



# 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

## PŘÍDAVNÁ PRACOVNÍ ZAŘÍZENÍ A NÁŘADÍ PRO STROJE PRO ZEMNÍ PRÁCE

ADDITIONAL WORKING EQUIPMENT AND TOOLS FOR EARTH-MOVING MACHINERY

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Švrček

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2018

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Student: **Jakub Švrček**

Studijní program: Strojírenství

Studijní obor: Základy strojního inženýrství

Vedoucí práce: **doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.**

Akademický rok: 2017/18

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:

## **Přídavná pracovní zařízení a nářadí pro stroje pro zemní práce**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Kritická rešerše vybraných existujících přídavných pracovních zařízení nakladačů a rypadel, která zvyšují jejich univerzálnost. Zejména se jedná o doplňková zařízení k provádění některých zemních prací (půdní vrtáky a rýhovače, podkopová zařízení nakladačů) a dále zařízení pro drobné opravy a údržbu komunikací (vibrační hutnicí desky a válce a zařízení pro zimní údržbu komunikací – radlice a sněhové frézy). Technické a ekonomické zhodnocení.

### **Cíle bakalářské práce:**

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

Hodnocení jednotlivých koncepcí.

Předpokládané směry vývoje.

**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. Vysoké učení technické v Brně, 2009. [cit. 1. 11. 2016]. Dostupné z <https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml>.

ŠKOPÁN, Miroslav. Hydraulické pohony strojů. Vysoké učení technické v Brně, 2009. [cit. 1. 11. 2016]. Dostupné z <https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml>.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.

ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan fakulty

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá průzkumem v současné době vyráběných a prodávaných doplňkových zařízení ke stavebním strojům, konkrétně k nakladačům a rypadlům. Bakalářská práce má formu kritické rešerše mající za úkol vytvořit soupis náradí a zařízení rozšiřující universálnost stavebních strojů. Dále má za úkol poukázat na základní konstrukční principy, typické provozní vlastnosti a předpokládané směry vývoje. V práci jsou popsána zařízení určená pro některé zemní práce, konkrétně půdní vrtáky, rýhovače a podkopová zařízení nakladačů. Dále je práce zaměřená na některá zařízení pro údržbu a opravy komunikací, kam spadají zařízení typu vibrační hutnicí desky a válce, radlice a sněhové frézy.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Půdní vrtáky, rypadlo, nakladač, rýhovače, podkopová zařízení, vibrační desky, vibrační válce, sněhové radlice, sněhové frézy

## ABSTRACT

Bachelor thesis deals with explore attachments for earth-moving machinery produced in present time, especially for loaders and excavators. Bachelor thesis has critical research form and his task is to create inventory of tools and equipment, which is used for expanding versatility. Next task of bachelor thesis is referring to basic construction principles, typical operating properties and ways of future development. In thesis are described equipment intended for some earthworks, especially earth-drills, trenchers and backhoe attachment. In thesis are described some additional equipment for maintenance and repairs roads, which covers equipment like plate compactors, roller compactors and snow blower and snow blades.

## KEYWORDS

Earth drill, trencher, excavator, loader, back hoe, plate compactor, roller compactor, snow-blower, snow blade



## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠVRČEK, J. *Přídavná pracovní zařízení a nářadí pro stroje pro zemní práce*. Brno, 2018  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 54 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 25. května 2018

.....

Jakub Švrček

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Miroslavovi Škopánovi za pomoc a cenné rady při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat přítelkyni a rodině za podporu a trpělivost nejen při vypracování bakalářské práce, ale za celé studium.

## OBSAH

Úvod .....	9
1 Zemní vrtáky .....	10
1.1 Konstrukce vrtací soupravy .....	10
1.2 Princip vrtacího zařízení .....	12
1.3 Přehled vrtacích zařízení jednotlivých výrobců.....	13
1.4 Porovnání vrtacích zařízení dle technických parametrů .....	17
1.5 Zhodnocení a předpokládané směry vývoje vrtacích zařízení.....	20
2 Rýhovače .....	21
2.1 Konstrukční uspořádání příkopových rýhovačů .....	21
2.2 Princip řetězových rýhovačů .....	22
2.3 Přehled vybraných rýhovačů .....	23
2.4 Porovnání vybraných modelů rýhovačů .....	25
2.5 Zhodnocení rýhovačů a předpokládané směry vývoje.....	26
3 Podkopová zařízení nakladačů .....	27
3.1 Funkce podkopových zařízení .....	27
3.2 Konstrukční řešení podkopových zařízení .....	28
3.3 Přehled vybraných podkopových zařízení .....	28
3.4 Zhodnocení podkopových zařízení a předpokládané směry vývoje.....	30
4 Vibrační desky a válce.....	31
4.1 Princip vibračních desek .....	31
4.2 Konstrukce vibračních desek .....	31
4.3 Přehled v současnosti používaných zařízení.....	32
4.4 Porovnání vibračních desek podle vybraných parametrů .....	36
4.5 Zhodnocení závěsných vibračních desek a předpokládané směry vývoje.....	38
4.6 Princip a konstrukce vibračních válců .....	39
4.7 Přehled vybraných vibračních válců.....	40
4.8 Zhodnocení vibračních válců a předpokládaný směr vývoje.....	42
5 Sněhové radlice a frézy.....	43
5.1 Princip sněhových radlic a fréz.....	43
5.2 Konstrukce sněhových radlic .....	43
5.3 Konstrukce sněhových fréz.....	44
5.4 Přehled vybraných sněhových radlic a fréz .....	44
5.5 Zhodnocení sněhových radlic a fréz a jejich předpokládaný vývoj.....	46
Závěr.....	47

## ÚVOD

Rypadla a nakladače představují pomyslnou páteř v oblasti stavebních strojů. Hlavní funkcí těchto stavebních strojů je přemísťování, separace nebo rozrušování stavebního či jiného materiálu, což je nejčastěji realizováno přídatnými zařízeními nejrůznějších typů. Přídatná zařízení je možné označit jako nástroje rozšiřující funkce rypadel a nakladačů různými směry. Mezi přídatná zařízení patří lopaty, bourací kladiva, drapáky, zemní vrtáky, rýhovače, ale také radlice či frézy pro odklizení sněhu a také vibrační desky a válce.

Zemní vrtáky jsou určeny ke hloubení otvorů kruhového průřezu, které jsou následně osazovány dřevěnými kůly, základy pro budovy či jinými stavebními prvky. Rýhovače slouží ke tvorbě hlubokých, avšak nepříliš širokých příkopů, které jsou následně využity pro vedení elektrických kabelů či potrubí. Přídatná podkopová zařízení jsou rozšířením pro nakladače, které díky tomuto zařízení mohou vykonávat práci rypadel s klasickými lopatami. Přídatná zařízení pro údržbu komunikací jsou tvořeny vibračními hutnicími deskami a válci, které slouží pro hutnění stavebního podkladu, například při stavbě silnic. Jako přídatná zařízení pro rypadla a nakladače mohou být označeny i radlice či frézy, které mají za úkol odklidit sníh z komunikací a umožnit průjezd vozidel.

Důvodem výběru výše uvedených přídatných zařízení je můj zájem o zařízení tohoto typu. Práce má za úkol vytvořit přehledný soupis přídatných zařízení v podobě zemních vrtáků, rýhovačů, podkopových zařízení, vibračních desek a válců, radlic a sněhových fréz. Soupis bude mít formu kritického rozboru, který zhodnotí jak konstrukční uspořádání těchto přídatných zařízení, tak provozní a technické parametry výše uvedených zařízení. Kromě toho má práce za cíl provést hodnocení jednotlivých koncepcí přídatných zařízení a diskutovat předpokládané směry vývoje těchto zařízení.

# 1 ZEMNÍ VRTÁKY

Vrtáky jsou nástroje pro hloubení děr a otvorů kruhového průřezu do různých materiálů. Pro potřeby stavebnictví se používají zemní vrtáky, které jsou někdy označovány jako vrtáky do zeminy, popřípadě půdní vrtáky. Tyto nástroje mají za úkol vyhloubit otvor nejčastěji do standardní zeminy. Zemní vrtáky mají tvar jednoduchého šneku a jako přídavné zařízení se označuje souprava vrtáku a pohonné jednotky. Tato souprava je následně nazývána jako vrtací souprava, vrtací jednotka nebo vrtací zařízení. [1]

## 1.1 KONSTRUKCE VRTACÍ SOUPRAVY

Vrtací souprava je tvořena upínací částí, pohonnou jednotkou, kterou je hydromotor a nástrojem, kterým je zemní vrták.



Obr. 1 Základní konstrukční uspořádání vrtacího zařízení [2]

- 1) Upínací část
- 2) Pohonná jednotka – hydromotor
- 3) Nástrojová část – zemní vrták

### 1.1.1 UPÍNACÍ ČÁST

Vrtací souprava se montuje přímo na rám výložníku nakladače nebo rypadla namísto lopaty nebo jiného přídavného zařízení. Slouží jako nosná část zařízení. Na jeho horní části jsou

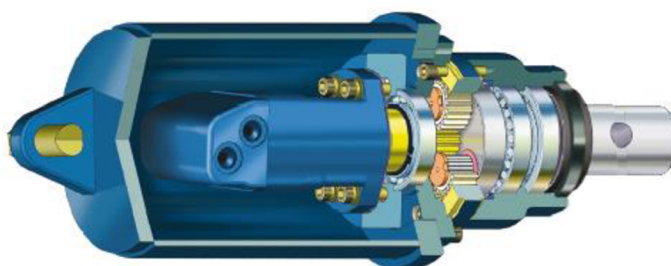
umístěné rychloupínací elementy pro upnutí na stroj. Dolní část tvoří závěs pro uchycení náhonu vrtáku. [1]



Obr. 2 Různé způsoby upnutí vrtacího zařízení Auger Torque [3]

### 1.1.2 POHONNÁ JEDNOTKA

Pohon vrtacího zařízení je tvořen hydromotorem, planetovou převodovkou a hadicemi s rychlospojkami pro jednoduché a rychlé připojení k přídatnému hydraulickému okruhu pracovního stroje. [4]



Obr. 3 Vnitřní uspořádání hydraulického pohonu vrtacího zařízení Auger Torque [5]

### 1.1.3 ZEMNÍ VRTÁK

Zemní vrták má tvar šneku, a je na svém konci osazen různými typy pracovních nástrojů z tvrdých materiálů. Tyto pracovní nástroje (zuby a piloty) jsou voleny v závislosti na typu zeminy, kterou bude zemní vrták rozrušovat [6]



*Obr. 4 Pracovní nástroj vrtacího zařízení – zemní vrták s osazenými pracovními nástroji [7]*

## 1.2 PRINCIP VRTACÍHO ZAŘÍZENÍ

Pro funkci vrtacího zařízení je potřebný přídavný hydraulický okruh. Hydraulický okruh je připojen k pohonu vrtacího zařízení, jehož výstupní hřídel se začne otáčet jmenovitými otáčkami při potřebném průtoku a tlaku hydraulické kapaliny. Hřídel současně roztočí i zemní vrták, který se zařezává ostrým hrotem pracovního nástroje do materiálu a nepotřebný materiál se posunuje zpět kanálky podél závitu. U zemních vrtáků jsou kanálky pro odstranění odpadního materiálu výraznější a zemní vrták má proto tvar šneku. [8]





*Obr. 5 Vrtací zařízení Auger Torque při pracovním procesu [9]*

### **1.3 PŘEHLED VRTACÍCH ZAŘÍZENÍ JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ**

Do přehledu vrtacích zařízení jsou zařazeni dodavatelé, mezi které patří Digga, Auger Torque, Hošek Trade, Bobcat a Deitmer. Výběr těchto dodavatelů byl uskutečněn na základě dostatečného množství informací o jednotlivých produktech dodávaných na český trh. Technické parametry vrtacích zařízení jsou vztaženy k hydraulickým pohonům.

#### **1.3.1 DIGGA**

Australská společnost založena roku 1981. Jedná se o australského největšího výrobce planetových převodovek, avšak společnost se současně zabývá výrobou různých přídavných zařízení, které zahrnují i kompletní vrtací zařízení včetně pohonů, zemních vrtáků a dalších součástí. [10]

Do přehledu vrtacích zařízení jsou zařazeny pohony s označením Premium pohony z důvodu optimálních vlastností, které jsou srovnatelné s ostatními dodavateli. Pohony z této produktové řady jsou optimalizovány přímo na tonáž daného stavebního stroje a výběr pohonu je tedy přesnější. [11]

Tab. 1 Premium Drives PDD – PD10. Vhodné pro stroje s tonáží od 750 kg do 10 tun. [12]

Model	Doporučená hmotnost nosiče	Max. průtok	Max. pracovní tlak	Max průměr vrtáku	Krouticí moment	Hmotnost hydromotoru
[-]	[t]	[l/min]	[bar]	[mm]	[Nm]	[kg]
PDD	0,75 – 2	15–45	240	400	1166	41
PDX	0,75 – 2	20–50	240	600	1743	45
PDX2	0,75 – 2	30–50	240	600	2307	45
PD3	3	45–75	240	750	3544	56
PD4	4	55–85	240	750	4448	56
PD5	5	60–95	240	750	5151	62
PD6	6	70–115	240	1000	5596	84
PD7	7	75–115	240	1000	6040	100
PD8HF	8	80–200	240	1000	7136	149
PD10HF	10	100–200	240	1200	9690	149

Tab. 2 Premium Drives PD12 – PD50. Vhodné pro stroje s tonáží od 12 tun do 50 tun. [12]

Model	Doporučená hmotnost nosiče	Max. průtok	Max. pracovní tlak	Max průměr vrtáku	Krouticí moment	Hmotnost hydromotoru
[-]	[t]	[l/min]	[bar]	[mm]	[Nm]	[kg]
PD12	12	120–230	240	1 500	11268	149
PD15	15	120–230	240	1 500	13897	176
PD18	18	120–230	240	1 500	17603	176
PD22	22	120–230	240	1 500	22142	176
PD25	25	120–230	240	1 500	26267	300
PD30	30	120–230	240	1 500	30543	300
PD40	40	120–230	240	1 800	33041	300
PD50	50	120–230	240	1 800	38420	300

### 1.3.2 AUGER TORQUE

Firma založena v Evropě roku 1998. Zabývá se výrobou zařízení pro zemní vrtání a rýhovačů. V současné době má 6 výrobních závodů po celém světě. Výrobce klade důraz na inovace a použití kvalitních materiálů. Tyto nové materiály mají za úkol prodloužit životnost přídatných zařízení i samotných pracovních nástrojů. [13]

Tab. 3 Vrtací zařízení Auger Torque pro rypadla, nakladače a další pracovní stroje [14]

Model	Doporučená hmotnost nosiče	Max. průtok	Max pracovní tlak	Max. průměr vrtáku	Krouticí moment	Hmotnost hydromotoru
[–]	[t]	[l/min]	[bar]	[mm]	[Nm]	[kg]
1200	0,75–1	15–32	185	300	1 178	35
X1500	1–2	20–45	205	400	1 496	47
X2000	1–2,5	27–57	240	400	2 190	47
X2500	1,5–3	27–65	240	500	2 847	48
3000 MAX	2–4,5	27–75	240	600	2 877	71
3500 MAX	2,5–4,5	40–75	240	750	3 614	71
4500 MAX	3–5	50–95	240	900	4 499	71
7000 MAX	5–8	60–135	260	900	6 931	97
10000	7–12	70–150	260	900	10 662	152
12000 MAX	8–15	80–170	240	1 200	11 995	162
15000 MAX	10–17	70–170	240	1 200	15 071	167
17000 MAX	12–20	80–170	260	1 000	16 869	269
20000 MAX	13–20	80–170	260	1 200	19 564	269
25000 MAX	15–23	80–170	260	1 500	24 755	269
30000	17–22	70–170	240	–	–	374
40000	17–30	80–170	240	2 000	–	390
50000 MAX	22–30	100–280	320	2 400	47 515	440

### 1.3.3 HOŠEK TRADE

Česká firma zabývající se kompletací a následným prodejem hydraulického příslušenství pro rypadla a nakladače. V sortimentu jsou k mání nejenom vrtací zařízení, ale také hydraulická kladiva, rychloupínače, naklápací lžíce a další.

Společnost Hošek Trade vyrábí vrtací zařízení pro rypadla a nakladače o hmotnosti 1,5 až 40 tun. Tato vrtací zařízení jsou rozčleněna na dva základní typy: řada Hobby (bez planetové převodovky, pro minirypadla do 5 tun) a řada Profi (s planetovou převodovou, pro stavební stroje o hmotnosti až 40 tun). [15]

Tab. 4 Vrtací zařízení Hošek Trade – řada Hobby a Profi (hydromotory s planetovou převodovkou). [16]

Model	Doporučená hmotnost nosiče	Max. průtok	Max. pracovní tlak	Max. průměr vrtáku	Krouticí moment
[-]	[t]	[l/min]	[bar]	[mm]	[Nm]
HT 1**	0,8–3	–	175	300	830
HT 2**	1–5	–	175	500	960
HT 3	1–3,5	65	240	1 000	2 900
HT 4	2,5–4,5	90	210	1 000	3 600
HT 5	3–5,5	95	210	1 000	4 500
HT 7	5–7	115	210	1 200	6 950
HT 10	6–8	150	210	1 200	8 200
HT 15	8–15	170	240	1 500	15 100
HT 22	15–22	240	260	1 500	24 800
HT 40	20–40	310	310	2 000	54 000

\*\* Řada Hobby – hydromotory bez planetové převodovky

#### 1.3.4 BOBCAT

Firma Bobcat je předním výrobcem kompaktních strojních zařízení pro výstavbu, terénní úpravy a zemědělství. Firma byla založena v Severní Dakotě v USA roku 1947. V sortimentu se nachází především minirypadla a smykem řízené nakladače, ale i jiné pracovní a užitkové stroje. Ke zmíněným stavebním strojům je možné přikoupit přídatná pracovní zařízení, mimo jiné právě vrtací zařízení. Sortiment vrtacích zařízení je určený pro minirypadla a smykové nakladače značky Bobcat [17]

Tab. 5 Vrtací zařízení pro minirypadla a smykem řízené nakladače Bobcat [18]

Model	Max. průtok	Max. pracovní tlak	Max. krouticí moment	Hmotnost hydromotoru
[-]	[l/min]	[bar]	[Nm]	[kg]
Auger, 10 Unit Drive	57	–	–	69
Auger, 15C Unit Drive	80	207	2 644	106
Auger, 15H Unit Drive	80	207	2 644	91
Auger, 30C Unit Drive	140	221	5 125	115
Auger, 30H Unit Drive	140	221	5 125	94
High Torque Auger, 35PH Unit Drive	190	241	5 643	131
High Torque Auger, 50PH Unit Drive	190	241	7 148	131

### 1.3.5 DEITMER

Německá firma zabývající se výrobou, prodejem a servisem stavebních strojů. V nabídce této firmy lze najít i různá přídatná zařízení pro rypadla i nakladače. [19]

Na český trh je dodáván pouze omezený počet typů vrtacích zařízení tohoto výrobce. Do přehledu jsou tato zařízení zařazena především z důvodu nestandardní konstrukce, která místo standardního válcového tvaru skříně hydromotoru používá jehlanovitý tvar skříně, což pravděpodobně znamená odlišnou konstrukci hydraulického motoru.



Obr. 6 Nestandardní provedení hydraulického pohonu značky Deitmer [20]

Tab. 6 Vrtací zařízení Deitmer. [21]

Model	Max hmotnost nosiče	Max. provozní tlak	Max. průtok	Max. průměr vrtáku	Hmotnost hydromotoru
[-]	[t]	[bar]	[l/min]	[mm]	[kg]
DGA 400	3,5	180	75	350	70
DGA 400 pro	3,5	300	80	350	70
DGB 500–800	10	210	130	350	130

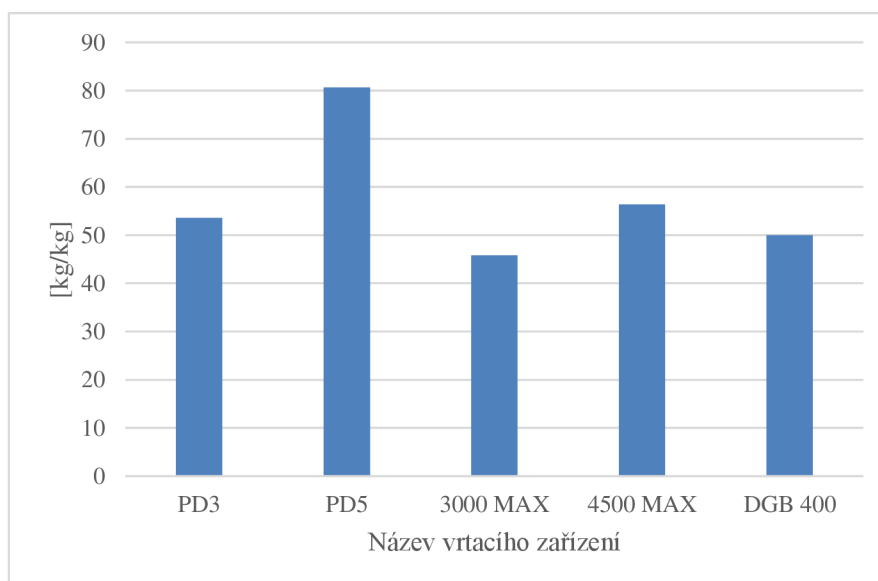
### 1.4 POROVNÁNÍ VRTACÍCH ZAŘÍZENÍ DLE TECHNICKÝCH PARAMETRŮ

V tabulce č.8 se nachází výběr vrtacích zařízení od různých výrobců, konkrétně vrtací zařízení určená pro stroje nižších hmotnostních kategorií (stroje s hmotností 1–5 tun). Tato zařízení jsou mezi sebou porovnávána podle třech různých poměrů. Prvním poměrem je poměr minimální přípustné hmotnosti stroje ke hmotnosti vrtacího zařízení. Druhým poměrem je poměr výkonu a hmotnosti hydraulického motoru. Třetím poměrem je poměr maximálně dosažitelného kroučícího momentu vrtacího zařízení ke hmotnosti vrtacího zařízení. Vrtací zařízení jsou porovnávána na základě dostupných technických parametrů. To znamená, že do některých srovnání není možné zahrnout všechny výrobce z důvodu nedostupnosti potřebných dat.

Tab. 7 Vybraná vrtací zařízení k porovnání

Výrobce	Název zařízení	Doporučená hmotnost nosiče	Maximální pracovní tlak	Max. průtok	Max. krouticí moment	Hmotnost hydromotoru
[-]	[-]	[t]	[bar]	[l/min]	[Nm]	[kg]
Digga	PD3	3	240	75	3 544	56
Digga	PD5	5	240	95	5 151	62
AugerTorque	3000 MAX	2–4,5	240	75	2 877	71
AugerTorque	4500 MAX	3–5	260	95	4 499	71
Hošek Trade	HT 3	1–3,5	210	90	2 900	–
Hošek Trade	HT 4	2,5–4,5	210	95	3 600	–
Bobcat	15H Unit Drive	–	201	80	2 644	91
Bobcat	30H Unit Drive	–	221	140	5 125	94
Deitmer	DGB 400	3,5	180	75	–	70

Prvním poměrem pro porovnávání vrtacích zařízení je poměr doporučené hmotnosti nosiče ke hmotnosti pohonu vrtacího zařízení. Tento poměr udává, jak moc těžké vrtací zařízení je možné upnout na stavební stroj vzhledem k váze stroje. Platí, že čím menší je poměr, tím je možné na stavební stroj o určité váze upnout hmotnější pohon vrtacího zařízení.



Obr. 7 Graf poměru doporučené hmotnosti nosiče ke hmotnosti hydromotoru

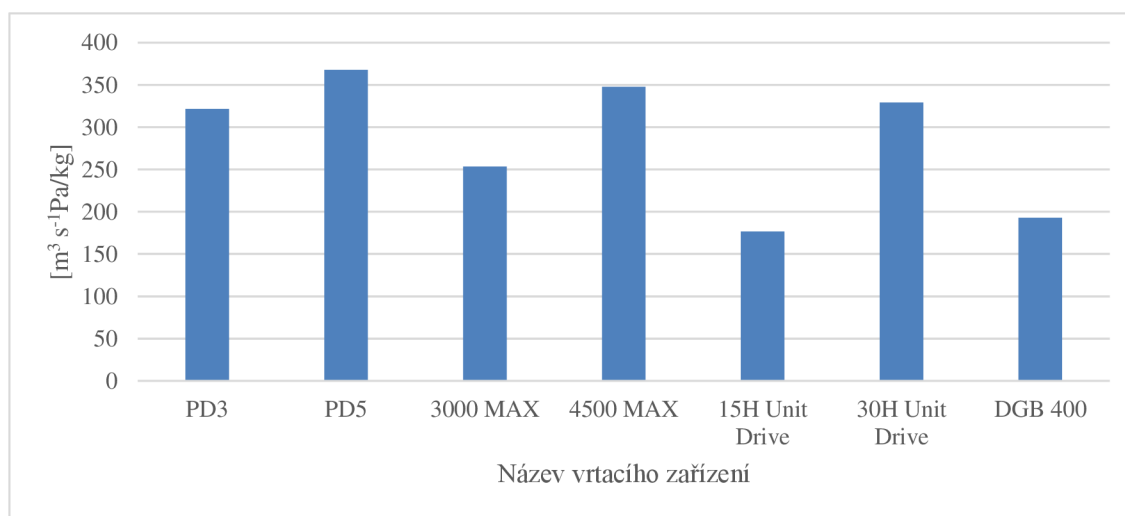
Poměr ve výše uvedeném grafu znázorňuje možnost upnutí hmotnostně těžšího zařízení na stroj o určité hmotnosti. Například zařízení s názvem PD5 je možné upnout na stroj o poměrově menší hmotnosti než zařízení PD3.

Druhým poměrem pro porovnání pohonů vrtacích zařízení je výkon motoru ke hmotnosti hydraulického motoru. Výkon hydraulického motoru se zjednodušeně vypočítá dle vztahu [22]:

$$P = Q \cdot p, \quad (1)$$

Kdy  $P$  je výkon hydromotoru v jednotkách wattů [W],  $Q$  je průtok hydraulické kapaliny [ $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ] a  $p$  je pracovní tlak [Pa].

Po převedení na správné jednotky a vypočítání výkonu v programu Microsoft Excel se dostává následující graf:

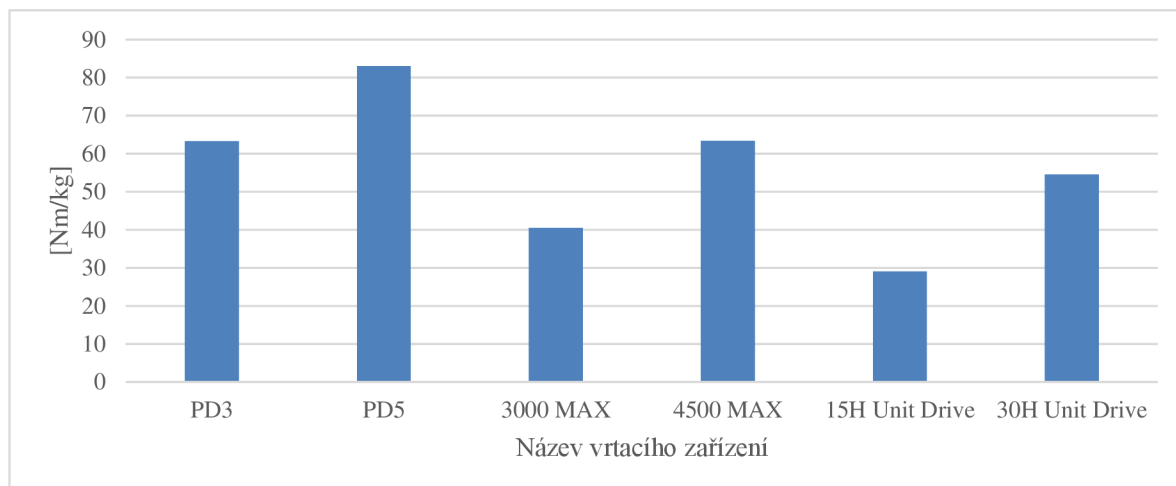


Obr. 8 Graf poměru výkonu a hmotnosti hydraulického motoru

Z grafu vyplývá, že největších poměrů dosahují hydromotory vrtacích zařízení o vyšších hmotnostech. Porovnání však může být zavádějící, neboť není zahrnutý maximálně dosažitelný krouticí moment vrtacího zařízení, který by výpočet dále upřesnil. Nicméně nižší poměry mohou být způsobeny celkovou konstrukcí, která v určitých případech nedovoluje dostatečný průtok kapaliny (15H Unit Drive) nebo se využívá nižších hodnot pracovního tlaku (DGB 400).

Třetím a posledním poměrem pro porovnání pohonů vrtacích zařízení je poměr maximálního krouticího momentu vrtacího zařízení ke hmotnosti vrtacího zařízení. Tento poměr znázorňuje efektivitu hydraulického pohonu a říká, že čím větší poměr zmiňovaných technických parametrů je, tím vyšší je efektivita pohonu vrtacího zařízení.





Obr. 9 Graf poměru maximálně dosažitelného kroučícího momentu ke hmotnosti hydromotoru

Z grafu vyplývá přímá úměra maximálního kroučícího momentu ke hmotnosti hydraulického motoru vrtacího zařízení. Důvodem může být konstrukční uspořádání pohonu, kvalita planetových převodů, popřípadě efektivita hydraulického pohonu.

## 1.5 ZHODNOCENÍ A PŘEDPOKLÁDANÉ SMĚRY VÝVOJE VRTACÍCH ZAŘÍZENÍ

Vrtací zařízení v podobě přídavných zařízení jsou vhodná spíše pro práce menšího charakteru. Mohou být nasazeny všude tam, kde jednoúčelové pracovní stroje v podobě rozměrných vrtacích souprav nejsou z finančního či technologického hlediska vhodné. Oproti jednoúčelovým zařízením mohou být vrtací zařízení výhodná i z pohledu obsluhy, která zahrnuje především schopnost ovládat samotné rypadlo nežli rozměrný jednoúčelový stavební stroj. Protože však vrtací zařízení v podobě přídavného zařízení nemají zpravidla žádné vodící prvky při samotném hloubení otvorů, je možné diskutovat o kvalitě provedených otvorů. Ty totiž nemusí být natolik kvalitní, aby vyhovovaly náročným požadavkům, například na tvarovou či rozměrovou přesnost.

Z pohledu reálných směrů vývoje je možné hovořit například o zvýšení spolehlivosti vrtacích zařízení. Vrtací zařízení pro rypadla a nakladače jsou finančně náročná zařízení, a proto každá oprava nebo nákup nového zařízení může znamenat velkou finanční zátěž pro samotného provozovatele. Proto například výrobce Auger Torque se snaží zvýšit spolehlivost vrtacích zařízení novými způsoby upnutí pracovních nástrojů (zubů a pilotů), které se při pracovním procesu neodpojí od vrtacího šneku, čímž nevzniká finanční ztráta. [13]

Co se týče předpokladu vývoje vrtacích zařízení, může jít například i o vývoj kvalitnějších materiálů pro samotné pracovní nástroje, kterými jsou zuby a piloty. Tyto nástroje musí odolávat i tvrdým materiálům, kterými mohou být různé druhy hornin. Současně však nemůže být cena těchto pracovních nástrojů příliš vysoká. Předpoklad je tedy vývoj materiálů s optimálním poměrem ceny ke tvrdosti materiálu.

Dalším směrem vývoje může být vyvinutí efektivnějšího převodu kroučícího momentu a dosažení větší efektivity celého hydraulického pohonu. Stávajícím krokem k dosažení tohoto stavu jsou, ze sledování současného trhu, planetové převodovky, které jsou součástí hydraulického pohonu.



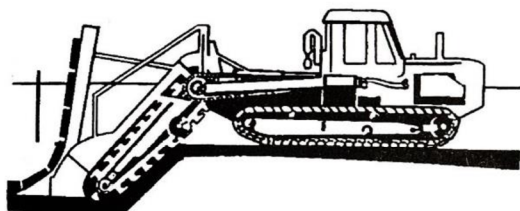
## 2 RÝHOVAČE

Rýhovače mohou být samostatnými jednoúčelovými stroji nebo mohou mít podobu přídavného zařízení, které hloubí relativně úzké rýhy. Tyto rýhy mohou sloužit pro kladení kabelů, potrubí, drenáží a dalších prvků. Pracovními nástroji jsou korečky, které mohou být upevněny na nekonečném řetězu nebo na obvodu kola. Dalším typem pracovních nástrojů rýhovačů jsou řetězy nebo frézy. Hlavním technologickým údajem, který charakterizuje velikost stroje, je maximální hloubka drážky. Ta se určuje v metrech a je násobena šířkou hloubené drážky, která je určena v metrech nebo centimetrech. [23]

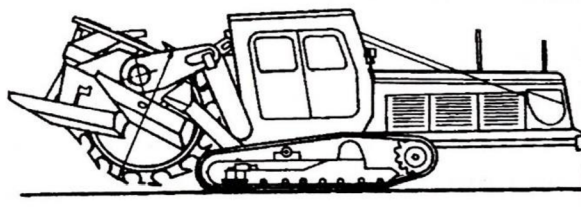
### 2.1 KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ PŘÍKOPOVÝCH RÝHOVAČŮ

Z hlediska konstrukčního uspořádání je možné rozlišovat následující typy rýhovačů:

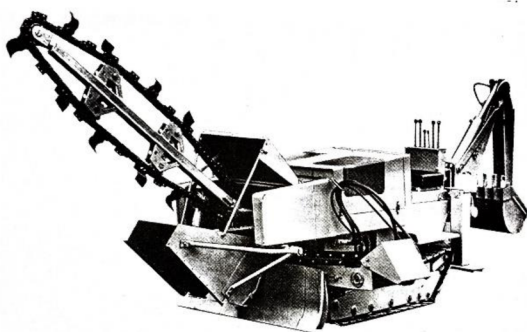
- Korečkové – dále se dělí na výložníkové a kolesové (obr.10a, obr.10b)
- Řetězové (obr.11)
- Frézové (obr.12)



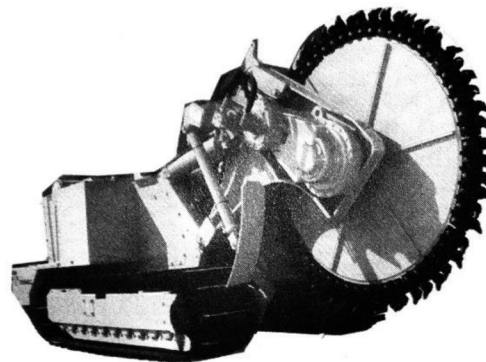
Obr. 10a Výložníkový rýhovač [24]



Obr. 10b Kolesový rýhovač [24]



Obr. 11 Řetězový rýhovač [25]



Obr. 12 Frézový rýhovač [26]

Bakalářská práce je zaměřena pouze na příkopové rýhovače řetězové, které jsou nejrozšířenějším typem rýhovačů, a to i z pohledu přídatných zařízení. Přídatná zařízení tohoto typu jsou, dle dostupných zařízení, zpravidla určena zejména pro nakladače nižších hmotnostních kategorií.

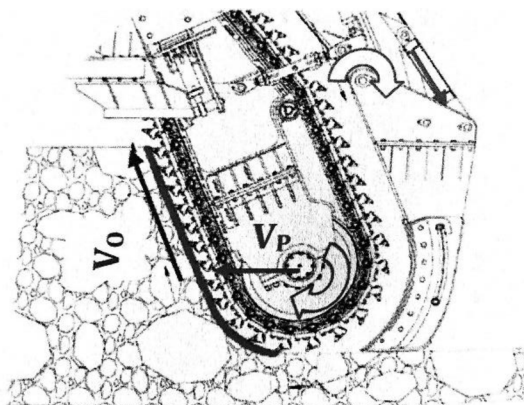


Obr. 13 Konstrukce řetězového rýhovače [27]

1 – Čistící štít, 2 – kryt řetězu, 3 – napínací kolo, 4 – nosné rameno řetězu, 5 – šnekový rozhrnovač, 6 – hydromotor, 7 – nosný rám, 8 – frézovací řetěz

## 2.2 PRINCIP ŘETĚZOVÝCH RÝHOVAČŮ

Pracovním nástrojem řetězových rýhovačů je nekonečný válečkový řetěz, na kterém jsou v určitých rozestupech upevněné řezné nástroje – frézovací nože a vynášecí škrabky, popřípadě také speciálně tvarované nože. Řezné nástroje mají za úkol nejenom rozpojit zeminu, ale také ji dostat na povrch. Materiálem pro řezné a vynášecí nástroje jsou otěruvzdorné legované ocele. Pracovní zařízení je tvořeno nosníkem, který nese na jednom konci hnací ozubené kolo a na druhém konci napínací kolo, mezi kterými je napnutý frézovací řetěz. Řetězové rýhovače jsou vhodné pro hloubení rýh do hloubky 0,6 až 4 metry, a to při šířce drážky 60 až 320 mm. Princip rýhovače je znázorněn na obr. 11. Pro zamezení zpětnému padání zeminy do vyhloubené drážky se používají nejčastěji šnekové odhrnovače, které mohou být buď jednostranné nebo oboustranné. U rýhovačů coby přídatných zařízení se někdy používají vodící ližiny. [28]



Obr. 14 Princip řetězového rýhovače [28]  
 $V_0$  – obvodový pohyb řetězu,  $V_p$  – posuv rýhovače

## 2.3 PŘEHLED VYBRANÝCH RÝHOVAČŮ

Jako v předchozí kapitole, i v oblasti rýhovačů jsou po světě rozšířené především výrobky značky Auger Torque a Digga. Tito výrobci produkují hned několik variant řetězových rýhovačů coby přídatných zařízení pro nakladače nebo rypadla. Na českém trhu jsou však dostupné i rýhovače značky Garbin Group, Multione nebo Laski. Výrobky těchto značek jsou taktéž zahrnuty ve výběru.

### 2.3.1 AUGER TORQUE

V sortimentu je možné nalézt zařízení pro stroje o hmotnosti od 2,5 až po 10 tun. Konstrukce rýhovače se neliší od standardu, kterým je nekonečný řetěz s osazenými řeznými nástroji a šnek mající za úkol odstranit zeminu z dráhy řezu. K dostání jsou řezné nástroje určené do standardní zeminy, pro kombinace tvrdého a měkkého podloží a nástroje pro tvrdé nebo zmrzlé podloží. Rýhovač je možné nastavit do tří úrovní hloubky rýhy [29]

Tab. 8 Rýhovače výrobce Auger Torque [29]

Název zařízení	Hloubka drážky	Šírka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[–]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
MT 600	30–60	10–30	240	65
MT 900	60–90	10–30	240	80
XHD 900	60–90	15–35	240	95
XHD 1200	80–120	15–30	240	115
XHD 1500	100–150	15–20	240	135

### 2.3.2 DIGGA

Sortiment zahrnuje rýhovače pro stroje o hmotnosti až 8 tun a je rozdělen na dvě kategorie – hmotnost stroje do 3,5 tuny a 3,5 až 8 tun. K dostání jsou rýhovače s klasickým jednostranným výhozem zeminy, ale také rýhovače, které mají oboustranný výhoz zeminy. [30]

Tab. 9 Rýhovače výrobce Digga – do 3,5 tuny [31]

Název zařízení	Hloubka drážky	Šírka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[–]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
BFT-17-750-CR	až 75	10–30	240	60
BF-17-900-CR	až 90	10–30	240	75
HDT-28-900-CR*	až 90	10–30	240	75
HDT-28-1200-CR*	až 120	10–30	240	80

\* Oboustranný výhoz zeminy

Tab. 10 Rýhovače výrobce Digga – 3,5 až 8 tun [32]

Název zařízení	Hloubka drážky	Šířka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[–]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
BFTXD2-32-900	až 90	15–30	240	60
BFTXD2-32-1200	až 120	15–30	240	75
BFTXD2-32-1500	až 150	15–30	240	75
HDT2-32-1200*	až 120	15–30	240	80

\* *Oboustranný výhoz zeminy*

### 2.3.3 GARBIN GROUP

Italská firma s více než 50letou zkušeností na evropském trhu. Zabývá se výrobou a prodejem stavebních strojů pro veřejnou i soukromou sféru. Své výrobky se snaží vyrábět co nejrobustněji, ale také s elektronikou omezenou na minimum a s jednoduchou konstrukcí. Tyto vlastnosti mají předurčit stavební zařízení tohoto výrobce k jednoduchému používání. [33]

### 2.3.4 MULTIONE

Tab. 11 Rýhovače výrobce Garbin Group [34]

Název zařízení	Hloubka drážky	Šířka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[–]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
TZ H08	0–68	11–16	170	40
TZ H10	0–80	11–19	200	45
TZ H20	0–80	12–20	175	45
TZ H30	0–90	15–28	250	80

Multione jsou výrobky italské firmy CSF S.r.l, která byla založena roku 1969. Firma dodává na trh kolové nakladače menších hmotnostních kategorií, pro které rovněž vyrábí přídatná pracovní zařízení. [35]

Tab.12 Rýhovače výrobce Multione [36]

Název zařízení	Hloubka drážky	Šířka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[–]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
Rýhovač 60	0–60	14	-	-
Rýhovač 90	0–90	16	-	-
Rýhovač 120	0–120	18	-	-
Rýhovač 60 HD	0–60	12	-	-
Rýhovač 90 HD	0–90	12	-	-
Rýhovač 120 HD	0–120	12	-	-

Rýhovače pro nakladače Multione jsou k dostání ve dvou variantách, a to pro klasickou půdu nebo pro tvrdou půdu (označení HD). Z důvodu přímého určení těchto přídatných zařízení pro stroje značky Multione nejsou v tabulce hodnoty pracovních tlaků a průtoků kapaliny.

### 2.3.5 LASKI

Česká firma založena v roce 1992. Hlavní činností je výroba komunální techniky a prodej motorů. Mezi hlavní výrobky patří frézy na pařezy, štěpkovače, drážkovače a vysavače listí. Přes 90 % své produkce firma exportuje do zahraničí. [37]

Tab.13 Rýhovač výrobce Laski [38]

Název zařízení	Hloubka drážky	Šířka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[-]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
ATR 90	60–90	16	200	70

Sortiment zahrnuje pouze jedno přídatné zařízení pro nakladače, avšak i přesto je tento výrobek zahrnut do výběru.

## 2.4 POROVNÁNÍ VYBRANÝCH MODELŮ RÝHOVAČŮ

V tab. 14 jsou zahrnuty následující modely rýhovačů pro další porovnávání a hodnocení:

Tab.14 Vybrané rýhovače pro hodnocení

Výrobce	Název zařízení	Hloubka drážky	Šířka hloubené drážky	Max. pracovní tlak	Max. průtok kapaliny
[-]	[-]	[cm]	[cm]	[bar]	[l/min]
Auger Torque	MT 600	30–60	10–30	240	65
Digga	BF-17-900-CR	až 90	10–30	240	75
Garbin Group	TZ H10	0–80	11–19	200	45
Multione	Rýhovač 90	0–90	16	-	-
Laski	ATR 90	60–90	16	200	70

Na základě získaných informací při průzkumu trhu však bylo zjištěno, že konstrukční řešení rýhovačů se zpravidla u jednotlivých výrobců neliší. Některá zařízení však mají nestandardní prvky, jako například u některých rýhovačů značky Digga. Digga má ve své nabídce rýhovače, které umožňují vyházovat vykopanou zeminu na obě strany, kdežto většina ostatních rýhovačů má odvod materiálu realizovaný pouze na jednu stranu.

Další rozdíl je možné najít u samotného připojení rýhovačů ke stavebním strojům. Výrobci, jako Multione, dodávají na trh zařízení určená především pro stroje vlastní výroby. Z nabídky proto není možné určit, zdali by bylo možné pomocí upínacích přípravků upnout rýhovače i ke stavebním strojům jiných značek. Naopak výrobci jako Digga, Auger Torque a Laski vyrábí přídatná zařízení pro různé značky strojů, z čehož vyplývá větší univerzálnost než v případě první dvojice výrobců.



K rýhovačům jsou zpravidla k mání i různé nástroje. Výrobci jako Digga a Auger Torque nabízí větší universálnost z hlediska dostupnosti různých nástrojů pro standardní zeminu, tvrdou nebo velmi tvrdou zeminu. Výběrem těchto nástrojů je dále ovlivňována také šířka drážky, kterou je možné s rýhovači hloubit.

Z tab.14 je zřejmé, že rýhovače v podobě přídavných zařízení jsou určeny především pro práce menšího rozsahu. Vybraná zařízení dokážou hloubit drážky až do hloubky 90 cm, v případě ostatních zařízení to však mohou být hodnoty až 150 cm. Šířka drážky ve většině případů nepřesahuje 30 cm, což koresponduje se základním účelem rýhovače, kterým je hloubit dlouhé a úzké drážky. Nicméně i přes uvedené hodnoty hloubek a šířek je možné využít rýhovače v podobě přídavných zařízení jako rozšíření pro pracovní stroje různého typu, pokud nebudou kladeny na stroj příliš náročné požadavky, zejména na produktivitu práce.

## 2.5 ZHODNOCENÍ RÝHOVAČŮ A PŘEDPOKLÁDANÉ SMĚRY VÝVOJE

Hloubení drážek pomocí rýhovačů je zpravidla prováděno pomocí jednoúčelových zařízení. Tato zařízení však nemusí vyhovovat méně náročným uživatelům, kteří nedokážou využít veškerý potenciál tohoto jednoúčelového stavebního stroje. Taktéž doprava rozměrného jednoúčelového stavebního stroje může být finančně náročná, nemluvě o náročnosti obsluhy takového zařízení.

Naproti tomu rýhovače v podobě přídavných zařízení dokážou ušetřit nezanedbatelné částky při přepravě na pracovní místo, ale také mohou být využity na místech, kde jednoúčelové stroje nemohou být nasazeny. Přídavná zařízení jsou výhodná i vzhledem k pořizovací ceně. Z provedeného průzkumu totiž vyplývá, že pořizovací cena přídavného zařízení v podobě rýhovače je řádově nižší než pořizovací cena jednoúčelového stavebního stroje. V určitých směrech může být přídavné zařízení v podobě rýhovače vhodnou investicí, avšak pro rozsáhlejší a intenzivnější pracovní činnosti může být výhodnější pořízení jednoúčelového zařízení, které dokáže nabídnout celkově vyšší produktivitu.

U rýhovačů je možné předpokládat zejména důraz na vyšší kvalitu materiálů, které přímo přichází do kontaktu se zeminou, popřípadě na jejich uložení. Pro vyšší tvarovou a rozměrovou přesnost či zvýšení produktivity při hloubení jam je možné předpokládat vývoj sofistikovanějších vodicích prvků.

### 3 PODKOPOVÁ ZAŘÍZENÍ NAKLADAČŮ

Pro zvýšení universálnosti čelních nakladačů se využívá mimo jiné i podkopových zařízení. Jedná se o zařízení, které má za úkol v menším rozsahu nahradit pracovní činnosti rypadel. Tato zařízení jsou určena především pro stroje menších hmotnostních kategorií, jako jsou smykem řízené nakladače nebo mininakladače. [39]



*Obr. 15 Přídavné podkopové zařízení pro čelní nakladač značky Schmidt [40]*

#### 3.1 FUNKCE PODKOPOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Stejně jako rypadla, i podkopová zařízení nakladačů mají za úkol rozpojovat a nakládat horniny, hloubit příkopy, drážky, kanály atd. v zeminách třídy 1, 2 a 3. Jejich výhodou je však možnost upnutí za stroj menších rozměrů, jako jsou například smykem řízené nakladače. Díky tomu mohou tyto stroje pracovat i ve stísněných podmínkách, například v blízkosti stěn, plotů nebo podobných překážek. [41]

### 3.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ PODKOPOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Na trhu je k dostání hned několik konstrukčních typů podkopových zařízení. Tato zařízení se od sebe odlišují nejenom cenou, ale také možnostmi manipulace s lopatou. K dispozici jsou pokročilejší řešení (obr. 16), které zahrnuje nejenom opěrné nohy, ale také samostatné ovládání výložníku a lžice. Na druhé straně je to jednodušší konstrukční řešení, které umožňuje natáčení lžice do stran (obr. 17), popřípadě ovládání pouze lžice (obr. 18). Další pohyby lžice u posledních dvou zmiňovaných variant vychází ze samotného stroje a jeho výložníku.



Obr. 16 podkopové zařízení s opěrnými nohama a samostatným řízením [42]



Obr. 17 podkopové zařízení s pohybem lžice do boků [43]



Obr. 18 podkopové zařízení s možností pohybu pouze v jedné rovině [44]

### 3.3 PŘEHLED VYBRANÝCH PODKOPOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Do přehledu jsou zahrnuta zařízení, která lze na českém trhu nalézt v širším zastoupení. Tato zařízení jsou určena pro stroje menších hmotnostních kategorií s přídavným hydraulickým okruhem. K dostání jsou totiž i podkopová zařízení pro traktory, u kterých je pohon řešen výstupní hřídelí samotného traktoru a vlastním hydraulickým okruhem podkopového zařízení.



### 3.3.1 TYP MZ

Tab. 15 Základní parametry podkopového zařízení typu MZ [45]

Název zařízení	Šířka rámu	Šířka základní lopaty	Vysýpací výška	Hloubka kopání	Max. průtok kapaliny
[–]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[l/min]
MZ 600	1200	300	1,05	1,7	55
MZ 800	1710	400	1,8	2,5	80
MZ 1000	1710	500	2,2	3,3	100

Tab. 15 Základní parametry podkopového zařízení typu MZ (pokračování) [45]

Název zařízení	Úhel vyklonění	Boční posuv	Výkon základního stroje	Hmotnost
[–]	[°]	[mm]	[kW]	[kg]
MZ 600	± 90	± 200	15–35	380
MZ 800	± 90	± 500	40–60	820
MZ 1000	± 90	± 500	60–85	950

Tab. 15 zobrazuje podkopové zařízení typu MZ. Na Českém trhu se o tomto podkopovém zařízení hovoří ve větší míře než o jakémkoliv jiném výrobku. Nepodařilo se však dohledat samotného výrobce ani bližší informace o těchto zařízeních. Z konstrukčního hlediska zařízení tohoto typu nejvíce koresponduje se zařízením zobrazeným na obr. 12 v předchozí kapitole.

### 3.3.2 SCHMIDT

Dalším výrobcem, který nabízí podkopové zařízení pro nakladače je polská značka Schmidt. Tento výrobce je zaměřen na výrobu kolových čelních nakladačů zejména pro zemědělství. Jako příslušenství ke svým nakladačům pak vyrábí i přídavné podkopové zařízení.

Podkop je ovládán pomocí ramena čelního nakladače, kdy jeden přídavný hydraulický okruh zajišťuje funkci kopání a druhý okruh slouží pro zajištění otáčení ramena podkopu do stran. V sortimentu nabízí podkopová zařízení se lžicemi o šířkách 200 až 450 mm. Tento typ podkopového zařízení je vhodné využívat především v písčitém nebo hlinitopísčitém terénu. [46]

Tento typ podkopového zařízení svým konstrukčním uspořádáním vyhovuje variantě podkopu zobrazeným na obr. 13 z předchozí kapitoly.



Obr. 19 Podkopové zařízení pro nakladače Schmidt [46]

### 3.4 ZHODNOCENÍ PODKOPOVÝCH ZAŘÍZENÍ A PŘEDPOKLÁDANÉ SMĚRY VÝVOJE

Podkopová zařízení mohou částečně nahradit funkci klasických rypadel s podkopovými lžičkami. Jsou vhodná pro práce menšího rozsahu, například pro menší stavební firmy nebo účely obcí a měst, které provádí pouze lokální terénní úpravy nebo stavební zásahy. Díky svým kompaktním rozměrům jsou vhodné jako rozšíření pro stroje v podobě čelních nebo smykem řízených nakladačů. Díky menším rozměrům jsou nižší i provozní náklady tohoto zařízení, nicméně i tak je nutné počítat s nezanedbatelnými náklady na dopravu tohoto zařízení na pracovní místo.

V České republice, dle dostupných zdrojů, není zastoupení těchto přídatných zařízení příliš rozšířené. I přes tuto skutečnost, je však možné najít, pro známé značky smykových nakladačů a jiných stavebních strojů, vhodné zařízení, které svými rozměry bude vyhovovat méně náročným požadavkům. Jako prvek rozšiřující universálnost stavebních strojů je proto podkopové zařízení vhodná investice, neboť při porovnání pořizovacích cen těchto zařízení a samostatných rypadel vychází podkopová zařízení výhodněji.

Podkopová zařízení mají tendenci k postupnému odklonu. To může být způsobeno především malou produktivitou při pracovním procesu, kdy standardní rypadlo by při stejném čase o podobných rozměrech dosáhlo větší produktivity. V současné době jsou navíc stále populárnější stroje typu traktorový rypadlo-nakladač. Tyto stroje kombinují výhody klasického rypadla a nakladače, a jsou proto z pohledu universálnosti a provozních parametrů pro zákazníky atraktivnější než kombinace nakladače a přídatného zařízení.

## 4 VIBRAČNÍ DESKY A VÁLCE

Zhutnění je technologický proces, kdy se umělým způsobem zvyšuje objemová hmotnost zeminy, a to působením statického nebo dynamického zatížení. Zhutňování se provádí za účelem dosažení takových změn, aby zemina nepodléhala dalšímu sedání. Taktéž se provádí za účelem získání dalších fyzikálních vlastností, které jsou potřebné pro dostatečnou bezpečnost a trvanlivost stavebního díla. [47]

Z důvodu velmi malé dostupnosti technických údajů a informací o vibračních válcích pro rypadla a nakladače je práce zaměřena zejména na vibrační desky.

### 4.1 PRINCIP VIBRAČNÍCH DESEK

Vibrační desky jsou strojní zařízení, která mají za úkol předat zemině rychlé dynamické účinky odstředivé síly –  $F_c$  vyvozené budičem vibrace. Buzená síla je několikrát vyšší než hmotnost desky, a proto se deska při působení této síly nadzvedne o výšku amplitudy –  $A$  a v následujícím okamžiku padá dolů na zeminu. Tím vytváří v zemině plošné napětí, které je zdrojem zhutňovacího účinku.

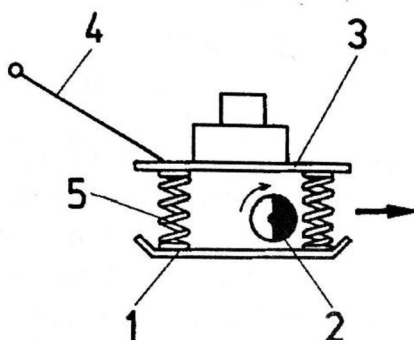
Při provádění zhutňování dochází k odskočení desky od zeminy. Tím vznikají dvě silové složky, z nichž jedna je kolmá na zhutňovaný povrch a druhá je s tímto povrchem rovnoběžná. Právě tato rovnoběžná síla se u využívá k posuvu celého zařízení po zhutňované ploše.

### 4.2 KONSTRUKCE VIBRAČNÍCH DESEK

Vibrační desky mohou mít podobu samostatného jednoúčelového zařízení nebo mohou být realizována jako přídavná zařízení, která se montují na výložníky rypadel, případně jiných strojů. Konstrukčně je pak možné vibrační desky rozdělit na dva základní typy.

#### 4.2.1 VIBRAČNÍ DESKY S JEDNOSMĚRNÝM POHYBEM

Tato zařízení mají pouze jeden budič vibrace, který je zabudovaný na předním okraji desky. Tento budič vibrace umožňuje jen jeden odstředivý směr pohybu. Mohou se používat k hutnění zeminy, živičných i betonových povrchů, ale také ke srovnání dlaždic, chodníků nebo průmyslových podlah.

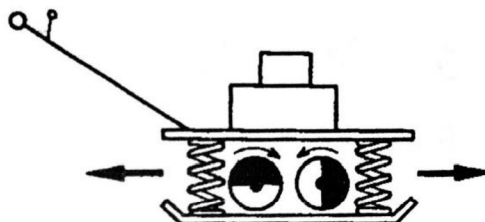


Obr. 20 Vibrační deska s jednosměrným pohybem [48]

1 – ocelová deska (patka), 2 – budič vibrace (výstředník), 3 – horní plošina s motorem, 4 – řídicí oj, 5 – odpružení plošiny

#### 4.2.2 VIBRAČNÍ DESKY S OBOUSMĚRNÝM POHYBEM

Oproti prvnímu typu vibračních desek mají oboustranné vibrační desky dva budiče vibrace. Ty umožňují pohyb desky v obou směrech a dále umožňují různé rychlosti posuvu desky. Budiče vibrace se mohou otáčet protisměrně nebo souměrně, kdy při protisměrném otáčení se sčítají točivé momenty a silové složky. [49]



Obr. 21 Vibrační deska s oboustranným pohybem [50]

#### 4.3 PŘEHLED V SOUČASNOSTI POUŽÍVANÝCH ZAŘÍZENÍ

Vibrační hutní desky, které se zavěšují na ramena rypadel, se používají na místech, kde není možné použít klasické vedené hutnicí vibrační desky. Jde především o hluboké a současně úzké příkopy či obzvláště strmé svahy. Závěsné vibrační desky také poskytují zpravidla větší výkon než většina ostatních hutnicích zařízení. [51]



Obr.22 Základní konstrukční prvky závěsné hutnicí desky [52][52]

1 – přípojné hadice, 2 – přípojovací prvek k ramenu rypadla, 3 – horní rám vibrační desky (nepohyblivý), 4 – tlumicí pryžové prvky, 5 – vibrační deska, 6 – hydromotor

### 4.3.1 AMMANN GROUP

Dle průzkumu má největší zastoupení závěsných vibračních desek na Českém trhu společnost Ammann Group. V současnosti nabízí celkem 10 závěsných vibračních desek, od těch nejmenších s provozní hmotností 160 kg až po ty největší s provozní hmotností 1170 kg. Tyto vibrační desky jsou určeny pro stroje od 2 tun v případě nejlehčích vibračních desek až pro stroje o hmotnosti 40 tun v případě nejtěžší dostupné vibrační desky. [51]



Obr. 23 Deska APA 20/30 s provozní hmotností 160 kg [53]



Obr. 24 Deska APA 100/88 2M s provozní hmotností 1170 kg [54]

Tab. 16 Základní technické parametry vibračních desek Ammann [51]

Název zařízení	Délka a šířka desky	Provozní hmotnost	Odstředivá síla	Frekvence	Hmotnost nosiče
[-]	[mm × mm]	[kg]	[kN]	[Hz]	[t]
APA 20/30	875 × 300	160	20	60	5
APA 20/40	875 × 400	170	20	60	5
APA 55/46	1142 × 460	370	55	45	12
APA 55/56	1142 × 560	385	55	45	12
APA 55/64	1142 × 640	370	55	60	12
APA 72/74	1142 × 740	950	72	36	12-20
APA 75/74	1142 × 740	950	82	36	12-25

### 4.3.2 DEHACO

Nizozemská společnost zabývající se výrobou zařízení, která jsou určena pro demoliční a recyklační práce v oblasti nakládání s azbestem. Dodává stroje nejenom pro Benelux, ale také pro celou Evropu a další trhy. V sortimentu tohoto výrobce lze najít dvě produktové řady závěsných hydraulických desek nesoucí názvy HYRAX (pro stroje o hmotnosti 1,2-18 tun) a KHP (pro stroje o hmotnosti 12-45 tun). [55]



Obr. 25 Vibrační deska Dehaco HYRAX 250 [56]



Obr. 26 Vibrační deska Dehaco KHP 30 [57]

V přehledu jsou zahrnuta pouze zařízení spadající do kategorie přídatných zařízení pro stroje nižších hmotnostních kategorií, tj. produktová řada HYRAX.

Tab. 17 Základní technické parametry vibračních desek Dehaco [58]

Název zařízení	Délka a šířka desky	Provozní hmotnost	Odstředivá síla	Frekvence	Hmotnost nosiče
[-]	[mm × mm]	[kg]	[kN]	[Hz]	[t]
Hyrax 125	480 × 340	123	11	50	1,2-2,5
Hyrax 175	520 × 455	200	23	60	2-5
Hyrax 250	545 × 602	292	43	60	3,5-9
Hyrax 400	570 × 617	440	91	60	8-18

### 4.3.3 DYNASET

Přední výrobce hydraulických generátorů, pohonů a kompresorů pocházející z Finska. Působí po celém světě a snaží se nacházet inovace pro svá zařízení, která by tak byla ještě kvalitnější. [59]

Vibrační deska od společnosti Dynaset je novinkou pro rok 2017. Slouží pro hutnění drenáží, výkopů pro kanalizace a další aplikace. K dispozici je varianta s klasickým upínacím systémem nebo s prodloužením, který umožní provádět hutnění i v hlubokých příkopech. [60]

Tab. 18 Základní technické parametry vibrační desky Dynaset [60]

Název zařízení	Délka a šířka desky	Provozní hmotnost*	Odstředivá síla	Frekvence	Hmotnost nosiče
[–]	[mm × mm]	[kg]	[kN]	[Hz]	[t]
HVC	672 × 280	98	70	35	–

\*Hmotnost nezahrnuje upínací prvky a další přídatná zařízení



Obr. 27 Vibrační deska Dynaset [61]

### 4.3.4 INDECO

Italská společnost, která se zabývá výrobou hydraulických strojů pro demolice, recyklaci, těžbu a silniční konstrukce. Společnost byla založena roku 1990. [62]

V sortimentu je možné najít dvě základní varianty vibračních desek, a to bez otočného mechanismu vibrační desky (produktová řada IHC) a s hydraulicky otočným mechanismem vibrační desky (produktová řada IHC R). Vibrační desky se vyznačují vynikajícími vlastnostmi oproti srovnatelným produktům ostatních značek. Jsou vhodné pro hlinitou, soudržnou a polo-soudržnou půdu. K dispozici jsou další volitelné adaptéry, které dále rozšiřují praktickou funkci tohoto přídatného pracovního zařízení. [63]





Obr. 28 Závěsná vibrační deska IHC 70 [64]



Obr. 29 Závěsná vibrační deska IHC R 70 s mechanismem otáčení kolem svislé osy [65]

Protože se na českém trhu zařízení společnosti Indeco nenachází, byly jednotlivé modely vibračních desek zahrnuty do výběru spíše jako doplnění pro další porovnávání. Důvodem pro zahrnutí právě tohoto výrobce byly velmi dobré podklady v podobě prospektů s technickými daty a informacemi.

Tab. 19 Základní technické parametry vibračních desek Indeco IHC [63]

Název zařízení	Délka a šířka desky	Provozní hmotnost	Odstředivá síla	Frekvence	Hmotnost nosiče
[-]	[mm × mm]	[kg]	[kN]	[Hz]	[t]
IHC 50	760 × 305	200	29,5	33-50	1,7-8
IHC 70	840 × 460	445	39	33	3,5-13
IHC 75	870 × 640	485	39	33	4-14

Tab. 20 Základní technické parametry vibračních desek Indeco IHC R [63]

Název zařízení	Délka a šířka desky	Provozní hmotnost	Odstředivá síla	Frekvence	Hmotnost nosiče
[-]	[mm × mm]	[kg]	[kN]	[Hz]	[t]
IHC R 50	760 × 305	425	29,5	33-50	3,5-13
IHC R 70	840 × 460	630	39	33	6,5-16
IHC R 75	870 × 640	670	39	33	7-16

#### 4.4 POROVNÁNÍ VIBRAČNÍCH DESEK PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

V tab. 15 je seznam zařízení, které budou mezi sebou porovnávány. Porovnání závěsných vibračních desek bude provedeno na základě dvou poměrových charakteristik. Těmito charakteristikami je poměr celkové plochy vibrační desky vzhledem k provozní hmotnosti a poměr odstředivé síly vzhledem k provozní hmotnosti vibrační desky. Do porovnání není zařazena

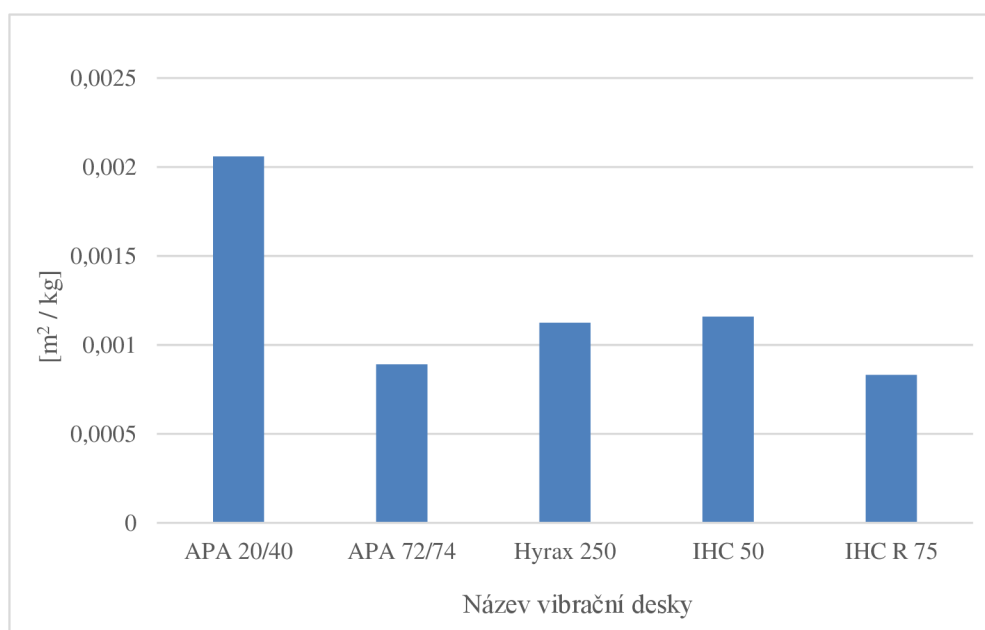


vibrační deska od výrobce Dynaset. Důvodem je neuvedení provozní hmotnosti, ale uvedení hmotnosti zařízení bez standardního upínacího prvku a dalších, nezanedbatelných součástí.

Tab. 21 Seznam závěsných vibračních desek k porovnání

Výrobce	Název zařízení	Plocha desky	Provozní hmotnost	Odstředivá síla	Hmotnost nosiče
[-]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[kg]	[kN]	[t]
Ammann	APA 20/40	0,35	170	20	5
Ammann	APA 72/74	0,84508	950	72	12-20
Dehaco	Hyrax 250	0,32809	292	43	3,5-9
Indeco	IHC 50	0,18816	200	29,5	1,7-8
Indeco	IHC R 75	0,2318	670	39	7-16

Prvním poměrem pro srovnání závěsných vibračních desek je poměr celkové plochy desky vzhledem k provozní hmotnosti celého přídavného zařízení.

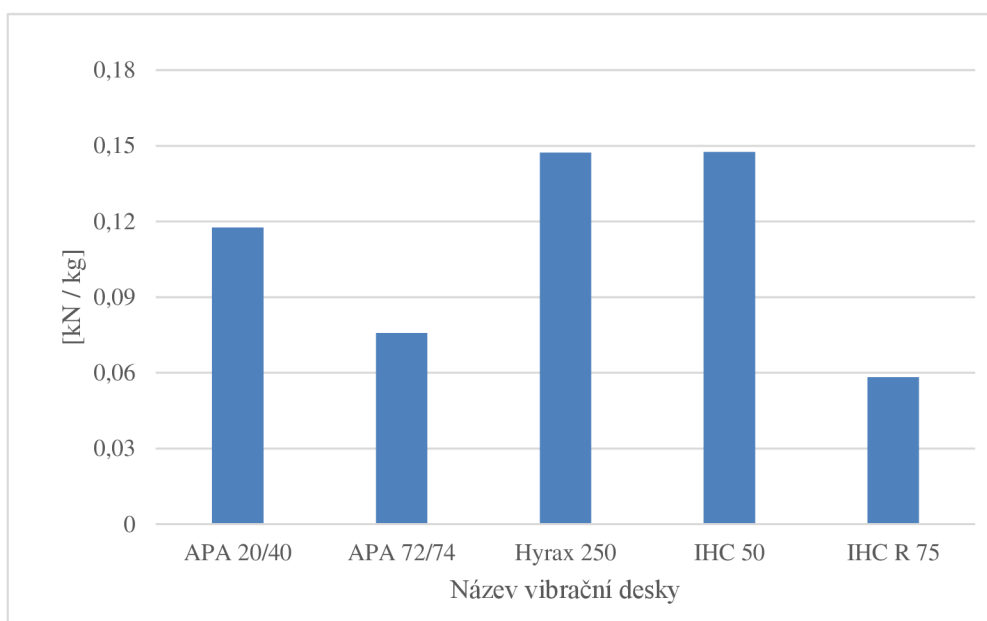


Obr. 30 Graf poměru plochy desky k provozní hmotnosti zařízení

Z grafu na obr. 30 je patrné, že největšího poměru dosahuje zařízení od značky Ammann. Tento poměr vyjadřuje to, jak velkou plochou desky disponuje přídavné zařízení vzhledem ke své provozní hmotnosti. Je tedy možné říci, že čím je poměr vyšší, tím je zařízení produktivnější, neboť na hutnění určité plochy zeminy je potřebné nést lehčí přídavné zařízení.

To se může projevit i v hmotnosti nosiče. Jak je totiž možné vidět, zařízení s nejvyšším poměrem APA 20/40 je doporučeno pro nosiče o hmotnosti 5 tun, zatímco APA 72/74 s nejnižším poměrem je určeno pro nosiče o hmotnostech 12-20 tun. Dle tohoto poměru je tedy možné říci, že nejefektivnější z vybraných vibračních desek je právě APA 20/40, což však nemusí být pravda vzhledem k dalším technickým parametrům.

Dalším poměrem pro porovnání je poměr odstředivé síly k provozní hmotnosti vibrační desky.



Obr. 31 Graf poměru odstředivé síly k provozní hmotnosti zařízení

V grafu na obr. 21 je znázorněný poměr odstředivé síly k provozní hmotnosti vibrační desky. Tento poměr vyjadřuje velikost odstředivé síly vztažené na jeden kilogram z hmotnosti celého zařízení. Z toho vyplývá, že výhodnější je vyšší poměr, tj. větší síla na jeden kilogram hmotnosti zařízení. Nejvyšší poměr mají zařízení Hyrax 250 a IHC 50, což může být způsobeno jednak vhodným konstrukčním provedením, jednak efektivním buzením odstředivé síly.

Výše uvedené poměry a samotné porovnání je závislé na provozní hmotnosti vibrační desky. Jak je možné vidět, zařízení IHC R 75 má v obou případech zcela nevýhodný poměr. Je zřejmé, že provozní hmotnost závisí nejenom na rozměrech desky nebo budiče vibrací, ale také na upínacích prvcích či jiných součástech. V kapitole 4.3.4 je totiž uvedeno, že zařízení IHC R 75 je osazeno hydraulickým systémem pro otáčení vibrační desky kolem svislé osy, což celkovou provozní hmotnost podstatně zvyšuje. To platí i pro ostatní zařízení, která mohou být osazována různými upínacími prvky. Porovnání je nicméně vyhotoveno z technických parametrů, které pochází od samotných výrobců těchto zařízení, a proto je možné tyto údaje považovat vzhledem k poměrům relevantní.

#### 4.5 ZHODNOCENÍ ZÁVĚSNÝCH VIBRAČNÍCH DESEK A PŘEDPOKLÁDANÉ SMĚRY VÝVOJE

Vibrační desky jsou plnohodnotným stavebním zařízením stejně jako vedené vibrační desky, válce a další hutnická technika. Uplatnění závěsných vibračních desek zahrnuje především hůře přístupná místa, která nemohou být zhotovena vedenými deskami nebo válci, což mohou být svahy, hluboké příkopy a další obtížně přístupná místa. Výhodou těchto zařízení může být i široké zastoupení u jednotlivých výrobců, kteří se snaží pokrýt poptávku jak velkých stavebních firem, tak menších podniků. Osadit tímto přídatným zařízením je proto možné, jak stroj nižší hmotností kategorie, tak stroj o větší hmotnosti.

Z konstrukčního hlediska je možné diskutovat především vibrační účinek desky vzhledem k prvkům samotného nosiče – rypadla. Právě zde může nastat problém, kdy vibrace buzené hydraulickým motorem mohou být přenášeny do konstrukčních součástí nosiče, čímž mohou být tyto součásti z dlouhodobého hlediska poškozovány. Standardní rypadla ani nakladače totiž nemusí být v základu dimenzovány na provoz vibračních hutnicích zařízení, což může být pro potenciálního zájemce o tuto techniku nevýhodou.

V ohledu ekonomického hlediska závěsných vibračních desek není možné stanovit jednoznačný závěr. Ceny těchto zařízení nejsou obecně známé, výrobci je totiž zpravidla nezveřejňují, pouze na vyžádání. Protože však jde o plnohodnotné pracovní zařízení, podobně jako vedené vibrační desky, je možné očekávat také podobně vysoké pořizovací náklady. Cena provozu závěsných vibračních desek pak závisí na konkrétních provozních parametrech nosiče, na kterém bude deska upnuta.

Závěsné vibrační desky se mohou vyvíjet hned několika směry. Důraz může být kladen například na efektivnější přenos kmitů do zeminy a tím k dosažení kvalitnějšího zhutnění. Dalším cílem konstruktérů může být dosažení co největší izolace nosiče a samotné vibrační desky takovým způsobem, aby nedocházelo k přenosu vibrací do stavebního stroje. Tato izolace totiž může snížit negativní dopad na konstrukční částí stroje a jeho obsluhu způsobené vibracemi.

#### 4.6 PRINCIP A KONSTRUKCE VIBRAČNÍCH VÁLČŮ

U tohoto způsobu zhutňování jsou přítomny rychle se opakující rázy běhounu, které dokážou ztuhnout zeminu do poměrně značné hloubky. Částice zeminy do sebe následně zapadají a zaujímají vůči sobě co nejmenší prostor.

Rozkmitání běhounu je způsobené budičem vibrace, kterým je rotující výstředník ukrytý v běhounu. Tento budič vibrace vytváří kmitů a počet kmitů za sekundu se následně označuje jako frekvence  $f$  [Hz]. Výška nadskoků běhounu je následně označována jako amplituda  $A$  [mm].

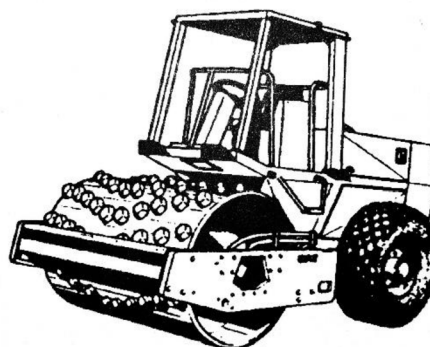
V současné době se používají následující typy vibračních válců:

- a) Válce hladké (obr. 32)
- b) Válce profilové (obr. 33)
- c) Válce tandemové (obr. 34)

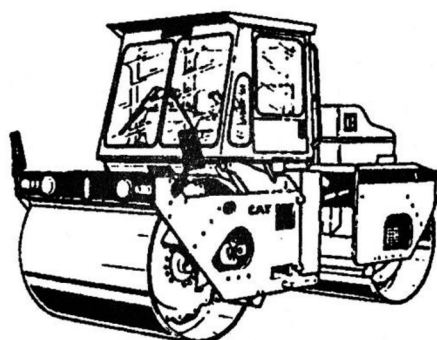
Vibrační válce mohou mít jeden nebo dva budiče vibrací. V současnosti se také používá systém budičů vibrace, kdy jeden je pevně umístěn na ose a druhý je možné hydraulicky přesouvat do různých poloh. Díky tomuto ovládní je možné budiče vibrace natáčet do různých pozic, což umožňuje měnit dynamické účinky při zhutňování. [66]



Obr. 32 Vibrační válec hladký tahačový [67]



Obr. 33 Vibrační válec profilový tahačový [68]



Obr. 34 Vibrační válec hladký tandemový [69]

Použití vibračních válců v podobě přídavných zařízení je především při hutnění svahů, popřípadě příkopů, kde není možné využít klasické hutnicí vibrační válce, které jsou nejčastěji vedené nebo samohybné.

## 4.7 PŘEHLED VYBRANÝCH VIBRAČNÍCH VÁLČŮ

Přídavná zařízení v podobě vibračních válců dle průzkumu nemají takové zastoupení jako závěsné vibrační desky. Nicméně i přesto je možné najít přídavná zařízení tohoto typu vhodné pro rypadla nebo smykem řízené nakladače. Na českém trhu se však nepodařilo najít prodejce, který by přídavné zařízení tohoto typu nabízel.

### 4.7.1 KUNTI MACHINE

Indická společnost, která se zabývá výrobou produktů, jako jsou recyklační drtiče, dělicí formy, vibračních válců či dalších stavebních strojů. [70]

Na obr. 35 je zobrazeno zařízení, které svou podstatou vyhovuje charakteristice hladkého válce. Používá se k uhlazení zeminy ve svazích a je možné tento vibrační válec připojit k jakémukoliv rypadlu o hmotnosti 2 až 50 tun. Frekvence vibrací je 33 Hz nebo 50 Hz. [71]



Obr. 35 Vibrační válec hladký určený pro rypadla značky Kunti Machine [72]

#### 4.7.2 CATERPILLAR

V sortimentu americké společnosti lze najít vibrační válec, který stejně jako válec od předchozího indického výrobce je možné specifikovat jako hladký válec. Tento vibrační válec (obr. 36) je určený pro smykem řízené nakladače a čelní nakladače nižších hmotnostních kategorií. Amplituda tohoto válce je 1,0922 mm, frekvence buzených vibrací je 49,1 Hz a celková hmotnost je 969,78 kg. [73]



Obr. 36 Vibrační válec hladký pro smykem řízené nakladače značky CAT [74]

#### 4.7.3 MBW

Americká společnost zabývající se výrobou hutnicích strojů a zařízení pro zpracování betonů. V současné době nabízí hned několik zařízení v podobě hladkých (obr. 37) i profilových válců (obr. 38) pro smykem řízené nakladače. Amplituda všech nabízených válců je 1,3 mm, frekvence buzení vibrací 50 Hz, a hmotnosti se pohybují od 939 kg pro nejmenší variantu až po 1111 kg pro největší variantu. [75]



Obr. 37 Hladký válec pro smykem řízené nakladače od společnosti MBW [75]



Obr. 38 Profilový válec pro smykem řízené nakladače od společnosti MBW [75]

#### 4.8 ZHODNOCENÍ VIBRAČNÍCH VÁLCŮ A PŘEDPOKLÁDANÝ SMĚR VÝVOJE

Vibrační válce jsou méně rozšířeným přídatným zařízením pro rypadla a nakladače, které v České republice nemá s velkou pravděpodobností žádné zastoupení. I přesto však mohou tato zařízení poskytnout potřebný výkon pro aplikace v podobě svahů, kde by použití jednoúčelových zařízení bylo neekonomické nebo jiným způsobem nepraktické. Výhodou těchto zařízení mohou být kompaktní rozměry, nevýhodou naopak přenášení vibrací do stroje, který bývá v největší míře smykem řízený nakladač a také nedostatečný výkon pro náročnější aplikace. Ekonomické zhodnocení nemůže být provedeno, neboť nejsou známy obecné ceny těchto přídatných zařízení.

O směrech vývoje není možné hlouběji spekulovat, a to především vzhledem k malému rozsahu dostupných informací o těchto zařízeních. Lze však předpokládat, že vzhledem k malému až žádnému zastoupení těchto zařízení v České republice se nejedná o zařízení, které by bylo pro stavební firmy atraktivní a mohlo tak nabízet z dlouhodobého hlediska určitou perspektivu.

## 5 SNĚHOVÉ RADLICE A FRÉZY

Hlavními pracemi při zimní údržbě vozovek jsou odklizení sněhu a námrazy z povrchu vozovek a následný posyp vozovek ke snížení kluzkosti. K těmto účelům se používají stroje, které mohou mít hned několik podob. Základem jsou však sněhové radlice a pluhy, dále pak rotorové stroje, mezi které spadají sněhové frézy a sněhové vrhače. Pro posyp vozovek se využívají sypače, které se dále rozdělují na sypače pro posyp chemickými materiály a víceúčelové sypače. [76]

### 5.1 PRINCIP SNĚHOVÝCH RADLIC A FRÉZ

Sněhové radlice a frézy mají za úkol odstranit z vozovky vrstvu sněhu. V závislosti na stavu sněhu může být použita radlice, která umožňuje shrnout vrstvu sněhu na stranu vozovky, popřípadě je využita sněhová fréza, která dokáže vrstvu sněhu přemístit na vzdálenější místo, což může být i například nákladní prostor nákladního automobilu pohybující se současně se sněhovou frézou.

### 5.2 KONSTRUKCE SNĚHOVÝCH RADLIC

Na trhu lze najít hned několik typů sněhových radlic, které je možné rozdělit na dva typy:

- a) Rovné (obr. 39)
- b) Šířové (obr. 40)



Obr. 39 Rovná čelní radlice [77]



Obr. 40 Šířová čelní radlice [78]



Obr. 41 Segmentová čelní radlice [79]

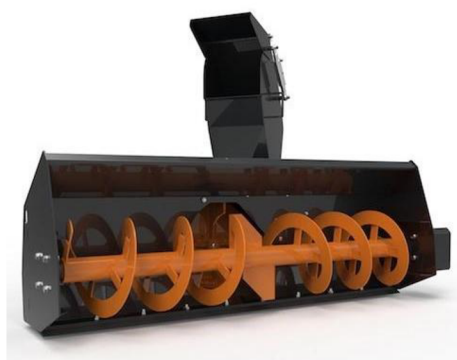
Radlice mohou být umístěné před strojem, kdy se hovoří o čelní radlici nebo za strojem, kdy se jedná o zadní radlici. Čelní radlice jsou charakteristické pro nákladní automobily, popřípadě čelní nakladače, zadní jsou nejčastěji využívány u traktorů. Radlice mohou být rozděleny také na segmenty, které umožňují pohyb pouze potřebných částí radlice (obr. 41) Ovládání radlic je nejčastěji realizováno prostřednictvím hydraulických pohonů, které umožňují radlice nejenom natáčet do stran, ale také zvedat či snášet do nebo z pracovní polohy. [80]



Sněhové radlice jsou v některých případech osazeny pryžovou stírací lištou, která může být v případě kolize s překážkou deformována. Díky tomu nedochází k poškozování radlice ani podvozku nosiče. Materiálem lišty může být ocel, která je však nevhodná pro použití za vyšších rychlostí.

### 5.3 KONSTRUKCE SNĚHOVÝCH FRÉZ

Sněhové frézy se vyrábí jako jednostupňové a dvoustupňové. Zatímco u jednostupňové sněhové frézy je odstraňování sněhu z pokladu realizováno pouze jedním stupněm, kterým je rotující šnek, u dvoustupňové varianty se k odstraňování sněhu používá kombinace šneku a rotoru. Dvoustupňové sněhové frézy jsou proto výkonnější a mohou být použity v širším spektru aplikací než jednostupňové. [81]



Obr. 42 Sněhová fréza pro smykem řízené nakladače [82]

Pro pracovní stroje se nejčastěji využívá dvoustupňové varianty, která díky vyššímu výkonu bývá mnohem efektivnější a produktivnější. Po porovnávání fréz jsou důležité údaje jako maximální délka odhozu sněhu určená v metrech a šířka záběru, určená v milimetrech. [83]

### 5.4 PŘEHLED VYBRANÝCH SNĚHOVÝCH RADLIC A FRÉZ

Z provedeného průzkumu vyplývá, že sněhové radlice jsou dostupné zejména pro čelní nakladače, které mají k dispozici přední hydraulický závěs ISO II. V přehledu jsou zahrnuti především dodavatelé, kteří poskytují ke svým produktům větší množství informací. Do přehledu není zahrnuta žádná segmentová čelní radlice, neboť tato varianta není určena pro stroje pohybující se menší rychlostí. Taktéž se v přehledu nachází pouze zařízení určená pro stroje menších hmotnostních kategorií, tj. smykem řízené nakladače a menší čelní nakladače. Důvodem pro to je jinak velmi obsáhlá nabídka sněhových fréz i radlic pro stroje všech hmotnostních kategorií.

#### 5.4.1 BOBCAT

Pro své smykem řízené nakladače a další pracovní stroje vyrábí firma Bobcat dvě varianty radlic, a to klasickou čelní a radlici do tvaru V. Čelní radlice (Obr. 43) jsou k dostání v několika variantách, a to v šířkách od 1,37 až po 2,74 metru. Tyto radlice je možné naklánět do stran pomocí hydraulického mechanismu, a to až o 30°. Dále je umožněno oscilovat s radlicí o 5° nahoru a dolů, aby se předešlo poškození vlivem nárazu do překážky ukryté pod sněhem. Radlice ve tvaru V (Obr. 44) jsou k dostání v šířkách 1,52 až 2,74 metru. Radlici je možné natáčet pomocí hydraulického mechanismu do pěti různých poloh, a to z rovného tvaru, přes shrnování doleva a doprava až po tvar obráceného V nebo klasického V. Sněhové frézy pro stroje značky Bobcat (Obr. 45) jsou dostupné v šířkách od 0,91 až po 2,13 metru. Tyto sněhové frézy je možné osadit nástavcem, který vrhá sníh přímo do korby nákladního vozu. Dostupné jsou



varianty se zvýšeným výkonem při odhozu sněhu pro možnost odklizení větších nánosů sněhu. [84]



*Obr. 43 Čelní radlice pro stroje značky Bobcat [85]*



*Obr. 44 Radlice ve tvaru V pro stroje značky Bobcat [86]*



*Obr. 45 Sněhová fréza pro stroje značky Bobcat [87]*

#### 5.4.2 LOCUST

Stejně jako v kapitole 5.4.1, i výrobce Locust dodává přídatná zařízení zejména pro smykem řízené nakladače své vlastní výroby. V sortimentu se nachází jak radlice, tak sněhové frézy. Sněhová radlice pro nakladače Locust je vhodná nejenom pro odklizení sněhu, ale také pro rozprostírání různých materiálů, čištění prostranství od zbytků zeminy nebo menších předmětů. Na výběr jsou dvě velikosti radlice, a to v šířkách 2 a 2,4 metru. Radlici je možné naklápět do stran, a to až o 30°, přičemž mechanismus naklápění může být realizovaný hydraulikou nebo mechanicky. Na výběr jsou také dva materiály pro stírací lištu. Ta může být vyrobena z gumy nebo speciální slitiny oceli s názvem Hardox. Sněhová fréza na sníh pro smykem řízené nakladače značky Locust je vhodná pro běžné odklizení sněhu. V závislosti na kvalitě sněhu a výkonu samotného nakladače může být vzdálenost vyfouknutého sněhu až 15 metru. Komín frézy je možné natáčet v rozsahu 240°, pracovní šíře frézy je 1,8 metru a provozní hmotnost dosahuje 410 kilogramů. [88]

#### 5.4.3 AVANT

Finský výrobce čelních nakladačů nižších hmotnostních kategorií vyrábí pro své stroje i přídatná zařízení v podobě sněhových radlic a sněhových fréz. Výhodou sněhové radlice Avant je oproti dvěma zmiňovaným výrobcům nájezdová pojistka – při najetí na překážku se čelní štít sklopí, čímž se předchází poškození samotné radlice. Standardní je gumový břit, který je možné dodat i jako ocelový. Radlice se vyrábí v několika variantách, které jsou od sebe odlišné šířkou. K dispozici jsou radlice o šířkách 1,2 až po 1,5 metru, přičemž radlici v šíři 1,5 metru je možné dodat s výškou čelního štítu 50 a 70 cm. Sněhová fréza Avant je konstruována jako dvoustupňová fréza s otevřeným bubnem. Tato konstrukce umožňuje odklízet i zmrzlý sníh. Šnek frézy je vyrobený z již zmiňovaného materiálu Hardox. Sněhové frézy jsou poháněny buď zubovým hydromotorem nebo pístovým hydromotorem. Pracovní šíře fréz je od 1 až po 1,4 metru. [89]

#### 5.4.4 PRONAR

Do výběru je zahrnut i polský výrobce strojů a zařízení pro zemědělství, komunální služby a dopravu, který na trh dodává čelní radlice (model PU) a sněhové radlice ve tvaru V (model PUV). Radlice jsou určeny pro všechny stroje s tříbodovým závěsem, což znamená jak traktory, tak nakladače. Radlice jsou osazeny kovovým nebo pryžovým břitem, k dispozici je hydraulické nastavování poloh, kdy je možnost výběru ze tří nebo čtyř pracovních poloh. K radlicím

o větších rozměrech je možné připojit i podpurná kola, popřípadě kluzy z otěruvzdorného materiálu Hardox. Jako v případě výrobce Avant, i radlice značky Pronar jsou vybaveny výkyvným systémem pružin, který zabraňuje poškození radlice i podvozku stroje. Čelní sněhové radlice jsou dostupné v šířkách od 1,68 až po 2,9 metru, v případě radlice do tvaru V jsou k dispozici šíře 1,28 až 2,93 metru. [90]



Obr. 46 Sněhová radlice PRONAR PU 1400 [91]

## 5.5 ZHODNOCENÍ SNĚHOVÝCH RADLIC A FRÉZ A JEJICH PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ

Sněhové radlice a frézy představují praktické rozšíření, a to jak pro smykem řízené nakladače, tak pro jakékoliv jiné nakladače nebo podobné pracovní stroje menších i větších hmotnostních kategorií. Z důvodu menších jezdových rychlostí bude odklizení sněhu stavebními stroji vhodné spíše v menším rozsahu a na menších plochách. Opakem pak jsou jednoúčelové stroje v podobě výkonných sněhových fréz, které poskytují mnohem větší výkon nežli přídatná zařízení tohoto typu. Stejně tak to platí o nákladních vozidlech osazenými radlicemi a sypači, které díky větším jezdovým rychlostem mohou odklízet sníh i ze silnic bez narušení provozu. Pro odklizení sněhu na větších prostorách, například na parkovištích a podobných plochách, však mohou zmíněná rozšíření v podobě sněhových radlic a fréz splnit méně náročné požadavky na výkon či produktivitu.

Z provedeného průzkumu vyplývá, že se výrobci snaží poskytnout tato přídatná zařízení pro široké spektrum stavebních strojů, a to tak, aby byla zajištěna maximální univerzálnost, čehož je příkladem především polský výrobce Pronar, který své výrobky nabízí pro traktory, čelní nakladače a jiné stroje s předním hydraulickým závěsem ISO II. S ohledem na rozsah práce a po dohodě s vedoucím práce nedošlo k hlubšímu průzkumu oblasti sněhových fréz a radlic, jako tomu bylo v předchozích kapitolách. Z toho důvodu není možné stanovit jednoznačné závěry v ohledu předpokládaných směrů vývoje. Z prvotního náhledu na zařízení tohoto typu je však možné říci, že vývoj se může zaměřit na vylepšení mechanismů, které mají zamezit poškození radlice nebo podvozku nosiče, což mohou být zmíněné výkyvné systémy na principu pružin. Dále je možné očekávat zvýšení produktivity u sněhových fréz vývojem nových tvarů šneků a rotorů.

## 6 ZÁVĚR

V této bakalářské práci je provedena kritická rešerše současně prodávaných a používaných přídavných zařízení pro rypadla a nakladače. Jde zejména o vrtací zařízení, rýhovače, podkopová zařízení, závěsné vibrační desky, vibrační válce a sněhové frézy a radlice. Přehled je rozdělen do pěti kapitol, z nichž každá je přehledně strukturovaná. Součástí práce jsou obsáhlé tabulky s technickými údaji i porovnávací grafy a v každé kapitole je zhodnocení konkrétního přídavného zařízení a předpokládané směry jeho vývoje. Jako zdroje pro vypracování bakalářské práce sloužily zejména internetové stránky výrobců. Při tvorbě bakalářské práce došlo k celkovému pochopení problematiky přídavných zařízení zmiňovaných typů. Při zpracování technických údajů a dat došlo k hlubšímu poznání klíčových konstrukčních celků, z nichž nejčastějším je hydraulický motor. Ten je hlavní součástí takřka každého přídavného zařízení, které bylo v této bakalářské práci zpracováno, s výjimkou některých sněhových radlic. Dále bylo zjištěno, že přídavná zařízení jsou výhodná nejenom z finančních důvodů, ale také proto, že v určitých případech dokážou plnohodnotně nahradit funkce jednoúčelových stavebních strojů, a to bez zvýšených požadavků na kvalifikaci obsluhy. Kromě toho bylo zjištěno, že přídavná zařízení lze pořídit v nejrůznějších variantách, a to pro stroje nižších i vyšších hmotností v závislosti na konkrétních požadavcích.

## 7 POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Vrtací zařízení pro smykové nakladače. *Webové stránky společnosti KOHÚT A SPOL. spol. s r. o.* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <https://www.kohut.cz/locust-vrtaci-zarizeni/>
- [2] Vrták na bagr. In: *Webové stránky společnosti KOHÚT A SPOL. spol. s r. o.* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <https://www.kohut.cz/wp-content/uploads/2016/11/20161014152313-vrtak-na-bagr.jpg>
- [3] ERDBOHRER AUFHÄNGUNGEN & ANBAURAHMEN. In: *Webové stránky firmy AugerTorque* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <http://www.augertorque.de/produkte/erdbohrer-aufhaengungen-anbaurahmen.html>
- [4] Zemní vrták na mikrobagr. *Webové stránky společnosti KOHÚT A SPOL. spol. s r. o.* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <https://www.kohut.cz/clanky/zemni-vrtak-na-mikrobagr/>
- [5] Auger Torque x2000. *Webové stránky společnosti VERBIS Ltd.* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: [http://www.verbis.hu/gep\\_media/auger\\_torque\\_x2000.png](http://www.verbis.hu/gep_media/auger_torque_x2000.png)
- [6] Přídavná zařízení. *Webové stránky společnosti RAŠOVEC s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <http://www.rasovec.cz/pridavne-zarizeni>
- [7] Zemní vrták. *Webové stránky společnosti STAVES s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: [https://www.staves.cz/temp/produkt\\_detail\\_velky\\_zoom\\_2030-ae-s5-600.jpg?v=1511011140](https://www.staves.cz/temp/produkt_detail_velky_zoom_2030-ae-s5-600.jpg?v=1511011140)
- [8] KRÁLOVÁ, Magda. *VĚDA A TECHNIKA V POZADÍ RUČNÍ VRTÁNÍ* [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/veda-v-pozadi/961>
- [9] AugerTorque 3500MAX. In: *Webové stránky firmy VERBIS Ltd.* [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: [http://www.verbis.hu/gep\\_media/auger\\_torque\\_3500max\\_04.jpg](http://www.verbis.hu/gep_media/auger_torque_3500max_04.jpg)
- [10] About Digga. *Webové stránky společnosti Digga* [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.digga.com/about-digga.html>
- [11] Premium pohony. *Webové stránky společnosti DIGGA CZ – distributor pro ČR* [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <http://www.digga.cz/wordpress/pohony-drives-vrtaku/premium-pohony/>
- [12] Premium Drilling Auger Drives. *Webové stránky společnosti Digga* [online]. [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://www.digga.com/auger-drives.html>
- [13] About AugerTorque. *Webové stránky společnosti AugerTorque* [online]. [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <http://www.augertorque.com/about-us/about-augertorque.html>
- [14] Product guide. In: *Produktový katalog výrobků společnosti AugerTorque* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: [http://www.augertorque.com/\\_images/Auger-Torque-English-rs.pdf](http://www.augertorque.com/_images/Auger-Torque-English-rs.pdf)

- [15] *Webové stránky společnosti Hošek Trade* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.dobrekladivo.cz/>
- [16] *Vrtáky a štípače dřeva. Webové stránky společnosti Hošek Trade* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.dobrekladivo.cz/produkty/vrtaky-a-stipace-dreva>
- [17] *Webové stránky společnosti Bobcat* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/index>
- [18] *Produktový katalog přídatného zařízení: Augers 2012.pdf*. Bobcat, 2011.
- [19] *Unternehmen. Webové stránky společnosti Deitmer Maschinenbau und Handel GmbH* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.deitmer-maschinenbau.de/unternehmen/>
- [20] *Deitmer Grundgeraete A B C*. In: *Webové stránky společnosti Deitmer Maschinenbau und Handel GmbH* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.deitmer-maschinenbau.de/wp-content/uploads/2016/09/Deitmer-Grundgeraete-A-B-C.jpg>
- [21] *Půdní vrtáky Deitmer*. In: *Webové stránky společnosti JPJ Forest, s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.hydraulickaruka.cz/produkty/pudni-vrtaky-deitmer/>
- [22] *Základní parametry hydraulických obvodů*. ŠKOPÁN, Miroslav. *Hydraulické pohony strojů* [online]. Brno, 2009, s. 8 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <http://www.iae.fme.vutbr.cz/userfiles/uadi/files/Hydraulick%C3%A9%20pohony%20stroj%C5%AF.pdf>
- [23] *Rypadla příkopová – rýhovače*. VANĚK, Antonín. *Strojní zařízení pro stavební práce*. Druhé, přepracované vydání. Praha 1: Sobotáles, 1999, s. 32. ISBN 80-85920-61-1.
- [24] *Rypadla příkopová – rýhovače*. VANĚK, Antonín. *Strojní zařízení pro stavební práce*. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999, s. 32-33. ISBN 80-85920-61-1.
- [25] *Rýhovače řetězové*. VANĚK, Antonín. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. Praha: Academia, 2003, s. 240. ISBN 80-200-1045-9.
- [26] *Rýhovače frézové*. VANĚK, Antonín. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. Praha: Academia, 2003, s. 242. ISBN 80-200-1045-9.
- [27] *Hydrive 1200*. In: *Webové stránky společnosti Trade Earthmovers* [online]. [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <http://d3lp4xedbqa8a5.cloudfront.net/imagegen/p/1200/630/s3/digital-cougar-assets/momoads/2017/09/20/115648/Hydrive-1200-01.jpg>
- [28] *Řetězové rýhovače*. MAZURKIEVIČ, Izidor, Ladislav GULAN, Gregor IZRAEL a Metod GLATZ. *Mobilné pracovní stroje: Zemné stroje*. Bratislava: STU, 2014, s. 219-221. ISBN 978-80-227-4190-3.
- [29] *Trenchers*. *Webové stránky společnosti AugerTorque* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.augertorque.com/product-range/trenchers/>

- [30] Rýhovače. *Webové stránky společnosti Prodej-půjčovna strojů* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.prodej-pujcovna-stroju.cz/ryhovace2>
- [31] Rýhovače do 3,5 tuny. *Webové stránky společnosti Prodej-půjčovna strojů* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.prodej-pujcovna-stroju.cz/ryhovace/do-35tuny>
- [32] Rýhovače 3,5 - 8 tuny. *Webové stránky společnosti Prodej-půjčovna strojů* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.prodej-pujcovna-stroju.cz/ryhovace/35-8tun>
- [33] Company. *Webové stránky společnosti Garbin Group s.r.l.* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.trencher.it/en/company/>
- [34] Drážkovače a rýhovače Garbin Group. *Webové stránky společnosti PROFISTROJE.CZ s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.profistroje.cz/katalog/stavebni-technika/drazkovace-a-ryhovace/garbin-group/>
- [35] Kdo jsme?. *Webové stránky společnosti P & L, s. r. o* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://nakladacemultione.cz/about-zincy-prof/>
- [36] Rýhovač. In: *Multione přídatná zařízení 2016 - R.16.2* [online]. s. 24 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: [https://nakladacemultione.cz/wp-content/uploads/2017/08/katalog-prislusenstvi-CZ\\_r162.pdf](https://nakladacemultione.cz/wp-content/uploads/2017/08/katalog-prislusenstvi-CZ_r162.pdf)
- [37] Profil firmy LASKI, s.r.o. *Webové stránky společnosti LASKI, s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.laski.cz/o-nas>
- [38] Drážkovací rameno s hydropohonem. *Webové stránky společnosti LASKI, s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.laski.cz/kategorie/drazkovace>
- [39] Attachments / Backhoe. *Webové stránky společnosti Bobcat* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.bobcat.com/attachments/backhoe/features>
- [40] Podkopové zařízení. In: *Webové stránky společnosti PS sprint s.r.o.* [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <https://www.schmidtmachinery.com/product/podkopove-zarizeni/>
- [41] Parametry návěsného rypadla NR-II. In: *Stroje\_139.pdf* [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [http://www.zts-jh.cz/userfiles/file/stroje\\_139.pdf](http://www.zts-jh.cz/userfiles/file/stroje_139.pdf)
- [42] Quick xcavator backhoe. In: *Webové stránky společnosti Unlimited Fabrication* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.pciheavyequipment.com/wp-content/uploads/2017/10/Capture-2.png>
- [43] Swing arm backhoe. In: *Webové stránky společnosti Unlimited Fabrication* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.pciheavyequipment.com/wp-content/uploads/2017/10/Capture.png>
- [44] E70 Skid Steer Backhoe Attachment. In: *Webové stránky společnosti Skid Steer Solutions* [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: [https://cdn2.bigcommerce.com/n-zfvw8/f2blb58h/products/83/images/8504/eterra-e70-skid-steer-backhoe-attachment\\_\\_35016.1496262319.1280.1280.jpg?c=2](https://cdn2.bigcommerce.com/n-zfvw8/f2blb58h/products/83/images/8504/eterra-e70-skid-steer-backhoe-attachment__35016.1496262319.1280.1280.jpg?c=2)

- [45] PŘESUVNÝ PODKOP. Webové stránky společnosti KOVACO, spol. s.r.o. [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [http://www.kovaco.cz/presuvny\\_podkop\\_cz.html](http://www.kovaco.cz/presuvny_podkop_cz.html)
- [46] Podkopové zařízení. *Webové stránky společnosti Schmidt Machinery* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.schmidtmachinery.com/product/podkopove-zarizeni/>
- [47] Zhutňovací stroje. VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999, s. 44. ISBN 80-85920-61-1.
- [48] Vibrační desky s jednosměrným pohybem. VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999, s. 51. ISBN 80-85920-61-1.]
- [49] Vibrační desky. VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999, s. 51-52. ISBN 80-85920-61-1.
- [50] Vibrační desky s obousměrným pohybem. VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999, s. 51. ISBN 80-85920-61-1.
- [51] ZÁVĚSNÉ HUTNICÍ DESKY. Webové stránky společnosti AMMANN GROUP [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.ammann-group.com/cz-cz/machines/light-equipment/add-on-compactors>
- [52] EXCAVATOR COMPACTION PLATE SUITS 4.5T - 5.5T. In: *Webové stránky společnosti Orange Hire* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.orange-hire.com.au/excavator-compaction-plate-suits-4-5-5-5t>
- [53] APA 20-30 add-on compactor. In: Webové stránky společnosti AMMANN GROUP [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: [https://www.ammann-group.com/wp-content/uploads/apa\\_20-30\\_add-on\\_compactor\\_mrgb.jpg](https://www.ammann-group.com/wp-content/uploads/apa_20-30_add-on_compactor_mrgb.jpg)
- [54] APA 100-88 2M add-on compactor. In: *Webové stránky společnosti AMMANN GROUP* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: [https://www.ammann-group.com/wp-content/uploads/apa\\_100-88\\_2m\\_add-on\\_cpmpactor\\_imgp2065\\_mrgb.jpg](https://www.ammann-group.com/wp-content/uploads/apa_100-88_2m_add-on_cpmpactor_imgp2065_mrgb.jpg)
- [55] *Webové stránky společnosti Dehaco BV* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.dehaco.nl/>
- [56] Hyrax 250. In: *Webové stránky společnosti KOHÚT A SPOL. spol. s r. o.* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://files.bagrkom.cz/200000742-ade2daedc9/HY-RAX%20250%20ikona-0.jpg>
- [57] KHP 30. In: *Webové stránky společnosti KOHÚT A SPOL. spol. s r. o.* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://files.bagrkom.cz/200000770-9676097735/450/KHP%2030%20ikona.jpg>
- [58] Hydraulic compactors [online]. 2017 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [https://www.dehaco.nl/userdata/file/201707\\_Hyrax%20Compactors%20\(EN\)\\_LR\(1\).pdf](https://www.dehaco.nl/userdata/file/201707_Hyrax%20Compactors%20(EN)_LR(1).pdf)

- [59] Company. *Webové stránky společnosti DYNASET Oy* [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.dynaset.com/company>
- [60] HVC - HYDRAULICKÁ HUTNÍČÍ DESKA. *Webové stránky společnosti PKS servis spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.dynaset.cz/clanky/hvc-hydraulicka-hutnici-deska-73.html>
- [61] DYNASET HVC – Hydraulic Vibrating Compactor. In: *Webové stránky společnosti PKS servis spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.dynaset.cz/files/uploads/obrazky/DYNASET-HVC-Hydraulic-Vibrating-Compactor-web.png>
- [62] COMPANY PROFILE. *Webové stránky společnosti INDECO IND. SpA* [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.indeco.it/en/61/company.php>
- [63] Compactors. *Webové stránky společnosti INDECO N.A.* [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.indeco.it/en/products/1080/compactors.php>
- [64] Compactor IHC 70. In: *Webové stránky společnosti INDECO IND. SpA* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.indeco.it/indeco-incorso/images/Image/products/Compactors-IHC70.jpg>
- [65] Compactor IHC R 70. In: *Webové stránky společnosti INDECO IND. SpA* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.indeco.it/indeco-incorso/images/Image/products/Compactors-IHCR70.jpg>
- [66] Zhutňovací válce vibrační. VANĚK, Antonín. *Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání.* Praha: Sobotáles, 1999, s. 46. ISBN 80-85920-61-1.
- [67] Tahačový válec Dynapac CA 602. VANĚK, Antonín. *Přehled světové techniky – strojů pro stavebnictví Bauma 1998.* Praha: Image Interier, 1999, s. 29.
- [68] Tahačový válec s profilovým běhounem. VANĚK, Antonín. *Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání.* Praha: Sobotáles, 1999, s. 50. ISBN 80-85920-61-1.
- [69] Vibrační motorový válec tandemový. VANĚK, Antonín. *Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání.* Praha: Sobotáles, 1999, s. 47. ISBN 80-85920-61-1.
- [70] About us. *Webové stránky společnosti Kunti Machine* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://kuntimachine.in/about-us/>
- [71] Slope vibratory compactors. *Webové stránky společnosti Indiamart* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/slope-vibratory-compactors-15332837562.html>
- [72] Slope vibratory compactors. *Webové stránky společnosti Indiamart* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <https://5.imimg.com/data5/PS/WV/MY-39189374/slope-vibrator-compactors-500x500.jpg>



- [73] CAT CV18B vibratory compactor. *Webové stránky společnosti CATERPILLAR* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: [https://www.cat.com/en\\_US/products/new/attachments/compactors/vibratory-drum-compactors/17763836.html](https://www.cat.com/en_US/products/new/attachments/compactors/vibratory-drum-compactors/17763836.html)
- [74] CAT CV18B compactor. *Webové stránky společnosti CATERPILLAR* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: [http://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/CM20130806-66326-20449?\\$cc-g\\$](http://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/CM20130806-66326-20449?$cc-g$)
- [75] SKID STEER ROLLER ATTACHMENTS. *Webové stránky společnosti MBW* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.mbw.com/products/compaction/roller-attachments/skid-steer-roller-attachments>
- [76] Stroje a zařízení pro zimní údržbu. VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999, s. 171-172. ISBN 80-85920-61-1.
- [77] SNĚHOVÉ RADLICE RSPT 21,23,26. In: *Webové stránky společnosti KOBIT, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: [http://www.kobit.cz/ew/ew\\_images/image?EwImage=ac48d68a-9fbf-420f-ba17-90785349936f&Filter=01d4d730-1b3b-4730-b8e1-7694cb12002d](http://www.kobit.cz/ew/ew_images/image?EwImage=ac48d68a-9fbf-420f-ba17-90785349936f&Filter=01d4d730-1b3b-4730-b8e1-7694cb12002d)
- [78] SNĚHOVÉ RADLICE RSV 23,26,30. In: *Webové stránky společnosti KOBIT, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: [http://www.kobit.cz/ew/ew\\_images/image?EwImage=084612ee-710c-4566-a4a2-a5b73e81592a&Filter=01d4d730-1b3b-4730-b8e1-7694cb12002d](http://www.kobit.cz/ew/ew_images/image?EwImage=084612ee-710c-4566-a4a2-a5b73e81592a&Filter=01d4d730-1b3b-4730-b8e1-7694cb12002d)
- [79] SNĚHOVÉ RADLICE RSS 21,26,29. In: *Webové stránky společnosti KOBIT, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: [http://www.kobit.cz/ew/ew\\_images/image?EwImage=f4a094b3-8ac2-4fb8-9a81-5001675e3ab0&Filter=01d4d730-1b3b-4730-b8e1-7694cb12002d](http://www.kobit.cz/ew/ew_images/image?EwImage=f4a094b3-8ac2-4fb8-9a81-5001675e3ab0&Filter=01d4d730-1b3b-4730-b8e1-7694cb12002d)
- [80] Sněhové radlice. *Webové stránky společnosti SIMED s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.simed.cz/sortiment/snehove-radlice-5/>
- [81] Jaký je rozdíl mezi jednostupňovou a dvoustupňovou sněhovou frézou?. *Webové stránky společnosti HECHT MOTORS s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://cz.hecht.cz/info/jaky-je-rozdil-mezi-jednostupnovou-a-dvoustupnovou-snehovou-frezou>
- [82] Sněhové frézy na smykové nakladače UNC. In: *Webové stránky společnosti BEST ČV, s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://best-stroje.cz/file/stf198/freza.jpg>
- [83] *Cat® Snow Blowers* [online]. 2012 [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20131123-53203-36063>
- [84] Bobcat Snow Attachments. *Webové stránky společnosti Bobcat* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://landing.bobcat.com/snow/attachments.html>
- [85] Snow Blade. *Webové stránky společnosti Bobcat* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://fms.dibhids.net/40815>

- [86] Snow V-blade. *Webové stránky společnosti Bobcat* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://fms.dibhids.net/112079>
- [87] Bobcat Snow Attachements. *Webové stránky společnosti Bobcat* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://fms.dibhids.net/40817>
- [88] Přídavná zařízení pro úklid sněhu nakladačem. *Webové stránky společnosti KOHÚT A SPOL. spol.* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.kohut.cz/prislusenstvi-pro-odklizeni-snehu/>
- [89] Náradí. *Webové stránky společnosti Avistech s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.nakladaceavant.cz/naradi>
- [90] Sněhové radlice čelní. *Webové stránky společnosti RECAR PROFI s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: [https://recarprofi.cz/?page\\_id=6091](https://recarprofi.cz/?page_id=6091)
- [91] PRONAR PU 1400. In: *Webové stránky společnosti RECAR PROFI s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://recarprofi.cz/wp-content/uploads/2014/05/pronar-pu-1400.png>