



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

ANALÝZA PŘÍDAVNÝCH PRACOVNÍCH ZAŘÍZENÍ NAKLADAČŮ A TRAKTORŮ PRO VYUŽITÍ V KOMUNÁLNÍCH SLUŽBÁCH

ANALYSIS OF WORKING MECHANISMS EQUIPMENT OF LOADERS AND TRACTORS FOR
USE IN MUNICIPAL SERVICES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef David

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Josef David**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
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:

Analyza přídavných pracovních zařízení nakladačů a traktorů pro využití v komunálních službách

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analyza přídavných pracovních zařízení menších nakladačů a traktorů využívaných v komunálních službách. Přehled a porovnání technických parametrů zařízení vhodných zejména pro čištění komunikací v letním i zimním období. Porovnání universálnosti nakladačů a traktorů v této oblasti využití.

Cíle bakalářské práce:

Kritický rozbor jak s ohledem na konstrukční uspořádání jednotlivých konstrukčních řešení, tak i na provozní a technické parametry.

Hodnocení jednotlivých koncepcí.

Porovnání přídavných zařízení s ohledem na to, zda jsou určena pro nakladače nebo traktory.

Předpokládané směry vývoje v oblasti konstrukčních řešení.

Seznam doporučené literatury:

VANĚK, Antonín. Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha: Academia, 2003. Česká matice technická (Academia). ISBN 80-200-1045-9.

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.

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 rešeršní bakalářská práce se zabývá analýzou přídatných pracovních zařízení v komunálních službách. Jedná se o nejpoužívanější typy přídatných zařízení pro menší nakladače a traktory vhodné k čištění komunikací v letním a zimním období. V práci je zpracován přehled sněhových pluhů, sněhových fréz a zametačů s ohledem na jejich konstrukční principy, technické parametry a provozní vlastnosti, ze kterých je provedeno porovnání a zhodnocení s předpokladem dalšího směru vývoje. Na závěr práce je pojednáno o porovnání rozdílů přídatných zařízení s ohledem na to, zda jsou určena pro nakladač nebo traktor.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sněhové pluhy, sněhové frézy, zametače, nakladač, traktor, přídatné zařízení

ABSTRACT

This bachelor dissertation is a review and analysis of complementary work equipment in municipal service. The thesis is primarily concerned about smaller loaders and tractors in use of cleaning public areas and roads in summer and winter seasons. As a part of this dissertation is also review and comparison of snow plows, snow cutters and sweepers, considering their mechanical principles, technical parameters and operational properties. This information helps with assumption for next development. In conclusion, this is a comparison of differences, whether complementary work equipment are meant for loader or tractor.

KEYWORDS

Snow plows, snowblowers, sweepers, loader, tractor, complementary, work equipment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DAVID, J. Analýza přídavných zařízení nakladačů a traktorů pro využití v komunálních službách. Brno, 2021. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 50 s. Vedoucí 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 20. května 2021

.....

Josef David

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Miroslavu Škopánovi, CSc. za jeho čas, ochotu, cenné rady a odborné vedení při vypracovávání této práce.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Čištění komunikací.....	12
1.1 Zimní čištění komunikací	12
1.2 Letní čištění komunikací.....	12
2 Sněhové pluhy	13
2.1 Konstrukce sněhových pluhů.....	13
2.1.1 Břit radlice	14
2.1.2 Pohon mechanismu radlice	15
2.1.3 Ochrana pluhu	15
2.2 Přehled sněhových pluhů jednotlivých výrobců	16
2.2.1 Agrometall.....	16
2.2.2 Pronar	17
2.2.3 Matev	17
2.2.4 Bobcat.....	18
2.3 Porovnání sněhových pluhů podle vybraných parametrů.....	19
2.4 Zhodnocení sněhových pluhů	21
2.5 Předpokládaný vývoj sněhových pluhů	23
3 Sněhové frézy	24
3.1 Konstrukční uspořádání sněhových fréz.....	24
3.1.1 Jednostupňové sněhové frézy	25
3.1.2 Dvoustupňové frézy.....	25
3.2 Přehled sněhových fréz jednotlivých výrobců.....	26
3.2.1 Westa	26
3.2.2 Agrometall.....	27
3.2.3 Trejon	27
3.2.4 Bobcat.....	28
3.2.5 Kovaco.....	29
3.3 Porovnání sněhových fréz podle vybraných parametrů.....	29
3.4 Zhodnocení a předpokládaný vývoj.....	31
4 Zametače.....	32
4.1 Konstrukční řešení zametače	32
4.1.1 Válcový kartáč	33
4.1.2 Přimetací kartáč	33
4.1.3 Kropící zařízení	33
4.1.4 Pasivní zametač	34
4.2 Přehled vybraných výrobců zametačů	34
4.2.1 Agrometall.....	34
4.2.2 Pronar	35
4.2.3 Talex	36
4.2.4 Bobcat.....	36
4.2.5 Kovaco.....	37
4.3 Porovnání zametačů podle vybraných parametrů.....	37
4.4 Zhodnocení a předpokládaný vývoj.....	39

5	Porovnání přídatných zařízení.....	40
5.1	Porovnání s ohledem na uchycení zařízení	40
5.2	Porovnání s ohledem na pohon zařízení.....	41
Závěr	43
Použité informační zdroje	44
Seznam použitých zkratek.....	50

ÚVOD

V dnešní době rychlého rozvoje pozemní infrastruktury jsou kladeny vysoké nároky také na její údržbu. O správu komunálních ploch v podobě zpevněných komunikací, chodníků, městských parků nebo parkovišť spadá pod příslušné komunální služby, které garantují jejich údržbu. V komunálních službách se nejčastěji setkáváme se stroji v podobě traktorů nebo nakladačů, které za pomoci přídatných zařízení tento úkol pomáhají plnit. Pro menší obce je finančně velmi výhodné, jelikož výměnou přídatného zařízení jsou schopni provozovat rozdílné pracovní úkony. V zimním období se jedná zejména o odklizení sněhové vrstvy k bezpečnému použití komunikace. Z přídatných zařízení je využíváno především sněhových pluhů. Trh nám nabízí tyto nástroje v několika dostupných konstrukčních řešeních s ohledem na agregaci vlastního nosiče v komunálních službách. Vhodným přídatným zařízením při úklidu většího objemu sněhu jsou pak sněhové frézy, která jsou určena k efektivnímu odhozu sněhu za pomoci šnekové hřídele, která je poháněna mechanicky nebo hydraulicky, dle stroje, ke kterému je určena. V letním období čištění komunikací se nejčastěji setkáváme se zametacím zařízením, které je poháněno za pomoci kloubové hřídele traktoru nebo hydromotory pomocí hydraulické soustavy nakladače. Tímto zařízením jsou čištěny zejména usazeniny posypu vzniklé zimní údržbou, ale i jiné nečistoty v podobě listí, písku nebo drobných odpadků.

Tato práce, která byla vybrána z důvodu zájmu o poznání mechanizace oblasti komunální techniky. Má za cíl provést analýzu vybraných přídatných zařízení pro menší nakladače a traktory určené k čištění komunikací. Cílem analýzy je kritický rozbor jednotlivých přídatných zařízení s ohledem na konstrukční řešení, tak i na provozní a technické parametry. Dále provést zhodnocení jednotlivých koncepcí se závěrečnou diskusí nad předpokládaným vývojem zmíněných zařízení. Dalším cílem práce je pojednání o porovnání rozdílů přídatných zařízení s ohledem na to, zda jsou určena pro nakladač nebo traktor.

1 ČIŠTĚNÍ KOMUNIKACÍ

Podle zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích pod který spadá čištění komunikací, má vlastník povinnost zajistit dobrý technický stav v podobě údržby sjízdnosti a schůdnosti komunikace [1].

Dálnice a silnic I. třídy je vlastněna státem. Vlastníkem silnic II. a III. třídy spadají pod kraj, kde se komunikace vyskytují. Místní komunikace jsou majetkem jednotlivých obcí [1]. O údržbu komunikací mimo místní komunikace je údržba zajištěna ze strany příspěvkové organizace Správy silnic jednotlivých krajů. Narozdíl od místních komunikací, kde se údržbou zabírají obecní technické neboli komunální služby [2].

Mezi běžné úkony komunálních služeb je řazena nejen správa komunikací a dopravního značení, ale zejména čištění místních vozovek, chodníků nebo zpevněných okolí kulturních památek. Čištění komunikací je rozděleno dle daného ročního období na dva základní cykly, kterými jsou zimní (viz Obr.1) a letní (viz Obr.2) čištění komunikací [3].

1.1 ZIMNÍ ČIŠTĚNÍ KOMUNIKACÍ

Zimní údržba probíhá ze zákona v termínu od 1.listopadu do 31.března. Podle očekávání jsou během zimních měsíců zhoršeny klimatické podmínky. S příchodem sněhu a námrazy je nutné provádět posypy komunikací a odhrnování sněhové pokrývky. Následně zajistit odklizení vzniklých nánosů sněhové vrstvy, které se utvořily při vyhrnování. Nejpoužívanějšími přídatnými zařízení v komunálních službách pro zimní úklid komunikací jsou sněhové pluhy a sněhové frézy. Z toho důvodu byly vybrány pro bližší analýzu v dalších kapitolách [3].

1.2 LETNÍ ČIŠTĚNÍ KOMUNIKACÍ

Období letní údržby probíhá od 1. dubna do 31. října. Na jaře začíná rozsáhlým čištěním komunikací po předchozí zimě. Hlavní cílem je odstranit usazeniny a hrubé nánosy vzniklé z posypových materiálů. Mimo údržbu cest a chodníků spadá pod správu komunálních služeb také jiné zpevněné plochy, jako jsou například náměstí, parky nebo parkoviště. V této oblasti je nejvyužívanějším přídatným nástrojem pro nakladače a traktory zametací zařízení. Z tohoto důvodu byl vybrán k další analýze v této práci. Pro agregaci s nakladači se při letní údržbě můžeme setkat s hydraulickým vysokotlakým čističem. Z důvodu rozsahu práce a menší četnosti použití nebyl zahrnut k podrobnější analýze zařízení [3].



Obr. 1 Letní čištění komunikací [4]



Obr. 2 Zimní čištění komunikací [5]

2 SNĚHOVÉ PLUHY

Jedná se o zařízení, kde pracovní nástroj je v relativním klidu vůči jejímu nosiči. Hlavním úkolem sněhové radlice je odhrnout z vozovky nebo chodníku sněhovou vrstvu na kraj komunikace [6].

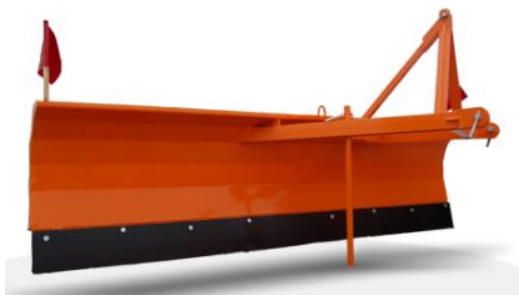
2.1 KONSTRUKCE SNĚHOVÝCH PLUHŮ

Sněhový pluh je tvořen odolnou ocelovou konstrukcí z důvodu velkého namáhání hlavně pokud je třeba odklízet těžký mokrý sníh. Tvar radlice je uzpůsoben tak, aby byl sníh dobře odváděn mimo dráhu pracovního stroje. Pluh je kromě radlice složen z několika dalších komponentů. Mezi které patří břit, hydraulický systém, bezpečnostní prvky nebo závěsný systém [7].

Toto přídatné zařízení je konstrukčně rozděleno podle tvaru radlice a místa jejího uchycení k tažným prostředkům [7].

- radlice zadní (viz Obr.3)
- radlice čelní rovná (viz Obr.4)
- radlice čelní šípová (viz Obr.5)
- radlice čelní variabilní

Jedním ze základních typů je sněhová radlice zadní. Je vhodná pro agregaci do zadního třibodového závěsu za traktor a slouží k odstranění běžného množství sněhu. Dalším typem jsou čelní radlice pevné, které jsou uchyceny před přední nápravou. Můžeme je najít v provedení rovného a šípového tvaru radlice. Čelní pluchy jsou vyráběny i v kombinovaném provedení, kdy pomocí hydraulických válců je možné natáčet jednotlivá křídla radlic do dílčích pracovních poloh. Tento typ konstrukčního řešení je označován jako pluh variabilní s proměnlivou geometrií radlice s nastavením pracovního úhlu od -30° po $+30^\circ$ [7].



Obr. 1 - Radlice zadní [8]



Obr. 2 – Radlice čelní [9]



Obr. 3 - Radlice šípová [10]

2.1.1 BŘIT RADLICE

Ke spodní oblasti konstrukce radlice je připevněn břit (viz Obr.5). Jedná se o nástroj, který je určen k přímému dotyku s vozovkou a slouží k odstranění nánosů z komunikace. Břit je ke konstrukci připevněn pomocí šroubů, které jsou skrz předvrtaný otvor v radlici a břitu opřeny o přítlačnou lištu a zajištěny šestihrannou maticí. Jedná se o jednoduché konstrukční řešení, které přináší výhodu v podobě snadné výměny břitu radlice. Z hlediska namáhání se však jedná o velmi kritické místo, kde dochází k časté deformaci spojovacího materiálu. Proto je zapotřebí důkladného ohledu na údržbu této namáhané části přídavného zařízení [11].



Obr. 5 - Pryžový břit radlice [11]

Z konstrukčního hlediska se můžeme setkat se třemi variantami provedení, které je rozděleno podle úhlu sevření břitu a vozovky. Záporná hodnota úhlu je využívána jen zřídka, například u velkých silničních pluhů nebo pluhů k zadní uchycení. Naopak kladný a nulový úhel břitu je konstruován mnohem častěji, zejména u menší mechanizace. Hlavním důvodem je snazší podebírání nánosů sněhu z vozovky. K tomu také pomáhá úkos, který je na břitu konstruován. Z konstrukčního řešení plyne výhoda v podobě nižšího výkonu nosiče, který je požadován [12].

Na trhu se nachází několik materiálů (viz Tab.1), ze kterých je břit vyroben. Jedná se o materiály s odlišnými vlastnostmi, díky kterým jsou taky rozdílné pořizovací ceny. Volba materiálu je volena vhodně k účelu aplikace pluhu a v závislosti na sněhových podmínkách [13].

Tab. 1 Materiály břitu [12] [13]

Materiál	Tvrдость	Vhodný úhel	Typ sněhu
Pryž	70 [°ShA]	40° až -5°	měkký
Ocel (tř. 11)	200 [HB]	20° až -5°	zmrzlý
Hardox	500 [HB]	20° až -5°	zmrzlý
Polyuretan	85 [°ShA]	30° až 0°	různý

V praxi je nejčastěji využíván břit z pryže, z důvodu jeho nízké pořizovací ceny a vhodných vlastností. Pryž zajišťuje ideální přilnutí k vozovce, aniž by komunikaci poškozoval. Touto vlastností je vhodný k odklizení sněhu ve městech, kdy případné poškození chodníku břitem je nemožné. Vznik rýh může způsobit ocelový břitem. Tento břit je vhodný pro odklizení zmrzlého sněhu. Otěruvzdornost oceli je mnohem menší, tímto zaručuje delší životnost břitu. Alternativou oproti pryžovým břitům jsou břity z polyuretanu. Disponují vysokou pružností, odolností proti otěru a tichým chodem. Dobré mechanické vlastnosti se odráží na vysoké ceně materiálu [12] [14].

2.1.2 POHON MECHANISMU RADLICE

V dnešní době je hydraulický obvod pro přídavné nářadí běžnou součástí základní výbavy strojů komunální techniky. Hydraulické ovládání radlice (viz Obr.6) je připojeno pomocí hydraulických hadic neboli rychlospojek na hydraulický obvod pracovního stroje. Hydraulickým zařízením je ovládáno zvedání nebo spouštění radlice. Hydraulickým systémem také provádíme nastavení jednotlivých pracovních poloh ramen [12] [15].

Nejčastěji se setkáváme s konstrukcí se dvěma dvojčinnými přímočarými hydromotory. Jednodušším provedením je pouze s jedním hydromotorem, které využívají jednoduché pluchy. Jeho funkce je omezená a umožňuje jenom čelní sklápění. Specifickým je také řešení u šípových radlic. Při použití dvou hydraulických okruhů a za pomoci vícecestného rozvaděče je možné pohybovat jednotlivými křídly zvlášť. Na trhu se setkáváme také s mechanickým nastavením polohy. Jedná se o elementární řešení, které umožňuje natočení radlice pouze do definovaných bodů. Tento systém je využíván především u malých pluhů pro zahradní traktory. Z důvodu vysokých nákladů při výrobě hydraulických komponentů přináší pluchy s použitím hydraulického zařízení nevýhodu v podobě pořizovací ceny [12] [15].



Obr. 6 - Hydraulický systém pluhu [15]

2.1.3 OCHRANA PLUHU

Ochrana před deformací sněhového pluhu při kontaktu s nerovností je zabezpečena prostřednictvím ocelové konstrukce radlice a přídavných bezpečnostních zařízení pluhu. Mezi ochrannými prostředky můžeme najít střížné kolíky, odpružení, ochranné prostředky v hydraulických systémech a přídavná kola nebo kluzáky. Zmíněné prostředky eliminují následky střetu radlice s nerovností na vozovce. Nejeefektivnější konstrukční řešení je odpružení pouze břitové části, kdy je zachována vysoká tuhost konstrukce [6] [12] [16].

2.2 PŘEHLED SNĚHOVÝCH PLUHŮ JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ

Do přehledu sněhových pluhů jsou zařazeni jedni z nejrozšířenějších výrobců sněhových pluhů pro český trh. Mezi vybrané značky patří Agrometall, Matev, Pronar a Bobcat. Výrobci byli vybráni také na základě dostatečného množství dostupných informací o jednotlivých produktech. V přehledu jsou zahrnuty pouze přídatné zařízení určené pro zapojení k menším traktorům nebo nakladačům prostřednictvím potřebného závěsného systému. Výběr se tak vztahuje na zařízení menších pracovních rozměrů a nižší hmotní kategorie, které jsou určeny k odstranění sněhu z komunálních ploch. V jednotlivých tabulkách výrobců jsou zobrazeny vybrané modely řad, které mohou být vyráběny i ve více rozměrových variantách. Technické parametry pluhů jsou udávány ve standartní neboli základní výbavě zařízení.

2.2.1 AGROMETALL

Prvním uvedeným výrobcem je česká společnost, která se od roku 1993 zabývá výrobou a prodejem komunální techniky, kterými jsou zametače, pluh, frézy nebo sypače. Firma vyniká nejrozšířenější distribucí pro Českou republiku. Kromě prodeje je garantován také případný servis techniky. I přes samostatnost výroby v českém prostředí, Agrometall dlouhodobě spolupracuje na vývoji se zahraničními firmami, jako je John Deere nebo Kuhn [17].

Firma vyrábí radlice pevné, šípové i s proměnlivou geometrií, jak pro čelní, tak i zadní závěsné systémy. Agrometall umožňuje volbu závěsného systému, a tak mohou být pluh použity pro různé tažné prostředky. V tabulce (viz Tab. 2) jsou zobrazené modely pluhů nabízející pracovní záběr od 1000 mm do 2500 mm s volbou vyhovujícího materiálu bříty, kterými může být hardox, pryž nebo polyuretan. Pluh je možné dovybavit přídatnými světly, opěrnými koly nebo plazy [17] [18].

Tab. 2 - Pluh výrobce Agrometall [19] [20] [21] [22]

Model		ZR-M	ZRH-M	OR-L	OR-M	SR-M
Počet variant	[-]	5	3	5	7	3
Typ radlice	[-]	zadní	zadní	čelní	čelní	šípová
Pracovní záběr	[mm]	1300-2000	1500-2000	1000-1600	1300-2500	1300-2000
Hmotnost	[kg]	115-150	235-260	105-135	200-270	225-255
Natočení radlice	[°]	30	±30	±30	±30	±30
Hydraulické ovládání	[-]	ne	ano	ano	ano	ano
Úhel bříty	[°]	45	45	20	45	0
Pracovní rychlost	[km/h]	20	15	15	15	20
Výkon nosiče	[kW]	25-50	25-55	15-35	25-55	20-55

2.2.2 PRONAR

Polská firma Pronar se řadí mezi významné výrobce přídavných zařízení pro komunální techniku. Od roku 1988 se zabývá rozsáhlou výrobou strojů a přídavných zařízení nejen v komunální technice, ale i v zemědělství. Společnost má vybudovanou úspěšnou síť prodejců ve více než 60 zemích světa, včetně České republiky. U nás se jedná o nejrozšířenějšího polského distributora přídavných nástrojů pro komunální služby [23].

V tabulce (viz Tab.3) jsou zobrazeny technické parametry vybraných výrobních řad pluhů značky Pronar. Uvedené čelní pluchy s rovnou radlicí o záběru 1400 až 2190 mm, které mají dvě pracovní polohy ovládané hydraulickým systémem. U čelních šípových pluhů dosahuje pracovní záběr délky až 2000 mm, kde poloha radlice lze nastavit ve čtyřech různých pracovních úhlech. V základním provedení je k radlici připevněn pryžový břit, který lze nahradit za břit ocelový. Agregace může být volena podle druhu energetického nosiče. Výbavu pluhu lze doplnit přídavnými koly nebo světelnou instalací [24].

Tab. 3 - Pluchy výrobce Pronar [24]

Model		PU 1400	PU 2200E	PUV	PU 1700	PUV-M
Počet variant	[-]	1	1	2	1	4
Typ radlice	[-]	čelní rovná	čelní rovná	šípová	šípová	šípová
Pracovní záběr	[mm]	1400	2190	1400-1600	2080	1350-2000
Hmotnost	[kg]	170	230	155-200	280	131-183
Natočení radlice	[°]	±25	±28	±30	±30	±30
Hydraul. ovlád.	[-]	ano	ano	ano	ano	ano
Úhel břitu	[°]	0	0	-	-	-
Prac. rychlost	[km/h]	10	10	10	10	10
Výkon nosiče	[kW]	22-30	35-50	22-30	22-40	22-37

2.2.3 MATEV

Firma Matev patří mezi přední výrobce v oblasti komunální techniky. Jedná se o společnost s více než čtyřicetiletou praxí se sídlem v německém Landgenzen. Jejich sortiment inovativních produktů je složen z široké nabídky mechanizace pro komunální a zemědělské využití. Matev úzce spolupracuje s výrobcem mechanizace John Deere [25].

Matev nabízí pluchy (viz Tab.4), které jsou určeny pro třibodový závěs nebo vhodný závěsný systémem pro nakladače. Jsou vyráběny v několika provedeních s pracovní šířkou od 1300 mm do 1640 mm. Pluchy jsou vybaveny hydraulickým systémem, který kromě manipulace s radlicí ovládá také výkyvný mechanismus, který předchází deformaci radlice. Systém při nájedu na nerovnost sklopí dělený břit, aniž by došlo k jeho poškození. Po překonání překážky je břit opět vrácen do původní pracovní polohy. Břity jsou vyrobeny z hardoxu, pro jiné podmínky je možné zvolit břity pryžové nebo z polyuretanu [26].

Tab. 4 - Pluhy výrobce Matev [27] [28]

Model		FB	SRM SF	SRM VP
Počet variant	[-]	4	5	2
Typ radlice	[-]	čelní rovná	čelní rovná	šípová
Pracovní záběr	[mm]	1300-1600	1400-2200	1300-1640
Hmotnost	[kg]	103-110	188-277	150-180
Natočení radlice	[°]	±25	±30	±26
Hydraulické ovládání	[-]	ano	ano	ano
Úhel bříty	[°]	0	0	-
Výkon nosiče	[kW]	20	17-42	16-36

2.2.4 BOBCAT

Americký výrobce Bobcat je jeden z nejrozšířenějších výrobců stavebních strojů. Firma byla založena roku 1947 v Severní Dakotě. Jeden ze tří centrálních závodů, které leží v Číně nebo Francii, se nachází také v České republice v Dobříši. Bobcat poskytuje zvláště smykem řízené nakladače, kompaktní rypadla nebo teleskopické manipulátory. V sortimentu nabízí také široký výběr z přídatných hydraulických zařízení [29].

V tabulce (viz Tab.5) jsou zobrazeny technické parametry dvou řad pluhů, které jsou k dispozici v několika velikostních variantách. Jedná se o čelní pluhy s rovnou nebo šípovou radlicí určené pro menší čelní nakladače s čelním uchycením Bob-Tach. U rovné radlice je možné nastavit pracovní úhel záběru s hydraulickým natočením až 30°. U pluhu typu Blade-V je umožněno hydraulicky nastavit pět pracovních poloh. Pluhy jsou vybaveny ochranným odpružením bříty. Břit pluhu je vyroben z hardoxu, je však možné jej nahradit břitem gumovým. Pluhy Bobcat lze dovybavit krajními anténami, které ve sněhu zvýrazňují hranu radlice [29].

Tab. 5 Pluhy výrobce Bobcat [29]

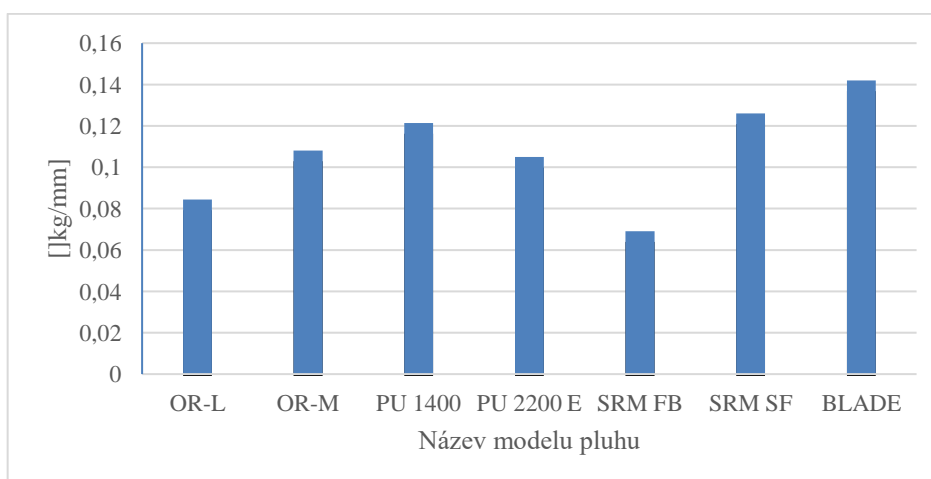
Řada		BLADE	BLADE-V
Počet variant	[-]	4	3
Typ radlice	[-]	čelní rovná	šípová
Pracovní záběr	[mm]	1320-2100	1340-1880
Hmotnost	[kg]	263-299	331-385
Natočení radlice	[°]	±30	±30
Hydraulické ovládání	[-]	ano	ano
Výkon nosiče	[kW]	45-85	45-85

2.3 POROVNÁNÍ SNĚHOVÝCH PLUHŮ PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

Je vytvořen výběr pluhů (viz Tab.6) od výše zmíněných výrobců, které jsou určeny pro menší traktory a nakladače k úklidu sněhu z obecních komunikací a chodníků. V tabulce jsou obsaženy pouze pluhy s rovnou radlicí, které jsou vybaveny hydraulickým ovládním. Zařízení jsou navzájem porovnávána podle poměru největší hmotnosti dané varianty modelu pluhu a maximálního možného pracovního záběru radlice. Z vypočtených poměrů je vytvořeno grafické porovnání hodnot (viz Obr.7).

Tab. 6 Vybrané pluhy s rovnou radlicí k porovnání

Výrobce	Model	Typ radlice	Pracovní záběr	Hmotnost	Výsledný poměr
[-]	[-]	[-]	[mm]	[kg]	[kg/mm]
Agrometall	OR-L	čelní rovná	1600	135	0,084
Agrometall	OR-M	čelní rovná	2500	270	0,108
Pronar	PU 1400	čelní rovná	1400	170	0,121
Pronar	PU 2200 E	čelní rovná	2190	230	0,105
Matev	SRM FB	čelní rovná	1600	110	0,069
Matev	SRM SF	čelní rovná	2200	277	0,126
Bobcat	BLADE	čelní rovná	2100	299	0,142



Obr. 7 Graf poměru hmotnosti k pracovnímu záběru rovných pluhů

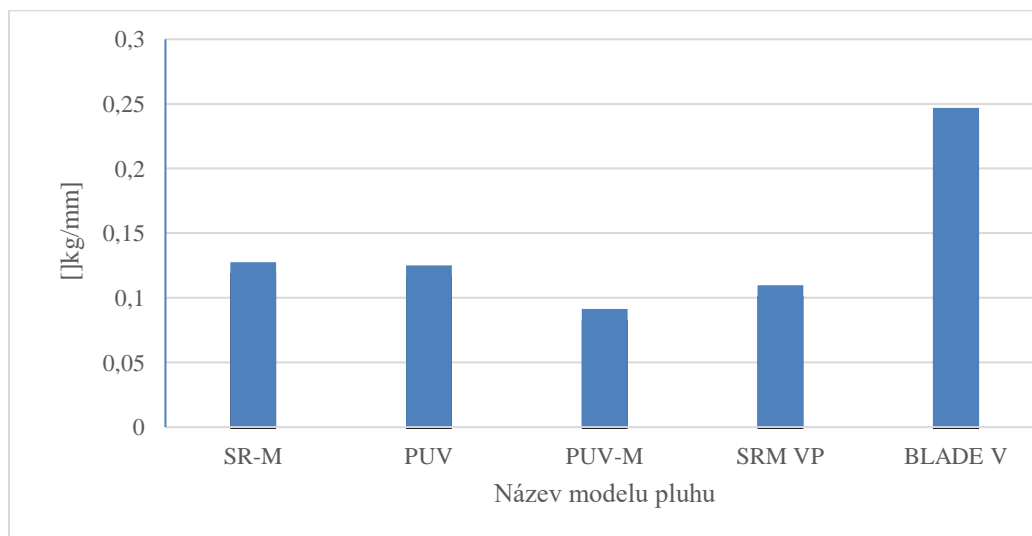
Výsledný graf zobrazuje největší poměr u pluhu modelu BLADE. Vysokou hodnotu poměru mají také modely SRM SF a PU 1400. Výsledný poměr vyjadřuje počet kilogramů na jeden milimetr pracovní šířky. Pluhy s větším poměrem budou prokazovat vyšší přilnavost k vozovce. Tato vlastnost bude mít pozitivní účinek pro důkladnější odstranění sněhu, zejména zmrzlé vrstvy. Při vyšším přitlaku radlice však dochází k většímu opotřebení břitů. Jak je možno vidět, nejmenší poměr byl zjištěn u pluhu SRM FB firmy Matev. Nižší poměr znázorňuje menší hmotnost radlice na milimetr pracovního záběru. Jelikož je spotřeba paliva přímo závislá na

celkové hmotnosti nástroje, tak čím nižší tento poměr je, tím nižší bude také spotřeba. Z hlediska tohoto poměru by se mohlo jednat o nejúspornější model pluhu s rovnou radlicí.

V tabulce (viz Tab.7) jsou obsaženy vybrané pluhu, již zmíněných výrobců, které jsou určeny pro menší traktory a nakladače v komunálních službách. V tabulce jsou obsaženy pluhu s šípovou radlicí, kterou můžeme hydraulickým ovládním nastavit až do pěti pracovních poloh. Pluhu jsou navzájem porovnány dle poměru největší hmotnosti daného modelu a maximální pracovní šířky radlice.

Tab. 7 Vybrané pluhu s šípovou radlicí k porovnání

Výrobce	Model	Typ radlice	Pracovní záběr	Hmotnost	Výsledný poměr
[-]	[-]	[-]	[mm]	[kg]	[-]
Agrometall	SR-M	čelní šípová	2000	255	0,128
Pronar	PUV	čelní šípová	1600	200	0,125
Pronar	PUV-M	čelní šípová	2000	183	0,091
Matev	SRM VP	čelní šípová	1640	180	0,110
Bobcat	BLADE V	čelní šípová	1340	331	0,247



Obr. 8 Graf poměru hmotnosti k pracovnímu záběru šípových pluhů

Graf na obrázku (viz Obr.8) zobrazuje, že největšího poměru dosahuje pluh od firmy Bobcat, který je určen pouze pro nakladače. Výrazného rozdílu je dosaženo z důvodu velké hmotnosti pluhu BLADE V. Druhého největšího poměru dosahují modely SR-M a PUV, které mají téměř shodné hodnoty. Nejnižší hodnota poměru, která vyjadřuje počet kilogramů na jeden milimetr pracovní šířky je vypočtena u šípového pluhu PUV-M polské firmy Pronar. Z hlediska úspory paliva a opotřebování britu by se mohlo jednat o nejúspornější pluh s ohledem na pracovní šířku šípové radlice. Tento pluh je zobrazen na závěr kapitoly

2.4 ZHODNOCENÍ SNĚHOVÝCH PLUHŮ

Sněhové pluhy jsou jedním z nejrozšířenějších přídatných zařízení v komunálních službách. Široký sortiment umožňuje výběr z několika konstrukčních řešení, kdy na základně vlastního pracovního stroje v příslušných komunálních službách je zvolen optimální sněhový pluh. Pluh je vybírán na základně několika kritérií. Prvním z kritérií je daný závěsný systém, do kterého je nástroj upnut před zahájením pracovního úkonu. Dalším kritériem, podle kterého je zvolen vhodný pluh je výkon nosiče. Při nedodržení předepsaného výkonu pracovního stroje pro daný pluh, mohou nastat dva případy kolize. Při nedostatečném výkonu nosiče může dojít ke ztrátě požadované funkčnosti nástroje pluhu nebo dokonce k deformaci závěsného zařízení. V opačném případě při zapojení nástroje dimenzovaného pro menší výkon nosiče může dojít z důvodu silného pohonu k nevratnému poškození sněhového pluhu.

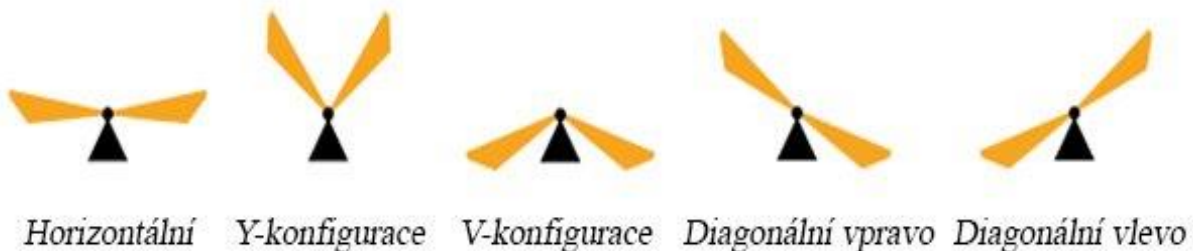
Prioritou většiny výrobců je daný model pluhu poskytovat pro co nejširší volbu upínacích zařízení, tak aby byla zaručena co největší kompatibilita. Nejrozšířenějším pracovním nosičem pro údržbu obecních prostorů v komunálních službách jsou menší traktory. Z tohoto důvodu jsou nejčastěji uváděnou agregací v základním provedení třibodové závěsné systémy. Ačkoli jsou komunální traktory vybaveny předním i zadním závěsným systémem. Tak v oblasti údržby komunikací se nejčastěji setkáváme s aplikací čelních pluhů, kdy je pracovní nástroj upevněn do předního třibodového závěsného systému. Důvodem aplikace toho typu konstrukčního řešení je dáno tím, že po upnutí čelního pluhu můžeme do zadního třibodového závěsu přidat další přídatné zařízení v podobě rozmetadla posypových materiálů (viz Obr.9), jelikož při údržbě je za potřeby komunikaci nejen vyhrnout, ale taky provést posyp štěrkem nebo solí, aby byla zaručena bezpečná schůdnost komunikace. Kombinací těchto dvou přídatných zařízení je docíleno vysokého zefektivnění, které přináší ušetření času obsluhy stroje a celkové spotřeby paliva energetického nosiče. Aplikace zadních sněhových pluhů se v oblasti komunálních služeb vyskytuje ojediněle. Tyto zadní sněhové pluhy jsou využívány převážně u tažných traktorů určených k úklidu silnic vyšších tříd.



Obr. 9 Kombinované připojení pluhu a rozmetače k malotraktoru [30]

V dnešní době jsou již nosné stroje neodmyslitelně vybaveny hydraulickým zařízením, které se pomocí rychlospojek propojujeme se sněhovými pluhy, aby byla zjednodušena manipulace pluhu. Dokazuje to také to, že po provedeném průzkumu trhu je nabídka pluhů s mechanickým nastavením polohy pro komunální služby ojedinělá. Mechanicky nastavitelné pluhy spadají spíše do kategorie zahradní techniky. Díky hydraulickým systémům nám výrobci nabízejí

sněhové pluh s nastavitelnou pracovní polohou. Šípové pluh s proměnlivou polohou se zdají být ideální volbou pro využití v komunálních službách, právě z důvodu nastavení polohy radlice až v pěti pracovních konfiguracích (viz Obr. 10). Tyto změny pracovní polohy je možné využít za provozu nástroje, kdy se během údržby zejména chodníků a městských ploch setkáváme s nejrůznějšími překážkami například v podobě sloupků, značek, laviček nebo pouličních lamp. Konstrukce s využitím dvou hydraulických okruhů se z důvodu ceny hydraulických komponentů odráží na vyšší ceně produktu, která dosahuje až dvojnásobné výše než u pluhů s přímou radlicí. Proto pro obce s cenovým omezením mohou být nejlepší volbou tyto pluh s přímou radlicí. Pro materiál břitu komunálního pluhu je nejvhodnější volbou pryž. Je to dáno z důvodu nižší ceny materiálu, snadné výměny břitu a také díky dobré přilnavosti bez nežádoucího vzniku rýh na městských dlažbách a chodnících.



Obr. 10 Schéma pracovních konfigurací pluhu s proměnlivou geometrií [31]

V širokém sortimentu také lze najít zastoupení sněhových pluhů pro smykem řízené nakladače, pásové nakladače a kloubové nakladače, které jsou častěji využívány k lehčím zemním pracím než pro údržbu komunikací. Díky menším provozním rychlostem jsou i nakladače vhodné k odhrnování sněhu na ploše s menší rozlohou. Většina výrobců poskytuje vhodný závěsný systém, díky kterým je pluh možné upnout do závěsných desek daného nakladače. K nakladači můžeme přidavné zařízení připojit pomocí jejich specifických závěsných systémů daných firm. Jako například u firmy Bobcat používán systém Bob-tach.



Obr. 11 Nakladač se sněhovým pluhem [32]

2.5 PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ SNĚHOVÝCH PLUHŮ

Po provedené analýze a návštěvě několika středisek komunálních služeb je vývoj sněhových pluhů přepokládán v oblasti konstrukčního řešení. Jedná se zejména o konstrukci rámu, kde bylo zaznamenána náchylnost k porušení svaru konstrukce při nárazu radlice s nerovností. Je tak možné předpokládat drobné úpravy konstrukce nosných ramen, vyšší důraz na volbu kvality materiálu nebo úpravu technologického postupu výroby. Tato oblast dále předpokládá další vývoj mechanismů určených právě k ochraně pluhu před kolizí s nerovností. Jedná se o navázání vývoje výkyvných systémů a mechanismů založených na odpružení radlice pružinami.

Z hlediska toho, že se výrobce snaží zaručit, co největší kompatibilitu výrobku. Například výrobce Agrometall umožňuje po vzájemné komunikaci upravit konstrukční řešení daného nosiče pro požadavky zákazníka. To znamená, že dokáže vytvořit nosič pro pluh, který nepodléhá žádné normě. Další oblastí vývoje se také zaměřuje nově vznikající závěsné systémy. Zejména v oblasti pro elektronické multifunkční vozy komunálních služeb. Tyto nosiče se vyskytují čím dál častěji. Důvodem je nulový dopad na životní prostředí při výkonu stroje, se kterým souvisí dotační programy Evropské unie, do kterých se obce zapojují.



Obr.12 Sněhový pluh Pronar PUV-M [24]

3 SNĚHOVÉ FRÉZY

Sněhové frézy jsou využívány k odstranění sněhu z míst se zpevněným podkladem jako jsou chodníky, silnice nebo parkoviště. Principem sněhové frézy je práce v hlubokém sněhu, kdy fréza sníh z komunikace odřízne a odhodí na místo tomu určené. U sněhových fréz je osa kolmá ke směru pohybu. Tak fréza plně využije svého výkonu při úklidu sněhu [6].

3.1 KONSTRUKČNÍ USPOŘADÁNÍ SNĚHOVÝCH FRÉZ

Se sněhovými frézami se můžeme setkat, jak v podobě přídavného zařízení (viz Obr.14), tak i v podobě jednoúčelového stroje (viz Obr.13). Z konstrukčního hlediska jsou frézy rozděleny na jednostupňové a dvoustupňové. Rozdíly v konstrukčním řešení najdeme u konstrukce frézy nebo způsobu nabírání a odhozu sněhu. Podrobnější rozbor konstrukčního řešení jednotlivých fréz je popsán v samostatných kapitolách 3.1.1 a 3.1.2 [33].

Princip sněhových fréz je založen na rotaci hnací hřídele s lopatkovým šnekem. Šneková hřídel, kterou nazýváme také šnekovnice je v konstrukci uložena v ložiskách. Tyto šnekovnice se mohou u jednotlivých výrobců mírně lišit svým tvarem, z důvodu vývoje konstrukčního řešení komponentu. Lopatky jsou zakončené břitem z hardoxu, které slouží k rozřezávání a náběru sněhu. Pohon šnekovnice je zajištěn nosným zařízením. První variantou je pohon přídavného zařízení pomocí vývodové hřídele traktoru. V obvyklém provedení jsou otáčky hřídele dimenzovány na 1000 pravotočivých ot/min. Setkat se však můžeme i s vývodovou hřídelí o otáčkách 540 ot/min nebo levotočivou orientací otáček. Tyto vývodové hřídele lze použít za předpokladu vestavěného měniče otáček převodovky nebo otočením vývodové hřídele traktoru. Druhou alternativou pro pohon sněhových fréz je hydromotor, který je připevněn přímo na přídavném zařízení. Pro použití hydromotoru musí mít nosič k dispozici hydraulický okruh, který pohon zajišťuje. Přídavný nástroj je s nosičem propojen prostřednictvím hydraulických hadic, ve kterých obíhá požadovaný průtok oleje za minutu při určitém tlaku v hydraulickém okruhu [33] [34].



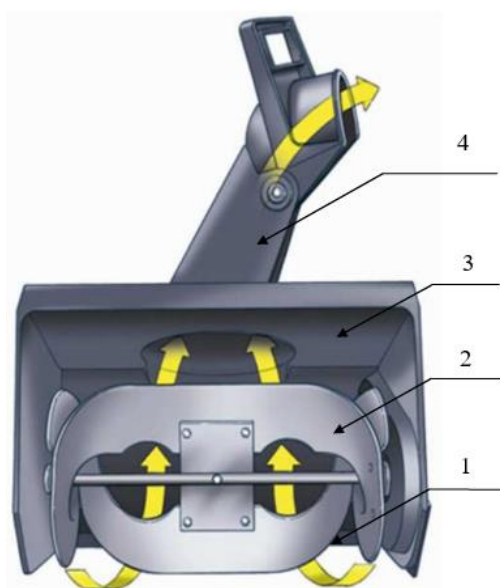
Obr. 13 Jednoúčelová zařízení [35]



Obr. 14 Přídavné zařízení [36]

3.1.1 JEDNOSTUPŇOVÉ SNĚHOVÉ FRÉZY

Jednostupňové provedení (viz Obr.15) je konstrukčně zaleženo na použití pouze jednoho stupně, takzvaného šneku. Lopatkový šnek je tvořené z lopatek oblého tvaru. Sníh je nabrán pomocí rychlé rotace lopatek a skrz odhozový komín vyhozen. Tento systém není příliš náročný na výkon motoru, a proto se nejčastěji s jednostupňovými frézami setkáváme v podobě jednoúčelových nástrojů. Pohon je vytvářen spalovacími nebo elektrickými motory o výkonu kolem 5 kW. Výhodou jednostupňové frézy je menší velikost a nižší hmotnost stroje, tyto vlastnosti zaručují lepší ovladatelnost a dostupnost do méně přístupných míst. Z hlediska těchto vlastností, které plynou z konstrukčního řešení je využití jednostupňové sněhové frézy vhodné pro úklid sněhu na mále rozloze [37].

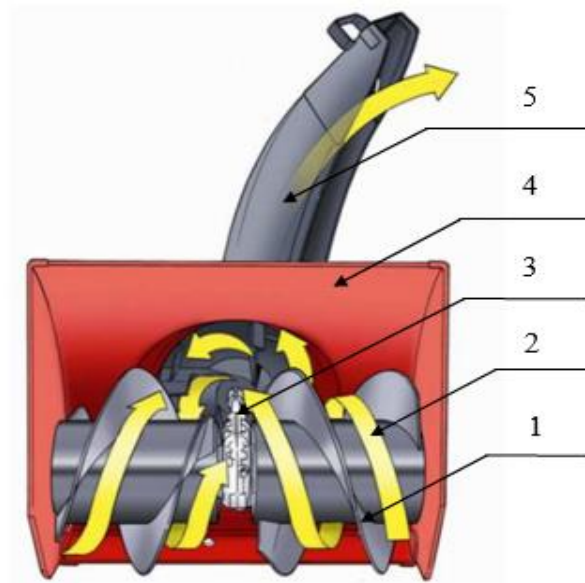


Obr. 15 Schéma jednostupňové frézy [38]

1 - frézovací nůž, 2 - lopatkový šnek, 3 - kryt, 4 – odhozový komín

3.1.2 DVOUSTUPŇOVÉ FRÉZY

Z konstrukce, která je zobrazena na obrázku (viz Obr.16) je patrné, že u dvoustupňové sněhové frézy je použito dvou stupňů, a to v podobě šneku a rotoru. V prvním stupni je upevněn dělený šnek, který za pomoci pohonu přes převodovku sníh přihrne do míst vyhazovacího rotoru, kterým je následně odhozovým komínem vyhozen. Tento systém nám garantuje vyšší výkon, který zvládá odstranit i ztuhlý sníh. Z konstrukčního hlediska se na trhu můžeme setkat s frézami jednoúčelovými nebo v podobě přídavného zařízení. Výkon přídavného zařízení je poháněn pomocí vývodové hřídele traktoru nebo hydraulickou soustavou nosného vozidla. Ústrojí frézy je z bočních stran chráněno skříní. Na stranách skříně je fréza dovybavena nastavitelnými kluzáky, které slouží k vymezení výšky mezi frézovacím nožem a povrchem komunikace [37].



Obrázek 16 Schéma dvoustupňové sněhové frézy [38]

1 - frérovací nůž, 2 - lopatkový šnek, 3 – bubna rotoru, 4 - kryt, 5 - odhozový komín

3.2 PŘEHLED SNĚHOVÝCH FRÉZ JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ

Do přehledu sněhových fréz jsou zahrnuti výrobci, které mají rozsáhlou distribuci pro Českou republiku. Jmenovitě se jedná o firmy Westa, Agrometall, Trenoj, Bobcat a Kovaco. Jsou to značky zahraničního i tuzemského původu, které uvádí dostatek technických informací, které lze získat prostřednictvím internetových stránek nebo katalogů. Ve výběru jsou uvedeny pouze dvoustupňové sněhové frézy, které jsou vhodné pro úklid sněhu v komunálních službách. Jsou to tedy frézy menších rozměrů a nižších hmotnostních kategorií, které jsou uzpůsobené pro připojení k traktoru nebo nakladači. V kategorii pro traktory hovoříme o zařízeních s tříbodovým závěsným systémem a poháněné mechanicky vývodovou hřídelí. Druhou kategorií tvoří sněhové frézy poháněné hydraulickým pohonem s upevněním pro nakladače.

3.2.1 WESTA

Jedná se o Německou společnost, která se od roku 1981 zabývá výrobou sněhových fréz pro mezinárodní trh. Sortiment nabízí široké množství fréz pro použití v horském, městském nebo letištním prostředí [39].

V tabulce (viz Tab.8) jsou uvedeny technické parametry dvoustupňových fréz v základním provedení. Každý model je vyráběn ve více variantách, kdy se liší pracovní šířka a hmotnost zařízení. Vybrané frézy je možné připojit k pracovnímu stroji s tříbodovým závěsem nebo vhodnou upínací deskou pro nakladače. U základní konfigurace je fréza poháněna vývodovou hřídelí traktoru pro 1000 ot/min. V případě hydraulického pohonu je požadován výkon průtoku od 40 l/min do maximální výše 120 l/min při 350 barech. Směr odhozového komínu je ovládán hydraulickým systémem, který lze natáčet o 280°. Ochrana u modelů 36-L,4550 a 550 proti přetížení zajišťuje pomocný střížný kolík na kloubové hřídeli. U modelu 5560 a 650 je zabezpečení provedeno skrze střížnou spojku ve frérovacím bubnu [40].

Tab.8 Sněhové frézy výrobce Westa [40]

Model		36-L	4550	550	5560	650
Počet variant	[-]	3	4	4	5	5
∅ šneku	[mm]	360	450	550	550	650
∅ metacího kola	[mm]	420	500	500	600	600
Pracovní šířka	[mm]	1200-1600	1200-1600	1100-1700	1500-2100	1400-2200
Hmotnost	[kg]	220-300	305-335	350-400	400-585	510-670
Výkon nosiče	[kW]	15-35	18-44	20-55	25-66	30-75

3.2.2 AGROMETALL

Do výběru výrobců sněhových fréz je zahrnut jeden, z již výše zmíněných výrobců komunální techniky. Český výrobce Agrometall v sortimentu nabízí 3 modely sněhových fréz, které jsou dostupné ve variantě UZ nebo UH (viz Tab.9). Označení UZ slouží k agregaci pro třibodový závěsný systém s provedením pro pohon přední vývodovou hřídelí traktoru. Varianta UH značí připojení pro nakladače, kde pohon bude zajištěn hydromotorem s požadovaným průtokem oleje 40 l/min a 16 MPa tlaku v hydraulické soustavě. Potřebné natočení komína lze korigovat pomocí hydraulického nebo elektrického zařízení, a to až o 270°. Frézy lze dovybavit opěrnými plazy nebo pozičním osvětlením [33].

Tab.9 Sněhové frézy výrobce Agrometall [33]

Model		SF 1250	SF 1500	SF 1800
Počet variant	[-]	2	2	2
∅ šneku	[mm]	450	450	450
∅ metacího kola	[mm]	450	450	450
Pracovní šířka	[mm]	1250	1500	1800
Výkon	[m ³ /min]	5	5	5
Hmotnost	[kg]	285	300	315
Výkon nosiče	[kW]	15-38	15-38	15-38

3.2.3 TREJON

Dalším výrobcem sněhových fréz je švédská firma Trejon, která vyvíjí, vyrábí a nabízí produkty pro údržbu silnic a jejich terénní úpravu. Jedná se o nejrozšířenějšího švédského dodavatele, který svůj trh rozšířil do více než 40 zemí světa včetně České republiky [41]

Z širokého sortimentu sněhových fréz byly vybrány vhodné modely (viz Tab.10), které jsou určeny pro připojení k menšímu traktoru nebo nakladači. Kompatibilita je zaručena díky nosičům, které výrobce nabízí. První řadě se jedná o třibodový závěsný systém, které je využito u mechanických fréz, tuto konstrukční variantu nabízí všechny uvedené modely. U

hydraulických fréz s označením OPT 150 a OPT 1800 je agregace možná i pro pro nakladače s požadavkem na olejový průtok 45-65 l/min. U modelu OPT 1800 a OPT 2000 se setkáváme se speciálním konstrukčním řešením, kdy ústrojí frézy je složeno se dvou nad sebou uložených lopatkových šneků. U všech uvedených přídatných nástrojů se komín ovládá za pomoci hydraulického systému ve výšce 270° [41].

Tab.10 Sněhové frézy výrobce Trejon [42]

Model		OPT 150	OPT 191	OPT 180	OPT 200	OPT 225
Počet variant	[-]	2	1	2	1	1
ø šneku	[mm]	340	340	2x340	2x340	-
ø rotoru	[mm]	450	450	680	680	680
Pracovní šířka	[mm]	1570	1870	1800	2000	2250
Výkon	[m ³ /min]	6-8	6-10	8-10	8-10	10-15
Hmotnost	[kg]	314	340	615	630	405
Výkon nosiče	[kW]	15-40	30-45	38-52	38-60	30-63

3.2.4 BOBCAT

Již zmíněný výrobce stavební techniky a přídatných zařízení, mezi které patří také výroba sněhových fréz. Ve výběru jsou uvedeny dostupné parametry pro frézy určené pro smykem řízené nebo pásové nakladače. Jednotlivé modely jsou vyráběny ve více provedeních tak, aby byly plně kompatibilní s danou řadou nakladače Bobcat s uchycením Bob-Tach. Toto kategorické rozřazení je k nahlédnutí v rozsáhlé tabulce na webových stránkách prodejce. V tabulce jsou seřazeny tři modely, které jsou rozdílné svým parametrickým rozměrem a výkonem (viz Tab.11). S nejmenším modelem o pracovním záběru 1306 mm je možné sníh odhodit do vzdálenosti 7,5 m. Zbylé dvě řady sněhových fréz umožňují odhoz až 12 m. Sníh je odváděn odhozovým komínem, který je plně hydraulicky ovládan v rozmezí 270° [43].

Tab. 11 Sněhové frézy výrobce Bobcat [43].

Model		SB 150	SB 200	SB240
Počet variant	[-]	1	8	3
ø šneku	[mm]	356	356	457
ø rotoru	[mm]	381	508	610
Pracovní šířka	[mm]	1306	1587	2197
Výkon	[tun/hod]	80	80	80
Hmotnost	[kg]	211	368	459
Výkon nosiče	[kW]	17	51	68

3.2.5 KOVACO

Slovenská společnost, která vznikla roku 1999. Zabývá se zejména výrobou a vývojem přídatných zařízení pro stavební stroje včetně sněhových fréz. V roce 2016 přišli na trh s novinkou v podobě vlastního elektrického nakladače, kde nyní směřují svůj vývoj [44].

Kovaco nabízí sněhové frézy, které jsou určeny pro nosiče smykové řízené nakladače Locust a UNC 060. V tabulce jsou uvedeny tři modely, které jsou z hlediska velikosti a hmotnosti vhodné pro použití k úklidu sněhu v komunálních službách (viz Tab. 12). U modelů s pracovní šířkou 1800 mm a 2100 mm najdeme variantu, která je určena jako kompatibilní s elektrickým nakladačem Kovaco Elise. Z hlediska technických parametrů a konstrukčního řešení se však neliší od modelů určených pro nakladače se vznětovým motorem. Sněhové frézy jsou hnané hydraulickým motorem, kde požadované parametry na průtok hydraulického oleje jsou v rozmezí 65 l/min až 80 l/min o tlaku 160-240 bar. Odhazový komín je regulován pomocí hydraulického zapojení o natočení 240°. Odhoz sněhu skrz komín je uváděna dle kvality sněhu do vzdálenosti až 15 m [45] [46].

Tab. 12 Sněhové frézy výrobce Kovaco [41] [42]

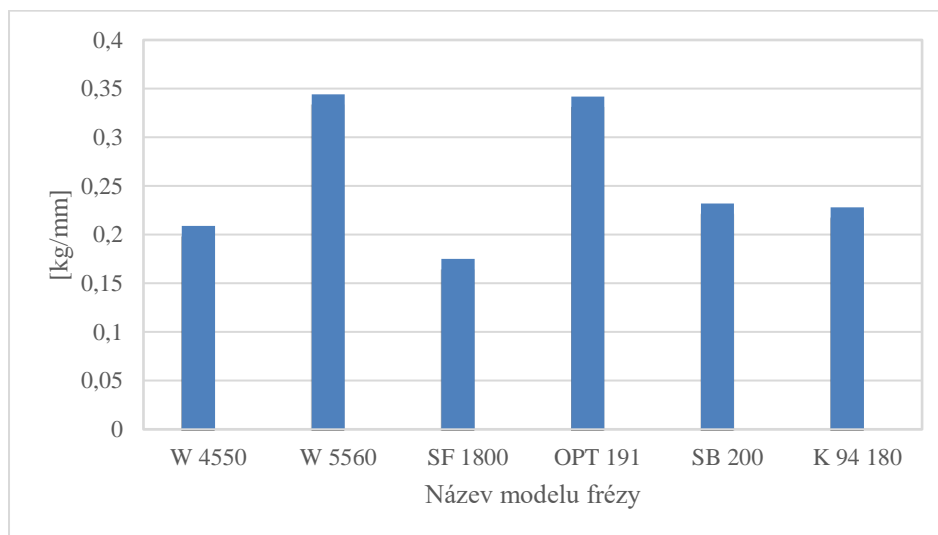
Model		94 150	94 180	94 210
Počet variant	[-]	1	2	2
Ø šneku	[mm]	370	370	370
Ø rotoru	[mm]	-	-	-
Pracovní šířka	[mm]	1500	1800	2100
Hmotnost	[kg]	380	410	450
Výkon nosiče	[kW]	34,2-60	34,2-60	34,2-60

3.3 POROVNÁNÍ SNĚHOVÝCH FRÉZ PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

Po průzkumu trhu bylo zjištěno, že konstrukční řešení fréz u jednotlivých výrobců je obdobné, kdy je vždy využíváno dvoustupňového typu. V tabulce je vytvořen výběr dvoustupňových sněhových fréz od výše zmíněných výrobců (viz Tab.13), které jsou vhodné pro menší traktory a nakladače k úklidu sněhu z obecních komunikací a chodníků. V tabulce je obsažen výběr fréz, které poskytují variantu pohonu hřídelí i hydromotorem. Toto porovnání můžeme použít z důvodu, že výrobce neuvádí mezi variantami rozdíl v pracovní šířce nebo hmotnosti, podle kterého jsou navzájem porovnávána. Pro porovnání je vypočten poměr největší hmotnosti dané varianty modelu frézy a maximálního možného pracovního záběru. Z vypočtených poměrů je vytvořen graf (viz Obr.17).

Tab. 13 Vybrané sněhové frézy k porovnání

Výrobce	Model	Pracovní záběr	Hmotnost	Výsledný poměr
[-]	[-]	[mm]	[kg]	[kg/mm]
Westa	4550	1600	335	0,209
Westa	5560	1700	585	0,344
Agrometall	SF 1800	1800	315	0,175
Trejon	OPT 191	1800	615	0,342
Bobcat	SB 200	1587	368	0,232
Kovaco	94 180	1800	410	0,228



Obr.17 Graf poměru hmotnosti k pracovnímu záběru frézy

Výsledné hodnoty poměry, které jsou znázorněny v grafu (viz Obr.) určují počet kilogramů na jeden milimetr pracovního záběru sněhové frézy. Jedná se o porovnání, kde z výsledných hodnot můžeme určit šetrnost k úspoře paliva při aplikaci tohoto přídatného zařízení a opotřebení stroje. Nejnižšího poměru dosahuje model SF 1800 firmy Agrometall. Pravděpodobně se tak jedná o nejušpornější frézu v závislosti s ohledem na palivo, jeho nevýhodou pravděpodobně bude nízký výkon odebraného sněhu, který je 5 m³/min. Z grafu vidíme, že největší hodnoty dosahují modely Westa 5560 a Trejon Optimal 191. Za hodnotou poměru stojí vyšší hmotnost zmíněných modelů. Důvodem je, že tyto výrobci kladou důraz na bytelnost konstrukce. Lze tedy předpokládat, že tyto sněhové frézy můžeme využívat v náročnějších podmínkách, díky jejich odolné konstrukci. Tyto frézy také budou náročnější s ohledem na spotřebu paliva a opotřebení energetického nosiče. Graf také ukazuje, že výsledný poměr u výrobců fréz určených přímo nakladače dosahuje téměř stejných hodnot.

Porovnání jednotlivých sněhových fréz s ohledem na maximální výkon frézy nebylo možné provést z důvodu nedostatečných informací ohledně technických parametrů, které jednotliví výrobci poskytují. Pokud je hodnota výkonu dostupná, tak je uvedena v tabulce daného výrobce v podkapitolách 3.2. Pokud informace nebyla dostupná, uvedl jsem alespoň délku maximální odhození sněhu. Je však pravděpodobné, že výkon jednotlivých fréz je úměrný k pracovní šířce a hmotnosti přídavného zařízení. Vyplývá z toho, že s využitím mohutnější sněhové frézy určené pro větší výkon nosiče, můžeme očekávat větší výkon sněhové frézy. Porovnání sněhových fréz s ohledem na energetický nosič je provedeno v kapitole 5.

3.4 ZHODNOCENÍ A PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ

Sněhové frézy jsou vhodná zařízení pro odstranění většího množství sněhu. Uplatnění dvoustupňové frézy v komunálních službách je vhodné zejména ve výše položených obcích, kde si to žádá sněhová situace. Pro obce s předpokladem častého použití nástroje jsou vhodné spíše frézy s větší bytelností konstrukce, které poskytují firmy Westa nebo Trejon. Pro obce s občasným využitím by mohla být dostatečná varianta sněhové frézy od výrobce Agrometall, jelikož mezi těmito výrobci nacházíme značný cenový rozdíl.

Při volbě sněhové frézy je dbát na největší povolenou hmotnost nosného vozidla. Výrobci se snaží poskytnout, co největší možnou nabídku fréz, které mohou být, jak pro traktory, tak pro nakladače. U sněhových fréz pro traktory hovoříme o upnutí do předního tříbodového závěsu, kde šnek frézy pohání přes kloubovou hřídel vývodová hřídel traktoru. Nebo hydromotor pomocí hydraulického okruhu. Sněhovou frézu je možné zapojit do speciálních nosičů jednotlivých firem nakladačů. Z pohledu požadavků na pracovní rychlost při aplikaci sněhových fréz, která je uvedena do 2 km/h. Jsou frézy vhodné zejména pro nakladače, díky jejich pojezdové rychlosti. Při aplikaci sněhových fréz na pozemních komunikacích je nutné dle zákona vybavit zařízení obrysovými světly.

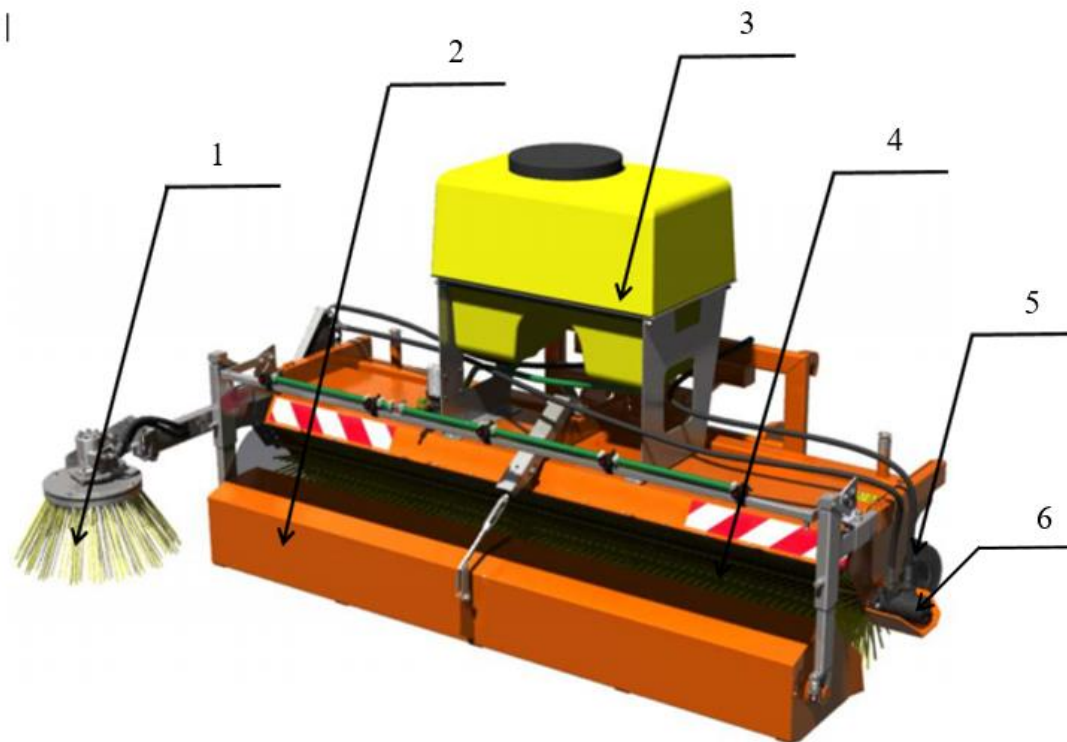
Vývoj sněhových fréz je možné odhadovat v konstrukčním řešení šnekových hřídelí, aby bylo docíleno vyšší efektivity rozřezání a náběru sněhu. U těchto šnekovnic můžeme odhadovat úpravy lopatkových listů nebo jejich břitové zakončení. Teoreticky lze uvažovat o vývoji použitého materiálu břitu, aby byla zvýšená tvrdost. Je však nutné zdůraznit, že zde je kladen velký důraz na cenu, aby byl nástroj pro využití v komunálních službách stále cenově dostupným.

4 ZAMETAČE

Zametače jsou další z řady přídatných zařízení, které připojujeme k energetickým nosičům při čištění obecních komunikací, chodníků nebo okolních zpevněných ploch. Zametače jsou využívány zejména v letním období údržby. Jedná se o nástroj, který rotací svého pracovního adaptéru zametá vzniklé nečistoty. Částice jsou odmeteny mimo čisticí plochu nebo do přídatného zásobníku nečistot. Toto přídatné zařízení není striktně určeno pouze pro letní období, lze jej využít i při zimní údržbě k odmetání sněhové vrstvy [7].

4.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ZAMETAČE

Z konstrukčního hlediska je zametací sestava složena z několika komponentů. Jeho celkové složení se zakládá na sestavení pomyslné stavebnice (viz Obr.18), kdy si jednotlivý zákazník volí potřebné vybavení zametače. Hlavním pracovním nástrojem je podélný válcový kartáč. K zametací sestavě je možné připojit sběrnou nádobu ovládanou hydraulicky nebo mechanicky, boční talířový kartáč, přídatnou kropící nádrž a bezpečnostní příslušenství v podobě podpěrných kol nebo obrysového osvětlení [47].



Obr. 18 Schéma zametací sestavy [48]

1 - přimetací kartáč 2 - sběrná vana 3 - kropící zařízení
4 - válcový kartáč 5- podpěrná kola 6 -hydromotor

4.1.1 VÁLCOVÝ KARTÁČ

Střed válcového kartáče tvoří hřídel, která je ve stroji podélně uložena v ložiskách. Tento nástroj tvoří hlavní pracovní činnost. Pohon hřídele je přiváděn dvěma způsoby, podle konstrukčního řešení zametače. Prvním způsobem pohonu kartáče je připojení kloubové hřídele k přední nebo zadní vývodové hřídeli traktoru o otáčkách 1000 ot/min. Při otáčkách vývodové hřídele 540 ot/min nebo 2000 ot/min lze úpravou řemene nebo výměnou převodovky docílit požadovaných otáček. U výrobců je možné toto nastavení předobjednat. Druhou variantou konstrukčního řešení je pohánění válce hydromotorem, který je připevněn na boční straně nástroje (viz Obr.18). Tento hydromotor je propojen hydraulickými hadicemi s hydraulickým okruhem. Požadavkem pro chod nástroje je výkon čerpadla s určitým průtokem oleje za minimálního tlaku v okruhu [47].

Kartáč se liší dle jeho využití. Nejčastěji se setkáváme s kartáčem pro běžné podmínky použití (viz Obr.19). Štětiny jsou vyrobeny z polypropylenu a po celém válci jsou rovnoměrně rozloženy. Tento typ je vhodný pro komunální práce z důvodu šetrnosti kartáče k povrchu. Pro použití při odstranění hrubých nečistot je vyrobena kombinace štětiny z polypropylenu a oceli. Tato kombinace je spíše vhodná pro čištění u stavebních prací. Pro zimní využití zametače je vhodný kartáč se spirálovitými štětinkami (viz Obr.20). Sezónní údržba válce v podobě výměny kartáče je poměrně snadná, když povolením zajišťovacího šroubu ložiska na kartáči můžeme provést výměnu za nový [47].



Obr.19 Letní kartáč [48]



Obr.20 Zimní kartáč [48]

4.1.2 PŘIMETACÍ KARTÁČ

Tento druh kartáče, který můžeme vidět na Obr. 18. Slouží jako pomocný doplněk k zametací sestavě. Kartáč je upevněn na rameni spojující zametač. Štětiny jsou vyrobeny z polypropylenu nebo jeho kombinací s ocelí. Poháněn je pomocí hydraulického zařízení při průtoku 20 l/min oleje a tlaku 14 MPa. Zapojen může být v okruhu zametacího válce i v samostatném okruhu. Je připevněn na boční straně nástroje tak, aby mohl přimetat nečistoty pod válcový kartáč. Jedná se o nečistoty usazené u patníků nebo krajnic komunikace. Z toho je jeho využití v komunálních službách velmi vhodné [49].

4.1.3 KROPÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Kropící zařízení, které je připevněno ke konstrukci je složeno z nádrže na vodu s čerpadlem na 12 V a trysek. Účelem zařízení je kropit terén před zametačem, aby při rotačním pohybu válce byla regulována vznikající prašnost [48].

4.1.4 PASIVNÍ ZAMETAČ

Je samostatný přídatný zametač se speciálním konstrukčním řešením (viz Obr.21). Jedná se pasivní kartáč, který je bez pohonu. Štětiny jsou upevněny na liště kolmo k pracovní ploše. Zametač je určen k upnutí zejména k zadnímu závěsu, za kterým je vláčen. Vhodným využitím je spíše prašné prostředí, jelikož nástroj nekoná rotační pohyb. Doporučenými pracovišti můžou být například pily, farmy nebo jiné zemědělské areály, z důvodu dobrého zachycení hrubých částic [50].



Obr.21 Pasivní zametač ZL PUR [51]

4.2 PŘEHLED VYBRANÝCH VÝROBCŮ ZAMETAČŮ

Jako v předešlých kapitolách je vytvořen z průzkumu trhu výběr výrobců. Z těchto firem jsou vytvořeny tabulky, které obsahují dostupné technické parametry. Jedná se zejména o modely vhodné do komunálních služeb k údržbě silničních a pěších komunikací. Z toho důvodu jsou uvedeny přídatné zařízení menších pracovních rozměrů a nižších hmotnostních kategorií. Jednotlivé modely jsou distribuovány v několika možných variantách, kde se liší jejich technické parametry, které jsou zaznamenány.

4.2.1 AGROMETALL

Do výrobců zametačů jsem opět zahrnul českou značku Agrometall. Výrobce nabízí 5 vhodných řad modelů k údržbě v komunálních službách (viz Tab.14). Upevnění všech modelů pracovního zařízení je možné do tříbodového závěsu nebo potřebného závěsu pro nakladač. Modely ZK a ZCH jsou elementárním typem zametače. Vybavené jsou pouze válcem a horním ochranným krytem. Jsou vhodné zejména pro úklid úzkých míst. Modely FK-M a KM-S jsou stavebnicové typu zametače, které je možné dovybavit sběrnou vanou, bočním přimetacím kartáčem nebo kropením. V základním provedení je vše mechanicky nastavováno. Výrobce však nabízí vyšší třídu s hydraulickým ovládním. Tyto zametače mohou být poháněny přes kardanovou hřídel pohonem přední nebo zadní vývodovou hřídele o otáčkách 540, 1000, 2000 ot/min. nebo hydromotorem s požadavkem na průtok oleje 40/min s tlakem 16 MPa. Poslední model je odlišný svým konstrukčním řešením, jedná se o pasivní kartáč, který je určen pro tažení v zadním tříbodovém závěsu [52].

Tab. 14 Vybrané zametače Agrometall [52]

Model		ZK	ZCH	FK-M	KM-S	SM
Počet variant	[-]	4	3	3	3	3
Upnutí	[-]	čelní	čelní	čelní/zadní	čelní/zadní	zadní
Pracovní záběr	[mm]	1250-1700	1000-1500	1250-1850	1250-1850	1200-1800
ø válce	[mm]	400-530	530	530	530	-
Hmotnost	[kg]	90-130	146-166	220-340	260-320	95-130
Úhel natočení	[°]	16	20	20	20	20
Pracovní rychlost	[km/h]	-	-	10	10	-
Výkon	[kW]	9-48	18,5-48	11-48	19-70	11-100

4.2.2 PRONAR

Polský výrobce komunální techniky má v nabídce pouze jeden model zametač vhodných rozměrů pro komunální služby (viz Tab.15), přesto jsem je ve výběru uveden z důvodu nejrozšířenějšího polského výrobce komunální techniky u nás. Model je vyráběn ve 4 variantách o pracovní šířce rotačního válce 1250 až 2000 mm. Válec je poháněn čelní nebo zadní vývodovou hřídelí, v případě druhé varianty hydromotorem. Díky nabídce nosičů je vhodný, jak k upnutí do tříbodového závěsu, tak pro upnutí do nosičů v podobě nakladačů. K zametači je možné připojit boční kartáč, vanu na nečistoty nebo kropící zařízení [24].

Tab. 15 Vybrané zametače Pronar [24]

Model		ZM
Počet variant	[-]	4
Upnutí	[-]	čelní/zadní
Pracovní záběr	[mm]	1250-2000
ø válce	[mm]	530
Hmotnost	[kg]	195-320
Úhel natočení	[°]	-
Pracovní rychlost	[km/h]	6
Výkon	[kW]	19-70

4.2.3 TALEX

Další z polských distributorů zemědělské a komunální techniky, kde mezi jejich rozšířený výrobek patří zametací zařízení. Talex poskytuje zametače dvou variantách konstrukčního řešení (viz Tab.16). Model Eco Clean je poskytován ve 3 pracovních verzích. Pohon zametače je možné přizpůsobit podle modelu, buď vývodové hřídele nebo hydromotory. Zametač je díky nabídce upínacích závěsů možné zapojit za traktory na tříbodový závěs, EURO uchycení nebo upínací zařízení pro manipulátory. Zametače je možné dovybavit opět příslušenstvím typu bočního kartáče, kropicího systému nebo zásobníku na nečistoty. Modelem WM je pasivní kartáč určen k zadnímu tříbodovému závěsu [53].

Tab.16 Vybrané zametače Talex [53]

Model		E. CLEAN	WM
Počet variant	[-]	3	4
Upnutí	[-]	čelní/zadní	zadní
Pracovní záběr	[mm]	1200-1800	1500-3000
∅ válce	[mm]	510	-
Hmotnost	[kg]	250-280	95-160
Úhel natočení	[°]	15	-
Pracovní rychlost	[km/h]	5	-
Výkon nosiče	[kW]	19-60	15-100

4.2.4 BOBCAT

Bobcat pro své manipulátory vyrábí dva druhy zametačů (viz Tab.17). Hlavní rozdílem je zakrytí celého nástroje u modelu SW. Zametač je konstruován, aby částice měly minimální šanci se dostat mimo sběrnou vanu. Naopak model AB je samostatný válcový kartáč s horním chráničem, bez další příslušenství. Zametače jsou vhodné pro přední upnutí na nakladače své firmy z důvodu vlastního úchytného systému Bob-Tach. Pro chod zametače je využíván hydromotor s požadavkem minimálního průtoku oleje od 30 l/min [54] [55].

Tab. 17 Vybrané zametače Bobcat [54][51]

Model		AB	SW
Počet variant	[-]	3	5
Upnutí	[-]	přední	přední
Pracovní záběr	[mm]	1397-1676	1127-2284
∅ válce	[mm]	544-838	544-610
Hmotnost	[kg]	118-390	252-466
Výkon nosiče	[kW]	17-68	25-75

4.2.5 KOVACO

Již zmíněný výrobce přídavných zařízení pro nakladače Locust a UNC vyrábí také zametače (viz Tab.18). První model označením 81 je možné připojit ke zmíněným nakladačům. Požadavkem na průtok oleje je 40 l/min při tlaku 180 bar. Druhým modelem je zametač určený pro elektrický nakladač Elise firmy Kovaco. Oba nástroje je možná dovybavit mechanicky ovládanou sběrnou nádobou [56].

Tab. 18 Vybrané zametače Kovaco [56] [57]

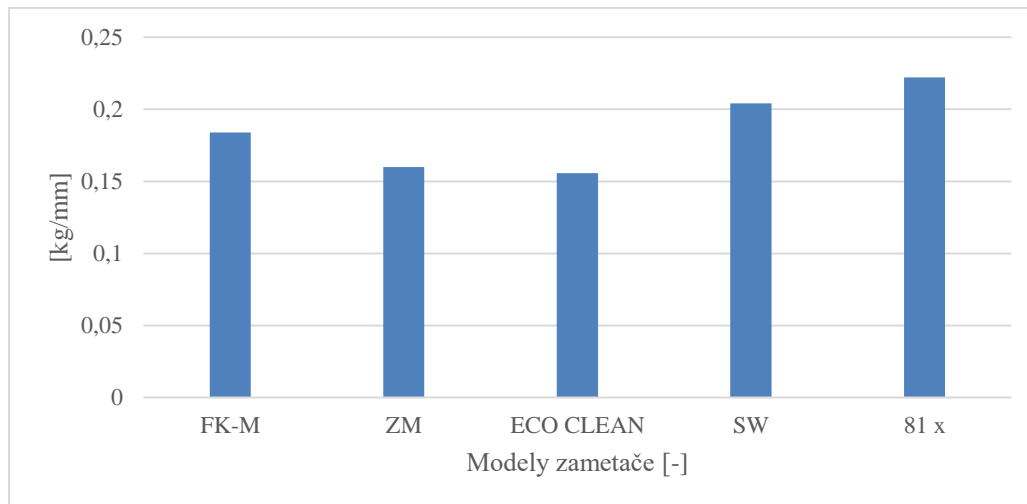
Model		81 x	US
Počet variant	[-]	3	2
Upnutí	[-]	čelní	čelní
Pracovní záběr	[mm]	1250-1800	1800-2150
Ø válce	[mm]	500	800
Úhel natočení	[°]	15	15
Hmotnost	[kg]	320-400	305
Výkon	[kW]	34,2-45	39

4.3 POROVNÁNÍ ZAMETAČŮ PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

Na základě provedeného průzkumu trhu bylo zjištěno, že konstrukční řešení zametačů u jednotlivých výrobců se téměř neliší. Proto byl výběr z výše uvedených výrobců zúžen do tabulky (viz Tab. 19), vhodnost zametačů je určena pro menší traktory a nakladače pro užití v komunálních službách. Mezi vybrané modely byly zařazeny ty, ke kterým lze připojit potřebné příslušenství k sestavení úplné zametací sestavy. Pro porovnání je vypočten poměr největší hmotnosti dané varianty modelu zametače a maximálního možného pracovního záběru zametacího válce, tento poměr je dále graficky porovnán.

Tab. 19 Vybrané zametače k porovnání

Výrobce	Model	Pracovní záběr	Průměr válce	Hmotnost	Výsledný poměr
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[kg]	[kg/mm]
Agrometall	FK-M	1850	530	340	0,1838
Pronar	ZM	2000	530	320	0,1600
Talex	ECO CLEAN	1800	510	280	0,1556
Bobcat	SW	2284	610	466	0,2040
Kovaco	81 x	1800	500	400	0,2222



Obr. 22 Graf poměru hmotnosti k pracovnímu záběru zametače

Z grafu na obrázku (viz Obr.22), který nám ukazuje hodnotu jednotlivých poměrů určující počet kilogramů na jeden milimetr pracovního záběru zametače. Jedná se o porovnání, kde z výsledných hodnot opět můžeme určit šetrnost úspory paliva při aplikaci tohoto přídavného zařízení. Nejnižšího poměru byl dosažen modelu firmy Talex Eco Clean (viz Obr.23). Mírně vyšší hodnota u modelu ZM výrobce Pronar. S ohledem na průměr válce, který je u modelu ZM větší než Eco Clean, můžeme předpovídat nejúspornější model zametače s ohledem na palivo nosiče.

Při porovnání tohoto grafu, s ohledem na grafy předchozí. Docházím k závěru, že přídavné zařízení, které jsou vyráběna přímo od výrobců nakladačů vychází hodnotou poměru výše než ostatní výrobci komunální techniky. Můžeme tak předpokládat, že zařízení přes vyšší opotřebení nosiče a spotřebu paliva bude prokazovat lepší výdrž materiál.

Porovnání s ohledem na výkonost zametače nebylo možné provést z důvodu nedostatečných informací, které poskytuje výrobce. Jednotliví výrobci neuvádějí výkonost v jednotlivých jednotkách nebo není uvedena vůbec. Další porovnání zametače s ohledem na energetický nosič je obsaženo v kapitole 5.



Obr. 23 Zametač Talex EC [58]

4.4 ZHODNOCENÍ A PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ

Zametače jsou dalším druhem přídavným zařízením, kdy jejich četnost použití v komunálních službách je velmi vysoká. Většina výrobců poskytuje vhodnou agregaci, jak pro traktor, tak i pro nakladač. Trh nabízí upnutí, jak pro čelní, tak zadní závěs. Z hlediska letního použití jsou pro komunální služby efektivnější stavebnicové sestavy čelní, které jsou v plné výbavě. Hlavní důvodem je využití, bočního kartáče, který zvyšuje efektivitu z důvodu odmetení nečistot zejména od patníků. Další výhodou, přináší kropící zařízení, které reguluje vznikající prašnost. Z těchto důvodů plyne, že zametače jsou vhodným přídavným zařízením pro obě skupiny nosičů v komunálních službách. Při návštěvě komunálních služeb jsem byl upozorněn na jednu značnou nevýhodu zametačů. Jedná se o sběrnou vanu, u této hmotnostní kategorie přídavných zařízení se setkáváme s jejím objemem kolem 150 l. I za předpokladu větší rozměrů je stále nedostačující zejména v jarním období při uklízení posypových nečistot. Tato vana je velmi rychle naplněna, a tak je velmi zpomalován proces čištění. Z toho důvodu zůstávají při jarním blokovém čištění ulic využívány vozy, přímo k tomu určené.

Zametač je možné využít i v zimním období, kdy výměnou čistícího válce s upravenou strukturou štětín dosahujeme větší čistoty než při použití sněhových pluhů. Nevýhod je však hned několik. Zejména větší časová náročnost a tím spojená vyšší spotřeba paliva nosiče. Další nevýhodou je znečištění okolí sněhovou vrstvou zapříčiněnou rotací válce, který rozmetá sníh i na nežádoucí místa, jako jsou povrchy plotů nebo aut.

Další vývoj lze tedy předpokládat v oblasti konstrukčního řešení u sběrné vaně nečistot. Je tedy možné předpokládat zcela nový způsob ukládání nečistot. Variantou pro stroje se zadním závěsem by mohlo být odsávání nečistot do závěsného vleku.

Zametačí kartáč při výkonu práce prokazuje poměrně značnou hlukovou stopu, který dosahuje až 80 dB. Z toho důvodu je předpokládán další vývoj konstrukčního řešení v tomto odvětví. Další vývoj můžeme uvažovat v oblasti redukce prašnosti při rotaci válcového kartáče. Možnou alternativou je vývoj pomyslného zakrytí válce, které by zabraňovalo průchodu prachu do okolí. Pravděpodobný je také další vývoj kropícího systému, který omezuje šíření prachu

5 POROVNÁNÍ PŘÍDAVNÝCH ZAŘÍZENÍ

Tato kapitola pojednává o porovnání přídatných zařízení s ohledem na to, zda jsou určena pro nakladače nebo traktory. Zejména v oblasti jejich účinnosti, univerzálnosti a spolehlivosti. Po provedené analýze výrobců přídatných zařízení pro komunální služby bylo zjištěno, že naprostá většina výrobců zaručuje, co největší kompatibilitu nástroje. Z toho plyne, že přídatné zařízení nejsou primárně určena pro jeden nosič. Z toho důvodu jsem neprovedl vzájemné porovnání technických parametrů, jelikož se se změnou energetického nosiče nemění. Nutno upozornit, že existují také výjimky, které poskytují zařízení výhradně kompatibilní pro své stroje. Jedná se například o výrobce nakladačů Bobcat. Porovnání je tedy možné provést v ohledem, kde se zařízení liší. Jedná se o způsob upnutí sněhových pluhů, sněhových fréz a zametačů. S tím související porovnání s ohledem na pohon sněhových fréz a zametačů.

5.1 POROVNÁNÍ S OHLEDEM NA UCHYCENÍ ZAŘÍZENÍ

Porovnání přídatných zařízení, zda jsou určené k traktoru nebo nakladači se liší svým upínacím závěsem. Pro zařízení, kde je energetický prostředek traktor jsou skoro vždy vybaveny uchycením pro tříbodový závěs (viz Obr.24). Traktory mohou být vybaveny předním tak zadním tříbodovým závěsem. Zadní závěs může být velmi vhodný k dalšímu využití v komunálních službách. Například pro připojení vleku nebo jiných přídatných nástrojů. Se zadním závěsem se u nakladače nesetkáme, tímto tak traktor získává výhodu všestrannosti. Tříbodový závěs je zkonstruován ze dvou spodních ramen s otvorem na čep a výše položeného táhla. U předního závěsu se poloha pracovního nástroje ovládá vnějším okruhem hydrauliky. Při osazení traktoru čelním nakladačem můžeme přídatné zařízení také upnout na EURO závěs (viz Obr.25) [59].



Obr.24 Tříbodový závěs [62]

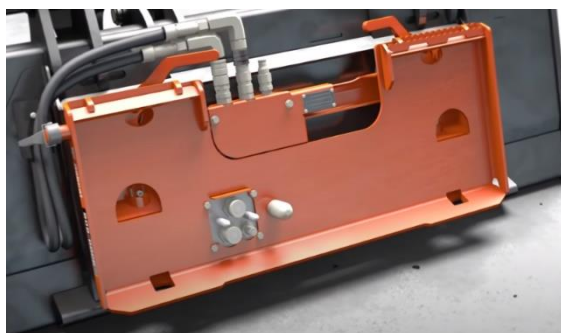


Obr.25 EURO závěs [63]

Pro uchycení sněhové pluhu, frézy nebo zametače k energetickému prostředku, kterým je kloubový nebo smykem řízený nakladač je nutné jiné zařízení, než je tříbodový závěs. Jelikož výrobci nakladačů volí své vlastní upínací systémy. Výrobci přídatných zařízení tak musí k nástroji připevnit požadovaný závěsný adaptér, který však na funkci stroje to nemá vliv. Z toho zjištění usuzují, že uchycení přídatného zařízení nemá na účinnost přídatného nástroje vliv. Pro znázornění je možné vidět na obrázcích 26 a 27 závěsné systémy pro smykem řízený nakladač Bobcat nebo Locust.

Výhodou čelních upínacích systémů nakladačů je jednoduchá konstrukce, protože není použito výkyvných systémů. Předpokládá se tak větší tuhost materiálu. Nevýhodou může být větší náchylnost na usazení nečistot v kontaktních plochách, což může zapříčinit nezajištění nástroje. Rozdíl také nacházíme v kompatibilitě, kdy tyto specifické závěsné systémy omezují univerzálnost použití jinými výrobci nosičů, oproti tříbodového závěsu, který je normalizován

normou ISO DIS 730 a je využíván bez ohledu na výrobce energetického nosiče. Můžeme tedy hovořit, že větší univerzálnost je poskytnuta ze strany traktorů [60].



Obr.26 Upínací systém Bobcat [67]



Obr.27 Upínací systém Locust [66]

5.2 POROVNÁNÍ S OHLEDEM NA POHON ZAŘÍZENÍ

Dalším rozdílem, kde můžeme porovnat přídatné zařízení s ohledem na energetický prostředek je pohon přídatného zařízení. V případě této práce se jedná o pohon sněhové frézy a zametače, který je v obou případech založen na stejném principu, právě s rozdílem na daný energetický nosič. V případě přídatného zařízení určeného pro traktor se nejčastěji jedná o pohon přední vývodovou hřídelí (viz Obr.28). Výkon vývodové hřídele je do přídatného zařízení mechanicky převeden pomocí kloubové hřídele (viz Obr.29). Výkon je přenesen do převodovky přídatného zařízení, která roztáčí šnekovou hřídel nebo zametacího válce.



Obr.28 Přední vývodová hřídel [65]



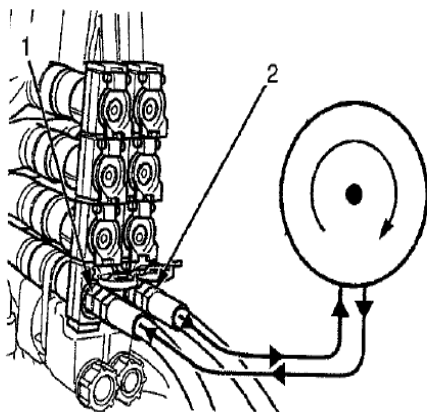
Obr.29 Kloubová hřídel [64]

V případě přídatného zařízení s ohledem určením pro nakladače. Je nástroj poháněn rotačním hydromotorem, který je umístěn na přídatném zařízení. Tento hydromotor převádí tlakovou energii kapaliny na mechanickou, prostřednictvím propojení normalizovaných rychlospojek ISO 12,5 s hydraulickou soustavou nakladače. Ta hydraulickým čerpadlem reguluje potřebný průtok oleje za daného tlaku v soustavě. Schéma zapojení hydraulického motoru je zobrazeno na Obr.30. [61]

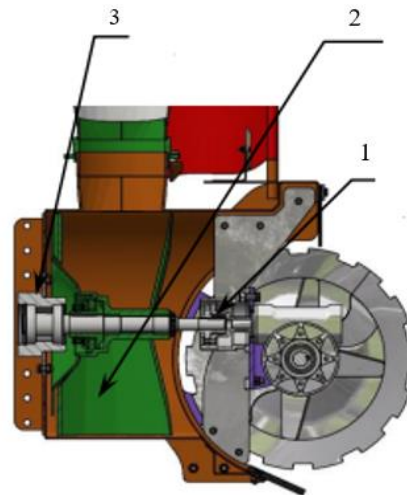
Při porovnání sněhových fréz a zametačů s ohledem na účinnost pohonu docházím k závěru, že u zařízení určena pro traktory je možné docílit vyšší účinnosti. Z důvodu použití mechanického pohonu, kde nedochází k téměř žádným ztrátám, na rozdíl od hydraulických pohonů. Ačkoliv

výrobci uvádějí stejné technické parametry u variant přídatného zařízení, tento rozdíl v účinnosti je předpokládán například při přechodu sněhové frézy do hutného sněhu.

S ohledem na ochranu zařízení proti přetížení, však lépe vychází přídatné zařízení pro nakladače. Z důvodu velké citlivosti bezpečnostních ventilů, které zastaví činnost hydromotoru bez jeho poškození. U přídatných zařízení určených k traktorům je nástroj zabezpečen pomocí střížné spojky (viz Obr.31), která je při přetížení přestříhnutá a je nutná její výměna. Z toho usuzují, že větší spolehlivost je předpokládána ze strany sněhových fréz a zametačů určených pro nakladače.



Obr.30 Schéma zapojení hydromotoru [61]



Obr. 31 Schéma střížné spojky [33]

1- střížná spojka, 2 - rotor, 3 - náboj

Při porovnání přídatných zařízení jsem se alespoň pokusil získat nějaké zkušenosti přímo z komunálních služeb. Tento průzkum byl však značně ovlivněn pandemickou situací. Pro získání informací mi bylo umožněno navštívit pouze tři střediska obecních komunálních služeb. Ačkoliv ve všech střediscích bylo využíváno pouze přídatných zařízení určených pro traktory, tak z důvodu nedostatečného získání množství dat, není možné vyvodit relevantní zhodnocení z hlediska oblasti praxe.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci je vypracována analýza současně nepoužívanějších přídatných zařízení pro menší nakladače a traktory, určené k čištění komunikací v komunálních službách. Jmenovitě se jedná o sněhové pluhy a sněhové frézy, které se využívají v zimním období a zametače, se kterými se nejčastěji setkáváme v letní údržbě komunikací. Jednotlivé nástroje jsou seřazeny do samostatných kapitol, kde je proveden kritický rozbor s ohledem na konstrukční řešení, tak i na provozní a technické parametry trhem dostupných zařízení. Tyto informace byly čerpány z volně dostupných zdrojů, kterými byly zejména internetové stránky a katalogy jednotlivých výrobců. Z vybraných trhem dostupných zařízení je vytvořen tabulkový přehled, ze kterého je dále provedeno porovnání, dle zvolených technických parametrů. Na závěr jednotlivých kapitol je provedeno zhodnocení jednotlivých koncepcí s předpokládaným směrem vývoje zařízení. Při závěrečném porovnání přídatných zařízení s ohledem na to, zda jsou určena pro nakladače nebo traktory bylo zjištěno, že výrobci se snaží zajistit, co největší nabídku upínacích zařízení, aby si zajistili schopnost konkurence trhu. Při porovnání přídatných zařízení s ohledem na závěsný systém bylo zjištěno, že větší univerzálnosti je dosaženo u nástrojů určených k tříbodovému závěsu, jelikož se jedná o normalizovaný závěs ISO DIS 730, využíván bez ohledu na výrobce, oproti nakladačům, kde má každý výrobce závěs vlastní. Z porovnání výkonu s ohledem na energetický nosič přídatného zařízení je předpokládán větší výkon u přídatných zařízení pro traktory. Z důvodu pohonu vývodové hřídele traktoru s přenosem minimálních ztrát. Přídatné zařízení pro nakladače poháněny hydromotorem však zaručují lepší ochranu zařízení proti přetížení. Z důvodu velké citlivosti bezpečnostních ventilů v hydraulické soustavě, který činnost sněhové frézy nebo zametače zastaví, aniž by došlo k poškození.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Zákon o pozemních komunikacích. *Zákony* [online]. Praha: Economia, a.s., 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <http://zakony.centrum.cz/zakon-o-pozemnich-komunikacich/cast-1-paragraf-9>
- [2] ČIŠTĚNÍ KOMUNIKACÍ. *Správa silnic Moravskoslezského kraje* [online]. Ostrava: SPRÁVA SILNIC MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE, p. o., 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <http://www.ssmk.cz/index.php/udrzba-silnic/cisteni-komunikaci>
- [3] Údržba komunikací - zimní, letní. *Marius Pedersen* [online]. Hradec Králové: Marius Pedersen a.s., 2021 [cit. 2021-05-17]. Dostupné z: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/30.shtml>
- [4] Komunální traktory a malotraktory. In: *Profistroje* [online]. Bohumín: PROFISTROJE.CZ s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.profistroje.cz/katalog/komunalni-technika/komunalni-traktory-a-malotraktory/>
- [5] Komunální technika. In: *Profistroje* [online]. Bohumín: PROFISTROJE.CZ s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.profistroje.cz/katalog/komunalni-technika/>
- [6] JEŘÁBEK, Karel. *Stroje pro zemní práce: Silniční stroje*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 80-7078-389-3.
- [7] Technika pro komunální služby: Údržba zpevněných ploch a komunikací v zimním období. *Webhost Mendelu* [online]. Brno [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2929&typ=html
- [8] Sněhové Radlice TRN. In: *Kobit* [online]. Jičín: CS Technologies s.r.o, 2021 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://www.kobit.cz/produkty-snehova-radlice-trn-300-detail-107>
- [9] Čelní radlice MATEV. *Strom* [online]. Praha: STROM PRAHA a.s., 2017 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/komunalni-technika/prislusenstvi-pro-udrzbu-chodniku-a-silnic/celni-radlice-matev>
- [10] Sněhové radlice RVS. In: *Kobit* [online]. Jičín: CS Technologies s.r.o, 2021 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://www.kobit.cz/produkty-snehove-radlice-rsv-23-26-30-detail-103>
- [11] New AF10F Front Blade: Features. In: *Greenway equipment sales* [online]. Bangor: Spinutech, Inc., 2021 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://www.greenwayequipment.com/new-equipment/tractors/attachments-implements/af10f-front-blade/>

- [12] HRŮZA, Michal. *Návrh variabilního sněžného pluhu* [online]. Brno, 2014 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/71860>. Bakalářská práce. VUT, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jiří Dvořáček, Ph.D.
- [13] Gumové břity na sněžové radlice. *Gumex* [online]. Strážnice: GUMEX, spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/produkty/gumove-brity-na-snehove-radlice-309>
- [14] Břity sněžových pluhů. *Silniční stroje a komunální technika* [online]. [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.sskt.cz/prislusenstvi-komunalni-techniky/brity-snehovych-pluhu/>
- [15] MT radlice hydraulická. *Technika online* [online]. 2016 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.technika-online.cz/produkty/radlice-35/mt-radlice-hydraulick%C3%A1-detail>
- [16] ČSN EN 13021+A1. *Stroje pro zimní údržbu - Bezpečnostní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [17] Agromettal: O nás. *Agromettal* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/o-nas>
- [18] Sněžové radlice Agromettal. *Agromettal* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/snehove-radlice>
- [19] Lehká radlice OR-L. *Agromettal* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/lehka-odpruzena-radlice-or-l>
- [20] Odpružená radlice OR-M. *Agromettal* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/odpruzena-radlice-or-m>
- [21] Šíповá radlice SR-L. *Agromettal* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/sipova-radlice-sr-l>
- [22] Zadní radlice ZRH-M. *Agromettal* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/zadni-radlice-hydraulicky-natacene-zrh-m>
- [23] O společnosti: O nás. *Pronar* [online]. Narew: Pronar Sp. z o, 2021 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <https://pronar.pl/o-nas/>
- [24] Municipal Machines Catalogue: Snow plough. *Pronar* [online]. Narew: Pronar Ltd. company, 2021 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://pronar.pl/en/portfolio/product-catalogues/>

- [25] Unternehmen: Die Matev GmbH. *Matev* [online]. Langenzenn: Matev GmbH, 2021 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.matev.de/de/unternehmen/?cv=.%252F.%252F.%252>
- [26] Produkte: Schneeräumschilder. *Matev* [online]. Langenzenn: Matev GmbH, 2021 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.matev.de/produkte/raeumen/?cv=http185.14.28.142>
- [27] SRM. *Matev* [online]. Langenzenn: Matev GmbH, 2021 [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.matev.de/produkte/raeumen/schneeraeumschild-srm-fb-150-qh/produktinfos/?cv=462>
- [28] SRM SF. *Matev* [online]. Langenzenn: Matev GmbH, 2021 [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.matev.de/produkte/raeumen/schneeraeumschild-srm-sf-140-160-180-200-220/produktinfos/?cv=462>
- [29] Our Company. *Bobcat* [online]. North Dakota: Bobcat Company, 2021 [cit. 2021-05-04]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/company-info/our-company>
- [30] Mitsubishi VST MT270. In: *Traktor* [online]. Tajecina: Traktor.com.pl, 2021 [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://traktor.com.pl/cs/traktory/8890-mitsubishi-vst-mt270-vyh%C5%99%C3%ADvan%C3%A1-kabina-v%C3%BDroba-polsk%C3%A9ho-bartesco-sn%C4%9Bhov%C3%BD-pluh-sypa%C4%8D-p%C3%ADsku.html>
- [31] Working position. In: *Chronomag* [online]. Lynchburg: Invesion Community, 2021 [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: https://forum.chromomag.cz/uploads/monthly_2021_05/70653047_pracpolohy.PNG.82cda4e4216fcdd816987fc5d4126e8.PNG
- [32] Skid Steer Snow Blade. In: *Spartan Euquipment* [online]. Spartan Equipment, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.spartanequipment.com/products/skid-steer-snow-blade-84-wide-v-style-that-also-dozes-dirt-with-hydraulic-angle-blade.html>
- [33] Sněhová fréza SF. In: *Agrometall* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2015 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.com-europ-equipement.com/wp-content/uploads/2017/07/SFAM-020000-N%C3%81VOD-K-OBSLUZE-SF.pdf>
- [34] Sněhová fréza. *Ama zahrada* [online]. Batňovice: ama Czech s.r.o., 2017 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.ama-zahrada.cz/files/file/71-79590-79591-79592.pdf>
- [35] Stage Snowblower. In: *Rona* [online]. Ontario: RONA, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.rona.ca/en/2-stage-snowblower-208-cc-24-red-40135005>
- [36] Snow Blower. *Bobcat* [online]. North Dakota: Bobcat EMEA, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://fms.dibhids.net/40817>
- [37] Jaký je rozdíl mezi jednostupňovou a dvoustupňovou sněhovou frézou?. *Hecht* [online]. Tehovec: HECHT MOTORS s.r.o., 2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z:

<https://cz.hecht.cz/info/jaky-je-rozdil-mezi-jednostupnovou-a-dvoustupnovou-snehovou-frezou>

- [38] GRANDIČ, Jan. *Studie strojů pro zimní údržbu komunikací* [online]. Brno, 2010 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27936. Bakalářská práce. VUT, Fakulta strojního inženýrství.
- [39] Das ist Westa. *Westa* [online]. Weitnau: WESTA GmbH, 2019 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://westa.de/westa/ueber-westa>
- [40] Anbauschneefräsen. In: *Westa* [online]. Weitnau: WESTA GmbH, 2021 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: https://www.westa.de/images/Infomaterial/4550_650Prosp.pdf
- [41] About us. *Trejon* [online]. Vännäsby: Trejon AB, 2021 [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.trejon.se/enu/welcome-to-trejon/>
- [42] Snöfräsar. *Trejon* [online]. Vännäsby: Trejon AB, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://www.trejon.se/se/produkter/vagunderhall/snofrasar-mekaniska.html>
- [43] Snow Blowers. *Bobcat* [online]. North Dakota: Bobcat EMEA, 2021 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/eu/attachments/snow-blower/specs-options>
- [44] O nás. *Kovaco* [online]. Veľká Lehota: KOVACO, spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.kovacocompany.sk/o-kovaco/>
- [45] Fréza na sníh. *Kovaco* [online]. Veľká Lehota: KOVACO, spol. s r.o., 2011 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: http://www.kovaco.cz/freza_na_sneh_cz.html
- [46] EPřídavná zařízení. *Kovaco electric* [online]. Praha 4: KOVACO Electric, 2020 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.kovacoelectric.com/cs/attachments/snehova-freza?typove-oznaceni=94210>
- [47] Čistící a zametací zařízení. *Komunální technika* [online]. Praha 2: Profi Press s.r.o., 2012 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.komunalweb.cz/cistici-a-zametaci-zarizeni/>
- [48] Zametač KM-S. *Com europ equipment* [online]. 2013 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.com-europ-equipement.com/wp-content/uploads/2017/08/Zameta%C4%8D-KM-S.pdf>
- [49] *Studie strojů pro letní údržbu asfaltových komunikací*. Brno, 2012. Bakalářská práce. VUT, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
- [50] Zametače SM. *Agrometall* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/zametace-sm>

- [51] Mechanické zametací zařízení ZL PUR. In: *Lehká manipulace* [online]. Sviadnov: Čížek & Ptašek, s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.lehka-manipulace.cz/zametaci-zarizeni/mechanicke-zametaci-zarizeni-zl-pur/>
- [52] Komunální zametače. *Agrometall* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/zametace>
- [53] Sweeper talex. *Euromasz* [online]. Lipka: EUROMASZ SPJW, 2021 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://euromasz.pl/maszyny-komunalne/zamiatarki/zamiatarka-talex-eco-clean/>
- [54] Attachments / Sweeper. *Bobcat* [online]. North Dakota: Bobcat EMEA, 2021 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/attachments/sweeper/specs>
- [55] Attachments / Angle Broom. *Bobcat* [online]. North Dakota: Bobcat EMEA, 2021 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/attachments/angle-broom/features>
- [56] Zametací zařízení. *Kovaco* [online]. [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: http://www.kovaco.cz/zametacie_zariadenie2_cz.html
- [57] Úhlový smeták. *Kovaco electric* [online]. Praha 4: KOVACO Electric, 2021 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.kovacoelectric.com/cs/attachments/uhlovy-smetak>
- [58] Zametací zařízení Eco Clean. In: *Recarprofi* [online]. Plzeň: RECAR PROFI, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://recarprofi.cz/uvod/produkt/zametaci-zarizeni-eco-clean-15/>
- [59] JIŘÍ, Pospíšil. *Technika pro komunální služby* [online]. [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: doi:978-80-7509-004-1
- [60] *Návrh prototypu kombinovaného upínače pro čelní nakladač* [online]. Praha, 2015 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/63278>. Diplomová práce. ČVUT, Fakulta strojní. Vedoucí práce Ing. Pavel Syrovátka.
- [61] BAUER, František. *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
- [62] CH-MIT1. In: *Agrometall* [online]. Heřmanův Městec: AGROMETALL s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://agrometall.cz/ch-mit1>
- [63] Čelní nakladače náradí. In: *Free Farmer* [online]. České Budějovice: FREE FARMER s.r.o., 2021 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://www.freefarmer.cz/celni-nakladace-naradi/>
- [64] Gelenkwelle Walterscheid PTO Driveshaft. In: *Der Faie* [online]. Regau: FAIE Handelsgesellschaft mbH, 2021 [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <https://www.faie.ch/landtechnik/landmaschinenteile/gelenkwellen->

ersatzteile/gelenkwelle-teile-walterscheid/originalersatzt.-
walterscheid/7044085/gelenkwelle-walterscheid-pto-driveshaft-1-3/8-x-6

- [65] Traktor XR. In: *Traktory Borsice* [online]. Uherské Hradiště: STAUFČÍK, s.r.o., 2015 [cit. 2021-05-20]. Dostupné z: <http://www.traktory-borsice.cz/xr.html>
- [66] Radlice. In: *Agroseznam* [online]. <http://www.agroseznam.cz/>: Agroseznam s.r.o, 2013 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <http://www.agroseznam.cz/cz/agrobazar/detail-inzeratu/26434-radlice-pro-unc.html>
- [67] Bobcat Bob-Dock Improves Upon Bob-Tach System. In: *YouTube* [online]. ForConstructionPros, 2019 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://youtu.be/lpR-rmfS98w?t=125>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Sb Sbirka zákonů