



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**SNĚHOVÁ FRÉZA JAKO PŘÍDAVNÉ ZAŘÍZENÍ
MALÉHO NAKLADAČE**

SNOW BLOWER AS AN ACCESSORY FOR A SMALL LOADER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Přemysl Diviš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Přemysl Diviš**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Sněhová fréza jako přídatné zařízení malého nakladače

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh sněhové frézy využitelné jako přídatné zařízení malého kloubového případně smykového nakladače.

Cíle bakalářské práce:

Kritická rešerše obdobných zařízení.
Zdůvodněná koncepce navrženého řešení.
Funkční výpočet zařízení, návrh jednotlivých komponent.
Pevnostní kontrola a další výpočty hlavních komponent.
Celková sestava zařízení.
Podsestavy a výrobní výkresy vybraných konstrukčních uzlů.

Seznam doporučené literatury:

ŠKOPÁN, Miroslav. Hydraulické pohony strojů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2009. [cit. 1. 10. 2018]. Dostupné z <https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml>.

SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. Konstruování strojních součástí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-2-4-2629-0.

JERÁBEK, Karel, František HELEBRANT, Josef JURMAN, Věra VOŠTOVÁ. Stroje pro zemní práce: Silniční stroje. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 8070783893.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním řešením a návrhem sněhové frézy jako přídatného zařízení smykového nakladače. Práce obsahuje rešeršní pojednání o způsobu konstrukce těchto zařízení, popis jednotlivých dílů sestavy sněhové frézy a funkční výpočet základních parametrů potřebných pro volbu hydromotorů. Dále je provedena pevnostní kontrola důležitých částí zejména u podávacího šneku. Součástí práce je také výkresová dokumentace sestavy a svařovací sestava šneku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sněhová fréza, smykový nakladač, hydromotor, šnekovnice, sníh

ABSTRACT

This bachelor's thesis provides the construction solution and a proposal of a snowblower as additional equipment to a skid steer loader. The project contains research on the construction of these devices, a description of the individual parts of the snowblower, and a functional calculation of the basic parameters needed for the selection of hydraulic motors. Furthermore, a strength check of important parts is performed, especially on the auger. As a part of the thesis, there is also drawing documentation of the snowblower and the welding auger.

KEYWORDS

Snowblower, skid-steer loader, hydraulic motor, auger, snow

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DIVIŠ, Přemysl. *Sněhová fréza jako přídavné zařízení malého nakladače*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132304>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 51 s. Vedoucí bakalářské práce Miroslav Škopán.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Škopána, CSc. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 21. května 2021

.....

Přemysl Diviš

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Miroslavu Škopánovi, CSc., za cenné rady a vedení této bakalářské práce. Poděkování patří také mé rodině a přátelům za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Rozdělení malých nakladačů	12
1.1 Smykové nakladače	12
1.2 Kloubové nakladače.....	12
1.3 Teleskopické nakladače	13
2 Rozdělení sněžových fréz	14
2.1 Rozdělení podle způsobu ovládní	14
2.1.1 Ruční sněžové frézy.....	14
2.1.2 Přídavné sněžové frézy	15
2.1.3 Automobilové sněžové frézy.....	15
2.1.4 Vlakové sněžové frézy.....	16
2.2 Rozdělení podle konstrukce sněžové frézy.....	16
2.2.1 Jednostupňová sněžová fréza	16
2.2.2 Dvoustupňová sněžová fréza.....	17
2.2.3 Třístupňová sněžová fréza	17
3 Rešeršní rozbor sněžové frézy	18
3.1 Podávací šnek	18
3.1.1 Šnek s plnou šnekovnicí.....	18
3.1.2 Šnek s obvodovou šnekovnicí	18
3.1.3 Šnek s lopatkovou šnekovnicí	19
3.2 Pohon podávacího šneku.....	19
3.2.1 Přímé uložení pohonu	19
3.2.2 Nepřímé uložení pohonu.....	20
3.3 Upínač	21
3.3.1 ĀLŌ 3 upínač	21
3.3.2 SMS upínač	21
3.3.3 Euro upínač	22
3.4 Deflektory.....	22
3.4.1 Rozdělení podle způsobu ovládní	22
3.4.2 Rozdělení podle typu konstrukce	22
4 Produkty různých výrobců	24
4.1 Avant.....	24
4.2 Bobcat	24
4.3 GF gordini	24
4.4 Kovaco	25
4.5 Quick Attach.....	25
4.6 Tabulka s rozměrovými hodnotami	25
5 Funkční výpočet a určení základních parametrů.....	26
5.1 Vstupní hodnoty pro návrh hydromotorů.....	26
5.1.1 Výpočet celkového výkonu pro přídavné zařízení	26
5.2 Hodnoty pro návrh hydromotorů.....	26
5.2.1 Hydromotor podávacího šneku.....	27

5.2.2	Hydromotor ventilátoru.....	28
5.2.3	Hydromotor otoče komínu	28
5.3	Hydraulické schéma sněhové frézy	29
6	Návrh vlastní koncepce	30
6.1	Podávací šnek	31
6.2	Ventilátor.....	31
6.3	Vyhazovací komín	32
6.3.1	Otoč komínu	32
6.3.2	Nastavení deflektoru	33
6.4	Základní rám.....	33
6.5	Břit	34
6.6	Kluzné packy	35
6.7	Ložisko podávacího šneku	35
6.8	Hydromotory	36
6.8.1	Hydromotor šneku	36
6.8.2	Hydromotor ventilátoru.....	36
6.8.3	Hydromotor otoče.....	37
6.8.4	Pojistný ventil.....	37
6.8.5	Rozvaděč	37
6.8.6	Rychlospojka	37
7	Pevnostní kontrola.....	38
7.1	Pevnostní kontrola hlavní hřídele podávacího šneku.....	38
7.1.1	Odvození síly na šnek	38
7.2	Kontrola pera a výpočet trvanlivosti ložisek.....	40
7.2.1	Kontrolní výpočet pera pro pohon šneku	40
7.2.2	Kontrolní výpočet pera ventilátoru	41
7.2.3	Ložisko u hydromotoru	42
7.2.4	Trvanlivost ložiskového domku	43
7.2.5	Trvanlivost ložiska ventilátoru	43
7.3	Kontrola šneku MKP	44
	Závěr.....	45
	Seznam použitých zkratk a symbolů	49
	Seznam příloh.....	51

ÚVOD

Sněžové frézy jsou stroje, které slouží k zimní údržbě komunikací k odstraňování souvislé sněžové pokrývky. Jsou schopny pracovat v hlubokém sněhu a sníh rovnoměrně rozptýlit na větší plochu mimo prohrnovanou oblast. Hlavní částí konstrukce je podávací šnek, který má za úkol sníh stahovat ke středu, kde se nachází další části, ve kterých se materiál rozmělní a dodají sněhu dostatečnou energii potřebnou k trajektorii výhozu sněhu. Směr trajektorie odhozu sněhu je řízen pomocí vyhazovacího komínu. Pro pohon sněžové frézy se obvykle používají hydromotory z důvodu kompaktnosti vysoké odolnosti vůči vnějším vlivům a uzpůsobení konstrukce smykového nakladače. V případě použití vysokého vyhazovacího komínu je možné sněžovou frézu efektivně použít k přímému nakládání nahromaděného sněhu na korbu nákladního automobilu. Použití sněžové frézy jako přídatného zařízení nachází uplatnění od menších komerčních stavenišť až po velké jako je údržba komunikací.

První sněžová fréza byla použita roku 1883. Jednalo se o vlakovou frézu, kterou poháněla pára. V následných letech došlo k optimalizaci konstrukce, pohonů a postupným vývojem se frézy začaly používat jako přídatná zařízení nákladních automobilů. Sněžné frézy se díky své efektivitě postupně rozšiřovaly až do roku 1952 kdy spatřila svět první malá ruční sněžová fréza pro osobní využití. [12]



Obr. 1 Smykový nakladač při práci s dvoustupňovou sněžnou frézou [34].

1 ROZDĚLENÍ MALÝCH NAKLADAČŮ

Nakladače se dělí dle základních konstrukčních parametrů jako jsou nosnost, maximální zdvih, způsob řízení a pohyb.

1.1 SMYKOVÉ NAKLADAČE

Z důvodu dobré dynamiky se tento stroj rozšířil od stavebnictví do širokého spektra použití. Základní rozdělení smykových nakladačů je dle způsobu podvozku. Nejčastěji používaný u tohoto typu nakladačů je buď čtyřkolový (Obr. 3), nebo pásový způsob pojezdu (Obr.1). V obou příkladech je koncepce stroje navržena tak, že řidič sedí uprostřed. Hlavní pracovní částí tohoto nakladače je zdvihací rameno, které lze rozdělit na základě kinematiky zdvihu ramene na radiální a vertikální (Obr. 2). Pro pojezd a ostatní ovládání ramene a přídatného zařízení nakladače je použito olejové hydraulické soustavy včetně pojezdu. Z důvodu uspořádání koncepce stroje není umožněno obsluhu nastupovat z boku nebo ze zadní části nakladače, a proto je nastupování a vystupování náročnější. Z tohoto důvodu by měly být přídatná zařízení dle konstrukce vybavena protiskluzovou nášlapnou plochou umožňující bezpečnější pohyb. [5, 11]



Obr. 2 Radiální zdvih ramene (vlevo), vertikální zdvih ramene (vpravo) [12].

Obr. 3 Smykový nakladač John Deere [33].

1.2 KLOBOVÉ NAKLADAČE

Kloubové čelní nakladače jsou velmi často používané taktéž díky své výborné manévrovatelnosti srovnatelné se smykovými nakladači. Avšak oproti smykovým nakladačům nabývají větší světlé výšky, mají menší šířku a bývají zpravidla delší, čímž dosahují lepší stability v podélném směru. Parametry menších kloubových nakladačů – nosnost od 1 do 2,5 tuny a výška zdvihu od dvou do tří metrů. Řízení těchto nakladačů je provedeno jako u konvenčních čelních nakladačů, tedy pomocí volantu. Tím je řízení těchto strojů intuitivnější a zároveň dochází k nižšímu opotřebení pneumatik, než je tomu u nakladačů řízených smykem. Tyto stroje nabízejí variabilní podvozek, kde je možnost volby režimů řízení pohybu náprav, které umožňuje tzv. krabí chod, protisměrný pohyb náprav a dále je možnost manuálního natáčení jednotlivých náprav. Nejčastěji používané stroje na našem území jsou od značek John Deere, Multione, Kramer, Wacker Neuson (Obr. 4) aj. [5, 11]



Obr.4 Kloubový nakladač WACKER NEUSON WL 32 [9].

1.3 TELESKOPIKÉ NAKLADAČE

Teleskopické nakladače neboli teleskopické manipulátory spojují výhody nakladače a vysokozdvizného vozíku. Tyto stroje obvykle poskytují větší výšku zdvihu z důvodu teleskopického ramene, které při plném výsuvu může dosahovat délky až 7 metrů. Nosnost těchto strojů se odvíjí jednak od výkonu stroje a zároveň od délky výsuvu ramene. Obvykle se hodnoty nosnosti pohybují v rozmezí 800 až 3000 kg. U těchto strojů se nejčastěji pro pohon pojezdu používá čtyřstupňová synchronizovaná převodovka, u které je možnost řadit pod zátěží doplněnou o hydrodynamický měnič točivého momentu. Tento systém je uživatelsky velmi příjemný, neboť umožní plynulý rozjezd pouze po sešlápnutí akceleračního pedálu. Jejich váha většinou přesahuje 3,5 tuny, a tudíž už nedostačuje řidičské oprávnění skupiny B. Čelní teleskopický nakladač je znázorněn na obrázku 5. [5, 11]



Obr.5 Čelní teleskopický nakladač JCB [13].

2 ROZDĚLENÍ SNĚHOVÝCH FRÉZ

Samotné sněhové frézy jsou konstrukčně řešeny jako jednoúčelová zařízení. Všeobecně jsou však více vnímána jako přídatná zařízení, která se nejčastěji upevňují na traktor. Lze je dělit podle různých aspektů. Hlavními parametry jsou velikost prohrnované oblasti, objemový průtok stroje, odhazovaná vzdálenost a vlastnosti sněhu. Na základě těchto hodnot je volen typ a výkon sněhové frézy. Pro menší výkony, např. pro hobby použití je vybrána jedna z malých jednoúčelových fréz. V případě odklizení větší zasněžené plochy, jako jsou parkoviště, komunikace apod., je lepší zvolit sněhovou frézu jako přídatné zařízení, kde díky své konstrukci zůstává poměrně dobrá manipulovatelnost a komfort z hlediska ovládání. V momentě, kdy je možné dosahovat těch nejvyšších výkonů v extrémních podmínkách, je třeba volit velké sněžné frézy, které jsou opět nutné k tomu, aby byly nesené dalším strojem. Avšak v těchto frézách je integrována vlastní pohonná jednotka. Tyto sněžné frézy se však vyskytují pouze zřídka z důvodu nadměrné velikosti, která zhoršuje manévrovatelnost stroje. Další rozdělení je dle způsobu ovládání, nebo dle konstrukčního hlediska jednotlivých fréz. Všechny frézy mají však stejně umístěnou osu rotace šnekovnice, která je kolmá ke směru pohybu frézy. [1]

2.1 ROZDĚLENÍ PODLE ZPŮSOBU OVLÁDÁNÍ

Ovládání sněhových fréz je děleno dle velikosti a způsobu využití. Pro odklizení sněhu na malých plochách se používají ruční frézy, na středních a větších plochách se používají přídatné frézy například pro odklizení sněhu z kolejí jsou vlakové sněhové frézy.

2.1.1 RUČNÍ SNĚHOVÉ FRÉZY

Jedná se o frézy, které nejsou samohybné anebo nejsou přidány k dalšímu zařízení. K jejich řízení je nezbytná lidská osoba, která s danou sněhovou frézou manipuluje. Nejčastěji je využíváno fréz s vlastním pohonem s převodovkou. Ruční frézy se dále rozdělují na kolové a pásové. Společnost Honda nyní začala prodávat tyto frézy s hybridním pohonem. Jedná se o kombinaci benzínového čtyřtaktu s elektromotorem (Obr. 6). [7]



Obr. 6 Ruční sněhová fréza [7].

2.1.2 PŘÍDAVNÉ SNĚHOVÉ FRÉZY

Pro užívání sněhových fréz jsou vhodná velká a středně velká vozidla. Pohon přídatného zařízení závisí na typu stroje, ke kterému se fréza připojuje. U smykových a kloubových nakladačů je pohon řešen pomocí hydraulické soustavy stroje. Zatímco u traktorů, jako hnací člen, slouží náhonová hřídel, která je spojena s přídatným zařízením pomocí kardanu. Zřídka používaným vozidlem pro sněhovou frézu je čtyřkolka. Příklad práce přídatné sněhové frézy s kloubovým nakladačem je znázorněna na obrázku 7.



Obr. 7 Přídatná sněhová fréza [23].

2.1.3 AUTOMOBILOVÉ SNĚHOVÉ FRÉZY

V podskupině automobilových sněhových fréz lze najít pouze jízdní speciály, které jsou vyrobeny jako jednoúčelové stroje. Konkrétně jde o typy vozidel SOV – D-902 (Obr. 8) a D 470, jejichž vlastníkem je pouze armáda. Díky svým vysokým uživatelským nákladům jsou však v provozu pouze ve sněhových kalamitních situacích, a to zejména v zemích, které bývají tímto přírodním živlem často zasaženy. V České republice je tak nelze potkat téměř vůbec. [30]



Obr. 8 Automobilová sněhová fréza SOV – D-902 [30].

2.1.4 VLAKOVÉ SNĚHOVÉ FRÉZY

Vlakové sněhové frézy se nachází na úplném počátku vývoje tohoto typu zařízení, dříve se také nazývaly sněhomety. Typická ukázka takové frézy je zobrazena na obrázku 9. Zpočátku byly poháněny párou a až postupným vývojem došlo k nahrazení za naftové agregáty. Samotné sněhové frézy zcela nahradily prvotně užívané vlakové pluhy, které často nezvládaly větší vrstvy sněhu a docházelo k jejich vykojení nebo zapadnutí. [26]



Obr. 9 Model sněhové frézy RhB Xrot Dd [26].

2.2 ROZDĚLENÍ PODLE KONSTRUKCE SNĚHOVÉ FRÉZY

Sněhové frézy dále dělíme podle počtu stupňů (šneků), které upravují sněhovou masu během průchodu strojem.

2.2.1 JEDNOSTUPŇOVÁ SNĚHOVÁ FRÉZA

Z konstrukčního hlediska se jedná o nejjednodušší typ sněhové frézy. Součástí celého mechanismu je jediný šnek, kde na středu šneku jsou umístěny vyhazovací lopatky. Vzhled této frézy je znázorněn na obrázku 10. Šnek sněh nabírá a přemísťuje na střed na vyhazovací lopatky, které sněh vhání přímo do komínu. Nesporná výhoda tohoto typu je kompaktnost celého zařízení, nízká hmotnost zejména z důvodu menšího počtu komponentů a nižší pořizovací cena. Jednostupňová sněhová fréza je nejvhodnější pro použití spíše na menší množství sněhu, ideálně čerstvě napadaného, neboť nedochází k vícestupňovému rozmíchání ztvrdlého sněhu. [9]

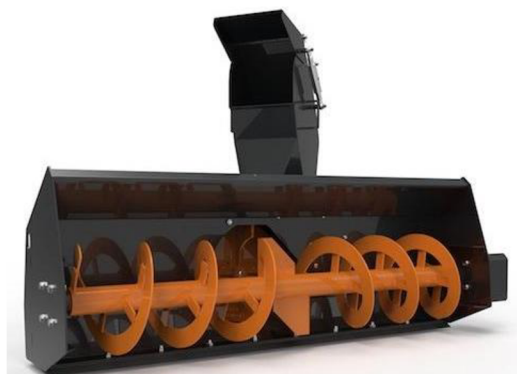


Obr. 10 Jednostupňová sněhová fréza [15].

2.2.2 DVOUSTUPŇOVÁ SNĚHOVÁ FRÉZA

Dvoustupňové sněhové frézy (Obr. 11) pracují ve dvou stupních provozu. Základem všeho je stejně jako u jednostupňové podávací šnek, který může mít i pilovitý tvar pro lepší prostupnost ve zledovatěném sněhu. Ten odkrajuje a drtí velké kusy sněhu a následně sněh přepravuje k vysokootáčkovému ventilátoru se speciálními lopatkami, což je druhá fáze. Ten odkrojený a rozdrčený sněh nabere a odhazuje pryč prostřednictvím komínu. [9]

Dvoustupňové sněhové frézy jsou efektivnější, rychlejší a v neposlední řadě i účinnější v odklizení sněhu oproti jednostupňovému typu. Mají obvykle větší sání, tudíž je lze použít na vyšší vrstvy sněhu až do výšky 80 cm. Tento dvoustupňový proces odhazuje sněh rychleji a dále než fréza jednostupňová. Tento typ si poradí se sněhem čerstvým, ztuhlým, měkkým, udusaným nebo i přemrzlým. Ideálním povrchem jsou větší plochy v podobě velkých parkovišť a širokých chodníků. Na druhou stranu se musí počítat s vyšší vstupní investicí z důvodu většího počtu pohonů. [9]



Obr. 11 Dvoustupňová sněhová fréza [19].

2.2.3 TŘÍSTUPŇOVÁ SNĚHOVÁ FRÉZA

Tento typ stroje je založen na třech provozních segmentech zpracování masy sněhu. Podávací šnek je stejný jako u jednostupňové a dvoustupňové frézy. Tento šnek vykonává přesouvání sněhu po šířce radlice ke středu, kde se nachází podávací vrtule, která specifikuje zmiňovaný třetí stupeň. Ta sněh drtí a pohání ještě rychleji na rotor ventilátoru, který sněhu dodává energii potřebnou k transportu sněhu skrze komín mimo prohrnovanou stopu. Díky aplikování třetího prvku podávacího ústrojí se tato fréza považuje za nejvýkonnější typ. Tento typ se kvůli své složitosti konstrukce nejčastěji používá zejména na malých sněžných frézách, kde přídatný šnek zároveň slouží jako pomocný mechanismus pojezdu. Vyobrazení třístupňové frézy je na obrázku 12. [9]



Obr. 12 Třístupňová sněhová fréza [20].

3 REŠERŠNÍ ROZBOR SNĚHOVÉ FRÉZY

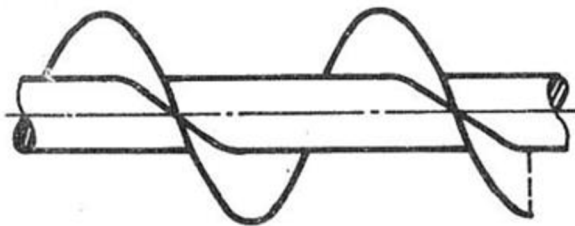
V této kapitole jsou detailněji rozebrány jednotlivé součásti sněhové frézy. Jako například pohon podávacího šneku, upínače, deflektory atd.

3.1 PODÁVACÍ ŠNEK

Nezákladnější součástí sněhové frézy je podávací šnek. Rozdělení šneků podle jejich tvaru je popsáno v následujících podkapitolách. Technologie výroby se dělí na dva typy dle šířky plechu šneku. U šneků s šířkou plechu do 8 mm v závislosti na tažnosti materiálu lze závity vyrábět tažením ocelového plechu za studena. V případě širších plechů je nutné šnekovnici rozdělit na jednotlivé závity, které se skruží do požadovaného tvaru a následně jsou svařeny.

3.1.1 ŠNEK S PLNOU ŠNEKOVNICÍ

Šnek s plnou šnekovnicí je vhodný pro přepravu práškovitých nebo jemně zrnitých nelepivých materiálů jako je zobrazeno například na obrázku 13. Proto jsou frézy s plnou šnekovnicí vhodné především pro sypký nelepivý sníh. Příklad použití plné šnekovnice je na obrázku 14. [4, 14]



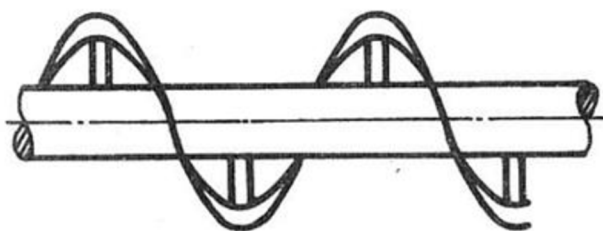
Obr. 13 Plná šnekovnice [4].



Obr. 14 Sněhová fréza s plnou šnekovnicí [15].

3.1.2 ŠNEK S OBVODOVOU ŠNEKOVNICÍ

Obvodová šnekovnice je vhodná pro soudržné materiály. Je vytvořena z pásu plechu navinutého okolo hřídele do tvaru šroubovice. S hřídelí je spojen v určitých částech pomocí držadla z ploché oceli (Obr.15). Kvůli mezerám mezi šnekovnicí a hřídelí nedochází k nalepování materiálu na šnekovou hřídel. Příklad použití obvodové šnekovnice na sněhové frézy je znázorněn na obrázku 16. [4, 14]



Obr. 15 Obvodová šnekovnice [4].



Obr. 16 Sněhová fréza s obvodovou šnekovnicí [16].

3.1.3 ŠNEK S LOPATKOVOU ŠNEKOVNICÍ

Lopatkové šnekovnice jsou schopny dopravovat materiály s velkou přilnavostí ke šnekovnici. Ta je zobrazena například na obrázku 17. Nejsou ale vhodné pro sypké materiály. Proto se tyto frézy nejvíce uplatní v mokřím a přimrzlém sněhu. Lopatky této šnekovnice mohou být různých tvarů vázaných na vlastnostech dopravovaného materiálu. Příklad použití lopatkové šnekovnice je na obrázku 18. [4, 14]



Obr. 17 Lopatková šnekovnice [4].



Obr. 18 Sněhová fréza s lopatkovou šnekovnicí [17].

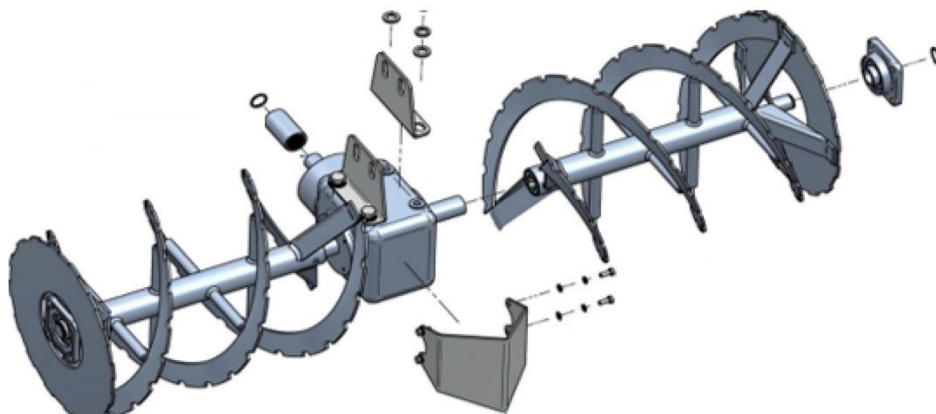
3.2 POHON PODÁVACÍHO ŠNEKU

Dle uložení pohonu podávacího šneku se dělí na přímé uložení, kdy je pohon připevněn přímo na podávací šnek, a nepřímé uložení, kdy je pohon uložen mimo osu šneku a točivý moment je přiváděn na šnek například pomocí řetězu.

3.2.1 PŘÍMÉ ULOŽENÍ POHONU

U přímého pohonu podávacího šneku je pohonná jednotka přímo spojena se šnekem. Odpadají tak nároky na údržbu spojovacího mezičlenu. Motor může být uložen z venkovní strany, na bočnici hlavního rámu, viz obrázek 16, anebo se uloží vně stroje (obrázek 17). Konstrukce s hydromotorem vně je náročnější jednak z výrobního hlediska a dále je složitější uložení motoru, šneku a hydraulických přívodů. Tento způsob konstrukce ale nese mnoho výhod podobě lepší ochrany hydromotoru z důvodu oplechování a bezpečnější polohy. Pokud je motor umístěn zvenku bočnice, je jednak zvětšena šířka celého stroje, což zhoršuje manévrovatelnost, a zároveň vzniká riziko poškození hydromotoru nárazem. [27] Další

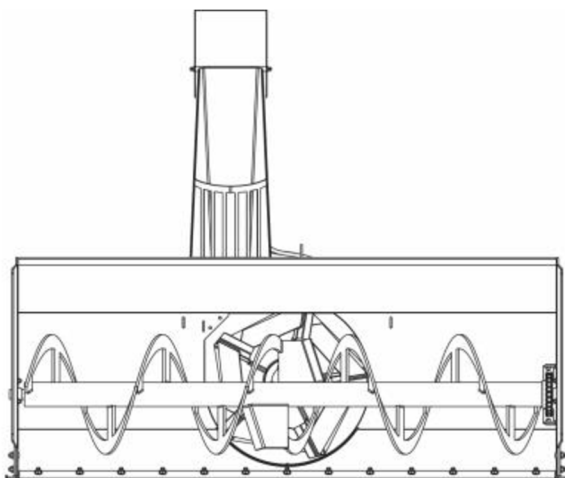
důmyslnou technologií uložení pohonu šneku je pomocí převodovky uložené ve středu sněhové frézy (Obr.19). Jeho hnací hřídel je veden z rotoru ventilátoru. Takže ventilátor a šnek jsou poháněny na jednom hydromotoru. Výhodou je opět uložení hydromotoru na bezpečném místě. Nevýhodou tohoto řešení je, že převodovka leží v prostoru těsně před ventilátorem, a tím klade značný odpor vůči dopravě materiálu. Tato technologie se spíše používá u větších sněhových fréz.



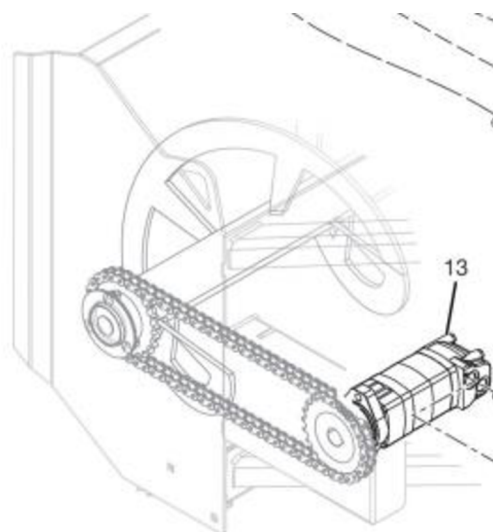
Obr. 19 Přímé uložení pohonu [38].

3.2.2 NEPŘÍMÉ ULOŽENÍ POHONU

U tohoto typu pohonu vzniká mezi šnekem a hnací jednotkou přenašeč točivého momentu, jako například na obrázku 20. To nám umožňuje větší možnosti z hlediska lepšího uspořádání pohonů (Obr.21) a jednodušší uložení hřídele. Je možno použít šnek v celém rozsahu pracovní šířky stroje při zachování stejné šířky stroje, jako je tomu u sněhové frézy s přímým pohonem s uložení vně rámu. Nevýhoda tohoto řešení spočívá v tom, že přibývají další prvky, u kterých je nutná údržba. A z důvodu většího počtu prvků pohonu klesá spolehlivost stroje. [36]



Obr. 20 Nepřímé uložení pohonu [36].



Obr. 21 Detail nepřímého uložení pohonu [36].

3.3 UPÍNAČ

Rychloupínače slouží k připojení přídatných zařízení ke stroji. Upínačů je několik druhů a je nutné předem určit k jakému typu stroje bude zařízení připojeno. Upínače jsou normalizovány.

3.3.1 ĀLÖ 3 UPÍNAČ

Tento upínač pochází z švédské firmy ĀLÖ. U nás se využívá pouze zřídka. Největší uplatnění má ve Švédsku, Dánsku, Finsku a USA. V dnešní době je tento druh upínání zastaralý. Lze využít výhradně pro předešlou řadu QUICKIE Q. Podle tvaru upínače lze předpokládat, že ĀLÖ 3 předcházela upínači SMS. Jedná se o pásovinu, k níž je přivařen hák a oko. Detailní provedení je znázorněno na obrázku 22, celý upínač ĀLÖ 3 pak na obrázku 23. [22]



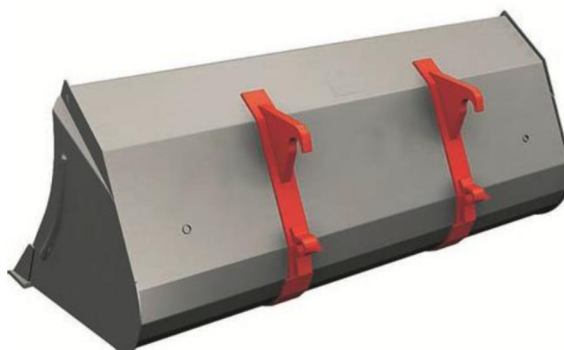
Obr. 22 Detail upínače před připevněním [21].



Obr. 23 Upínač ĀLÖ 3 [22].

3.3.2 SMS UPÍNAČ

Stejně jako u upínače ĀLÖ 3 pochází výrobce těchto upínačů ze Švédska. Využití v České republice není moc běžné, ale vyskytuje se častěji než ĀLÖ 3. Oproti předchozímu typu se liší v rozteči mezi zajišťovacími prvky. Jsou zde háky výše a celkově nosič SMS je vyšší a užší. V porovnání s ĀLÖ 3 se jedná o užší a vyšší konstrukci nosiče. Znázornění upínače je na obrázku 24. [22]



Obr. 24 Upínač SMS [22].

3.3.3 EURO UPÍNAČ

Je to nejvíce používaný upínač v České republice a Evropě. Oproti předchozím dvěma typům se tento svým tvarem velice liší. Tento upínač se nachází na všech typech českých i zahraničních čelních nakladačů. Mnohdy jsou jím opatřeny i vysokozdvizné vozíky a velké stavební stroje. Při koncepci upínače je třeba, aby veškerý materiál byl ze svařitelné oceli. Je to z důvodu, aby si každý zákazník mohl daný produkt domácky opravit či upravit. Pro tento typ nakladače je na českém trhu velká nabídka náhradních dílů. Díky velké konkurenci je nářadí s upínačem Euro na našem trhu mnohem levnější než předchozí dva typy. Upínač Euro je znázorněn na obrázku 25. [22]



Obr. 25 Upínač Euro [22].

3.4 DEFLEKTORY

Deflektor je část vyhazovacího komínu, která usměrňuje trajektorii vrhané masy materiálu. Při jejich návrhu je snaha dosáhnout co nejnižších pasivních odporů, proto se na těchto částech používají různé povrchové úpravy. Například použití speciálních sprejů, které snižují schopnost lepení sněhu na povrch, nebo jsou na styčných plochách doplněny plastovými deskami. Ty plní stejnou funkci, avšak mají mnohem delší životnost. Deflektory můžeme rozdělit na základě způsobu ovládání a způsobu konstrukce. [27,28,29]

3.4.1 ROZDĚLENÍ PODLE ZPŮSOBU OVLÁDÁNÍ

Způsoby ovládání rozdělujeme na dva typy, a to na manuální a na hydraulické. Hlavní výhodou manuálního je nízká pořizovací cena a bezporuchovost. Nevýhodou tohoto ovládání je zdoluhavé nastavování polohy. Kdežto u hydraulického ovládání dochází k dosažení vyššího komfortu obsluhy, neboť hydraulickým ovládním dosáhneme plného řízení vyhazovacího komínu z kabiny řidiče, a tím je možné dosáhnout vyšší produktivity práce.

3.4.2 ROZDĚLENÍ PODLE TYPU KONSTRUKCE

JEDNOPRVKOVÝ DEFLEKTOR

Jednoprvkový deflektor je jednoduchý sklápěcí mechanismus. Toto konstrukční řešení je velmi jednoduché na konstrukci a údržbu. Ovládání je realizováno buď mechanicky, nebo hydraulicky. Tento deflektor však nemá tak dobré vlastnosti z hlediska proudění materiálu jako u segmentového deflektoru. Toto je zapříčiněno tím, že u segmentového deflektoru dochází k plynulejšímu přechodu mezi deflektorem a rámem vyhazovacího komínu.

SEGMENTOVÝ DEFLEKTOR

Segmentový deflektor (obr. 26) je složen z více naklápěcích částí. Dosahuje tedy vyšší hmotnosti a je nutné jej ovládat pomocí přímočarého dvojčinného hydromotoru. Konstrukce z více prvků umožní pozvolnější přechod, a tím je docíleno nižších pasivních odporů. Nevýhodou tohoto řešení je složitější konstrukce, která klade vyšší náročnost na údržbu.[29]



Obr.26 Segmentový deflektor [29].

4 PRODUKTY RŮZNÝCH VÝROBCŮ

V níže přiloženém rozdělení jsou představeny stroje, u kterých dodavatel uvedl přesnější a rozšířenější informace. Jsou to zejména přídatné zařízení uzpůsobená pro smykem řízené nakladače a menší kloubové nakladače.

4.1 AVANT

Model: 42.3

Finská firma Avant poskytuje široký výběr přídatných zařízení. Sněhové frézy Avant jsou dodávány v pracovních šířkách od 1000 do 1400 mm. Jedná se o frézy dvoustupňové. Pro pohon otoče komínu je možné zvolit buď elektrický nebo hydraulický motor. Aby se předešlo poškození frézy z důvodu nárazu na překážku, je sněžná fréza vybavena u prvního stupně nájezdovou pojistkou ve formě střížných šroubů, které se při nárazu ustříhnou. Podávací šnek je vyroben z ořezávací oceli Hardox. [23]

Sněhové frézy jsou vybaveny dvěma hydraulickými motory. Jedním pro šnek a druhým pro výtlačné kolo. Odklizení sněhu lze přesně nasměrovat pomocí vyhazovacího komínu, který je možné otáčet o 270° pomocí ovládnutí z kabiny řidiče. Nastavení deflektoru lze v základní výbavě provést ručně. V případě zájmu je možné frézu dovybavit o elektrické řízení deflektoru. [23]

4.2 BOBCAT

Model: SB 200 X 183 cm

Sněhové frézy firmy Bobcat jsou vybaveny přímým hydraulickým pohonem pro ventilátor i šnek. Rotace šneku je zajištěna systémem řetězu a řetězového kola, který eliminuje uvolněné, zamotané a zamrzlé kabely. Všechny modely jsou vybaveny nastavitelným otvorem ventilátoru, který umožňuje operátorovi řídit množství vzduchu a sněhu vstupujícího do ventilátoru o hloubce 15 cm. Ventilový blok je namontován přímo na motoru ventilátoru a má za následek minimální snížení hydraulického tlaku a snížení počtu hydraulických hadic a kolen na sněhové fréze. Tyto sněhové frézy je možné získat ve velikostech od 0,91 až po 2,1 metrů. Dále je možné k těmto frézám přidělat prodloužený nástavec vyhazovacího komínu, který hází sníh rovnou na nákladový prostor vozu. [25]

4.3 GF GORDINI

Model: TSX 18.55

Italský výrobce přídatných zařízení pro stroje známý po celém světě již od roku 1985. GF vyrábí více než třicet druhů těchto zařízení. Každé z nich v různých verzích, které se hodí k smykovým nakladačům, bagrům nebo teleskopickým manipulátorům. Sněhová fréza značky GF GORDINI je vhodná pro klasické odklizení sněhu ze silnic, náměstí, parkovišť a chodníků. V závislosti na struktuře sněhu mohou tyto sněžné frézy vyfouknout sníh až do vzdálenosti 13 metrů. [29]

4.4 KOVACO

Model: 94180

Slovenská společnost vyrábějící od roku 1991 přídavná zařízení pro smykové nakladače, traktory a teleskopické manipulátory. Mimo přídavná zařízení se Kovaco hlavně zabývá smykovými nakladači. Jako první vyrobilo smykový nakladač s plně elektrickým pohonem. Frézy dané značky mohou být poháněné buď hydraulickou soustavou, nebo vývodovým hřídelem traktoru. Pro snížení tření ve vyhazovacím komíně je do něj vložena plastová vložka. Mechanická klapka umožňuje regulaci vzdálenosti vyhazování sněhu. [28]

4.5 QUICK ATTACH

Model: 2420 XL

Jedná se o společnost sídlící v USA, která byla jedna z prvních výrobců rotačních a hydraulických sněhových fréz na světě. Od roku 1999 do roku 2002 patřila pod společnost Bobcat. Nyní už je opět osamostatněná a rozšířila svoji výrobu i o sněhové radlice. Sněhové frézy značky QUICK ATTACH odhazují sníh až do 14 metrů. Většina fréz této značky má zoubkový profil šneku, který slouží k prořezávání tvrdého sněhu a ledu. Další raritou této značky je zoubkovaná boční ocelová deska o tloušťce 7 mm, díky které je možné sekát a odhodit i hromadu tvrdého sněhu. [27]

4.6 TABULKA S ROZMĚROVÝMI HODNOTAMI

V tabulce 1 je uvedeno několik konkurenčních strojů s rozměry jednotlivých dílů.

Tabulka 1 Porovnání sněhových fréz od daných výrobců [23, 25, 27, 28, 29]

Sněhová fréza o pracovní šířce 1800 mm					
Výrobce	AVANT	BOBcat	GF gordini	KOVACO	QUICK
Provozní hmotnost [kg]	239	373	450	400	420
Průměr šneku [mm]	459	356	355	370	450
Otáčení komínu [°]	270	270	270 ± 10	240	270
Ovládání deflektoru	hydraulické	hydraulické	hydraulické	mechanicky	hydraulické
Vzdálenost odhozu [m]	Do 15,3	Do 12,2	Do 13	Do 15	Do 14

5 FUNKČNÍ VÝPOČET A URČENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ

V tomto bloku jsou navrženy základní hodnoty hydromotorů, na základě kterých probíhal výběr jejich typu. V závěru kapitoly je uvedeno hydraulické schéma, které slouží jako informativní zdroj pro další výběr regulačních prvků. Zejména pro výběr rozvaděče. Výpočty jsou provedeny podle [4, 5].

5.1 VSTUPNÍ HODNOTY PRO NÁVRH HYDROMOTORŮ

Vstupní hodnoty jsou udávány výrobcem pro pohon přídatného zařízení pro smykový nakladač Novotný B861.

Tabulka 2 Vstupní hodnoty pro smykový nakladač Novotný B861.

	Označení	Hodnota	Jednotky
Vstupní tlak	p	16	MPa
Průtok oleje	Q	80	$l \cdot min^{-1}$

5.1.1 VÝPOČET CELKOVÉHO VÝKONU PRO PŘÍDAVNÉ ZAŘÍZENÍ

Hodnoty se nachází v tabulce 2.

$$P = \frac{p \cdot Q}{60 \cdot 1000} \quad (1)$$

$$P = \frac{16000 \cdot 80}{60 \cdot 1000} = 21,3 [kW]$$

$$P = 21,3 [kW]$$

5.2 HODNOTY PRO NÁVRH HYDROMOTORŮ

Na základě konzultace s vedoucím bakalářské práce je doporučeno rozložit výkon mezi hydromotory šneku a ventilátoru 3:1. Výběr hydromotorů je založen na základě vstupních hodnot smykového nakladače, které jsou předepsány výrobcem pro pohon přídatného zařízení. Dle doporučených hodnot jsou zvoleny otáčky šneku a ventilátorového kola. Podle otáček a průtoku je dopočítán geometrický objem kde následkem této hodnoty je vybírán hydromotor.

5.2.1 HYDROMOTOR PODÁVACÍHO ŠNEKU

Geometrický objem hydromotoru

$$V_{0\text{š}} = \frac{Q}{n_{\text{š}}} \quad (2)$$

$$V_{0\text{š}} = \frac{80000}{350}$$

$$V_{0\text{š}} = 228 \text{ [cm}^3\text{]}$$

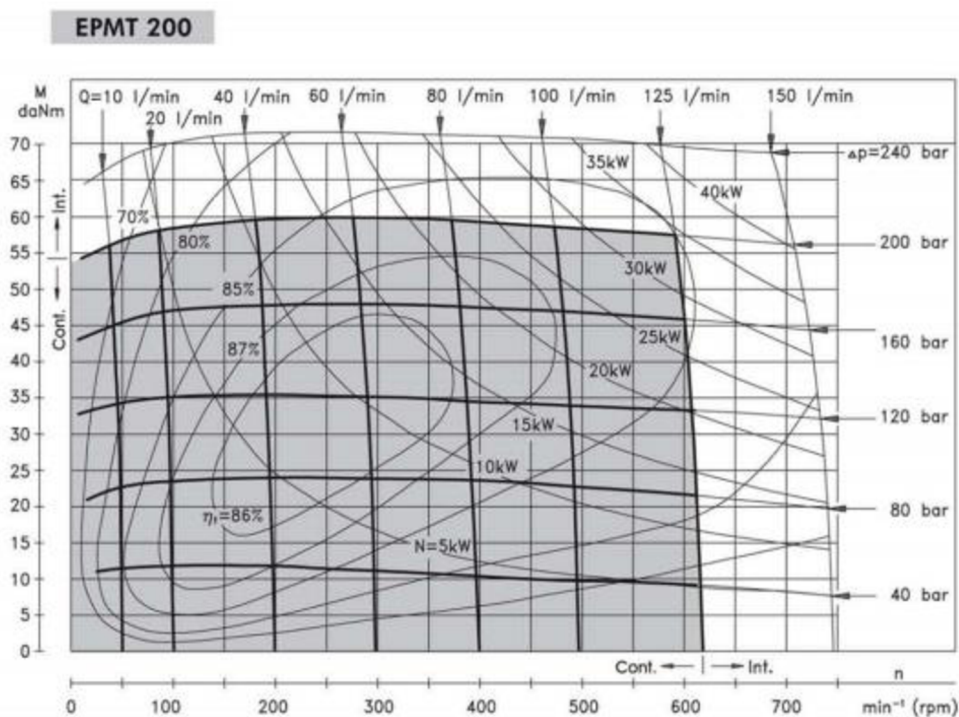
Kde: $n_{\text{š}}$ [min⁻¹] zvolené otáčky hydromotoru šneku $n_{\text{š}} = 350$ [min⁻¹]

Výkon hydromotoru

Hodnotu výkonu hydromotoru který slouží pro pohon šnekového podavače byl zvolen dle zmíněného poměru:

$$P_{\text{š}} = 14 \text{ [kW]}$$

Na základě výpočtu hodnot geometrického objemu je zvolen hydromotor s nejbližší hodnotou geometrického objemu (Obr. 27). Pomocí výkonových charakteristik hydromotoru bylo možné upřesnit výběr mezi motory EMPT200 a EMPT250



Obr. 27 Graf charakteristiky hydromotoru EMPT 200 [10].

5.2.2 HYDROMOTOR VENTILÁTORU

Hydromotor ventilátoru je zvolen podobným způsobem jako hydromotor šneku. Tedy je nejprve určen geometrický objem hydromotoru. Z této hodnoty je dohledán konkrétní hydromotor. Poté byl zvolen výkon hydromotoru, který je použit pro výpočet pevnostní kontroly.

Geometrický objem hydromotoru

$$V_{0v} = \frac{Q}{n_v} \quad (3)$$

$$V_{0v} = \frac{80000}{1100}$$

$$V_{0v} = 72,7 [cm^3]$$

Kde: n_v [min^{-1}] zvolené otáčky hydromotoru ventilátoru $n_v = 1100 [min^{-1}]$

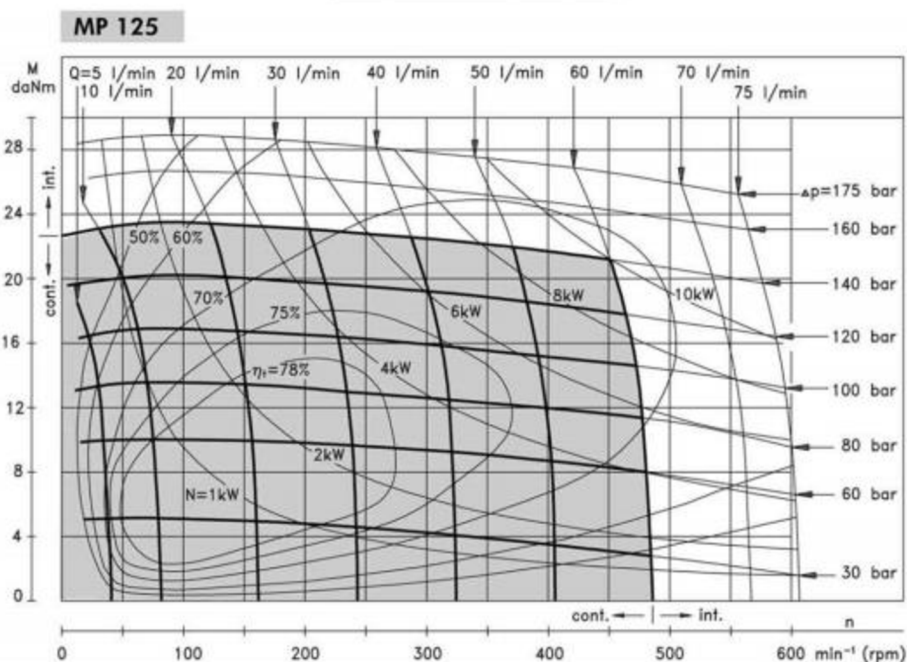
Výkon hydromotoru

Hodnota výkonu hydromotoru, který slouží pro pohon šnekového podavače je zvolena hodnota:

$$P_v = 7 [kW]$$

5.2.3 HYDROMOTOR OTOČE KOMÍNU

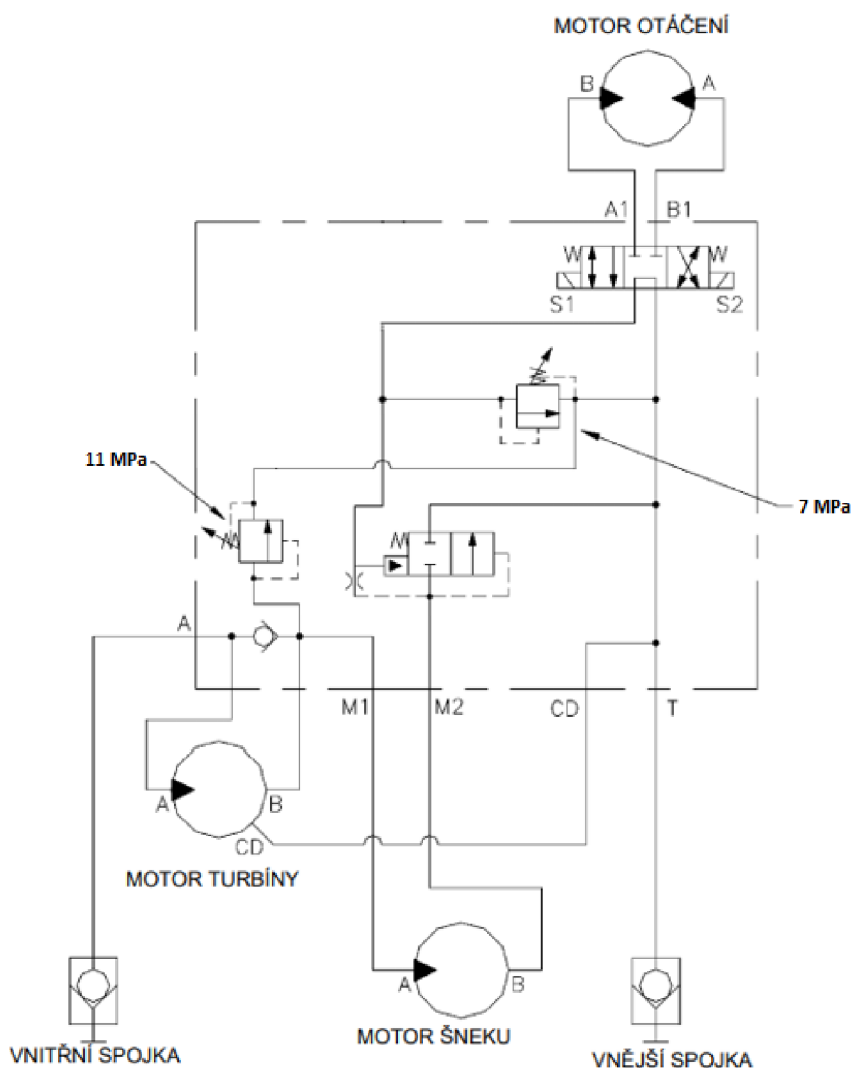
Pro hydromotor otoče je zvolen hydromotor orbitového typu. Jeho charakteristika je na obrázku 28.



Obr. 28 Graf charakteristiky hydromotoru MP 125 [10].

5.3 HYDRAULICKÉ SCHÉMA SNĚHOVÉ FRÉZY

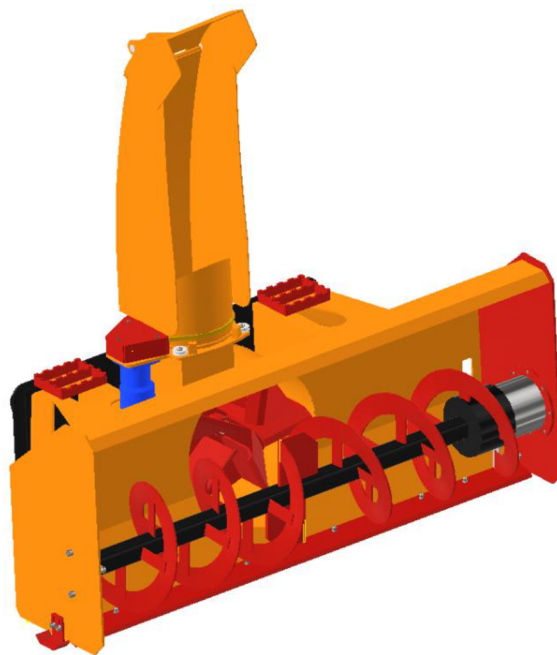
Pojištění proti přetížení hydraulického okruhu například v důsledku zaseknutí jednoho z motorů je jištěno tlakovými ventily. Schéma hydraulického okruhu je navrženo tak, aby v případě zaseknutí podávacího šneku byla stále umožněna rotace ventilátoru k vyprazdňování nahromaděného sněhu vně lopaty. Hydromotor ventilátoru je jištěn tlakovým ventilem v hydraulickém okruhu smykového nakladače. Rozvaděč je řízen elektromagnetem, takže je možné jej ovládat z kabiny řidiče. Jednotlivé prvky jsou dále popsány v šesté kapitole.



Obr. 29 Hydraulické schéma sněžové frézy upraveno dle [35].

6 NÁVRH VLASTNÍ KONCEPCE

V této kapitole je popsán a zdůvodněn koncept jednotlivých konstrukčních uzlů. Celý návrh sněhové frézy je situován na konkrétní model smykového nakladače. Pro stanovení vstupních hodnot tohoto přídatného zařízení je vybrán produkt od českého výrobce malých nakladačů a lesní techniky Novotný. Konkrétně smykový nakladač typ B861. Hlavním důvodem výběru tohoto stroje je ten, že maximální provozní hmotnost je 3350 kg, a je tedy dostačující nakladač řídit pouze s řidičským oprávněním skupiny B. Tím klesá požadavek na kvalifikaci operátora stroje. Celá tvorba modelu byla vytvořena v softwaru Autocad Inventor 2020. Navrhovaný model sněhové frézy je znázorněn na obrázku 30.



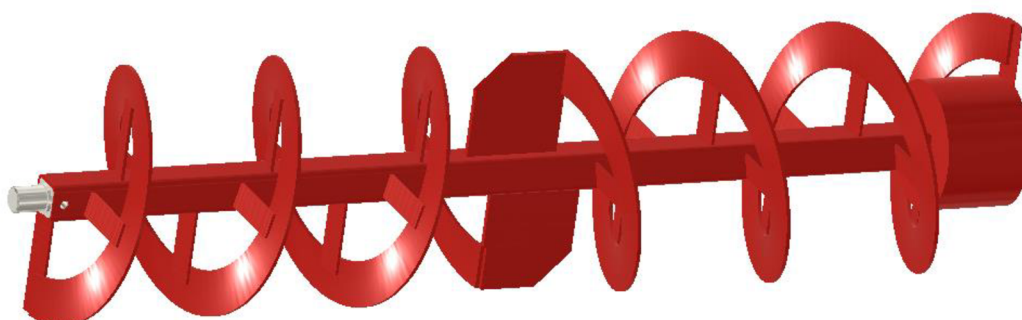
Obr. 30 Celková sestava sněhové frézy.

Tab. 3 Technické specifikace smykového nakladače B861.

Smykový nakladač B861	
Provozní hmotnost [kg]	3350
Jmenovitá nosnost [kg]	1000
Max. vysypací výška [mm]	2750
Max. hnací síla [kN]	29
Zdvihací síla	21,7
Stoupavost [%]	36
Max. rychlost pojezdu [km/h]	12
Vyrovnávání polohy pracovního zařízení	Hydraulické
Motor Iveco s filtrem DPF [kW]	43
Pracovní, ovládací a pojezdová hydraulika	REXROTH
Šířka nakladače [mm]	1750
Cena	960 000 Kč (bez DPH)

6.1 PODÁVACÍ ŠNEK

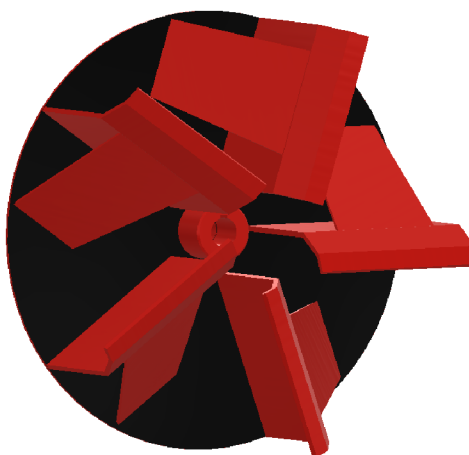
Pro toto řešení je zvolen jednoduchý šnek s obvodovou šnekovnicí (Obr.31). Neboť u ní dochází k lepšímu odolávání proti nalepování mokrého sněhu. Pro základní hřídel je vybrán ocelový uzavřený profil čtvercového průřezu o rozměru 80x80 mm a tloušťce stěny 8 mm dle normy ČSN 425720 [32]. Materiál je ocel S355J2H. Čtvercový profil je zvolen z důvodu jednodušší technologie navařování podpor obvodové šnekovnice. Konec hřídele je z jedné strany uzpůsobený pro uložení do ložiskové jednotky a druhý konec hřídele tvoří spoj s hydromotorem. Spojení hřídele a hydromotoru se šnekem je řešeno pomocí těsného pera, které je součástí sestavy dodávaného hydromotoru. Materiál šneku je materiál S355JR s tloušťkou 6 mm.



Obr. 31 Podávací šnek.

6.2 VENTILÁTOR

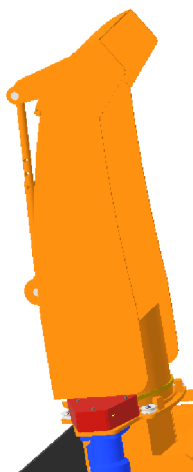
Ventilátorové kolo je druhý stupeň sněžné frézy. Slouží k předání kinetické energie k dosažení potřebné trajektorie sněhu mimo prohrnovanou oblast. Tyto ventilátory dosahují tedy vyšší frekvence otáčení než u podávacího šneku. Spojení hřídele hydromotoru s nábojem kola je opět řešeno pomocí těsného pera. Pro zachycení posuvu v axiálním směru je rotor zajištěn šroubem M10. Lopatky kola jsou vyrobeny z materiálu S235JRG1 s tloušťkou stěny 6 mm. Otvor a drážka pro pero je obrobena až po svaření celého rotoru. Ventilátor je zobrazen na obrázku 32.



Obr. 32 Ventilátor.

6.3 VYHAZOVACÍ KOMÍN

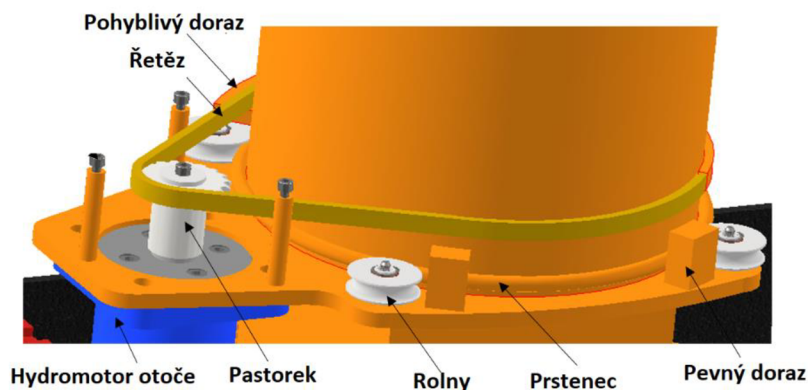
Tato součást slouží k usměrnění trajektorie transportované masy mimo prohrnovanou plochu. Mechanismus otoče vyhazovacího komínu je poháněn hydromotorem, což umožňuje jej ovládat z kabiny řidiče. Nastavení deflektoru je plně manuální z důvodu nižší složitosti konstrukce hydraulické soustavy. Při návrhu tohoto celku se velmi dbá na dosažení co nejnižších pasivních odporů, které zhoršují průchodnost sněhové frézy. V dnešní době se používají speciální spreje, popřípadě pokrytí plastovým povrchem, které zlepšují vlastnosti povrchu, protože se na ně nelepí sníh a zabráňuje tak ucpání mokrým lepkavým sněhem. Vyhazovací komín je zobrazen na obrázku 33.



Obr. 33 Vyhazovací komín.

6.3.1 OTOČ KOMÍNU

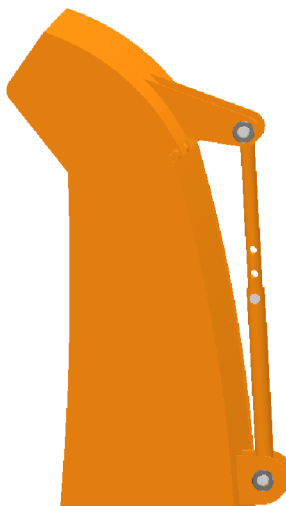
Otoč vyhazovacího komínu je uložen pomocí prstence kruhového průřezu navařeného na hlavní těleso rámu. Tento prstenec je uložen ve čtyřech rolkách, které vytvoří rotační vazbu mezi rámem a komínem. Ke snížení opotřebení vlivem styku těles mezi čepem a rolkou jsou použity radiálně axiální kluzná ložiska z červené kované bronzy. K mazání ložisek dochází pomocí plastického vodě odolného maziva, které je do místa doplňováno skrze mazací hlavice DIN 71412. Pohonem otoče je hydromotor. Spojení mezi motorem a otočí je nepřímé pomocí válečkového řetězu. Extrémní provozní podmínky vyžadují, aby řetěz byl zakonzervován plastickým voděodolným mazivem nejen během činnosti, ale i při odstavení stroje na delší dobu. Omezení natočení komínu je řešeno dvěma dorazy, které umožňují rozsah pohybu v rozmezí 270°. Otoč komínu je zobrazen na obrázku 34.



Obr. 34 Otoč komínu.

6.3.2 NASTAVENÍ DEFLEKTORU

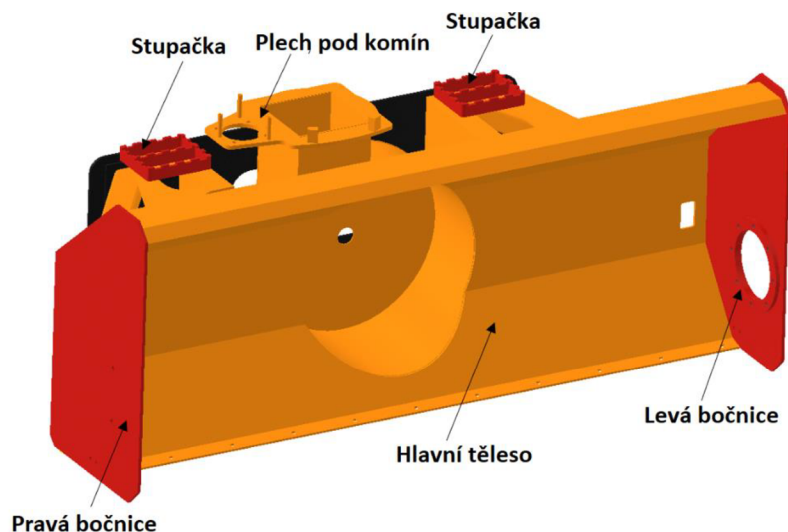
Nastavení vyhazovacího deflektoru je ovládáno manuálně. Probíhá pomocí vysunutí čepu a zafixování polohy protikusů vůči sobě. Toto řešení je zvoleno z důvodu snížení pořizovacích nákladů a z důvodu zjednodušení konstrukce. Nastavení deflektoru je zobrazeno na obrázku 35.



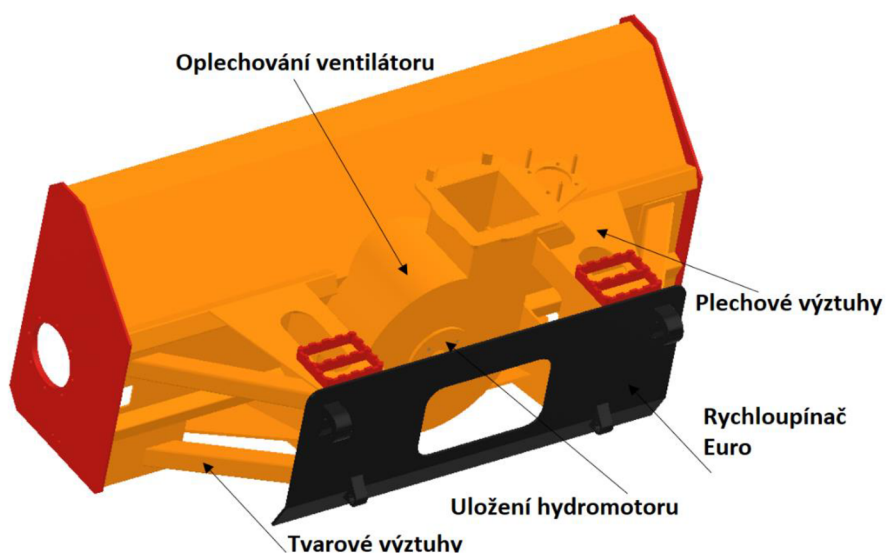
Obr. 35 Nastavení deflektoru.

6.4 ZÁKLADNÍ RÁM

Základní rám je svařenec složený z několika plechů. Šířka základního rámu byla navržena tak, aby byl záběr frézy přes celou šířku smykového nakladače. Nejdůležitější a základní stavební kámen této sestavy je hlavní těleso. Jedná se o největší jednotnou část plechu, ke které jsou všechny ostatní části navařovány. Jako použitý materiál pro základní těleso a bočnice je zvolen Hardox 450 EN10029. V místech, které jsou nadměrně zatěžovány např. v místech uložení hydromotorů, ložisek, namáhaných ohybů a podobně, je rám vyztužen. Na základním rámu jsou umístěny stupačky s protiskluzovou úpravou sloužící k bezpečnějšímu nastupování a vystupování. Ze zadního pohledu je možné vidět Euro rychloupínač, který je kompatibilní se smykovým nakladačem B861. Tento rychloupínač je navařen k základnímu tělesu pomocí několika výztuh. Z levé a pravé strany jsou umístěny dva ocelové uzavřené profily obdélníkového průřezu EN10219 90x50x5 mm, materiál S235JRH. Dále k uchycení rychloupínače je použito několika plechových výztuh tloušťky 6 až 8 mm. Materiál těchto podpor, jelikož není opotřebován otěrem materiálu, je konstrukční ocel S235 JRH. Tyto plechové výztuhy dále slouží jako uchycení rozvaděče, nášlapů atd. Ve spodní části jsou plechové výztuhy zejména z důvodu zachycení reakční síly od bříty umístěného v nejnižší části sněhové frézy. Další podsestava přivařena k základnímu tělesu je oplechování ventilátoru. Tato sestava slouží k uchycení hydromotoru, který dále pohání ventilátorové kolo. Na vrchní části vývodu z oplechování ventilátoru je navařen plech pod komín, na kterém je připevněna celá sestava pohonu a otoče vyhazovacího komínu. Základní rám je zobrazen na obrázku 36 a obrázku 37. [24]



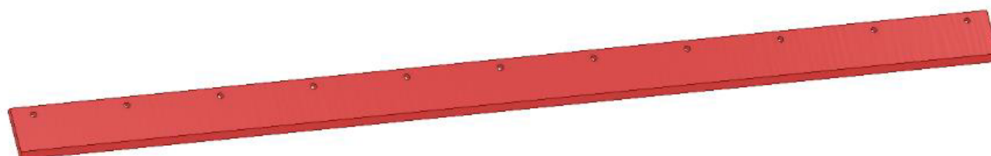
Obr. 36 Základní rám (pohled zepředu).



Obr. 37 Základní rám (pohled zezadu).

6.5 BŘIT

Břit je uchycen k rámu stroje pomocí 12 šroubů s půlkulatou hlavou, aby bylo možné jej v případě opotřebení vyměnit. Břit je vyroben z ořezavzdorného materiálu Hardox 500 a je znázorněn na obrázku 38.

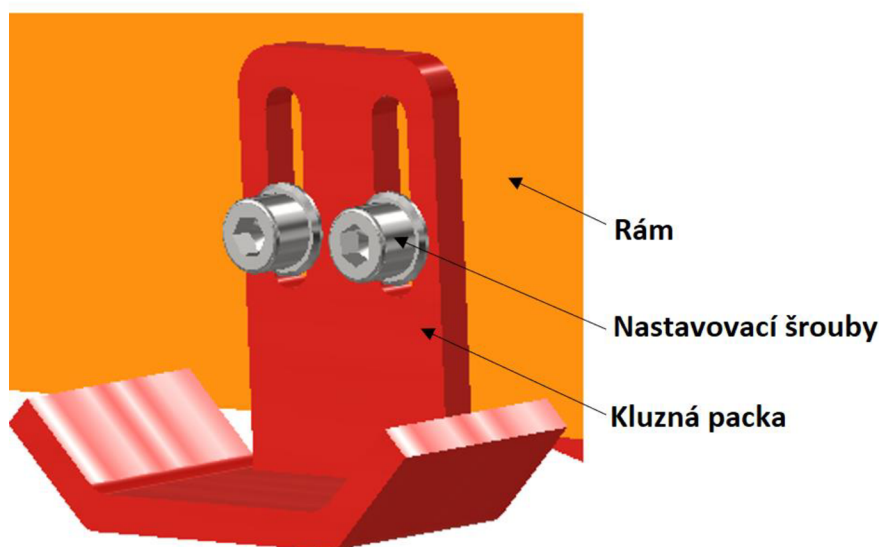


Obr. 38 Břit.

6.6 KLUZNÉ PACKY

Pomocí těchto nastavitelných kluzných pacek jsme schopni regulovat výšku záběru břitu (Obr. 39). Z důvodu, že tyto kluzné packy jsou v nepřetržitém kontaktu s podkladem, jsou velmi náchylné na opotřebení. Proto jsou tyto součásti vyrobeny buď z oceli, anebo z plastů odolných vůči otěru, jako jsou například Ertacetal C nebo PE500. [40]

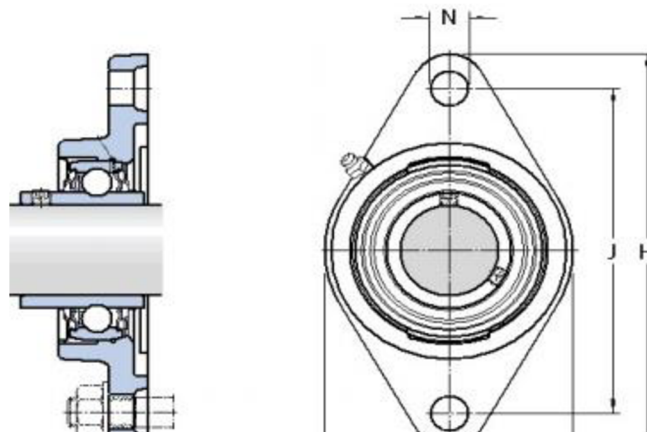
Plastové podložky se používají v momentu, kdy chceme snížit případnou deformaci podkladu. V našem případě jsou použity packy z oceli, neboť předpokládáme využití frézy spíše na podkladech méně náchylných na deformaci.



Obr. 39 Kluzné packy.

6.7 LOŽISKO PODÁVACÍHO ŠNEKU

Pro uložení šneku do rámu stroje je zvolena ložisková jednotka FYTJ40TF [37] (Obr. 37). Kulový vnější povrch tohoto ložiska umožňuje naklopení, a tím vyrovnání menší osové nepřesnosti, která by mohla být vyvolána ustavením ložiska mimo osu pohonné jednotky šneku. Ustavení polohy proti axiálnímu pohybu je zajištěno pomocí stavěcího šroubu.



Obr. 40 Ložisko podávacího šneku [37].

6.8 HYDROMOTORY

Rotační hydromotory slouží pro převod tlaku a průtoku hydraulického čerpadla na rotační sílu, která se dále využívá k výkonu mechanické práce. Výběr hydromotorů byl založen na porovnání zvolených a vypočítaných hodnot s katalogovými specifikacemi hydromotorů uváděné prodejcem. Dále se při výběru volilo dle velikosti zástavbové plochy a byla zohledněna cenová náročnost. Důležité hodnoty pro výběr hydromotorů jsou odvozeny, případně dopočítány v páté kapitole.

6.8.1 HYDROMOTOR ŠNEKU

Pro pohon šneku je zvolen hydromotor orbitového typu EPMT 200 (Obr.41) od společnosti Hydroma [10]. U tohoto motoru je možné zvolené hodnoty porovnat s charakteristikou, která je volně dostupná v katalogu výrobce. Tyto motory nejsou konstruovány tak, aby zachytily radiální a axiální sílu od hnaného členu. A proto je nezbytné, aby při použití tohoto motoru měl hnaný člen své vlastní uložení do ložisek. A byla tak zachycena radiální a axiální síla a nepřenášela se na hřídel hydromotoru. [31]

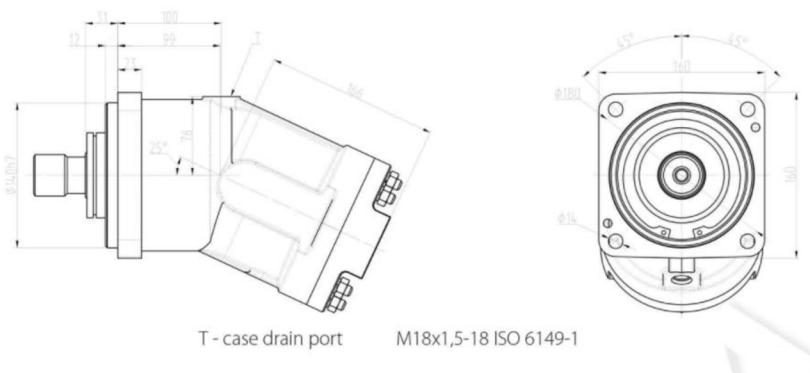


Obr. 41 Hydromotor šneku EMPT 200 [10].

6.8.2 HYDROMOTOR VENTILÁTORU

Z důvodu potřeby dosažení vyšších provozních otáček je pro pohon ventilátorového kola zvolen axiální hydromotor firmy Hydroma [10] (Obr.42). Axiální hydromotory disponují vyšší pořizovací cenou. Výhody těchto motorů jsou nižší hlučnost a velmi vysoký výkon vztážen na velikost hydromotoru. A proto byl tento typ pohonné jednotky upřednostněn oproti alternativě v podobě zubového hydromotoru.

310.3(4).80 Overall dimensions



Obr. 42 Hydromotor ventilátoru [10].

6.8.3 HYDROMOTOR OTOČE

Pro otoč je zvolen menší orbitový hydromotor s označením MP 125 [10], kde na tlakovém přívodu je škrčen průtok oleje z důvodu snížení rychlosti pohybu komínu a to umožňuje uživatelsky lepší nastavování polohy. Orbitový motor je zvolen z důvodu výborných hodnot kroutícího momentu při nízké frekvenci otáčení. Hydromotor otoče je zobrazen na obrázku 43.



Obr. 43 Hydromotor otoče [10].

6.8.4 POJISTNÝ VENTIL

Pro jištění hydraulického okruhu proti přetížení jsou použity stavitelné pojistné ventily od firmy Hydroma s kódem produktu V0720. Tyto ventily splňují základní požadavek na průtok ventilem. [10]

6.8.5 ROZVADĚČ

K řízení hydraulického okruhu je použit čtyřcestný třípolohový hydraulický rozvaděč ovládaný pomocí elektromagnetu od firmy Hydrolider [39]. Jedná se o rozvaděč s obtokem do odpadu. U tohoto typu rozvaděče je možnost zavření větve k hydromotoru a zároveň tlakový zdroj zůstává odlehčen.

6.8.6 RYCHLOSPOJKA

K propojení hydraulického okruhu přídatného zařízení a smykového nakladače je použita kuličková rychlospojka ISO 12,5 se závitem M22x1,5, který slouží k montáži rychlospojky na hadici. [18]

7 PEVNOSTNÍ KONTROLA

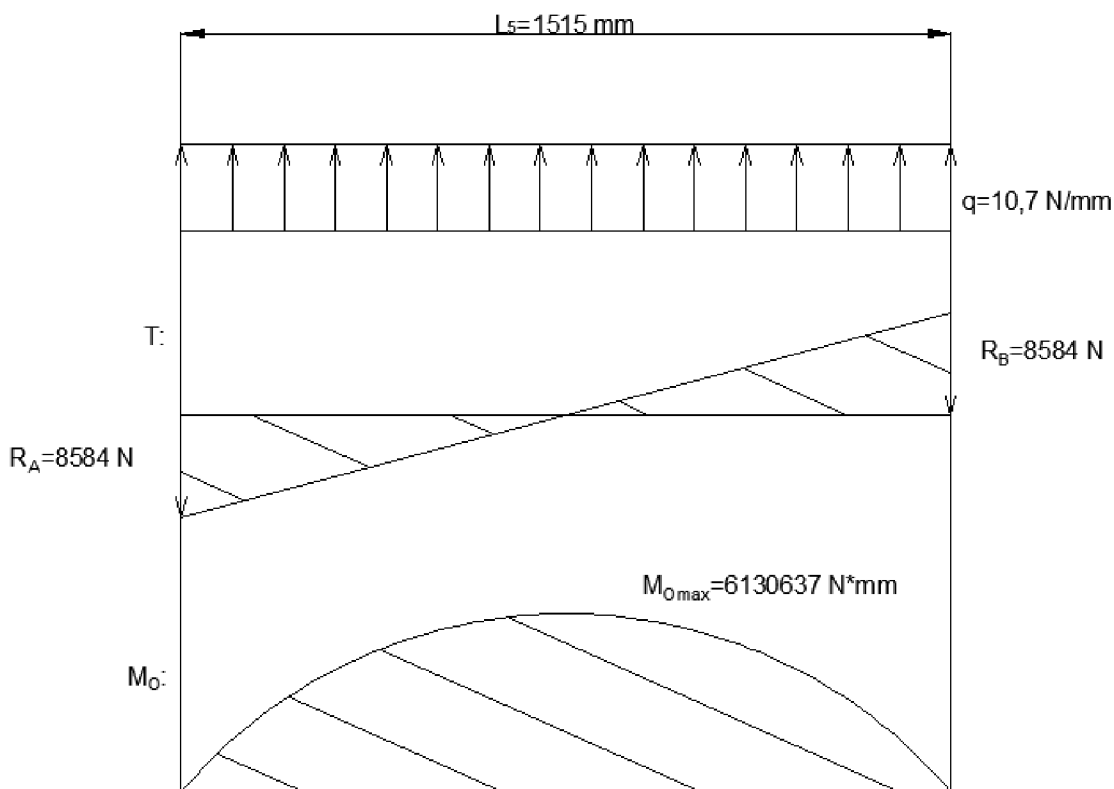
V prvním kroku je provedena pevnostní kontrola hlavní hřídele podávacího šneku na ohyb. V další části je provedená kontrola per na otláčení a výpočet trvanlivosti ložisek. Na závěr je vytvořena simulace zatížení podávacího šneku jako celku a posouzen rozdíl celkového napětí. Tato simulace je realizována v programu Autodesk Inventor 2020. Výpočet je řešen dle [2,3].

7.1 PEVNOSTNÍ KONTROLA HLAVNÍ HŘÍDELE PODÁVACÍHO ŠNEKU

U pevnostní kontroly hlavní hřídele podávacího šneku je nejprve nutné zjistit velikost síly, která na hlavní hřídel působí. K této síle je určen maximální ohybový moment, z kterého je spočítáno ohybové napětí.

7.1.1 ODVOZENÍ SÍLY NA ŠNEK

Pomocí výpočtu maximální síly, kterou je nakladač schopen přenést na vozovku, je odvozen vztah pro výpočet maximální síly, kterou je namáhán šnek v radiálním směru. Na obrázku 44 jsou zobrazeny výsledné vnitřní účinky.



Obr. 44 Výsledné vnitřní účinky.

$$T = m_n \cdot g \cdot f \quad (4)$$

$$T = 3300 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 17\,167,5 \text{ [N]}$$

$$T = 17\,168 \text{ [N]}$$

Kde: m_n	[kg]	hmotnost smykového nakladače
g	[m · s ⁻²]	tíhové zrychlení
f	[-]	součinitel tření mezi kolem smykového nakladače a vozovkou pro tento případ $f = 0,5$

Liniové zatížení hlavní hřídele šnekového podavače

$$q = \frac{T}{L_1} \quad (5)$$

$$q = \frac{17\,168}{1515} = 10,68 \text{ [N} \cdot \text{mm}^{-1}\text{]}$$

$$q = 10,7 \text{ [N} \cdot \text{mm}^{-1}\text{]}$$

Kde: L_1 [mm] Délka hlavní hřídele šnekového nakladače dle obrázku 44

Maximální ohybový moment na hlavním hřídeli podávacího šneku dle obrázku 44

$$M_{omax} = \frac{q \cdot L_1}{2} \cdot \frac{L_1}{2} \quad (6)$$

$$M_{omax} = \frac{10,7 \cdot 1515}{2} \cdot \frac{1515}{2} = 6130637 \text{ [N} \cdot \text{mm}\text{]}$$

$$M_{omax} = 6130637 \text{ [N} \cdot \text{mm}\text{]}$$

Maximální ohybové napětí

$$\sigma_{omax} = \frac{M_{omax}}{W_o} \quad (7)$$

$$\sigma_{omax} = \frac{6130637}{42939} = 143 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{omax} = 143 \text{ [MPa]}$$

Kde: W_o [mm³] kvadratický průřez v ohybu dle [32]

Bezpečnost

$$k = \frac{R_e}{\sigma_{omax}} \quad (8)$$

$$k = \frac{355}{143} = 2,48$$

$k = 2,48 > 1$ – bezpečnost vyhovuje

Kde: R_e [MPa] mez kluzu ze kterého je vyrobena hlavní hřídel podávacího šneku dle [32]

7.2 KONTROLA PER A VÝPOČET TRVANLIVOSTI LOŽISEK

Pera, která přenáší kroutící moment z hydromotoru hnaný šnek a ventilátor, jsou počítána na otláčení. Uložení hydromotoru ventilátoru a šneku jsou realizována pomocí ložisek z důvodu radiálního zatížení. U těchto ložisek je spočítána jejich trvanlivost.

7.2.1 KONTROLNÍ VÝPOČET PERA PRO POHON ŠNEKU

Pero je počítáno na otláčení mezi bokem drážky v náboji s perem. Nejprve je nutné spočítat kroutící moment, ten je počítán z úhlové rychlosti a výkonu. Poté je určen dovolený tlak, který je následně porovnán s tlakem, který působí mezi bokem drážky v náboji s perem.

Kroutící moment

Nejprve je nutné určit úhlovou rychlost. Z úhlové rychlosti a výkonu se následně vypočítá kroutící moment.

Úhlová rychlost

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot n_s \quad (9)$$

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot 350 = 2199 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

$$\omega_1 = 2199 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

Kroutící moment

$$M_{k1} = \frac{P_s}{\frac{\omega_1}{60}} \quad (10)$$

$$M_{k1} = \frac{14000}{\frac{2199}{60}} = 381 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_{k1} = 381 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

Dovolený tlak

$$p_D = p_o \cdot 0,6 \quad (11)$$

$$p_D = 150 \cdot 0,6 = 90 \text{ [MPa]}$$

$$p_D = 90 \text{ [MPa]}$$

Kde: p_o [MPa] základní hodnota tlaku

Kontrolní výpočet pera

$$p_D \geq \frac{2 \cdot M_{k1} \cdot 1000}{d_1 \cdot t_{11} \cdot (l_1 - b_1)} \quad (12)$$

$$90 \geq \frac{2 \cdot 381 \cdot 1000}{40 \cdot 3,1 \cdot (70 - 12)}$$

90 [MPa] \geq 87 [MPa] – Podmínka je v pořádku, nebude docházet k otláčení.

Kde: d_1 [mm] průměr hřídele u hydromotoru šneku $d_1 = 40$ [mm]

t_{11} [mm] hloubka drážky v náboji u hydromotoru šneku

l_1 [mm] délka pera u hřídele u hydromotoru šneku

b_1 [mm] šířka pera u hřídele u hydromotoru šneku

7.2.2 KONTROLNÍ VÝPOČET PERA VENTILÁTORU

Pero je počítáno na otláčení mezi bokem drážky v náboji s perem. Nejprve je nutné spočítat kroutící moment, ten je počítán z úhlové rychlosti a výkonu. Poté se určí dovolený tlak, který se následně porovná s tlakem, který působí mezi bokem drážky v náboji s perem.

Kroutící moment

Nejprve je nutné určit úhlovou rychlost. Z úhlové rychlosti a výkonu se následně vypočítá kroutící moment.

Úhlová rychlost

$$\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot n_v \quad (13)$$

$$\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot 1100 = 6911 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

$$\omega_2 = 6911 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

Krouticí moment

$$M_{k2} = \frac{P_v}{\frac{\omega_2}{60}} \quad (14)$$

$$M_{k2} = \frac{7000}{\frac{6911}{60}} = 60,77 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$M_{k2} = 61 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

Kontrolní výpočet pera

$$p_D \geq \frac{2 \cdot M_{k2} \cdot 1000}{d_2 \cdot t_{12} \cdot (l_2 - b_2)} \quad (15)$$

$$90 \geq \frac{2 \cdot 61 \cdot 1000}{35 \cdot 3,3 \cdot (40 - 10)}$$

90 [MPa] ≥ 35 [MPa] – Podmínka je v pořádku, nebude docházet k otláčení.

Kde: d_2 [mm] průměr hřídele u hydromotoru ventilátoru $d_2 = 35$ [mm]

t_{12} [mm] hloubka drážky v náboji u hydromotoru ventilátoru

l_2 [mm] délka pera u hřídele u hydromotoru ventilátoru

b_2 [mm] šířka pera u hřídele u hydromotoru ventilátoru

7.2.3 LOŽISKO U HYDROMOTORU

Ložisko je počítáno na jeho trvanlivost. Dle katalogu bylo zvoleno ložisko SKF 6014-2RS1.

Trvanlivost ložiska

$$L_{10} = \left(\frac{C_1}{R_B}\right)^a \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n_s} \quad (16)$$

$$L_{10} = \left(\frac{39,7}{8,584}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 350} = 4710 \text{ [hr]}$$

$$L_{10} = 4710 \text{ [hr]}$$

Kde: C_1 [kN] dynamická únosnost ložiska na straně u hydromotoru

7.2.4 TRVANLIVOST LOŽISKOVÉHO DOMKU

Ložisko je počítáno na jeho trvanlivost. Dle katalogu je zvolen typ FYTJ40TF.

Trvanlivost ložiska

$$L_{10} = \left(\frac{C_2}{R_A}\right)^a \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n_s} \quad (17)$$

$$L_{10} = \left(\frac{30,7}{8,584}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 350} = 2178 \text{ [hr]}$$

$$L_{10} = 2178 \text{ [hr]}$$

Kde: C_2 [kN] dynamická únosnost ložiska na straně u hydromotoru

7.2.5 TRVANLIVOST LOŽISKA VENTILÁTORU

Ložisko je počítáno na jeho trvanlivost. Dle katalogu byl zvolen typ SKF 6014-2RS1.

Trvanlivost ložiska

$$L_{10} = \left(\frac{C_1}{F_v}\right)^a \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n_v} \quad (18)$$

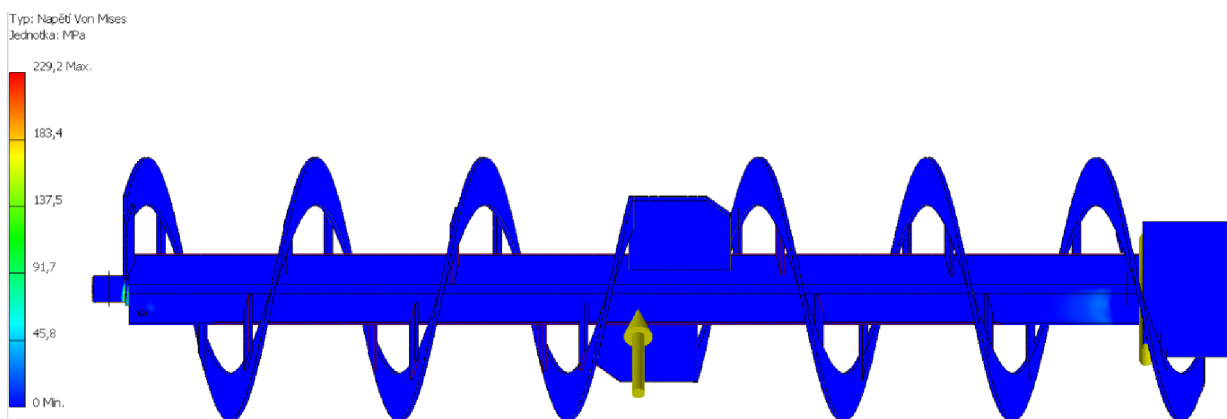
$$L_{10} = \left(\frac{39,7}{0,3}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1100} = 35\,112 \text{ [hr]}$$

$$L_{10} = 35\,112 \text{ [hr]}$$

Kde: F_v [kN] síla působící na ložisko šneku. V tomto případě je uvažována hmotnost ventilátoru a 10 kg hmotnosti sněhu. Proto $F_v = 300 \text{ [N]}$

7.3 KONTROLA ŠNEKU MKP

Pomocí Systémové aplikace pevnostních analýz v programu autodesk inventor proběhla simulace kombinovaného zatížení podávacího šneku. Tato analýza má sloužit k porovnání výsledků předešlého výpočtu napětí v ose šneku s reálným tělesem. Z důvodu, že by řešení kombinovaného napětí klasickou výpočetní metodou bylo velmi náročné je pro výpočet uvažován pouze ohyb osy. Při výpočtu, kde k zachycení ohybového napětí pouze osu šneku, je ohybové napětí rovno 143 MPa. Pokud se tato hodnota porovná s výsledkem kombinovaného napětí získané simulací, dojde se k závěru, že vliv smykového napětí a konstrukce šneku značně mění výsledné maximální napětí. Avšak toto kritické místo se neprojeví v ose šneku nýbrž v čepech. Tyto čepy jsou k ose připevněny pomocí nasunutí a pojištěny proti axiálnímu posuvu šroubovým spojem. A proto lze tyto součásti vyrobit z tepelně upravené oceli, která bude mít lepší mechanické vlastnosti.



Obr. 45 MKP kombinovaného namáhání podávacího šneku.

ZÁVĚR

Cílem práce byl konstrukční návrh sněhové frézy využívané jako přídavné zařízení smykového nakladače. V úvodu je provedeno základní rozdělení malých nakladačů a sněhových fréz. Následně proběhl rešeršní rozbor jednotlivých částí těchto zařízení a analýza produktů od různých dodavatelů. Další kapitola se věnuje funkčnímu výpočtu, díky kterému byly určeny základní parametry jednotlivých hydromotorů. V následujícím kroku je v práci rozebrán podrobný popis konstrukce sněhové frézy s komentem k jednotlivým dílům.

Následně proběhla pevnostní kontrola hřídele podávacího šneku, spojení hřídele s nábojem pomocí těsného pera a trvanlivost ložisek. U pevnostního výpočtu spojení hřídele hydromotoru a podávacího šneku byla zjištěna limitní bezpečnost. V případě vzniku nadměrného opotřebení je možné spojení pomocí těsného pera zaměnit za drážkovanou hřídel. Pro srovnání teoretického pevnostního výpočtu hřídele byla provedena simulace zatížení pomocí MKP, kde byl navíc zahrnut vliv celé konstrukce namáhaného šneku a dále je ve výpočtu navíc zohledněn vliv smykového napětí.

Práci by bylo možné rozšířit o simulaci průtoku materiálu sněhovou frézou a tím získat další parametry jako je hmotnostní průtok a odhazovaná vzdálenost. Dále by u sněhové frézy byla provedena analýza výrobní ceny. Na základě porovnání ekonomické náročnosti a parametrů průtoku a vzdálenosti odhozu materiálu, by byla pozouzena konkurenční schopnost tohoto zařízení na trhu.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] JEŘÁBEK, K., HELEBRANT, F., JURMAN, J., VOŠTOVÁ, V., Stroje pro zemní práce silniční stroje. 1. Vydání. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Strojní fakulta, 1996. 467 s. ISBN 80-7078-389-3.
- [2] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.
- [3] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R MISCHKE a Richard G BUDYNAS, VLK, Miloš, ed. Konstruování strojních součástí. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [4] ŠKOPÁN, Miroslav a GAJDŮŠEK Jaroslav, Teorie dopravních a manipulačních zařízení 1. Vydání. Brno: Ediční středisko VUT, 1988. 278 s.
- [5] Nakladače pro zemědělství. *MECHANIZACE ZEMĚDĚLSTVÍ* [online]. [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/nakladace-pro-zemedelstvi-vyhody-a-nedostatky/>
- [6] ŠKOPÁN, Miroslav, Hydraulické pohony strojů. 1. Vydání. Brno: Vysoká učení technické Ústav dopravní techniky. Fakulta strojního inženýrství, 2009. 166 s.
- [7] Sněhové frézy. *HONDA* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.hondastroje.cz/snehove-frezy/>
- [8] W132. *WACKER NEUSON* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: https://www.wackerneuson.com/en/us/products/wheel-loaders/articulated-wheel-loaders/model/wl32-1/fotka_2
- [9] Srovnávací test a recenze nejlepších sněhových fréz. *ARECENZE* [online]. [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <https://www.deere.ca/en/our-company/news-and-announcements/news-releases/2020/construction/2020oct14-snow-blowers/>
- [10] Hydromotory. *HYDROMA* [online]. [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.hydroma.cz/hydromotory/orbitove-hydromotory/ms/?fbclid=IwAR3DZ5BujnFpk2oWi4p3QOYP-zDojOD7Vf03Hyxzidu-4bznZgdPoC9kubo>
- [11] Nakladače a jejich členění. *KOHŮT* [online]. [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.kohut.cz/clanky/typy-kolovych-nakladacu/>
- [12] Snowhistory *HOMEGWI*. [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <http://home.gwi.net/~spectrum/snowhistory.html>,
- [13] Telescopic handler 560-80. *STOKKER*. [online]. [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: <https://www.stokker.com/telescopic-handler-560-80-ags-jcb/96414422>
- [14] DRAŽAN, František a JEŘÁBEK Karel. Manipulace s materiálem. Praha: SNTL, ALFA, 1979.

- [15] Příslušenství. *ZAHRADNÍ TRAKTORY* [online]. [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.seco-traktory.cz/prislusenstvi>
- [16] Přídavná zařízení. *KOVACO* [online]. [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.kovacoelectric.com/cs/attachments/snehova-freza?filterType=114&isAfterAjax=1>
- [17] Snow removal attachments. *VIRNIG* [online]. [cit. 2021-02-28]. Dostupné z: <https://www.virnigmfg.com/products/snow-removal/>
- [18] Smykový nakladač B861 a B961. *NOVOTNÝ* [online]. [cit. 2021-02-29]. Dostupné z: <https://www.loader.cz/cz/nase-vyrobky/smykovy-nakladac>
- [19] Sněhová fréza. *Best ČV* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://beststroje.cz/snehove-frezy>
- [20] Třístupňová sněhová fréza. *NAMIR* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://beststroje.cz/snehove-frezy>
- [21] Svejseslag Jobman. *KELLFRI* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.kellfri.dk/svejseslag-jobman>
- [22] Konstrukce, která zvyšuje vaše výnosy. *QUICKE* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: http://www.oblibene.com/userdata/shopimg/nakladace/file/Prospekty/prosp%20Quicke%20Dimension,%20Cz,%20r_%202011.pdf
- [23] Snow blower. *AVANT* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.avanttecno.com/us/attachments/snow-blower>
- [24] Sortiment ONLINE FERONA [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/>
- [25] Snow blower. *BOBCAT* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/eu/en/attachments/snow-blower/specs-options?referer=%2Fattachments%2Fcompact-track-loader-attachments&type=group>
- [26] Sněhové frézy na železnici. *HONZÍKOVY VLÁČKY* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <http://www.honzikovyvlacky.cz/2011/06/02/snehova-freza-na-zeleznici/>
- [27] Quick Snow-Away. *QUICK ATTACH* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://quickattach.com/products/quick-snow-away-2420xl-hydraulic-snowblower-2420xl-series>
- [28] ePřídavná zařízení. *KOVACO* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.kovacoelectric.com/cs/attachments/snehova-freza?typove-oznaceni=94180>
- [29] Company. *GF GORDINI* [online]. [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.gfgordini.com/en/azienda.aspx>

- [30] Sněhová fréza. *IRMED CONFLICTS* [online]. [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.armedconflicts.com/SOV-D-902-snehova-freza-t71890>
- [31] Hydromotory orbitové. *BASEKO* [online]. [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: https://www.ehydraulika.cz/hydromotory-orbitove/?gclid=CjwKCAjwy42FBhB2EiwAJY0yQiEHxUJ3FsSti8w3Bm-3kAEaeOJAiVmmxv9Z_nMfQfQ6S7d5LC09UhoC3TUQAvD_BwE
- [32] Hutní polotovary. *THE STEEL.COM* [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.thesteel.com/cz/Profily-uzavrene-ctvercove-S355J2H-za-studena-tvarene-T130300002?p=2>
- [33] John Deere debuts Single-Motor. *JOHN DEERE* [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.deere.ca/en/our-company/news-and-announcements/news-releases/2020/construction/2020oct14-snow-blowers/?fbclid=IwAR3e4R1FC43uQ9fpYekeC4bavVTiSEIT-1eT0Oq8B1Zt3BSBclNDxXY3Kbg>
- [34] *Attachment catalog: ZIEGLER CAT*. Caterpillar. Minnesota: zieglercat, 2020, 44s. Katalog příloh.
- [35] *Sněhová fréza: SB200*. Bobcat. Belgie: Bobcat, 2010, 184s. Návod k obsluze a údržbě.
- [36] *Hydraulic Snow Blower: High Flow Series*. Loftness. USA: Loftness Specialized Equipment, 2018, 52s. Uživatelská příručka a kniha náhradních dílů.
- [37] *Mateza: Ložiskové jednotky*. Mateza. Česká republika: Mateza spol s.r.o, 2018, 90s. Katalog produktů.
- [38] *Snow blower: Rotore*. Multione. Itálie: Multione, 2019, 14s. Seznam dílů.
- [39] Hydraulický 1 sekvenční rozvaděč. *HYDROLIDR* [online]. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: https://www.hydrolider.cz/cs_CZ/p/Hydraulicky-monoblokovy-rozvadec-1-sekcn-80L/7283
- [40] Polotovary z technických plastů. *TRIBON* [online]. [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: https://www.technicke-plasty-tribon.cz/?gclid=CjwKCAjwTJ2FBhAuEiwAIKu19iCxL4qRjdrOjVAVgVVa3AfFHmleJgoYEFYFqvm4o_L3JLNpZO_iBoxoCY4QQAvD_BwE

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

σ_{omax}	[MPa]	Maximální ohybové napětí
ω_1	[min ⁻¹]	Úhlová rychlost 1
ω_2	[min ⁻¹]	Úhlová rychlost 2
b_1	[mm]	Šířka pera u hřídele u hydromotoru šneku
b_2	[mm]	Šířka pera u hřídele hydromotoru ventilátoru
C_1	[kN]	Dynamická únosnost ložiska na straně u hydromotoru 1
C_2	[kN]	Dynamická únosnost ložiska na straně u hydromotoru 2
d_1	[mm]	Průměr hřídele u hydromotoru šneku
d_2	[mm]	Průměr hřídele u hydromotoru ventilátoru
f	[-]	Součinitel tření mezi kolem smykového nakladače a vozovkou
F_v	[kN]	Síla působící na ložisko šneku
g	[m·s ⁻²]	Tíhové zrychlení
k	[-]	Bezpečnost
L_l	[mm]	Délka hlavního hřídele šnekového nakladače
l_1	[mm]	Délka pera u hřídele u hydromotoru šneku
L_{10}	[hr]	Trvanlivost ložiska
l_2	[mm]	Délka pera u hřídele u hydromotoru ventilátoru
M_{k1}	[N·m]	Kroutící moment 1
M_{k2}	[N·m]	Kroutící moment 2
m_n	[kg]	Hmotnost smykového nakladače
M_{omax}	[N·min]	Maximální ohybový moment na hlavním hřídeli šnekového nakladače
n_s	[min ⁻¹]	Otáčky hydromotoru šneku
n_v	[min ⁻¹]	Otáčky hydromotoru ventilátoru
P	[kW]	Celkový výkon
p	[MPa]	Vstupní tlak
p_D	[MPa]	Dovolený tlak
P_s	[kW]	Výkon hydromotoru šneku
P_v	[kW]	Výkon hydromotoru ventilátoru
Q	[l·min ⁻¹]	Průtok oleje
q	[N·mm ⁻¹]	Liniové zatížení hlavního hřídele šnekového podavače
R_e	[MPa]	Mez kluzu
T	[N]	Síla na šneku
t_{11}	[mm]	Hloubka drážky v náboji u hydromotoru šneku

t_{12}	[mm]	Hloubka drážky v náboji u hydromotoru ventilátoru
$V_{oš}$	[cm ³]	Geometrický objem hydromotoru šneku
V_{Ov}	[cm ³]	Geometrický objem hydromotoru ventilátoru
W_o	[mm ³]	Kvadratický průřez v ohybu

SEZNAM PŘÍLOH

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkres sestavení	SNĚHOVÁ FRÉZA	A0-BP-21-0
Výkres svařence	PODÁVACÍ ŠNEK	A0-BP-21-2