

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

Studie strojů pro zimní údržbu komunikací Study of machines for road maintenance in the winter

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN GRANDIČ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JAROSLAV KAŠPÁREK, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Grandič

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

Studie strojů pro zimní údržbu komunikací

v anglickém jazyce:

Study of machines for road maintenance in the winter

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor shrnující přehled poznatků v oblasti strojů pro zimní údržbu komunikací jako přídatných nesených zařízení. Rozbor bude zahrnovat technologické a konstrukční poznatky z oblasti odstraňování sněhu z komunikací, a to pomocí pluhů, sněhových fréz a posypových vozů.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte rozbor řešeršního typu se zaměřením na celkové možnosti konstrukčního a technologického uspořádání sněhových pluhů a fréz, teoretické poznatky, technické a provozní parametry. Proveďte kritické zhodnocení.

Seznam odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. a kol.: Stroje pro zemní práce – silniční stroje, Ostrava, 1996

VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, 2003

KERN, F.; MAYLÄNDER, M.: Faszination Straßenbau, ed. Motorbuch Verlag, 2005, s. 208,
ISBN: 3-613-02499-3

Firemní literatura

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku
2009/2010.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce rešeršního typu je rozdělena do několika částí. Věnuje se rozboru provedení typů konstrukčního a technologického řešení uspořádání sněhových pluhů, fréz a posypových vozů. Tato práce obsahuje i vybrané parametry jednotlivých nástrojů pro odklizení sněhu z vozovek.

ABSTRACT

This thesis is written as a exploration of facts and is divided into several parts. It attends to an analysis of an implementation of types of constructive and technological resolution of ordering snow ploughs, snow rottary ploughs and salt-and-sand sprayers. This thesis contains also variables of particular snow clearance tools.

KLÍČOVÁ SLOVA

sněhový pluh, sněhová fréza, radlice, posypové vozidlo

KEY WORDS

snowplough, snow rottary plought, share, salt-and-sand sprayer

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GRANDIČ, J. *Studie strojů pro zimní údržbu komunikací*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 57 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Studie strojů pro zimní údržbu komunikací* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 27. května 2010

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za pomoc s tématem této práce a za jeho odborné rady a připomínky, které mi pomohly v práci. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která mě intenzivně podporovala v mých studiích.

OBSAH

1 Úvod	9
2 Posypový materiál	10
2.1 Základní vlastnosti chemických rozmrazovacích látek	10
2.2 Posyp vozovek	11
2.3 Zařazení komunikací podle stupně důležitosti	13
3 Sypače	14
3.1 Určení výkonu pro pohon sypacího zařízení	16
3.2 Dnešní generace sypačů.....	18
3.3 Traktorové sypače nesené.....	19
3.3.1 Sypače pro malotraktory nesené	20
3.3.2 Sypače pro malotraktory vlečené	20
3.3.3 Sypače s posypovým válcem samonakládací	21
3.3.4 Sypače s rozmetacím diskem samonakládací	21
3.3.5 Sypače s rozmetacím diskem velké	22
3.3.6 Traktorové sypače vlečené.....	23
3.3.7 Sypačové nástavby	23
3.3.8 Sypačové nástavby pro nosná vozidla nad 5 tun.....	26
4 Pluhy.....	27
4.1 Určení odporů automobilových pluhů	28
4.2 Rozdělení sněhových pluhů.....	29
4.2.1 Sněhové pluhy malé	29
4.2.2 Sněhové pluhy lehké	30
4.2.3 Sněhové pluhy střední.....	31
4.2.4 Sněhové pluhy těžké	32
4.2.5 Sněhové pluhy dálniční.....	33
4.2.6 Sněhové pluhy univerzální.....	34
5 Nové trendy ve vývoji dálničních sněhových pluhů	35
6 Radlice k odklízení sněhu	36
6.1 Šípová radlice pro traktory SRT-1.....	38
6.2 Šípová radlice pro malotraktory SRM.....	40
6.3 Odpružená radlice.....	41
6.4 Vzadu nesená radlice pro traktory ZRT	42

7 Sněhové frézy	43
7.1 Jednostupňové sněhové frézy	44
7.2 Dvoustupňové sněhové frézy.....	45
7.2.1 Traktorová dvoušneková dvoustupňová sněhová fréza	46
7.2.2 Sněhové dvoustupňové bubnové frézy	48
7.2.3 Sněhové frézy poháněné od nosného vozidla	49
7.2.4 Sněhové frézy poháněné vlastním motorem	51
8 Další odklízecí stroje a zařízení.....	52
9 Závěr.....	53
10 Seznam použité literatury a zdrojů.....	54
11 Seznam použitých zkratk a symbolů	55
12 Seznam obrázků	56
13 Seznam tabulek	57

1 Úvod

V období prudkého rozvoje silniční dopravy se neustále zvyšují požadavky na kvalitní stav silnic, dálnic a jejich mostů pro zajištění bezpečné, plynulé i dostatečně rychlé jízdy silničních vozidel. Zvýšená pozornost je věnována systematickému ověřování stavu vozovek silnic a dálnic a operativnímu odstraňování zjištěných závad v rámci možností daných státním rozpočtem. [1]

Údržba silnic je souhrn letních i zimních prací, které probíhají po celý rok. Letními pracemi jsou myšleny především rozsáhlejší opravy vozovek, mostů, dopravních značek, nátěry ocelových konstrukcí, odvodňování, údržba zeleně, čištění a úklid odstavných parkovišť, drobné zemní práce, impregnace betonových vozovek, zřizování vodorovného značení, čištění kanalizace atd. [1]

Zimními pracemi myslíme období, jenž je charakteristické nepřetržitým pracovním režimem, který zajišťuje hlavně pohotovost a efektivní odklizení sněhu, náledí a námraz z vozovek, které jsou pro dopravu velmi nebezpečné. Pro tyto práce jsou používány speciální mechanismy, těžká technika a chemické posypové materiály. Pro zvolení správného postupu údržby jsou využívány také meteorologické předpovědi. [1]

2 Posypový materiál

Základem zimní údržby je neustálé odklizení sněhu z vozovek a jejich posyp, jelikož udržovat silnice čisté během vytrvalého sněžení není možné.

Při zajišťování sjízdnosti komunikací během zimního období se na celém evropském území obecně používají dva základní druhy posypových materiálů: [2]

- Chemické rozmrazovací materiály - to jsou látky, které svými vlastnostmi způsobují fyzikálně chemickou změnu sněhu a ledu přítomného na povrchu vozovky, přičemž dochází k jejich tání. [2]
- Zdrsňující (inertní) posypové materiály - to jsou látky, které mechanickým způsobem zvyšují součinitel tření zledovatělé, nebo ujeté sněhové vrstvy na povrchu vozovky. [2]

2.1 Základní vlastnosti chemických rozmrazovacích látek

Fyzikální vlastnosti solí svou schopností umožňují snížit bod mrazu vody a tak v podstatě zabránit vytvoření ledu, nebo rozpustit sníh. Čím vyšší je koncentrace solného roztoku, o to hlouběji leží bod jeho zmrznutí. Tento pokles však není nekonečný. Pro jednotlivé druhy posypových solí existují určité limity maximálních koncentrací. Tato hranice odpovídá teplotě určené bodem stavového grafu roztoku, nazvaného „eutektický bod“. Je to určitý bod mrazu, při kterém nasycený roztok stejnoměrně zmrzne. Čím blíže tomuto bodu leží teploty, tím pomaleji probíhá proces roztávání. Hranice praktického použití solí pro běžnou zimní údržbu proto leží dosti zřetelně nad eutektickým bodem. Zvyšujeme-li koncentraci roztoku nad eutektický bod, pak teplota ztuhnutí roztoku naopak stoupá tak dlouho, až opět dosáhne 0 °C (pokud není roztok znečištěný jinými příměsemi). V případě, že i nadále zvyšujeme koncentraci, začne se v roztoku objevovat pevná sůl také při teplotách nižších než 0 °C (tzv. saturovaný roztok). [2]

Soli účinkují jako rozmrazovací látky, jestliže absorbovaly vodní vlhkost z ovzduší, nebo byly předem navlhčeny vodou. Po získání potřebné vlhkosti pak uvolňují cestu roztoku vnitřním napětím menším než je u vody nebo ledu. V případě, že takové roztoky přijdou do styku s ledem nebo sněhem, nemohou koexistovat při okolních teplotách nad eutektickým bodem (-21 °C u chloridu sodného a -50 °C u chloridu vápenatého). To znamená, že chlorid sodný ve vodním roztoku s koncentrací cca 22 % může rozpouštět led až do -21 °C. Podobně stejným způsobem může chlorid vápenatý ve vodním roztoku s koncentrací 30 % rozpouštět až do teploty -50 °C. V případě dosažení takovýchto teplot se vnitřní napětí ledu a roztoku vyrovnají a tyto dvě substance mohou spolu existovat v rovnováze. Jinak řečeno, rozmrazovací účinek byl ukončen. [2]

2.2 Posyp vozovek

Posyp vozovek je ve většině případů prováděn vlhčenou solí (obr. 1). Na našem území nalezneme ale i takové komunikace, na kterých se nesmí používat chemický posyp. Posyp na těchto silnicích je tedy prováděn inertními materiály, jako jsou písky nebo drtě. [3]

Krystalická sůl určená k posypu je před dopadem na rozmetadlo vlhčena 25% roztokem NaCl. Tato tzv. solanka samotnou krystalickou sůl zvlhčí, což nám umožní lepší přilnavost k vozovce. Sůl pak po dopadu na zem neodlétá do stran, ale částečně se přilepí k povrchu vozovky. [3]

Tento způsob posypu se používá i pro tzv. preventivní posypy, které se provádějí na základě meteorologické předpovědi ještě před nástupem sněžení nebo námrazy. U současných posypových vozů je posyp řízen počítačem z důvodu úspory a také proto, že krystalická posypová sůl není vhodná pro životní prostředí a také proto, že sůl podporuje korozi. [3]

Řízený posyp je v rozsahu 10-40 g/m² dle stavu vozovky a zvolené technologie (preventivní posyp 10 g/m², vlastní likvidační posyp 20-40 g/m²). [3]



Obr. 1: Posyp komunikace vlhčenou solí [3]



Obr. 2: Posyp komunikace nevlhčenou solí [3]

Příklad zbytkového množství soli v procentech původního posypového materiálu dle [8]

- po přejezdu 100 vozidel s průměrnou rychlostí cca $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$:
u suché soli NaCl cca 20%
u navlhčené soli NaCl cca 80%
- po přejezdu 1000 vozidel průměrnou rychlostí cca $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$:
u suché soli NaCl cca 10%
při použití roztoku NaCl cca 40%
při použití roztoku CaCl_2 cca 60%

Doba působení suché soli na suché jízdní dráze je tedy vlivem povětrnostních a dopravních podmínek velmi omezena. Kvůli neustálému zvyšování bezpečnosti na našich silnicích je tedy nutné používat vlhčenou sůl. [8]

Výroba vlhčené soli se provádí automaticky na sypacím vozidle. Tekutý podíl je přidáván v předepsaném poměru k suché soli (NaCl) bezprostředně před posypem na rozmetací talíř. Dávkování a dopravu solanky ovládá čerpadlo závislé na pojezdu vozidla a dávkování suché soli. Některé případy užití vlhčené soli jsou uvedeny v tabulce [8]

Tab. 1 Užití vlhčené soli [8]

Počasí	Stav jízdní dráhy	Druh nasazení
Předpoklad tvoření náledí nebo jinovatky	suchá vozovka	vlhčená sůl cca $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$
Promrzlá vlhkost	náledí	vlhčená sůl cca $10\text{-}20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ max. ve dvou průjezdech vždy podle síly ledové vrstvy
Padání mlhy nebo mrholení	tvoření kluznosti	vlhčená sůl cca $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$
Sněhová břečka (teplota okolo 1°C úklid, teplota 0°C -úklid a posyp	částečně mokrá vozovka	odklízení a posyp (suchou solí NaCl)
Jinovatka	tvoření kluznosti	vlhčená sůl cca $10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$
Sněžení	sněhová kluzkost	odklízení a posyp vlhčenou solí $10\text{-}15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ nebo suchým NaCl $20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$
Silné sněžení	sněhová kluzkost	nasazení jako při sněžení

2.3 Zařazení komunikací podle stupně důležitosti

Rozdělení je provedeno dle [3]:

1. Pořadí

Vozovky silnic I. třídy a dopravně důležitých silnic II. třídy a místních komunikací, po nichž je vedena rozhodující dopravní zátěž veřejné hromadné dopravy, linkové osobní dopravy, příjezdové místní komunikace k velkým zdravotnickým zařízením a další významné místní komunikace.

Komunikace 1. pořadí se udržují v celé délce a šířce vozovky :

- a) náledí a zbytková vrstva sněhu po pluhování o tloušťce menší než 3 cm se odstraňuje posypy chemickými rozmrazovacími materiály,
- b) náledí a kluzkost sněhové vrstvy při neúčinnosti chemických rozmrazovacích materiálů se zdrsňuje posypem inertními materiály.

2. pořadí

Zbývající úseky silnic II. třídy nezařazené do 1. pořadí, sběrné místní komunikace nezařazené do 1. pořadí a důležité obslužné místní komunikace.

Komunikace 2. pořadí se udržují chemickým rozmrazovacím materiálem, pouze v chráněných krajinných oblastech a v oblastech zdroje pitných vod zdrsňujícím (inertním) materiálem.

3. pořadí

Ostatní obslužné místní komunikace nezařazené do 2. pořadí.

Komunikace zařazené do 3. pořadí se udržují až po ošetření komunikací 1. a 2. pořadí, udržují se chemickým rozmrazovacím materiálem, pouze v chráněných krajinných oblastech a v oblastech zdroje pitných vod zdrsňujícím materiálem.

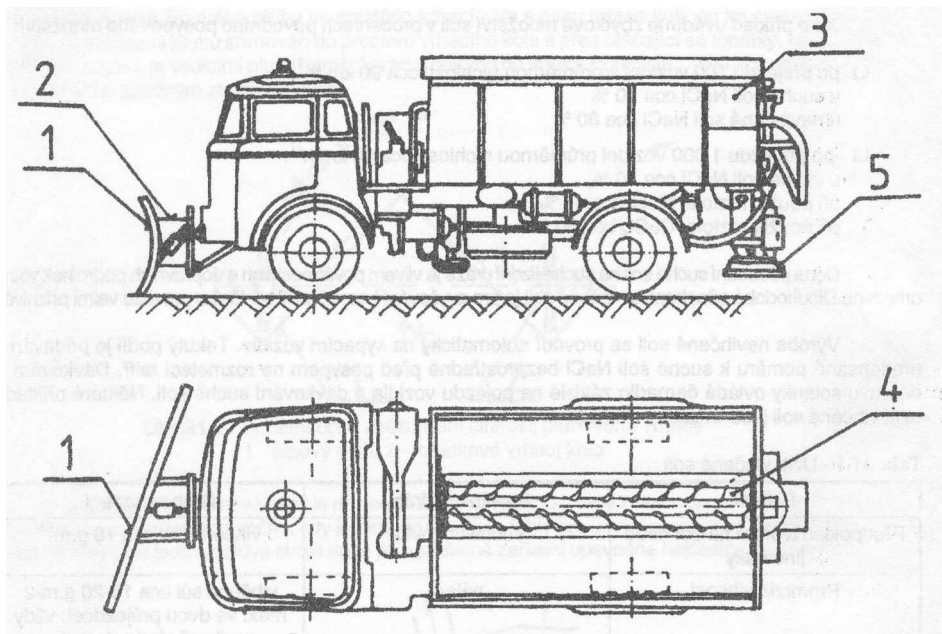
Neudržované

Místní komunikace, na nichž není třeba vykonávat zimní údržbu z důvodu dopravní bezvýznamnosti – komunikace zařazené do Vyhlášky hl. m. Prahy č. 45/1997 Sb. ve znění Vyhlášky hl. m. Prahy č. 35/1999 Sb.

3 Sypače

Sypače neboli posypová vozidla jsou upravená nákladní užitková vozidla obdobných značek jako klasická nákladní užitková vozidla s tím rozdílem, že jejich technické specifikace jsou upraveny pro potřeby zimní údržby silnic.

Ve většině případů jsou sypače opatřeny v zadní části rozmetadly (obr. 3), které slouží k rovnoměrnému a efektivnímu rozmetání posypových materiálů a na přední straně je umístěn pluh popřípadě fréza, která odstraňuje sníh a tím připravuje vozovku k posypu.

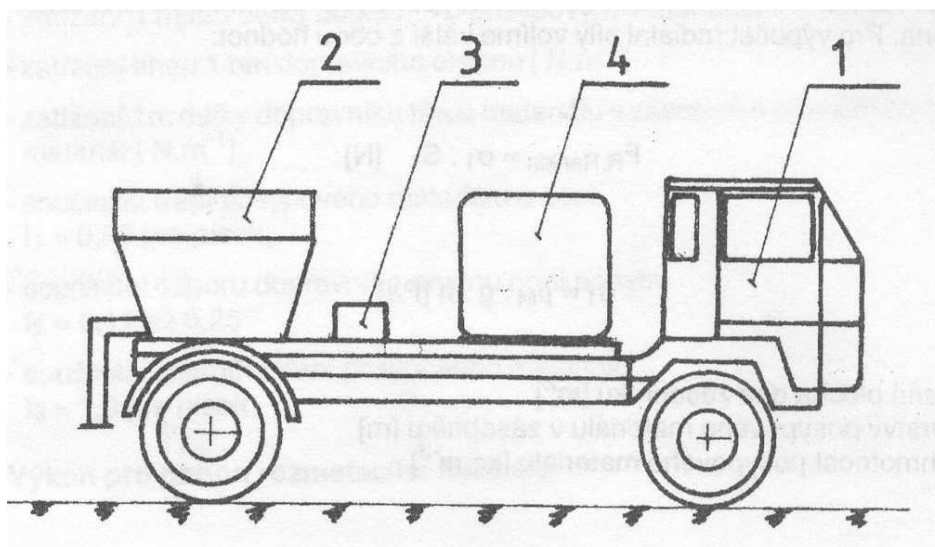


Obr. 3: Schéma automobilového sypače s přímou radlicí (pluhem) [8]

1 – přímá radlice, 2 – závěs s ochranným zařízením, 3 – zásobník

Stále velmi častým technickým řešením je sypač s rotujícím hladkým kotoučem neboli rozmetadlem, který je opatřen žebry. Posypový materiál dodává do středu kotouče a odstředivou silou je vrhán k jeho obvodu a dále rozmetán na povrch vozovky. Kotoučové rozmetací zařízení je vhodné především pro inertní materiály, které nejsou náročné na přesnost dávkování. Šířka posypu $b = (3 \text{ až } 5) \text{ metrů}$ při hustotě posypu do $q = 0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$. Posypový materiál je k rotujícímu kotouči – rozmetadlu hrnut jedním nebo dvěma šneky, které jsou uloženy vedle sebe ve spodní části zásobníku posypového materiálu. Místo šnekových podavačů se také někdy používá hřeblový dopravník. Některé konstrukce posypových zařízení mají kromě zadního rozmetadla ještě přední popřípadě boční rozmetadlo. Hustota posypu se reguluje šoupátkem nebo změnou otáček podavače v závislosti na změně otáček vlastního rozmetadla. [8]

V případě posypu vozovek vlhčenou solí, je jednoduché schéma posypového vozu na obr. 4. U této varianty posypového vozu probíhá automatická výroba soli. [8]



Obr. 4: Schéma vozu s postřikem vlhčenou solí [8]

1 – posypové vozidlo, 2 – zásobník, 3 – pístové čerpadlo, 4 – nádrž na solanku

Skutečná realizace sypače je na obr. 5 firmy SIMED. V základu se jedná o středně velké multifunkční užitkové vozidlo s nástavbou SVS od zmíněné firmy. Sypačové nástavby SVS jsou určeny pro posyp inertním i chemickým materiálem a pro posyp vozovek, místních komunikací a chodníků. Doprava posypového materiálu je řešena dvěma dopravními šneky. Sypače se vyrábějí v ocelovém i nerezovém provedení. [11]



Obr. 5: Posypové vozidlo se sypačovou nástavbou SIMED [11]

3.1 Určení výkonu pro pohon sypacího zařízení

Výpočty jsou provedeny dle zdroje [8] str. 453 – 455.

Celkový potřebný výkon se skládá z výkonu pro pohon podávacího zařízení P_1 (nejčastěji šnekový, případně hřeblový dopravník) a z výkonu pro pohon rozmetacího kotouče N_2 .

1. Výkon pro pohon šnekového podavače

$$N_{1s} = \frac{F_R}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \cdot s \cdot n \cdot i \quad [\text{W}]$$

kde F_R – radiální zatížení šnekového hřídele [N]

s – stoupání šneku [m]

n – otáčky šneku [s^{-1}]

$$n = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot s \cdot 3600} \quad [\text{s}^{-1}]$$

V – objemové množství dopravovaného materiálu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

D – vnější průměr šneku [m]

d – vnitřní průměr šneku [m]

i – počet šneků podavače [-]

φ – úhel tření posypového materiálu o šnekovici [rad]

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_2$$

f_2 – součinitel tření posypového materiálu o šnekovici [-]

$$f_2 = 0,4$$

α – úhel stoupání šnekovice [$^\circ$]

$$\alpha = \frac{s}{\pi \cdot D}$$

Pro radiální zatížení F_R na dně zásobníku posypového materiálu se uvádí vztah zatížení podle Rankina nebo podle Jensena. Pro určení radiální síly zvolíme větší z obou hodnot:

$$F_{R,Rankin} = \sigma_1 \cdot S_1 \quad [\text{N}]$$

$$\sigma_1 = \rho_M \cdot g \cdot h \quad [\text{Pa}]$$

kde S_1 – půdorysná plocha dna zásobníku [m^2]

h – výška vrstvy posypového materiálu v zásobníku [m]

ρ_M – měrná hmotnost posypového materiálu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

$$F_{R,Jensen} = \sigma_2 \cdot S_1 \quad [\text{N}]$$

$$\sigma_2 = \frac{\varphi_M \cdot g \cdot S_2}{f_2 \cdot O \cdot k} \cdot (1 - e^{-x}) \quad [\text{Pa}]$$

$$k = tg^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

kde S_2 – příčný průřez zásobníkem $[\text{m}^2]$

O – obvod průřezu zásobníku $[\text{m}]$

φ – sypný úhel posypového materiálu $[\text{rad}]$

2. Výkon potřebný pro pohon hřeblového podavače

$$N_{1h} = \frac{F_T \cdot v}{\eta} \quad [\text{W}]$$

kde v – rychlost dopravníku $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

F_T – tažná síla dopravního elementu $[\text{N}]$

$$F_T = F_1 - F_2 + W \quad [\text{N}]$$

F_1 – tažná síla na nabíhající větvi dopravníku $[\text{N}]$

F_2 – tažná síla na sbíhající větvi dopravníku $[\text{N}]$

W – celkový odpor na hnacím řetězovém kole $[\text{N}]$

$$W = W_1 + W_2 \quad [\text{N}]$$

W_1 – odpory ve vodorovných větvích $[\text{N}]$

W_2 – odpory na hnacím turasu $[\text{N}]$

$$W_1 = (q_1 \cdot f_1 + q_2 \cdot f_2 + q_3 \cdot f_3) \cdot L \quad [\text{N}]$$

$$W_2 = (0,01 \text{ až } 0,02) \cdot (F_1 + F_2) \quad [\text{N}]$$

kde q_1 – zatížení 1 metru délky dopravníku posypovým materiálem $[\text{N} \cdot \text{m}^{-1}]$

q_2 – zatížení tíhou jednoho metru dopravního orgánu $[\text{N} \cdot \text{m}^{-1}]$

q_3 – zatížení 1m délky dopravníku tíhou materiálu v zásobníku působícího na hrnutý posypový materiál $[\text{N} \cdot \text{m}^{-1}]$

f_1 – součinitel tření posypového materiálu o ocel ($f_1=0,58$ pro písek) $[-]$

f_2 – součinitel odporu dopravního orgánu proti pohybu ($f_2=0,11$ až $0,25$) [-]

f_3 – součinitel vnitřního tření posypového materiálu ($f_3=1,0$ pro písek) [-]

3. Výkon pro pohon rozmetacího kotouče

$$N_2 = N_a + N_b \quad [W]$$

$$N_a = \frac{0,5 \cdot m \cdot v_u^2}{\eta_p} = \frac{0,5 \cdot q \cdot B \cdot v_p \cdot v_u^2}{\eta_p} \quad [W]$$

$$N_b = \frac{q \cdot B \cdot v_p \cdot f_1 \cdot (R - r) \cdot g}{\eta_p} \quad [W]$$

kde N_a – výkon potřebný k urychlení částic posypového materiálu [W]

N_b – výkon k překonání tření při pohybu částic po kotouči [W]

m – tok materiálu na rozmetací kotouč [$kg \cdot s^{-1}$]

v_u – úletová rychlost materiálu z kotouče [$m \cdot s^{-1}$]

v_p – pracovní rychlost stroje [$m \cdot s^{-1}$]

q – intenzita posypu [$kg \cdot m^{-2}$] ($q=0,2$ až $0,5 kg \cdot m^{-2}$)

B – šířka posypu [m]

R – vnější poloměr rozmetacího kotouče [m]

r – vnitřní poloměr rozmetacího kotouče [m]

3.2 Dnešní generace sypačů

Dnešní generace sypačů jsou vybaveny tzv. technologií zpětné vazby řízení, což v tomto případě znamená, že obsahují sadu čidel, které podávají informace řídicí jednotce o tom, zda obsluhou nastavené parametry posypu odpovídají skutečnosti, čili zda sypač vykonává skutečně svou práci tak, jak má (sypač kontroluje sám sebe). [3]



Obr. 6: Rozmetadlo s hydraulickým vlhčením soli [3]

Jako základ sypačů jsou používána vozidla typu AVIA, MULTICAR nebo MANGA a další jenž, jsou koncipovány jako univerzální nosiče s možností montáže celé řady dalších nástaveb, jako například sypačové rozmetadla, cisterny, samosběrné čistící stroje, nosiče kontejnerů apod. Nástavby je možné montovat jako pevné (nosič kontejnerů), nebo jako výměnné (cisterny, sypače, samosběry). Montáž výměnných nástaveb se provádí pomocí speciálního mezipřístroje a umožňuje jednoduše a rychle zaměňovat celé nástavbové celky, jako např. zaměnit samosběrnou nástavbu za sypač, přičemž celou operaci zvládnou dva pracovníci za necelé 2 hodiny. [3]

Vzhledem ke své široké použitelnosti se k posypu vozovek používají také zemědělské stroje, kterými jsou pro tyto případy traktory, které mají podvozky a systém uchycování nástaveb přizpůsobeny ke snadné výměně a pohonu různých druhů příslušenství.

Sypačové rozmetadla se dají k traktorům snadno namontovat a v případě potřeby zase demontovat tak jako jejich další příslušenství.

3.3 Traktorové sypače nesené

Rozdělení včetně vybraných technických parametrů a popisů provedeno dle [13]:

Traktorové sypače nesené se dají rozdělit na - Sypače pro malotraktory - nesené

- vlečené

- Sypače s posypovým válcem samonakládací
- Sypače s rozmetacím diskem samonakládací
- Sypače s rozmetacím diskem velké

3.3.1 Sypače pro malotraktory nesené

Sypačová rozmetadla jsou k traktorům připojena pomocí tříbodového připojení, pohon je zajištěn vývodovým hřídelem (obr. 7) nebo také hydromotorem. U většiny rozmetadel se dá kapacita koše zvýšit nástavbou. Jejich velkou výhodou je nízká hmotnost do 200 kg. Objem násypky je až 600 l. Šířka posypu je u tohoto systému více jak 1 m. [4] [13]



Obr. 7: Sypačové rozmetadlo nesené poháněné vývodovým hřídelem [4]

3.3.2 Sypače pro malotraktory vlečené



Obr. 8: Rozmetadlo poháněné koly [4]

Vlečená sypačová rozmetadla poháněná koly (obr. 8) se po zimní sezóně dají také použít v letním období například ke hnojení nebo k pískování cest parků.

Všechny tyto rozmetadla jsou konstruována tak aby byla jejich demontáž co nejjednodušší a aby se dala po zimní sezoně jednoduše vyčistit. Samozřejmostí je nastavený dávkovací systém, který se ve standardu ovládá manuálně, ale také ho lze zapojit na dálkové ovládání, které za pomoci hydraulického válce mění dávkování posypové směsi přímo z kabiny řidiče.

3.3.3 Sypače s posypovým válcem samonakládací

Na obr. 9 je samonakládací sypač s konstantní šířkou posypu, která se pohybuje podle typu mezi 1,6 – 2,0 m. Sypač nemá rozmetadlo a posypový materiál je sypán ze šterbiny na spodní straně sypače, jejíž délka je rovna šířce posypu. Pohon je realizován pomocí hydromotoru. Hmotnost sypače bez nákladu je 400 – 600 kg. Objem násypky je 680 – 1870 l.



Obr. 9: Sypač se samonakládacím posypovým válcem [13]

3.3.4 Sypače s rozmetacím diskem samonakládací

Jelikož má tento samonakládací sypač i rozmetací část (rozmetací disk), šířka posypu není konstantní, ale může se vlivem odstředivé síly na rozmetadle měnit a to mezi 2 – 6 m. Hmotnost celého ústrojí bez nákladu je 550 – 700 kg. Pohon je jako u předchozího sypače realizován hydromotorem. Objem násypky je až 1800 l posypového materiálu.



Obr. 10: Samonakládací sypač s rozmetacím diskem [13]

3.3.5 Sypače s rozmetacím diskem velké

Jedná se o sypače pro traktory od hmotnosti 6500 kg. Sypač má rozmetací část (rozmetadlo), díky které je proměnlivá šířka posypu 2 – 6 m. Hmotnost samotného sypače bez nákladu je 870 kg a více. Pohon zajišťuje hydromotor. Objem násypky je 2600 l a více.



Obr. 11: Sypač s rozmetacím diskem velký [13]

3.3.6 Traktorové sypače vlečené

Jde o velkoobjemové sypače s objemem násypky 3000 l a více. Celé ústrojí sypače je postaveno na samostatném vlečeném podvozku. Tento sypač má samostané nádrže se solankou o objemu 750 l a více. Pohon zajišťuje vlastní hydromotorová jednotka. Hmotnost zařízení bez naplnění nádrží a násypky je 2200 kg.



Obr. 12: Vlečený traktorový sypač [13]

3.3.7 Sypačové nástavby

Sypačová nástavba SK 1 (obr. 13) je nástavba určena k montáži na podvozek o užitečném zatížení cca 1500 - 2700 kg.

Sypač je možno vybavit samostatným pohonným agregátem. Samotná korba sypače se vyrábí ze speciálního plastu, plechu nebo nerez. Sypač může být ovládán multifunkčním panelem, který je umístěn v kabině vozidla a slouží k ovládání a regulaci dávky, šířky rozhozu a otevírání nádrží se solankou. Sypací rozmetadlo lze sklopit vzhůru a poté pohodlně uskladnit.



Obr. 13: Sypačová nástavba SK1[7]

Tab. 2: Technické specifikace sypačové nástavby SK1 [7]

Délka [mm]	2 680
Maximální šířka [mm]	1 770
Výška v přepravní poloze [mm]	1 080
Hmotnost [kg]	245
Hmotnost s nádržemi [kg]	270
Obsah násypky [m]	1-1,3
Dávkování posypu-chem.mat.	30-250 g/m
Dávkování posypu-inert.mat.	5-40 g/m
Šířka posypu [m]	2.6

Tato sypačová nástavba se dá namontovat na samostatný podvozkový přívěs (obr. 14) nebo přímo na korbu užitkového vozidla (obr. 15).



Obr. 14: Sypačová nástavba SK1 namontovaná na přívěsném vozíku [7]



Obr. 15: Sypačová nástavba SK1 namontovaná na korbě vozu [7]

3.3.8 Sypačové návstavy pro nosná vozidla nad 5 tun

Tyto návstavy se montojí přímo na nosný rám podvozku vozidla. V jediném zásobníku mohou být integrovány různé druhy vynášecích mechanismů jako šnekový, gumový nebo řetězový pás. Sypače mají společný zásobník, nádrže na solanku a rozmetadlo a hydraulický systém. V dnešní době se používají universální rozmetadla, která ve výsledku umožňují libovolný poměr posypu a postřiku s velkým rozsahem a přesností také při asymetrickém posypu. Pro uchycení na podvozek je připraveno osm různých spojení, která umožňují montáž jak prázdných tak i naplněných sypačů připravených na provoz. Například jde o mezirámy pro umístění do korby, kontejnerové nosiče a rychlovýměnné systémy. Pohon sypače standardně zajišťuje hydraulický systém podvozku. V dnešní době je ale velmi moderní využívat i vlastní pohonné systémy. Sypač pak lze instalovat na jakýkoli vhodný podvozek (nosič), který nemusí být vybaven hydraulickým systémem. Pro tyto účely jsou připraveny tyto pohonné systémy: návstbový motor nebo pohon od kola zadní nápravy.



Obr. 16: Sypačová návstva pro vozy nad 5 tun SIMED [14]

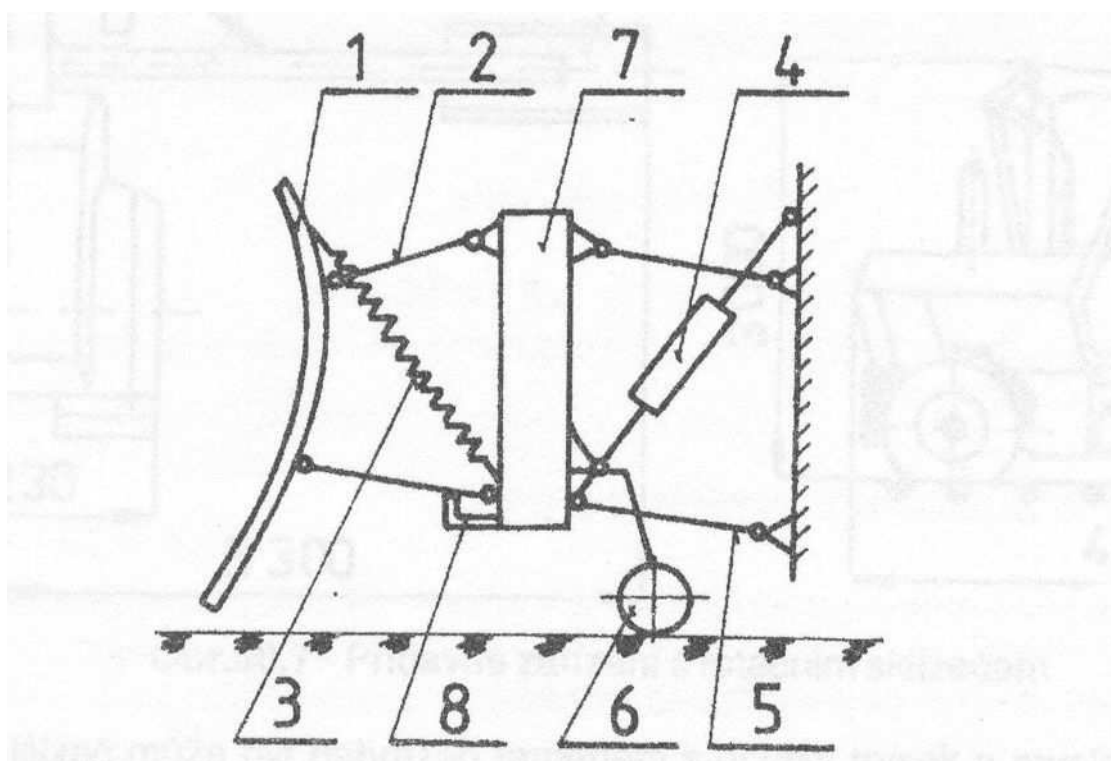


Obr. 17: Sypačová návstva KOBIT pro vozy TATRA [15]

4 Pluhy

Při mechanickém způsobu odklizení sněhu z vozovek se používají zařízení, která mají pracovní část v relativním klidu vůči vlastnímu nosiči (sněhové pluhy) nebo rotorové stroje, kde pracovní část vykonává rotační pohyb (sněhové frézy, kterým je věnován oddíl 7). [8]

Hlavní pracovní částí sněhových pluhů je přímá nebo šípová radlice, která může být umístěna před přední nápravou nebo mezi nápravami. Jelikož se jedná o sezónní stroje, bývají radlice umístěny na podvozky automobilů používaných primárně pro jiné účely (sypače, postřikovače apod.). Na přední část zesíleného rámu podvozku automobilu se na upínací zařízení uchytí zvedací jednotka, která je spojovacím a ovládacím členem mezi upínacím zařízením a radlicí. Konstrukce zvedacích zařízení umožňují zvedání a spouštění i s přitlakem radlice k vozovce, natáčení kolem svislé osy a ustavení radlice do přepravní polohy. Střední a těžké radlice jsou navíc opatřeny seřiditelnými pojezdovými koly nebo opěrami ve tvaru lyžin. Vzhledem k poměrně vysokým pracovním rychlostem sněhových pluhů, je také nutné chránit radlici před účinkem rázu při najetí pluhu na pevnou překážku (nerovnosti), kterou může být i náledí. [8]



Obr. 18: Schéma závěsného a ochranného zařízení pluhu [8]

1 – radlice pluhu, 2 – táhlo ochranného zařízení, 3 – pružina, 4 – přímočarý hydromotor, 5 – táhlo zvedacího zařízení, 6 – opěrné kolo, 7 – rám zvedacího zařízení, 8 – opěra táhla

Ochrana hlavní pracovní části je zabezpečena vlastní konstrukcí radlice nebo pomocí závěsného systému pro odklon nebo zdvih celého pluhu (obr. 18). Při prvním způsobu ochrany, tedy pomocí vlastní konstrukce, se nejčastěji používá radlice, která je složena ze sekcí uložených na otočném rámu, celistvá radlice s nožem ze sekcí, které jsou drženy v pracovní

poloze přítlačnými pružinami nebo radlice s břitovou částí z pryže nebo jiného pružného materiálu. [8]

4.1 Určení odporů automobilových pluhů

Výpočty jsou provedeny dle zdroje [8] str. 449 – 450.

U automobilových sněhových pluhů dochází k těmto základním odporům:

1. Odpor proti pohybu automobilu s pluhem W_1

$$W_1 = G_1 \cdot (f_v \cdot tg \alpha) + G_2 \cdot (f_1 \pm tg \alpha) \quad [N]$$

kde G_1 – tíha automobilu [N]

G_2 – tíha pluhu [N]

f_v – koeficient odporu proti pohybu automobilu ($f_v=0.05$) [-]

f_1 – součinitel tření oceli o sníh [-]

α – podélný sklon vozovky [°]

2. Odpor řezání sněhu radlicí W_2

$$W_2 = S \cdot f_3 \quad [N]$$

kde S – příčný průřez ořezávané vrstvy sněhu [m²]

f_3 – koeficient řezného odporu [Pa]

3. Odpor proti pohybu odříznuté vrstvy sněhu po radlici v příčném směru W_3

$$W_3 = G_3 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \cos \beta \quad [N]$$

kde G_3 – tíha nahromaděného sněhu před radlicí [N]

f_2 – součinitel tření sněhu o sníh [-]

β – úhel bočního natočení radlice ($\beta = 35 - 45^\circ$) [°]

4. Odpor proti odhozu sněhu z radlice W_4

$$W_4 = k_p \cdot S \cdot v_p^2 \quad [N]$$

kde k_p - koeficient proporcionality ($k_p = 5 - 25 \text{ N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$) [$\text{N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$]

5. Odpor proti pohybu sněhového valu před radlicí W_5

$$W_5 = G_3 \cdot f_2 \cdot \sin \beta \quad [N]$$

Potřebná tažná síla musí být větší než celkový odpor složený z odporů W_1 až W_5

$$\Sigma W_i \leq F_T \quad [N]$$

4.2 Rozdělení sněhových pluhů

Rozdělení sněhových pluhů včetně popisů a tech. specifikací bylo provedeno dle [13]:

Sněhové pluhy můžeme rozdělit na

- sněhové pluhy malé
- sněhové pluhy lehké
- sněhové pluhy střední
- sněhové pluhy těžké
- sněhové pluhy dálniční
- sněhové pluhy univerzální

4.2.1 Sněhové pluhy malé

Jedná se o pluhy převážně určené pro malé profesionální nosiče, jako jsou maloužitková vozidla MULTICAR nebo různé druhy malotraktorů. Tyto pluhy se využívají převážně k údržbě pěších komunikací, parkovišť a málo vytižených silnic. I u těchto poměrně jednoduchých pluhů se používají odpružené radlice.

Malé sněhové pluhy se vyrábějí s břitem z jediného kusu nebo jako univerzální malé pluhy s proměnnou geometrií nastavitelnosti křídel (obr. 20), se segmentově děleným břitem. Hmotnosti těchto pluhů se pohybují podle řady v rozmezí od 140 kg až do 180 kg. Segmentové pluhy, jelikož jsou z více částí váží okolo 250 kg a více. [13]



Obr. 19: Malý sněhový pluh s odpruženou radlicí [13]

U rovného sněhového pluhu s neproměnnou geometrií (obr. 19) jsou délky břitů podle řady v rozmezí 1600 – 2000 mm. Jejich pracovní šířka po natočení (používá se natočení 28°) se pohybuje v rozmezí 1425 – 1770 mm. Výška pluhu řady SPC (obr. 19) je 630 mm.

Malý univerzální pluh s proměnnou geometrií (obr. 20) má výšku pluhu měřenou od středu 780 mm. Výška po stranách je 900 mm. Šířka záběru tohoto pluhu, pokud pluh nastavíme do tvaru šípu je 1930 – 2210 mm.



Obr. 20: Malý univerzální sněhový pluh s proměnnou geometrií nastavení křídel, se segmentově děleným břitem. [13]

4.2.2 Sněhové pluhy lehké

Tyto pluhy už jsou určeny k údržbě také klasických vozovek, převážně však městských a obecních komunikací. Díky své poměrně nízké hmotnosti (hmotnost začíná podle řady pluhu na 350 až 550 kg) se tyto pluhy používají ve spojení s traktory a vozidly o celkové hmotnosti do 15 tun. Pluhy mají ve většině případů segmentově dělené břity. Délky břitů jsou podle řady v rozmezí od 2550 – 3400 mm. Výška pluhu se pohybuje kolem 650 – 900 mm. [13]



Obr. 21: Klasický rovný sněhový pluh se segmentově děleným břitem s plastovou radlicí [13]

4.2.3 Sněhové pluhy střední

V této kategorii pluhů se jedná o pluhy určené pro široké použití s hmotností pluhů 800 – 1000 kg. Tyto pluhy mají také segmentově dělené břity, ty mohou být rozsegmentovány podle přání zákazníka až na 9 kusů. Radlice se vyrábějí z plastu nebo plechu. Radlice bývá většinou odpružená. V této střední kategorii je možnost navíc montáže druhého podklápěného břitu. Pracovní natočení je zde 30° a více (30-32°). Délka břitu pluhu je 2400 – 3600 mm. Pracovní šířka při natočení je 2100 – 3200 mm. Výška pluhu je zde přes 1000 mm, většinou se však pohybuje maximálně do 1200 mm. [13]



Obr. 22: Klasický rovný sněhový pluh s odpruženou radlicí a s možností montáže druhého podklápěného břitu [13]

4.2.4 Sněhové pluhy těžké

Jedná se o sněhové pluhy jenž překračují hmotnost 1000 kg. Tyto sněhové pluhy mohou mít podobnou geometrii jako předešlé pluhy lehké a střední nebo se používají pluhy ve tvaru „křídla“ pro odhazování sněhu přes sněhové bariéry (obr. 23). Klasické sněhové pluhy, které nemají tvar křídla jsou skloněny pod pracovním úhlem 35°. Sněhové pluhy ve tvaru křídla jsou skloněny pod úhlem 32° nebo pod ostrým úhlem natočení radlice 40°. Břity jsou segmentovány na více částí (obr. 24). Radlice pluhů ve tvaru „křídla“ jsou nedělené, klasické pluhy jsou složeny ze tří a více segmentů. Délky břitů jsou 2850 – 3700 mm, hmotnosti se pohybují maximálně do 1400 kg. [13]



Obr. 23: Sněhový pluh tvaru „křídlo“ s ostrým úhlem plužení pro odhazování sněhu přes sněhové bariéry [13]



Obr. 24: Sněhový pluh se segmentově dělenou radlicí [13]

4.2.5 Sněhové pluhy dálniční

Dálniční sněhové pluhy jsou speciální kategorií pluhů, které jsou speciálně upraveny pro úklid dálničních a rychlostních komunikací. Tyto pluhy mají velkou šířku záběru, proto se používají také k úklidu velkých betonových ploch, jako jsou například letištní plochy. Jedná se o pluhy, které váží 850 kg a více, délka břitu začíná na 2500 mm, ale může dosahovat až 5000 mm. Díky své velké šířce se zde uplatňují speciální druhy konstrukcí jako je sklápění bočních dílů pro snadnější přepravu (obr. 25) nebo také teleskopicky plynule roztahovatelné levé nebo pravé části pluhu (obr. 26, 27).



Obr. 25: Rovný sněhový pluh o velké šířce záběru se sklápnutým levým dílem pro snadnější přepravu [13]



Obr. 26: Rovný sněhový pluh s teleskopicky plynule roztahovanou levou nebo pravou částí [13]



Obr. 27: Rovný sněhový pluh s teleskopicky plynule roztahovanou levou i pravou částí zároveň [13]

4.2.6 Sněhové pluhy univerzální

Jedná se zejména o pluhy šípové (obr. 28) s proměnou geometrií nastavení křídel. Tyto pluhy jsou určeny jednak pro odklizení nejvyšších vrstev sněhu a jednak pro vyhrnování sněhu z různých prostranství. Každé křídlo se dá pomocí hydraulických válců polohovat zvlášť. Lze tedy prohrnovat velké nánosy sněhu pomocí šípovité polohy, nebo sklopit jednotlivá křídla tak, že se sníh odhrnuje na pravou nebo levou část vozovky, podle toho jaký jízdní pruh odklízíme.



Obr. 28: Univerzální šípové pluhy s proměnnou geometrií nastavení křídel [13]

5 Nové trendy ve vývoji dálničních sněhových pluhů

Původní před lety používaný způsob úklidu sněhové vrstvy z povrchů dálnic a rychlostních silnic, při kterém byly používány vpředu čelně nesené klasické zajištěné sněhové pluhy o celkových délkách kolem 3,5 m až 5 m, je dnes již prakticky překonán. [5]

Důvodem je neustálý rozvoj dálniční sítě, rozšiřování počtu jízdních pruhů na dálnicích v oblastech velkých městských a průmyslových aglomerací na straně jedné a nárůst počtu křížení, sjezdů, nadjezdů na dálničních tazích a městských okruzích na straně druhé. To vše pak samozřejmě mimo základní požadavek maximálně efektivního využití použitých podvozků a samotných pracovních výměnných zařízení. [5]

Tandemy sněhových pluhů

Z tohoto důvodu se přibližně před 15 až 20 lety začaly zejména na dálničních tazích Německa, Rakouska a Francie objevovat modifikace použití tandemu sněhových pluhů na jednom vozidle (obr. 29).



Obr. 29: Ukázka použití tandemu sněhového pluhu [5]

To znamená, že vpředu nesené klasické zajištěné sněhové pluhy o délkách asi 4 až 5 m a z boku vozidla na speciální přípojné desce montované boční sněhové pluhy o délkách cca 2,7 až 3,8 m. (obr. 29, 31) [5]



Obr. 30: Sněhový pluh s plynule přestavitelnou šířkou [5]



Obr. 31: Ukázka realizace bočního pluhu [5]

Použití tohoto tandemového uspořádání řešilo zejména úklid jednoho jízdního a zároveň druhého odstavného pruhu současně na jedno projetí vozidla, eventuálně úklid dvou jízdních pruhů. Významně tedy přispělo k efektivnosti úklidu hlavních tahů dálnic a rychlostních komunikací. [5]

Přineslo však také poznání, že toto řešení není vždy ideální z hlediska bezpečnosti provozu soupravy za špatné viditelnosti a ve stále více narůstající hustotě provozu vozidel. To bylo markantní zejména v posledním desetiletí, kdy došlo k prudkému nárůstu rozvoje dopravy na dálnicích celé Evropy. [5]

Specializované firmy na výrobu zařízení pro zimní údržbu zahájily hledání dalšího možného řešení a brzy se ukázalo, že skutečně ani řešení pomocí tandemu sněhových pluhů není konečné a jediné. [5]

Teleskopické sněhové pluhy

To prokázal další vývoj, který přišel s aplikací teleskopického sněhového pluhu (obr. 32). Zpočátku byl používán princip roztažení sněhového pluhu z délky cca 4 m na celkovou délku 5 m teleskopickým vysunutím levé, později pravé části sněhového pluhu. [5]

V posledních dvou letech byl pak testován v Rakousku a Itálii systém umožňující oboustranné vysunutí segmentů sněhového pluhu, tedy princip, při kterém sněhový pluh může pracovat s celkovou délkou plynule přestavitelnou ze 4 m až na 6,6 m. [5]



Obr. 32: Celkový pohled na složený pluh teleskopicky vysouváný na obě strany [5]

Díky již patnáctileté spolupráci firmy MTM Tech, s.r.o. s firmou Assaloni byly výsledky vývoje nové generace pluhů rychle aplikovány i v České republice a na Slovensku. Při hustém sněžení na dálnicích naší dálniční sítě a nově i rychlostních silnicích jižní Moravy a Moravskoslezského kraje lze již běžně potkat vozidla údržby vybavená touto technikou. V současné době jsou zde užívány zatím sněhové pluhy roztahované teleskopicky vpravo nebo vlevo. [5]

6 Radlice k odklizení sněhu

6.1 Šípová radlice pro traktory SRT-1

Šípová radlice pro traktor typ SRT-1 (obr. 33) je vybavena závěsem kategorie I nebo II, podle závěsu traktoru, který umožňuje příčné kopírování radlice terénu v rozsahu $\pm 5^\circ$. Radlice může pracovat v pěti polohách : šíp, pravá strana, levá strana, "T" a "V". Změna přestavení úhlu je prováděna hydraulickými válci, ovládání je dvěma okruhy hydrauliky. Možno je ovládat každé křídlo samostatně. Základním vybavením je břit z materiálu Hardox. Ve standardní výbavě je radlice opatřena plastovými plazy na křídlech a ve špičce. Vyráběné pracovní záběry jsou : 1800 mm, 2000 mm, 2200 mm a 2400 mm. Maximální pracovní

rychlost je 20 km/hod. Maximální doporučená přepravní rychlost je 40 km/hod. Další možnou výbavou je : gumový břit, poziční osvětlení, opěrná kola, závěs na desku DIN. Při použití gumového břitu musí být použita opěrná kola. [7]



Obr. 33: Šípová radlice pro traktory SRT-1 [7]

Tab. 3: Technické specifikace šípové radlice pro traktory SRT-1 [7]

Pracovní šířka - varianta [mm]	2400	2200	2000	1800
Šířka v přepravní poloze [mm]	2440	2242	2066	1830
Maximální šířka [mm]	3269	2992	2709	2427
Délka v přepravní poloze [mm]	1415	1314	1214	1115
Výška v přepravní poloze [mm]	1100	1100	1100	1100
Délka břitu - I [mm]	416	416	416	416
Délka břitu - II [mm]	1312	1172	1047	880
Přepravní rychlost [km/hod]	40	40	40	40
Pracovní rychlost [km/hod]	20	20	20	20
Materiál břitu [---]	ocel	ocel	ocel	ocel
Materiál břitu - volitelné [---]	guma	guma	guma	guma
Max. natáčení radlice °	90	90	90	90
Výška radlice - střed [mm]	720	720	720	720
Výška radlice - levá a pravá strana [mm]	945	924	904	883
Výkon motoru traktoru [kW]	do 70	do 70	do 70	do 70
Tvar štítu [---]	oblouk	oblouk	oblouk	oblouk

6.2 Šípová radlice pro malotraktory SRM

Na obr. 34 je šípová radlice pro malotraktory, která se ovládá za pomoci dvou hydraulických válců. Každé křídlo radlice se dá ovládat samostatným vlastním hydraulickým válcem. Tato radlice se dá dovybavit soupravou pro připojení ovládání hydrauliky na jeden dvojčinný okruh. Závěsy radlice se vyrábějí ve dvou velikostech podle závěsu malotraktoru. Spodní břit je z pryže nebo z hardoxu. [7]



Obr. 34: Šípová radlice pro malotraktory SRM [7]

Tab. 4: Specifikace čelní šípové radlice pro malotraktory typu SRM [7]

Pracovní šířka – varianta [mm]	1100	1300	1500	1600	1700	1800	2000
Šířka v přepravní poloze [mm]	1080	1280	1480	1566	1653	1740	1913
Maximální šířka [mm]	1100	1300	1500	1600	1700	1800	2000
Délka břitu	2x510	2x610	2x710	2x760	2x810	2x860	2x960
Výška v přepravní poloze [mm]	800						
Délka v přepravní poloze [mm]	1130	1150	1200	1235	1270	1305	1375
Hmotnost [kg]	152	156	160	163	166	169	175
Pracovní rychlost [km/hod]	max. 20						
Přepravní rychlost [km/hod]	max. 40						
Materiál	ocel						
Materiál břitu	ocel nebo guma						
Max. natáčení radlice	90°						
Výška radlice střed, l - p strana	610						
Požadovaný výkon	do 40 kW						
Tvar štítu	oblouk spodní část rovná						

6.3 Odpružená radlice

Tato odpružená radlice (obr. 35) pro malotraktory je natáčena dvěma hydraulickými válci a je odpružena dvěma nebo čtyřmi pružinami. Závěsy se vyrábějí opět ve dvou velikostech dle závěsu malotraktoru. [7]



Obr. 35: Odpružená radlice pro malotraktory ORM [7]

Tab. 5: Specifikace odpružené radlice pro malotraktory tyu ORM [7]

Označení radlice – varianta [mm]	1300	1500	1600	1800	2000
Šířka v přepravní poloze [mm]	1230	1390	1560	1750	1900
Maximální šířka [mm]	1300	1500	1700	1900	2100
Délka břitu	1300	1500	1700	1900	2100
Výška v přepravní poloze [mm]	800				
Délka v přepravní poloze [mm]	1235	1270	1305	1340	1375
Hmotnost [kg]	153	156	159	162	165
Pracovní rychlost [km/hod]	max. 20				
Přepravní rychlost [km/hod]	max. 40				
Materiál	ocel				
Materiál břitu	ocel nebo guma				
Max. natáčení radlice	$\pm 30^\circ$				
Výška radlice	610				
Systém ochrany	pružiny				
Požadovaný výkon	do 40 kW				
Tvar štítu	oblouk				

6.4 Vzadu nesená radlice pro traktory ZRT

Tato radlice má trychtýřové provedení odhrnovacího štítu a také díky velké světlosti pod závěsem zaručuje volný průchod odhrnovaného materiálu k pravé straně radlice.

Vyrábí se ve dvou verzích, které se od sebe liší tloušťkou materiálu odhrnovací desky radlice (4 nebo 6 mm). Nejvíce namáhaná prostřední část radlice je navíc zesílena výztuhou. Oba typy radlic se standardně dodávají s ocelovým břitem. Radlici lze ale také osadit pryžovým břitem, nebo břitem z hardoxu.



Obr. 36: Vzadu nesená radlice pro traktory ZRT [7]

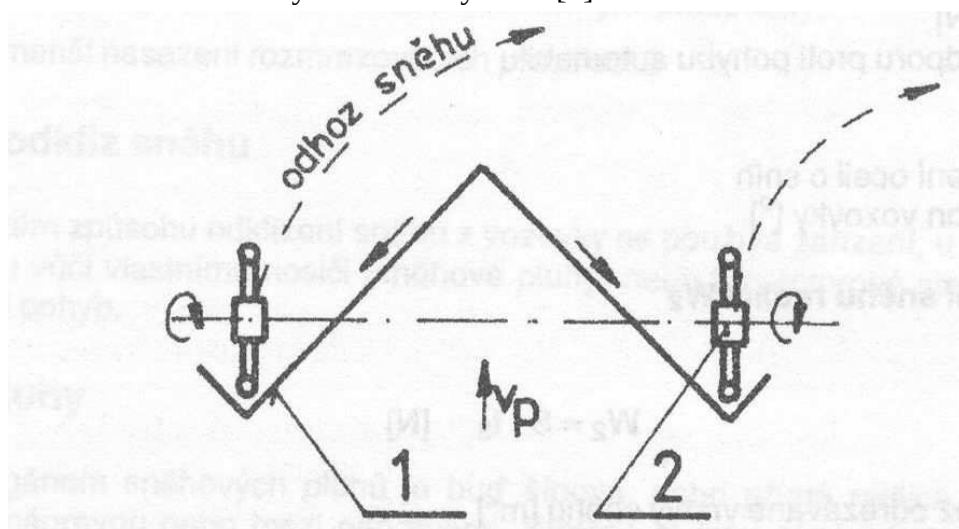
Tab. 6 Technické specifikace vzadu nesené radlice typu ZRT [7]

Pracovní šířka - varianta [mm]	2200	2400	2600
Šířka v přepravní poloze [mm]	2280	2480	2680
Maximální šířka [mm]	2280	2480	2680
Délka břitu	2540	2770	3000
Výška v přepravní poloze [mm]	1500		
Délka v přepravní poloze [mm]	1810	1870	1930
Hmotnost [kg]	208	214	220
Pracovní rychlost [km/hod]	max. 15		
Přepravní rychlost [km/hod]	max. 40		
Materiál	ocel		
Materiál břitu	ocel nebo guma		
Natočení radlice	+ 30°		
Výška radlice střed, l - p strana	690 - 870		
Tvar štítu	oblouk		

7 Sněhové frézy

Hlavní pracovní část rotorových odklízecích strojů vykonává rotační pohyb. Podle způsobu technologie odklizení se dělí na sněhové vrhače a sněhové frézy, které odříznou a odhodí sníh a na frézové vrhače, které mají oddělená pracovní ústrojí na odříznutí a odhození. [8]

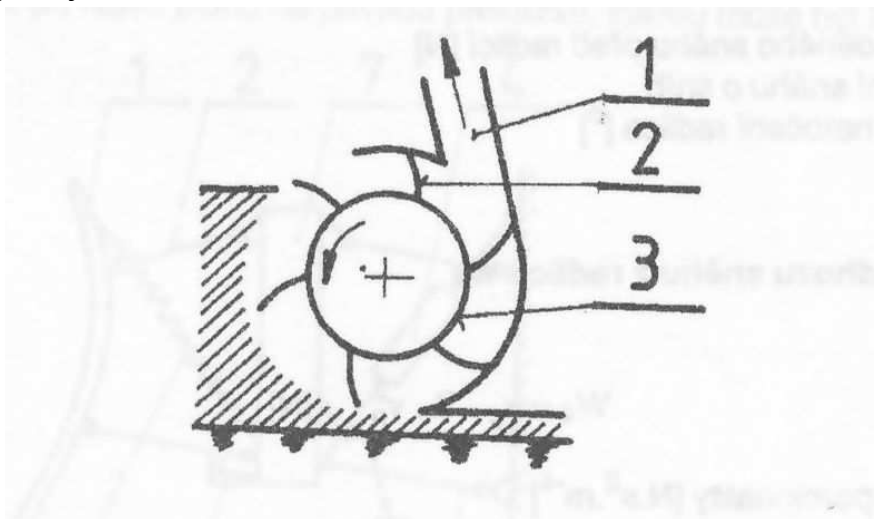
Hlavním představitelem sněhových vrhačů je pluhový vrhač (obr. 37). Na každé straně šípového pluhu je umístěno vrhací kolo s osou rotace kolmou ke směru pojezdu stroje. Sníh je radlicemi pluhu srhčován do prostoru vrhacího kola a přes otáčející se lopatky, které vrhají sníh směrem vzůru, je vodícími pluhu usměrňován v pohybu do strany. Používají se omezeně, protože u nich dochází ke značným ztrátám výkonu. [8]



Obr. 37: Schématické znázornění činnosti pluhového vrhače [8]

1 – šípový pluh, 2 – lopatkové vrhací kolo

Sněhové frézy (obr. 38) mají osu rotace kolmou na směr pohybu. Používají se především na odklizení staršího sněhu, kdy je plně využit výkon frézy pro uvolnění sněhové vrstvy. Sněhové frézy jsou řešeny jako jednoúčelové stroje nebo spíše jako přídatná zařízení upevněna nejčastěji na traktor. [8]



Obr. 38: Schéma sněhové frézy [8]

1 – vrhací nátrubek, 2 – frézovací nože (lopatky), 3 – buben rotoru

Podle konstrukčního hlediska dělíme sněhové frézy na dvě základní skupiny:

- Sněhové frézy jednostupňové
- Sněhové frézy dvoustupňové

7.1 Jednostupňové sněhové frézy

Tyto sněhové frézy (obr. 39) jsou poháněny samohybným šnekem, který může být opatřen pryžovými hranami, který dopravuje sníh do odhazovacího prostoru odkud je dál vyhazován odhazovacím komínem. Zároveň zajišťuje pohon frézy vpřed. Jednostupňové motorové sněhové frézy si poradí i s větším množstvím udusaného sněhu a jsou vhodné pro odklizení větších rovných ploch, jako jsou např. parkoviště. Pro svou nižší hmotnost jsou snadno ovladatelné a i případná manipulace není obtížná. Kromě malých fréz, které se používají k odklizení malých ploch, se používají převážně dvoustupňové sněhové frézy.



Obr. 39: Princip funkce jednostupňové sněhové frézy [9]

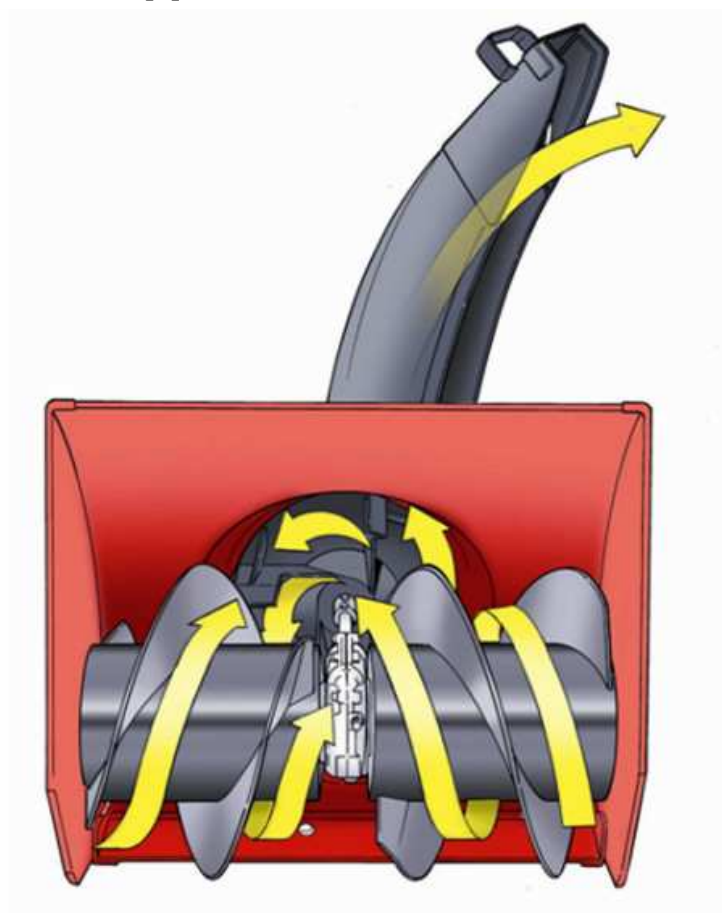
Příruční jednostupňové frézy se používají všude tam, kde je potřeba odklízet čerstvý, neumrzlý sníh na menších prostranstvích, z pevných ploch (asfalt, dlažba), chodníků a krátkých příjezdových cest třeba ke garážím. [9]

Předností jednostupňových fréz je nízká hmotnost, snadná ovladatelnost, jednoduchost konstrukce i ovládání, takže práci s nimi lehce zvládne skutečně kdokoli. Nejčastěji mají tyto

stroje motory o výkonu od 3 do 7 HP (koňských sil). Díky výkonu a velkému záběru od 40 do 56 cm dokážou odklidit od 250 až do 650 kilogramů sněhu za minutu. [9]

7.2 Dvoustupňové sněhové frézy

Dvoustupňové sněhové frézy (obr. 40) jsou opatřeny konstrukcí přihrnovacího šneku, který v prvním stupni zajišťuje dokonalé přihrnování sněhu do vyhazovacího prostoru. V druhém stupni je dále vyhazován vyhazovací turbínou. Tento systém umožňuje odhazování velkého množství sněhu na velkou vzdálenost. Šnek je opatřen sadou střížných šroubů, které zabraňují jeho poškození při zasažení kamenem nebo jinými překážkami. Příruční dvoustupňové sněhové frézy jsou vybaveny čtyřtaktními motory s mechanickým regulátorem otáček a prodlouženou dekompresí pro snadný start i za velmi mrazivého počasí. Pro snadný výhoz jsou opatřeny robustním snadno nastavitelným odhazovacím komínem v rozsahu 180°. Díky pojezdu vpřed i vzad se stávají tyto sněhové frézy snadno ovladatelnými stroji, které si dobře poradí i s nerovným terénem. [9]



Obr. 40: Princip funkce dvoustupňové sněhové frézy [9]

7.2.1 Traktorová dvoušneková dvoustupňová sněhová fréza

Z důvodů větší efektivity může být dvoustupňová sněhová fréza opatřena ne jedním ale i dvěma šneky (obr. 41, 42). Tyto traktorové sněhové frézy jsou nejčastěji přichyceny na přední upínací desce, ale mohou být i vzadu. Traktorové sněhové frézy standardně odstraní vrstvu sněhu, která je vysoká až 1 m. Šířka pracovního záběru sněhových fréz je 2100 mm s možností odhození sněhu až do vzdálenosti 22 m. Počet otáček se pohybuje kolem 540 – 1000 ot/min a hmotnost je 450 – 600 kg. [10]



Obr. 41: Traktorová dvoušneková dvoustupňová sněhová fréza [10]



Obr. 42: Traktorová dvoušneková dvoustupňová sněhová fréza nesená vzadu [10]

Technické specifikace dvoušnekové sněhové frézy STRATUS 2

Tato dvoušneková sněžná fréza (podobný typ fréz je použit na obr. 41, 42) se používá pro odstranění sněhu z komunikací, parkovišť a jiných ploch. Fréza je schopna odstranit sníh ve výši až 1,2m. Provedení frézy je možné s jednou nebo dvěma šnekovými hřídelemi. [12]



Obr. 43: Dvoušneková sněhová fréza STRATUS 2 [12]

Tab. 7 Technické specifikace dvoušnekové frézy STRATUS [12]

Počet šneků	2
Šířka záběru [mm]	2250
Potřebný výkon [HP]	60
Maximální vrstva sněhové pokrývky [mm]	1200
Maximální [otáčky/min]	540-1000
Maximální otáčky šneka [otáčky/min]	250-460
Šířka [mm]	2150
Délka [mm]	1100
Výška [mm]	1250
Váha [kg]	600

7.2.2 Sněhové dvoustupňové bubnové frézy

Toto zařízení využívá otevřeného přihrnovacího šneku a k vrhání sněhu využívá rotujícího metacího kola. Možnost použití vyhazovacího nebo nakládacího komínu, který je hydraulicky nebo ručně ovládaný. Tyto sněhové frézy se vyrábějí v pracovních šířkách od 1,7 m do 2,5 m s příslušným průměrem nástroje. Pohon nástavby je realizován pomocí vývodového kardanového hřídele nebo hydraulicky. Tyto frézy jsou podle druhu schopny odklidit až 4000 tun sněhu za hodinu. Pracovní rychlost je maximálně 30 km/h. [11]



Obr. 44: Dvoustupňová bubnová sněhová fréza firmy SIMED [11]

Sněhové frézy se dají dále dělit podle toho, jsou-li poháněné samostatně vlastním motorem nebo jsou-li poháněné nosným vozidlem na:

- Sněhové frézy poháněné od nosného vozidla
- Sněhové frézy poháněné vlastním motorem

7.2.3 Sněhové frézy poháněné od nosného vozidla

Pohon těchto fréz je realizován pomocí vývodového hřídele nebo pomocí hydraulické soustavy nosného vozidla.



Obr. 45: Sněhová fréza pro traktory a komunální nosiče vyšší kategorie [13]

Tab. 8 Technické specifikace sněhové frézy pro traktory a komunální nosiče [13]

Typ	W 900/2300	W 900/2600
délka bubnu [mm]	2300	2600
průměr bubnu [mm]	900	900
průměr metacího kola [mm]	850	850
max. výška odklízeného sněhu [mm]	1300	1300
hmotnost [kg]	1170	1280
výkon motoru vhodných nosičů [kW]	75 – 160	75 - 160

Zajímavou sněhovou frézou je boční sněhová fréza o průměru frézovací spirály 900 mm pro rozšiřování koridoru a odklizení sněhu na okraji vozovek. Je určena pro traktory a komunální nosiče vyšší kategorie.



Obr. 46: Boční sněhová fréza [13]

Tab. 9 Technické specifikace boční sněhové frézy [13]

Typ	W 900 SW
délka bubnu [mm]	1250
průměr bubnu [mm]	900
průměr metacího kola [mm]	850
max. výška odklizeného sněhu [mm]	1300
hmotnost [kg]	1380
výkon motoru vhodných nosičů [kW]	75 – 160

7.2.4 Sněhové frézy poháněné vlastním motorem

Sněhové frézy poháněné svým vlastním spalovacím motorem jsou spíše výjimečné a jedná se o speciální kategorii sněhových fréz. Jejich výhodou jsou mnohem větší výkony pro odklízení sněhu. Nevýhodou je vysoká hmotnost celého stroje a s tím spojená horší manipulace. Tyto frézy jsou určeny pro nakladače a pro vozidla střední kategorie.



Obr. 47: Sněhová fréza poháněná vlastním motorem s průměrem frézovací spirály 750 mm [13]

Tab. 10 Technické specifikace sněhové frézky poháněné vlastním motorem [13]

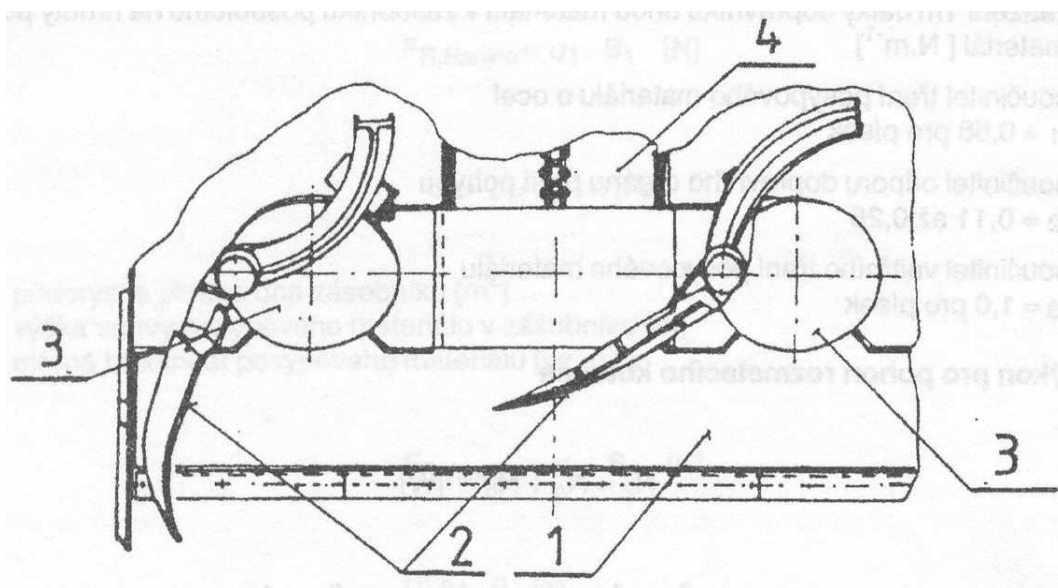
Typ	W 750 MONOBLOCK	W 900 MONOBLOCK	W 1050 MONOBLOCK
délka bubnu [mm]	2500	2600	2900
průměr bubnu [mm]	750	900	1050
průměr metacího kola [mm]	700	850	1000
max. výška odklízeného sněhu [mm]	1100	1300	1400
výkon hnacího motoru Cummins nebo Perkins [kW]	130	130	130

8 Další odklízecí stroje a zařízení

Vedle již zmiňovaných strojů se pro odstraňování starého a udusaného sněhu a náledí používají stoje s pevným nožem, který je uložen mezi nápravami automobilu. Nůž je nastaven do záběru tak, aby se neodřela celá vrstva, ale aby na živičném krytu vozovky zůstala ještě tenká zledovatělá vrstva, protože pevnost ledu je blízká pevnosti asfatu a tak by mohla hlavní pracovní část poškodit kryt vozovky. Také se používají zařízení se soustavou pohybových nožů neboli škrabek. [8]

Pro naložení odstraněného sněhu na nákladní automobily se používá buď lopatových nakladačů nebo speciálních sněhových nakladačů. Odklizení sněhu odvozem, tj. bez využití odhozu, se používá především na městských komunikacích, letištích apod. [8]

Hlavním pracovním orgánem sněhového nakladače (obr. 48) je lopata se dvěma nakládacími klepety a hřeblový dopravník. Nakládací klepeto se skládá z aktivní – pracovní – části a pasivní části, která provádí vlastní nabírací pohyb klepet. Pracovní, tj. nabírací pohyb klepet zabezpečuje klikový mechanismus. Sníh se nahrnuje na dopravník střídavě z obou stran lopaty aktivními částmi obou klepet. Zdvih lopaty a pohon hnacích disků je hydraulický. [8]



Obr. 48: Schéma hlavní pracovní části sněhového nakladače [8]

1 – nabírací lopata, 2 – nakládací klepeta, 3 – klikový mechanismus, 4 – hřeblový dopravník

9 Závěr

Tato bakalářská práce rešeršního typu se zabývá studii strojů pro zimní údržbu komunikací. Práce je rozdělena do několika oddílů, které se věnují nejprve obecné problematice údržby komunikací a dále se tato práce rozvíjí v popis jednotlivých strojů a nástrojů, které se používají na našich silnicích k zimní údržbě, včetně vybraných technických parametrů.

První část se věnuje posypu komunikací. Z této části vyplývá, že nejeekonomičtější a nejúčinnější je posyp pomocí vlhčené soli. Vhodné stroje k tomuto posypu jsou zejména sypače s posypovým rozmetadlem, jež umožňují nastavitelnou šířku posypu a lze tyto sypače plnit jak solí tak i inertními posypy (písek, šterk). Tato část obsahuje i výpočtovou podkapitolu, ve které je určen potřebný výkon pro pohon sypacího zařízení.

Další část se věnuje sněhovým pluhům a malotraktorovým radlicím. Sněhových pluhů a radlic je velká škála. Proto je potřeba před použitím konkrétního druhu si určit vstupní parametry jako je potřebná šířka záběru a také druh komunikace (rychlostní, nerychlostní) a její stupeň důležitosti. Tato část obsahuje i výpočetní podkapitolu určující základní parametr sněhových pluhů a radlic, kterým je odpor pluhů, neboli množství sněhu, jenž pluh hrne před sebou. Tento odpor je vyjádřený silově. Pro velkokapacitní odklizení sněhu jsou vhodné zejména tandemové sněhové pluhy, jenž se používají k údržbě rychlostních silnic a velkokapacitních ploch jako jsou letištní plochy.

Předposlední část je věnována sněhovým frézám, které jsou vhodné všude tam, kde nelze použít sněhové pluhy a radlice, tedy na místech, kde je vysoký nános sněhu, zpravidla jeden metr a více. Sněhovým frézám nedělají problémy ani zhoršené pracovní podmínky, jako je udusaný nebo těžký sníh. Základem všech sněhových fréz pro odklizení sněhu z vozovek je dvoustupňový systém sněhové frézy. Prvním stupněm je přihrnovací šnek, který zajišťuje přihrnování sněhu do vyhazovacího prostoru (komínu) a v druhém stupni je sníh vyhazován vyhazovací turbínou.

Závěrečná kapitola je věnována dalším odklízecím strojům a zařízením.

Všechny pracovní stroje popisované v této práci jsou navrhovány tak, aby byly maximálně efektivní, a to jak po stránce ekonomické, tak po stránce rychlého nasazení do provozu v řádech minut, jelikož na nepříznivé meteorologické podmínky je potřeba reagovat velmi rychle.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Ředitelství silnic a dálnic ČR, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1]. Dostupné z:
<<http://www.rsd.cz/Udrzba-komunikaci>>
- [2] EKOLIST, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1]. Dostupné z:
<[http://ekolist.cz/zprava.shtml?x=49570&cmd\[24\]=v-24](http://ekolist.cz/zprava.shtml?x=49570&cmd[24]=v-24)>
- [3] EKO-PATROL, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1]. Dostupné z:
<<http://www.ekopatrol.cz/>>
- [4] AGROTEK, zemědělská technika, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1]. Dostupné z:
<<http://www.zavesnatechnika.cz>>
- [5] STAVEBNÍ TECHNIKA, [online]. 2010 [citováno 2010-3-2]. Dostupné z:
<<http://stavebni-technika.cz/clanky/nove-trendy-ve-vyvoji-dalnicnich-snehovych-pluhu/>>
- [6] AGROTEK, zemědělská technika, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1]. Dostupné z:
< http://eagrotec.cz/soubory/920706_gb_vsa_su-09db83.pdf>
- [7] AGROMETALL, zemědělská a komunální technika[online]. 2010 [citováno 2010-3-2].
Dostupné z: < <http://www.agrometall.cz/Vyroba-komunalni-techniky/Radlice-na-snih/Sipova-radlice-pro-malotraktory-SRM>>
- [8] 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
- [9] HOBBY-PLANETA, [online]. 2010 [citováno 2010-3-2]. Dostupné z:
<<http://www.hobby-planeta.cz/b/snehove-frezy/>>
- [10] N.O.P.O.Z.M. Slatiňany, [online]. 2010 [citováno 2010-3-2]. Dostupné z:
<<http://www.nopozm.cz>>
- [11] SIMED - zimní a letní komunální technika, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1]. Dostupné z: < www.simed.cz>
- [12] AGROTECHNIKA Vaněk , [online]. 2010 [citováno 2010-3-2]. Dostupné z:
<www.agrotechnika.cz>
- [13] MTM TECH – dodavatel komunální techniky, [online]. 2010 [citováno 2010-3-2].
Dostupné z: www.mtmtech.cz/>

- [14] KOMULALWEB, [online]. 2010 [citováno 2010-3-2]. Dostupné z:
 <http://www.komunalweb.cz/archiv-novinek/Technika-pro-zimni-udrzbu-nejen-komunikaci__s317x32490.html>
- [15] KOBIT SK – stroje pro údržbu a opravu komunikací, [online]. 2010 [citováno 2010-3-1].
 Dostupné z: <http://kobit.sk/produkty/zimna_udrzba/sypacove_nadstavby/sypac_sk4>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

- B – šířka posypu [m]
 D – vnější průměr šneku [m]
 d – vnitřní průměr šneku [m]
 f_1 – součinitel tření oceli o sněh [-]
 f_1 – součinitel tření posypového materiálu o ocel [-]
 F_1 – tažná síla na nabíhající větví dopravníku [N]
 f_2 – součinitel odporu dopravního orgánu proti pohybu [-]
 f_2 – součinitel tření posypového materiálu o šnekovici [-]
 f_2 – součinitel tření sněhu o sněh [-]
 F_2 – tažná síla na sbíhající větví dopravníku [N]
 f_3 – koeficient řezného odporu [Pa]
 f_3 – součinitel vnitřního tření posypového materiálu [-]
 F_R – radiální zatížení šnekového hřídele [N]
 F_T – tažná síla dopravního elementu [N]
 f_v – koeficient odporu proti pohybu automobilu [-]
 G_1 – tíha automobilu [N]
 G_2 – tíha pluhu [N]
 G_3 – tíha nahromaděného sněhu před radlicí [N]
 h – výška vrstvy posypového materiálu v zásobníku [m]
 i – počet šneků podavače [-]
 v – rychlost dopravníku [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 k_p – koeficient proporcionality [$\text{N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$]
 m – tok materiálu na rozmetací kotouč [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$]
 n – otáčky šneku [s^{-1}]
 N_a – výkon potřebný k urychlení částic posypového materiálu [W]
 N_b – výkon k překonání tření při pohybu částic po kotouči [W]
 O – obvod průřezu zásobníku [m]
 q – intenzita posypu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
 q_1 – zatížení 1 metru délky dopravníku posypovým materiálem [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$]
 q_2 – zatížení tíhou jednoho metru dopravního orgánu [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$]
 q_3 – zatížení 1m délky dopravníku tíhou materiálu v zásobníku působícího na hnutý posypový materiál [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$]
 R – vnější poloměr rozmetacího kotouče [m]
 r – vnitřní poloměr rozmetacího kotouče [m]
 S – příčný průřez ořezávané vrstvy sněhu [m^2]

s – stoupání šneku [m]
 S_1 – půdorysná plocha dna zásobníku [m²]
 S_2 – příčný průřez zásobníkem [m²]
 V – objemové množství dopravovaného materiálu [m³ · h⁻¹]
 v_p – pracovní rychlost stroje [m · s⁻¹]
 v_u – úletová rychlost materiálu z kotouče [m · s⁻¹]
 W – celkový odpor na hnacím řetězovém kole [N]
 W_1 – odpory ve vodorovných větvích [N]
 W_2 – odpory na hnacím turasu [N]
 α – podélný sklon vozovky [°]
 α – úhel stoupání šnekovice [°]
 β – úhel bočního natočení radlice [°]
 φ – sypný úhel posypového materiálu [rad]
 φ_M – měrná hmotnost posypového materiálu [kg · m⁻³]
 φ – úhel tření posypového materiálu o šnekovici [°]

12 Seznam obrázků

- Obr. 1: Posyp komunikace vlhčenou solí
 Obr. 2: Posyp komunikace nevlhčenou solí
 Obr. 3: Schéma automobilového sypače s přímou radlicí (pluhem)
 Obr. 4: Schéma vozu s postřikem vlhčenou solí
 Obr. 5: Posypové vozidlo se sypačovou nástavbou SIMED
 Obr. 6: Rozmetadlo s hydraulickým vlhčením soli
 Obr. 7: Sypačové rozmetadlo nesené poháněné vývodovým hřídelem
 Obr. 8: Rozmetadlo poháněné koly
 Obr. 9: Sypač se samonakládacím posypovým válcem
 Obr. 10: Samonakládací sypač s rozmetacím diskem
 Obr. 11: Sypač s rozmetacím diskem velký
 Obr. 12: Vlečený traktorový sypač
 Obr. 13: Sypačová nástavba SK1
 Obr. 14: Sypačová nástavba SK1 namontovaná na přívěsném vozíku
 Obr. 15: Sypačová nástavba SK1 namontovaná na korbě vozu
 Obr. 16: Sypačová nástavba pro vozy nad 5 tun SIMED
 Obr. 17: Sypačová nástavba pro vozy TATRA KOBIT
 Obr. 18: Schéma závěsného a ochranného zařízení pluhu
 Obr. 19: Malý sněhový pluh s odpruženou radlicí
 Obr. 20: Malý univerzální sněhový pluh s proměnnou geometrií nastavení křídel, se segmentově děleným břitem
 Obr. 21: Klasický rovný sněhový pluh se segmentově děleným břitem s plastovou radlicí
 Obr. 22: Klasický rovný sněhový pluh s odpruženou radlicí, s možností montáže druhého podklápěného břitů

- Obr. 23: Sněhový pluh tvaru „křídlo“ s ostrým úhlem plužení pro odhazování sněhu přes sněhové bariéry
- Obr. 24: Sněhový pluh se segmentově dělenou radlicí
- Obr. 25: Rovný sněhový pluh o velké šířce záběru se sklápěným levým dílem pro snadnější přepravu
- Obr. 26: Rovný sněhový pluh s teleskopicky plynule roztahovanou levou nebo pravou částí
- Obr. 27: Rovný sněhový pluh s teleskopicky plynule roztahovanou levou i pravou částí zároveň
- Obr. 28: Univerzální šípové pluhy s proměnnou geometrií nastavení křídel
- Obr. 29: Ukázka použití tandemu sněhového pluhu
- Obr. 30: Sněhový pluh s plynule přestavitelnou šířkou
- Obr. 31: Ukázka realizace bočního pluhu
- Obr. 32: Celkový pohled na složený pluh teleskopicky vysouvaný na obě strany
- Obr. 33: Šípová radlice pro traktory SRT-1
- Obr. 34: Šípová radlice pro malotraktory SRM
- Obr. 35: Odpružená radlice pro malotraktory ORM
- Obr. 36: Vzadu nesená radlice pro traktory ZRT
- Obr. 37: Schématické znázornění činnosti pluhového vrhače
- Obr. 38: Schéma sněhové frézy
- Obr. 39: Princip funkce jednostupňové sněhové frézy
- Obr. 40: Princip funkce dvoustupňové sněhové frézy
- Obr. 41: Traktorová dvoušneková dvoustupňová sněhová fréza
- Obr. 42: Traktorová dvoušneková dvoustupňová sněhová fréza nesená vzadu
- Obr. 43: Dvoušneková sněhová fréza STRATUS 2
- Obr. 44: Dvoustupňová bubnová sněhová fréza firmy SIMED
- Obr. 45: Sněhová fréza pro traktory a komunální nosiče vyšší kategorie
- Obr. 46: Boční sněhová fréza
- Obr. 47: Sněhová fréza poháněná vlastním motorem s průměrem frézovací spirály 750 mm
- Obr. 48: Schéma hlavní pracovní části sněhového nakladače

13 Seznam tabulek

- Tab. 1 Užití vhlčené soli
- Tab. 2 Technické specifikace sypačové nástavby SK1
- Tab. 3 Technické specifikace šípové radlice pro traktory SRT-1
- Tab. 4 Specifikace čelní šípové radlice pro malotraktory typu SRM
- Tab. 5 Specifikace odpružené radlice pro malotraktory typu ORM
- Tab. 6 Technické specifikace vzadu nesené radlice typu ZRT
- Tab. 7 Technické specifikace dvoušnekové frézy STRATUS
- Tab. 8 Technické specifikace sněhové frézy pro traktory a komunální nosiče
- Tab. 9 Technické specifikace boční sněhové frézy
- Tab. 10 Technické specifikace sněhové frézy poháněné vlastním motorem