130	9
Spodní	2450	105	15

4.7 Renovace dna zavážecí komory

U dna zavážecí komory došlo na několika místech k jeho proražení. V těchto místech následně docházelo k zasekávání materiálu nebo k jeho propadu pod samotné hydraulické nůžky.

Tato místa byla následně vyřezána pro lepší usazení záplat na spodní stranu dna. Zbytek prostoru byl dovařen s povrchovou úpravou z tvrdokovu.

4.8 Renovace hlavního hydraulického válce

U hlavního hydraulického válce došlo k rozsáhlému poškození povrchu pístnice, ta následně poškodila stírací, těsnící a vodící kroužky v hlavě. Z tohoto důvodu začal v tahu a po zahřátí unikat hydraulický olej.

Z důvodu nedostatečné kapacity pro opravu byl hydraulický válec odeslán do firmy Hypoz, která se přímo zabývá opravami hydraulických systémů. Po rozebrání hydraulického válce bylo dále zjištěno poškození pístního těsnění a vodících pásků na pístu.

Z pístu se odstranily veškeré těsnící a vodící prvky, poté se sundal samotný píst z pístnice, aby mohlo dojít k renovaci jejího povrchu. Poškozené části hydraulického válce jsou vidět na obrázku 4.4.



Obrázek 4.4: Zleva – poškození pístnice; těsnící prvky pístu

Renovace povrchu pístnice probíhala nanesením nového materiálu (pokovením) na poškozená místa. Po pokovení byla pístnice upnuta do soustruhu, kde proběhlo obrobení opravených míst s finální úpravou povrchu (leštěním).

Po leštění byla pístnice zpětně osazena pístem a novými těsníci a vodícími prvky společně s hlavou válce. Následně byl hydraulický válec zkompletován a proběhla u něj tlaková zkouška.

4.9 Centrální mazání hydraulických nůžek

Centrální mazání je jednou z nejdůležitějších částí pro provoz hydraulických nůžek. Mazacím médiem pro hydraulické nůžky je mazací tuk, který má být dopraven do šestnácti mazacích bodů rozdělených na levou a pravou stranu. Tři mazací body náleží k upínači a dalších pět ke střížným saním. Každý mazací bod je vyústěn na jednu hardoxovou ližinu, kromě bočních a spodních ližin střížných saní. Zde jsou pro každou ližinu určeny dva mazací body.

Čerpadlo bylo osazeno nádobkou na 2 l mazacího tuku, který se plnil ručně s elektronickým čidlem pro hlídání minimálního stavu maziva. Pokud stav maziva dosáhl minimální hladiny, vyslalo elektrické čidlo signál a pracovní cyklus nůžek byl zastaven. Systém mazal stroj v následujících intervalech, 3 minuty klidový režim s následující 1 minutou mazacího cyklu.

Kvůli ručnímu plnění se do systému dostávaly nečistoty, které začaly ovlivňovat mazací cyklus a čidlo hladiny mazacího tuku. Těmito situacemi začalo docházet k zacpávání mazacích cest, zasekávání čidla hladiny a běhu čerpadla na prázdko. Na základě těchto skutečností došlo ke spálení elektromotoru čerpadla a vydření hardoxových ližin na střížných saních.

Nově navržený systém od firmy HENNLICH pracuje na bázi více potrubního systému, kde zdrojem tlakového mazání je pístové čerpadlo (P203) se zásobníkem objemu 8 litru s integrovaným el. hlídáním hladiny, s el. připojením 24 V DC.

Čerpadlo obsahuje dva čerpací prvky (K6) s dodávaným množstvím $2,8 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, každý pro jednu stranu nůžek. Výtlač každého čerpacího prvku je opatřen pojistným ventilem ($P_o = 35 \text{ MPa}$), který chrání čerpadlo před přetížením. Další součástí výtlačného prvku je blok s manometrem pro možnost odečítání aktuálního tlaku v rozvodu s mazací hlavicí pro případné nouzové ruční mazání a dále tukovým filtrem s jemným sítkem.

Zásobník čerpadla je možné plnit pouze zespod plnicím čerpadlem, tím se zabrání možné kontaminaci maziva nečistotami. Pro plnění zásobníku bylo zvoleno pneumatické čerpadlo pro přímou instalaci na sud 18 kg s hadicí 1,5 m a rychlospojky s filtrem.

Čerpadlo s příslušenstvím je usazeno v plechové schránce opatřené signalizačním světlem (majákem) a akustickým zařízením pro signalizaci poruchových případů obsluhy.

Mazivo vydávané každým čerpacím prvkem čerpadla je dále rozděleno do osmi mazaných míst nůžek pomocí progresivního rozdělovače (SSVD 8–N). U tohoto typu rozdělovače je možné definovat dávky do jednotlivých mazaných míst pomocí vyměnitelných dávkovacích šroubů, dávkování je možné dodatečně podle potřeby změnit.

V tomto případě je rozdělovač nakonfigurován tak, aby na každé straně nůžek obdrželo šest mazaných míst základní dávku maziva a dvě mazaná místa trojnásobnou dávku (spodní ližiny střižných saní).

Progresivní rozdělovač je vybavený snímačem funkce – detektorem pístku, který je propojen s řídicí jednotkou.

Řízení systému a zároveň kontrolu funkce systému zajišťuje integrovaná řídicí jednotka (M08-23), která se nachází v tělese čerpadla (P203). Na této jednotce je nastaven čas přestávky 3 min. Doba běhu mazání není zadána časovým intervalem, ale odpovídá jednomu oběhu maziva rozdělovačem (SSVD 8–N). Jeden oběh maziva znamená, že všechny vývody rozdělovače vydaly právě jednu dávku definovanou dávkovacím šroubem. Řídicí deska a detektory pístku jsou propojeny kabely.

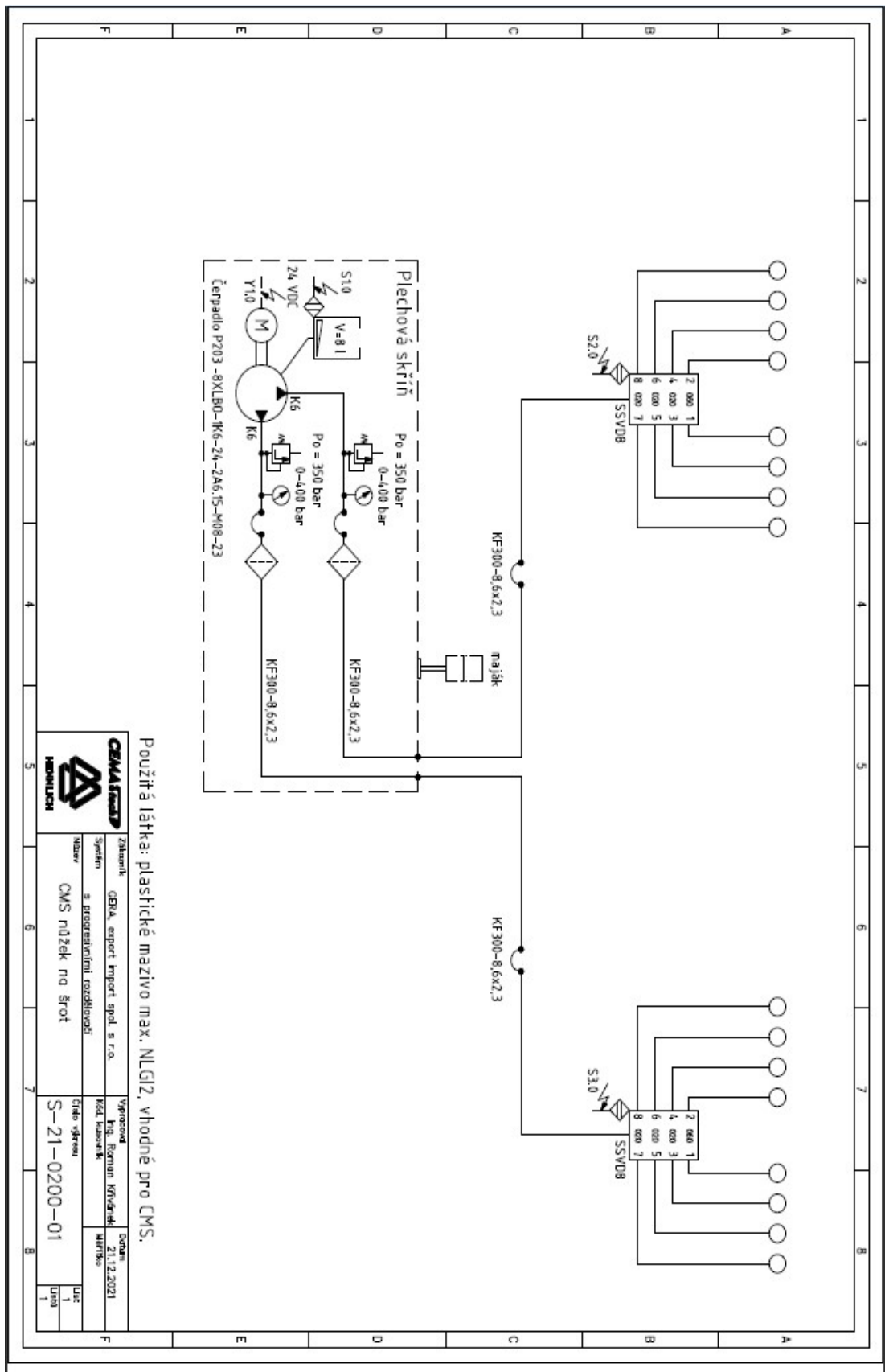
Průběh mazání na obou rozdělovačích sledují hlídací časy nastavené na 10 minut. Pokud během této doby neobdrží řídicí deska (M08-23) signály od detektorů, že proběhlo mazání, je nahlášena porucha.

Poruchové stavy a aktuální chod čerpadla jsou signalizovány na signalizačním majáku.


Poruchové stavy:

- prázdný zásobník
- porucha motoru
- porucha mazání

Schéma centrálního mazání je vyobrazeno na obrázku 4.5.



Použitá látka: plastické mazivo max. NLGI2, vhodné pro CMS.

	Základník	Výrobce	Stav	Úč
	System	GBVA, export import spol. s r.o. s provozovními rozdělovači	Ing. Roman Krivánek 2.12.2021	1
Název	CMS nážek na šrot	Číslo výkresu	S-21-0200-01	1

Obrázek 4.5: Schéma centrálního mazání (Křivánek, 2021)

4.10 Diagnostika a oprava hydraulického systému

Hydraulický systém je zobrazen na obrázku 4.6, kde je možno vidět hlavní prvky jako jsou čerpadla, ovládací ventily či hydraulické filtry. Před odstavením nůžek proběhla diagnostika hydraulického systému, která spočívala v připojení manometrů na kontrolní body jednotlivých větví. První kontrolní bod se nachází na okruhu zubového čerpadla. Zde bylo zjištěno prudké kolísání tlaku při lisování vloženého materiálu přidržovačem.



Obrázek 4.6: Hydraulický systém nůžek SQUALO 1000 t

Tento problém se začal projevovat po ohřátí hydraulického oleje (teplota kolem 60 °C). Při chodu přidržovače se tlak na manometru pohyboval kolem 10 MPa, dokud lisovaný materiál nezačal vyvíjet zvýšený odpor. V této chvíli došlo k nárůstu tlaku na hodnotu 18 MPa a jejímu okamžitému poklesu na tlak 12 MPa s následným pulzování tlaku mezi těmito hodnotami. Správně fungující přidržovač lisuje materiál, dokud systém nedosáhne nastavené hodnoty tlaku 28 MPa. V tento moment dochází k přepnutí chodu přidržovače na střížné saně. Tento jev poukazoval na možnou závadu hydraulického rozvaděče.

Jako první byly z hydraulického systému demontovány primární a sekundární filtry. Primární filtr je umístěn za zpátečkou hydraulického válce přidržovače a sekundární filtry jsou umístěny za vývody hydraulických čerpadel.

Po rozebrání a vyjmutí kartuše z filtru zubového čerpadla byl zjištěn obsah hliníkových špon a plastových prvků. Sekundární filtr pístového čerpadla společně s primárním filtrem vykazovaly známky běžného znečištění.

Při demontáži hydraulických čerpadel byly nejprve odpojeny sací a výtlakové hadice. Následně byla čerpadla prohlédnuta, přičemž zubové čerpadlo vykazovalo rozsáhlé mechanické poškození na ozubených kolech (viz obrázek 4.7). Z těchto důvodů bylo rozhodnuto o jeho vyřazení a nahrazení novým čerpadlem. Pístové čerpadlo bylo také nahrazeno novým a původní bylo odesláno na zkušební test společně s hydraulickým rozvaděčem.



Obrázek 4.7: Poškozená ozubená kola čerpadla

U hydraulického rozvaděče testem prošly dva ze tří segmentů. Poškozený segment rozvaděče ovládal funkci přidržovače, přičemž po ohřátí hydraulického oleje přestal těsnit a začal zde unikat tlak. Nově také byly elektromagnetické ovládací ventily rozvaděče osazeny kontakty s led diodou pro lepší vizualizaci aktuálně spuštěných funkcí.

U hydraulického chladiče došlo ke zkratu u dvou elektromotorů ventilátorů. Z tohoto důvodu byl chladič nově osazen třemi ventilátory o sacím výkonu

3,14 m³.s⁻¹, které byly napojeny na teplotní čidlo umístěné v hydraulické nádrži. Pokud hydraulický olej dosáhne teploty 55 °C, čidlo vyšle signál ke spuštění ventilátorů.

Na konec proběhlo čištění hydraulické nádrže z důvodu odstranění usazených nečistot a výměna vzduchových filtrů nádrže společně s většinou hydraulických hadic, které vykazovaly za dobu provozu značné opotřebení, především mechanické.

4.11 Kompletace hydraulických nůžek

Hlavní hydraulický válec byl pomocí mobilního nakladače usazen do rámu hydraulických nůžek a připevněn dvěma čepy. Tyto čepy jsou následně zajištěny proti vysunutí pásovinou, která je připevněna dvěma šrouby M12 k hlavě hydraulického válce. Následně byl hydraulický válec připojen k hydraulickému systému.

Před vsazením střížných saní do zavázeční komory proběhlo nanesení mazacího tuku na hardoxové ližiny. Tento krok usnadňuje vsazení saní a zabraňuje opotřebení ližin při prvotním spuštění. Ke střížným saním byly připojeny hydraulické válce rychloposuvu a hlavní hydraulický válec. Hydraulické válce rychloposuvu se připojují čepy vloženými do otvoru z vrchní strany saní, a následně byly zajištěny pojistnými kroužky. Hlavní hydraulický válec je vsazen do střížných saní. Zajištění probíhá navléknutím objímky, tak aby bylo možné nasadit dva půlměsíce do zápichu na pístnici. Poté byly střížné saně posunuty směrem vpřed, čímž došlo k dosednutí objímky a umožnění vložení vymežovací podložky.

Přidržovač je po stranách vybaven kluznými ližinami, přes které je zároveň připojen k zavázeční komoře. Montáž probíhala za pomoci mobilního nakladače, kdy byl přidržovač zavěšen v zavázeční komoře. V tuto chvíli byly ližiny nastaveny tak aby jejich otvory na upevňovací šrouby lícovaly s otvory na stěnách komory, přičemž každá ližina disponuje dvěma otvory. Do těchto otvorů byly následně zvenčí vloženy spojovací šrouby M39 a zevnitř strany byly dotaženy zajišťovací korunkovou maticí se závlačkou proti povolení. Společně s usazením přidržovače, byly přimontovány k mazacím bodům ližin hadičky na přívod mazacího tuku od rozvaděče (SSVD 8) centrálního mazání.

V poslední řadě byly namontovány nové nože na čelní stranu zavázeční komory. Každý nůž je připevněn dvěma vratovými šrouby M24x1.5. Jelikož je možné nože po opotřebení jedné střížné strany otočit, vkládá se do vybrání pro šroub vymežovací podložka o výšce 14 mm. Dotažení nožů probíhalo přes momentový klíč nastavený na hodnotu 460 Nm.

4.12 Diagnostika a oprava motoru

V průběhu hledání závad na hydraulickém systému došlo u pohonné jednotky k zabouchání, přitom se začal ozývat klapavý zvuk. Tento zvuk vycházel od pátého válce motoru. Před vlastní demontáží hlav válců, byl z motoru vypuštěn motorový olej.

4.12.1 Oprava válce motoru

Nejprve byl z motoru demontován usměrňovací kryt ventilátoru a vysokotlaké potrubí. Jako další bylo odpojeno výfukové a sací potrubí a demontovány kryty ventilů.

Následně byly sundány a označeny hlavy válců. Označení bylo shodné s pořadím válců, ze kterého byly sundány. Při kontrole hlav válců a vnitřních prostorů válců bylo zjištěno odlomení části pístu ve spalovacím prostoru na šestého válce, které následně způsobilo při běhu motoru zakování této části do hlavy válce a přihnutí sacího ventilu, jak je vidět na obrázku 4.8.



Obrázek 4.8: Poškozená hlava a píst na šestém válci

Aby mohl být píst s ojnicí vytažen ven, musela být demontována olejová vana po které následovala demontáž krycího plechu se sacím košem. Aby mohl být píst vytažen ven, bylo zapotřebí otočit klikovou hřídelí přes řemenici a tím dostat ojnicí čep šestého válce do spodní polohy. Po vyšroubování dvou matic M12 z ojnicích šroubů bylo sejmuto víko ojnice. Následně byl vytažen píst a pomocí vytahováku vytažen i poškozený válec. Nově zakoupená pístní skupina (válec, píst s kroužky a pístním čepem) byla osazena původní ojnicí a namontována na motor s novou hlavou válce. Montáž zde proběhala v opačném pořadí demontáže.

Společně s demontáží výfukového a sacího potrubí byl zaznamenán obsah motorového oleje, který se tam dostával přes zjištěnou vůli na turbodmychadlu.

Tato závada se vyřešila výměnou turbodmychadla přes výměnný fond.

4.12.2 Seřízení vstřikovacího čerpadla a vstřikovačů

Před demontáží řadového vstřikovacího čerpadla (viz obrázek 4.9) bylo nejprve očištěno spojení čerpadla a vysokotlakého potrubí společně s připojením přívodní hadice paliva. Po očištění těchto prvků bylo odpojeno táhlo elektromagnetického uzavíracího spínače s táhlem ručního plynu a demontováno vysokotlaké potrubí s přívodní hadicí paliva.



Obrázek 4.9: Pohled na vstřikovací čerpadlo s příslušenstvím

Z čerpadla byla odstraněna zátka seřizovacího otvoru čerpadla, aby bylo možné vidět na seřizovací rysku náboje a seřizovací ukazatel. Následně se přes řemenici pootáčelo klikovou hřídelí, dokud nebyly tyto seřizovací rysky čerpadla proti sobě.

Dále byla demontována nálevka motorového oleje, pod kterou je hnací ozubené kolo vstřikovacího čerpadla, a přívodní potrubí pro mazací olej čerpadla. Následně byla povolena matice M16 na náboji vstřikovacího čerpadla a tři šrouby M10 upevňující vstřikovací čerpadlo k bloku motoru, díky tomu bylo čerpadlo vytaženo. U každého vstřikovače byly vyšroubovány dvě matice M10 přitahující třmeny, aby mohlo dojít k vytažení vstřikovačů pomocí speciálního vytahovačku.

Před vlastním seřízením došlo u vstřikovacího čerpadla k přetěsnění regulátorové komory. U čerpadla proběhlo seřízení na zkušební stolici, které spočívalo v seřízení

počátku dodávky paliva, úhlové seřízení podle pořadí vstříků (tzv. seřízení do kruhu) a dodávaném množství paliva dle otáček.

Vstříkovače byly osazeny novými tryskami a proběhlo u nich seřízení otevíracího tlaku pro vstřík paliva do válce.

Po montáži vstříkovacího čerpadla a vstříkovačů bylo připojeno vysokotlaké potrubí, přívod mazacího oleje, přívodní hadice paliva a táhla elektromagnetického uzavíracího spínače a ručního plynu. Následně byl vyčištěn hrubý palivový filtr a jemný palivový filtr byl vyměněn. Odvzdušnění palivové soustavy probíhalo pumpováním paliva přes ruční podávací čerpadlo. Odvzdušnění probíhalo do té doby, než přes odvzdušňovací šroub vstříkovacího čerpadla nezačalo vytékat čiré palivo bez vzduchových bublin.

4.12.3 Seřízení ventilové vůle

Vzduchem chlazený motor DEUTZ je vybaven jedním sacím a jedním výfukovým ventilem pro každý válec. Pořadí zapalování tohoto motoru je 153 624, což znamená, že po vznícení směsi paliva a vzduchu v prvním válci následuje pátý válec, třetí atd.

Pro seřízení ventilové vůle u 6-válcového motoru platí: pokud jsou ventily prvního válce ve stříhu, seřizujeme ventily na šestém válci atd. (viz tabulka 4.3). Přičemž stříh ventilů je ve chvíli, kdy dochází k zavírání výfukového a otevírání sacího ventilu a je to okamžik kdy se ventily setkají ve stejné úrovni otevření.

Tabulka 4.3: Pořadí seřízení ventilové vůle

Stříh	1	5	3	6	2	4
Seřízení	6	2	4	1	5	3

V tabulce 4.4 je znázorněna ventilová vůle sacích a výfukových ventilů s možnou tolerancí pro daný typ motoru DEUTZ.

Tabulka 4.4: Ventilové vůle motoru DEUTZ s možnou tolerancí

Typ ventilu	Ventilová vůle	Tolerance ventilové vůle
Sací	0,35 mm	± 0,05 mm
Výfukový	0,45 mm	± 0,05 mm

Samotné seřízení probíhá pootáčením klikové hřídele, dokud se ventily prvního válce nedostanou do stříhu. V tento moment se povolí na vahadlech šestého válce zajišťovací matice vymežovacích šroubů. Na listových měrkách se najdou odpovídající pásky jednotlivých ventilových vůlí, které se vloží mezi vahadlo a dřík ventilu. Utahováním vymežovacího šroubu začneme zmenšovat vůli mezi vahadlem a ventilem tak, aby při pohybu měrkou byl cítit lehký odpor. Následně si vymežovací šroub podržíme, aby nedošlo k jeho povolení nebo dotažení, a dotáhneme zajišťovací matici. Znovu překontrolujeme vůli pomocí měrky. Pokud je vůle v pořádku pokračujeme dál stejným způsobem na druhý ventil seřizovaného válce a ostatních ventilech dle určeného pořadí. Po seřízení ventilů byly namontovány ventilové kryty s novým těsněním.

4.13 Záběh hydraulických nůžek

Před prvotním spuštěním hydraulických nůžek do provozu po generální opravě byly vyměněny hydraulické olejové filtry a filtr motorového oleje s následným dolitím provozních olejů.

Po spuštění a ohřátí motoru na provozní teplotu se ručně přidal plyn na střední otáčky (cca 1400 ot.min⁻¹), a přes dálkový ovladač byly střížné saně pomalu vysunovány což mělo za následek vytlačení vzduch z přední části hydraulického válce. Následně byl znovu dolit hydraulický olej, po kterém následovalo spuštění automatického cyklu stříhání. Spuštěním automatického cyklu bylo docíleno vytlačení vzduchu z hydraulického systému. Jakmile se chod hydraulického systému ustálil, byly nůžky zastaveny ve výchozí pozici (zatažené hydraulické válce) a proběhla poslední kontrola a dolití hydraulického oleje. Celkem bylo do hydraulického systému nůžek dolito cca 900 l hydraulického oleje.

Při usazování na místo provozu, byly hydraulické nůžky podloženy železničními pražci. Tím se docílilo zvýšení světlé výšky stroje, které je výhodné pro odebrání nečistot napadaných pod hlavní hydraulický válec.

Jakmile byly nůžky usazeny a uvedeny do provozu, začalo probíhat zavážení materiálem určeným ke stříhu. Po zaplnění zavážecí komory materiálem byly u nůžek kontrolovány spojovací body hydraulických hadic, zda nedochází k úniku hydraulického oleje. Dále byly sledovány provozní tlaky hydraulického systému, stav pokrytí hardoxových ližin mazacím tukem a průběh stříhání materiálu. V poslední řadě byly po čtyřech hodinách provozu přetaženy šrouby nožů.

4.14 Kalkulace generální opravy

V tabulce 4.5 je uveden finanční rozpis nákladů vynaložených na opravu střížného ústrojí a hydraulického systému. V rozpisu nejsou uvedeny náklady za provedení práce, jelikož byla oprava provedena přímo zaměstnanci společnosti Gera.

Tabulka 4.5: Náklady na opravu střížného ústrojí a hydraulického systému

Položka	Množství	Cena [Kč]
Hlavní hydraulický válec *	1	500 000
Hydraulické hadice a spoj. materiál		100 000
Hardoxové ližiny		20 000
Nože	5	200 000
Hydraulické čerpallo zubové	1	35 000
Hydraulické čerpadlo pístové	1	89 000
Hydraulický filtr (primární)	1	8 500
Hydraulický filtr (sekundární)	2	7 200
Vzduchový filtr hydraulické nádrže	2	5 000
Hydraulický rozvaděč *	2	36 000
Ventilátor hydraulického. chladiče	3	28 500
Hydraulický olej Total 68 (sud 208 l)	5	200 000
Centrální mazání * (včetně uvedení do provozu a zaškolení)	1	137 500
Materiál pro opravu (výztuhy, svař. drát + plyn atd.)		30 000
Více práce * (Oprava uložení nožů)		48 000
Cena celkem		1 444 700

* Opravy provedené externími společnostmi

Celková odstávka hydraulických nůžek trvala 4 měsíce v závislosti na externích opravách některých dílů a časové posloupnosti jednotlivých oprav. Nejvíce náročným časovým úsekem byla stanovena oprava hlavního hydraulického válce, a to z důvodu zakázkové výroby pístních kroužků s povrchovými úpravami pístnice. Druhým nejdéle trvajícím časovým úsekem byla renovace střížných saní včetně uložení nožů.

V tabulce 4.6 je dále uveden finanční rozpis na opravu motoru hydraulických nůžek.

Tabulka 4.6: Náklady na opravu motoru hydraulických nůžek

Položka	Množství	Cena [Kč]
Hlava + válec (kompletní)	1	45 000
Vstříkovač	6	9 000
Vstříkovací čerpadlo	1	6 000
Turbo	1	60 000
Filtr vzduchový (kompletní)	1	25 000
Filtr naftový	1	500
Filtr olejový	1	600
Motorový olej (kanystr 20 l)	1	1 600
Celkem		147 700

Celkové náklady na generální opravu hydraulických nůžek SQUALO 1000 t bez vyčíslení ceny za práci zaměstnanců činily 1 592 400,- Kč.

Cenový odhad na generální opravu hydraulických nůžek od firmy Hypoz byl stanoven na částku 1 800 000,- Kč. V cenovém odhadu byla zahrnuta celková rekonstrukce střížného ústrojí a hydraulického systému. Délka opravy servisem byla odhadnuta na 2 měsíce, přičemž by záleželo na konečném rozsahu oprav a kapacitě servisu z hlediska dalších zakázek.

Dále byla podána žádost o cenovou nabídku na nové kontejnerové nůžky Squalo 1000 t. Nové nůžky byly naceněny na 346 830 € (cca 8,8 mil. Kč k 15. 12. 2021), v ceně byl zahrnut dovoz z Itálie do ČR, sada náhradních nožů a uvedení nůžek do provozu.

5 Diskuse

5.1 Je zvolený postup dostačující pro další provoz?

Provedená generální oprava hydraulických nůžek SQUALO 1000 t z provozního hlediska byla dostačující pro následný provoz. U nůžek proběhla kompletní renovace střižného ústrojí a hlavního hydraulického válce. Dále proběhla diagnostika a oprava poškozených dílů hydraulického systému.

U motoru hydraulických nůžek proběhla oprava šestého válce, seřízení palivové soustavy, ventilové vůle, výměna turbodmychadla a následná údržba. Tato oprava proběhla v nejnutnějším rozsahu pro uvedení nůžek do provozu. Po ukončení sezony 2022 bude provedena druhá odstávka kdy proběhne kompletní generální oprava motoru.

5.2 Je použitý postup vhodný z ekonomického pohledu?

Na tuto otázku není jednoznačná odpověď, jelikož se do nákladů na opravu hydraulických nůžek nepočítala práce zaměstnanců. Pokud ovšem i přes tento aspekt porovnáme konečné náklady na generální opravu svépomocí, které činily necelých 1,6 mil Kč a odhadovanou cenu za generální opravu v servisu 1,8 mil. Kč, která by nemusela být konečná a byla stanovena bez opravy motoru, je patrné že výhodněji vychází generální oprava svépomocí.

Jako další aspekt by se dal brát i čas na opravu. Popisovaná oprava trvala 4 měsíce, po tuto dobu firma Gera zpracovávala kovový šrot pouze za pomoci jediných nůžek, což se dále odráželo na množství zpracovaného a vyexpedovaného materiálu. Zde by bylo výhodnější nechat opravit nůžky v servisu, sice za větší náklady ale (teoreticky) kratší čas.

5.3 Prognóza

Pro zajištění správné funkce hydraulických nůžek je velmi důležité, aby obsluha prováděla průběžné kontroly střižného ústrojí především zda jsou dostatečně mazány hardoxové ližiny, dotažení šroubů nožů, stav nožů a střižných saních a případné závady byly hlášeny servisnímu technikovi.

Výrobce nožů udává jejich životnost na 1000 mth, což znamená životnost jedné strany 250 mth a následné otočení všech nožů. Tato hodnota je pouze orientační a záleží na druhu stříhaného materiálu, a právě proto je důležitá jejich průběžná kontrola. Dále je potřebné zajistit při otáčení nožů dovaření ubylého materiálu ze střižných saní, a tím usnadnění střižného procesu.

Důležité je také dodržení ostatních servisních intervalů jako jsou výměny provozních olejů a veškerých filtrů nebo pravidelné čištění chladících prvků hydraulických nůžek.

Pokud se ovšem více uvedené náležitosti budou přehlížet a nebudou dodrženy servisní intervaly, může dojít k takto rozsáhlé opravě mnohem dříve nebo může nastat situace kdy budou určité součásti natolik poškozené, že se další oprava již nevyplatí.

V poslední řadě se u hydraulických nůžek plánují udělat ještě drobné úpravy pro lepší ochranu strojních součástí, které jsou vystaveny velkému riziku poškození.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo popsat generální opravu hydraulických nůžek na kovový šrot.

V první části literární rešerše byla představena legislativa pro nakládání s kovovými odpady, definice odpadu a rozdělení kovového odpadu do jednotlivých kategorií dle normy ČSN 42 0030. Dále je popsán důvod měření radioaktivity kovového odpadu a jednotlivé procesy pro úpravu kovového šrotu. U destruktivního procesu úpravy kovového šrotu byly vybrány nejpoužívanější technologie se stručným popisem. V závěru literární rešerše je uvedena nejrozšířenější destruktivní technologie, a to stříháním kovového šrotu. U této technologie je popsán princip a průběh stříhání na hydraulických nůžkách, s rozdělením používaných druhů hydraulických nůžek, a nakonec vlastní průběh střižného procesu.

Po představení cíle práce byla popsána metodika k průběhu praktické části s parametry opravovaných hydraulických nůžek SQUALO 1000 t. Na začátku praktické části byla představena společnost Gera import export spol. s r. o., která se zabývá zpracováním kovových odpadů a zároveň je vlastníkem těchto nůžek. Jako další byla popsána činnost hydraulických nůžek za jejich ideálního stavu, za stavu před jejich odstavením a diagnostika hydraulického systému. Dále je popsán postup demontáže jednotlivých strojních součástí s jejich následnou opravou, popis nově nainstalovaného centrálního mazání s příloženým schématem a konečná kompletace.

Na konci praktické části je dále uvedena diagnostika a oprava motoru Deutz, který pohání hydraulické nůžky a výsledná kalkulace generální opravy ve společnosti Gera a cenová nabídka na opravu specializovanou firmou Hypoz a cenová nabídka na nové hydraulické nůžky stejného modelu.

Pro diskusi byly stanoveny otázky z cíle práce. Na otázku, zda je použitý postup dostačující pro další provez, byla kladná odpověď, jelikož provedené diagnostiky pomohli odhalit i skryté závady, které následně bylo možné s prvotními závadami vyřešit a opravit. Odpověď na druhou otázku, zda je zvolený postup vhodný z ekonomického hlediska je rozdělena na dvě části, jelikož nebylo možné stanovit jednoznačnou odpověď. V první části jsou porovnány výsledné náklady za opravu s cenovou nabídkou od společnosti Hypoz, a ve druhé je nahlíženo i na dobu opravy.

Od této diplomové práce je očekávaný přínos seznámení čtenáře s problematikou a technologiemi pro zpracování kovových odpadů, jelikož po železném materiálu je stále větší poptávka a jeho nejjednodušší výroba je recyklací starého kovového šrotu. Dále se čtenář seznámí s různými technologiemi a s diagnostikou a následnou opravou nůžek na kovový šrot SQUALO a výslednou kalkulací za generální opravu.

Přínosem diplomové práce pro praxi je zjištění skutečného stavu hydraulických nůžek reálném provozu za použití správné metodiky. Díky tomu lze stanovit prognózu pro budoucí scénář vývoje stroje a zajištění jeho provozuschopného stavu.

Seznam použité literatury

Botula, J. (2004). *Recyklace odpadů kovových a kovonosných*. VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 80-248-0495-6.

ČSN 42 0030 (1994). *Ocelový a litinový odpad*, Český normalizační institut, Praha, MDT 669.13/.14.004.8

Dvořák, M. (2004). *Technologie II*. Vyd. 3. CERM, Brno, ISBN 80-214-2683-7

Forejt, M. a Píška, M. (2006). *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. CERM, Brno, ISBN 80-214-2374-9.

Kmec, J. et al. (2014) *Delenie Materiálov*. 2.vyd. Technická univerzita, Košice: ISBN 978-80-553-1872-1.

Křivánek, R. (2021) *Schéma centrálního mazání*, z cenové nabídky firmy CEMA tech. (HENNLICH s. r.o.)

Plíštil, D. (2003). *Paketování kovového odpadu*. Odpady, č. 5, str. 21, Nadace Revia, Praha

Internetové zdroje:

hammel.de (2021). *Primary shredder* [online] [cit. 10. 1. 2022]. Dostupné z: https://www.hammel.de/images/produkte/pdfs/vorbrecher/Prospekt_HAMMEL_Vorbrecher%202014_engl.pdf

jldemtech.cz (2020). *Nůžky na šrot Demarec* [online] [cit. 15. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.jldemtech.cz/nuzky-na-srot/>

kovosrot-hostivar.cz (2020) *O nás* [online] [cit. 24. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.kvosrot-hostivar.cz/#onas>

kvosrotvoksice.cz (2021). *Ceník* [online] [cit. 16. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.kvosrotvoksice.cz/cz/cenik>

leforth.com (2022.a). *Shears* [online] [cit.30. 1. 2022] Dostupné z: <https://www.lefort.com/en/shears/>

leforth.com (2022.b). *Koloss BL* [online] [cit.30. 1. 2022] Dostupné z: <https://www.lefort.com/en/cisailles/koloss-bl/>

mzp.cz (2020). *Ministerstvo životního prostředí* [online] [cit. 15. 12. 2021]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/plneni_povinnosti_pokyn_odpady

sujb.cz (2019). *Jak postupovat při nálezů jaderného materiálu ve šrotu* [online] [cit. 15. 12. 2021]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Odpady_0219_31-35_opr.pdf

zdas.com (2021.a). *Paketovací lisy s výkem* [online] [cit. 15. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.zdas.com/cs/produkce/zarizeni-zpracovani-kovoveho-odpadu/paketovaci-lisy-s-vikem/>

zdas.com (2021.b). *Zařízení zpracování kovového odpadu* [online] [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.zdas.com/cs/produkce/zarizeni-zpracovani-kovoveho-odpadu/>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Mobilní nakladač Terex Fuchs 335	12
Obrázek 1.2: Schéma hořáku s řezem	13
Obrázek 1.3: Schéma lamačky kolejnic	14
Obrázek 1.4: Typy podkladů dopadových ploch na roztloukání litinového odpadu .	14
Obrázek 1.5: Mobilní paketovací lis s hydraulickou rukou	15
Obrázek 1.6: Aligátorové nůžky KAJMAN 600.....	16
Obrázek 1.7: Schéma činnosti hydraulických nůžek ŽDAS.....	17
Obrázek 1.8: Kontejnerové hydraulické nůžky Squalo 1000 t	18
Obrázek 1.9: Hydraulické nůžky s automobilovým podvozkem.....	19
Obrázek 1.10: Stacionární hydraulické nůžky Leforth Koloss BL	19
Obrázek 1.11: Schéma jednotlivých fází střížného procesu	20
Obrázek 4.1: Spojovací prvky střížných saní s hydraulickými válci.....	26
Obrázek 4.2: Střížná část saní před renovací a po renovaci.....	26
Obrázek 4.3: Dorazová plocha	28
Obrázek 4.4: Zleva– poškození pístnice; těsnící prvky pístu.....	29
Obrázek 4.5: Schéma centrálního mazání	32
Obrázek 4.6: Hydraulický systém nůžek SQUALO 1000 t	33
Obrázek 4.7: Poškozená ozubená kola čerpadla	34
Obrázek 4.8: Poškozená hlava a píst na šestém válci	36
Obrázek 4.9: Pohled na vstřikovací čerpadlo s příslušenstvím.....	37

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Nejvyšší možný obsah legujících prvků	8
Tabulka 1.2: Druhy ocelového odpadu	9
Tabulka 3.1: Technické údaje hydraulických nůžek Squalo 1000 t.....	22
Tabulka 4.1: Rozměry hardoxů střižných saní [mm].....	27
Tabulka 4.2: Rozměry hardoxů zavážecí komory [mm].....	28
Tabulka 4.3: Pořadí seřízení ventilové vůle	38
Tabulka 4.4: Ventilové vůle motoru DEUTZ s možnou tolerancí.....	38
Tabulka 4.5: Náklady na opravu střižného ústrojí a hydraulického systému	40
Tabulka 4.6: Náklady na opravu motoru hydraulických nůžek	41