

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 TYPOVÝCH ŘAD TAHAČOVÝCH VIBRAČNÍCH VÁLCŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN VOTROUBEK

BRNO 2009



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 TYPOVÝCH ŘAD TAHAČOVÝCH VIBRAČNÍCH VÁLCŮ

MODEL RANGES ANALYSIS OF SINGLE DRUM ROLLERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN VOTROUBEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KAŠPÁREK, Ph.D.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Votroubek

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 typových řad tahačových vibračních válců

v anglickém jazyce:

Model ranges analysis of single drum rollers

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor shrnující přehled současného stavu silničních stavebních strojů - tahačových vibračních válců. Rozbor bude zahrnovat teoretické poznatky, technické a provozní parametry tahačových válců od tuzemských a zahraničních výrobců.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte rozbor rešeršního typu se zaměřením na celkové konstrukční uspořádání strojů, technologické sestavy, technické a provozní parametry. Proveďte kritické zhodnocení jednotlivých strojů v rámci celku nebo skupin.

Rozsah stran vlastního textu díla dle pokynů děkana.

Seznam odborné literatury:

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

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

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 2008/2009.

V Brně, dne 10.12.2008

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace

Bakalářská práce popisuje princip zhutňování, celkové konstrukční uspořádání současných vibračních tahačových válců, jejich hlavní konstrukční celky a důležité technické a provozní parametry. Dále tato práce obsahuje porovnání hlavních parametrů strojů v rámci jednotlivých hmotnostních řad.

Klíčová slova:

tahačové vibrační válce, hutnění, provozní a technické parametry

Annotation

The bachelor's thesis describes principle of compaction, general structural design of current single drum vibratory rollers, their main constructional units and important technical and operating parameters. The thesis includes comparison of main parameters of machines within the weight ranges.

Keywords:

single drum rollers, compaction, technical and operating parameters

Bibliografická citace

VOTROUBEK, J. *Studie typových řad tahačových vibračních válců*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 53 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Studie typových řad tahačových vibračních válců vypracoval samostatně. Pro vypracování práce jsem použil zdroje, které jsem uvedl v seznamu použité literatury.

V Brně dne 25. 5. 2009

.....
podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Kašpárkovi Ph.D. za cenné připomínky a rady. Dále děkuji Miloši Hofmanovi, Ing. Radku Remešovi a dalším zaměstnancům firmy Ammann v Novém Městě nad Metují, kteří mi umožnili exkurzi v této firmě a poskytli množství informací o hutnících válcích.

Obsah

1	Úvod	15
2	Základní pojmy	16
2.1	Zhutňování	16
2.2	Měření zhutnění zeminy	17
2.2.1	Laboratorní metody	17
2.2.2	Metody přímého měření	18
2.3	Hlavní parametry tahačových vibračních válců	18
3	Konstrukční uspořádání.....	19
3.1	Běhoun	20
3.2	Budič vibrací.....	30
3.3	Hnací ústrojí	38
3.4	Kabina	44
3.5	Příslušenství.....	45
4	Závěr	46
5	Seznam použité literatury	47
6	Seznam příloh	48

1 Úvod

Hutnící technika má ve stavebním průmyslu velmi důležitou úlohu. Zhutňováním můžeme dosáhnout značného zpevnění podkladové vrstvy, a tím zvýšit odolnost staveb a prodloužit jejich životnost. Vibrační válce jsou vhodné pro zhutňování větších ploch, a proto je můžeme vidět nejčastěji při stavbě silnic, ale nacházejí uplatnění i u mnoha jiných staveb.

Vibrační válce se podle typu konstrukce rozdělují na dvě základní skupiny. Jednu skupinu tvoří tzv. tandemové válce, u kterých jsou obě nápravy tvořeny běhouny. Tato konstrukce je předurčuje k zhutňování živičných povrchů, ale nejsou vhodné pro práci v náročnějším terénu. Podstatně univerzálnější použití mají tahačové válce (obr. 1.1), na které je zaměřena tato práce. Na rozdíl od tandemových válců mají tahačové válce jednu nápravu tvořenu pneumatikovými koly, což jim umožňuje pohyb i v obtížnějším terénu. Tyto stroje mohou být využívány ke zhutňování zemin, nosných a stabilizačních podkladů i živičných povrchů.

Nejvýznamnější producenti těchto strojů jsou firmy Ammann, Bomag, Caterpillar, Dynapac, Hamm, JCB Vibromax a Volvo. Tahačové válce jsou rozdělovány do typových řad podle hmotnosti, která výrazně ovlivňuje jejich nejdůležitější vlastnost – hutnící účinek. Rozsah nabízených hmotnostních řad je velmi široký, nejmenší válce mají hmotnost kolem 2 tun, naopak nejtěžší válce dosahují hmotnosti až 27 tun.



Obr. 1.1. Tahačový vibrační válec Ammann ASC 110 [7]

2 Základní pojmy

2.1 Zhutňování

Dle publikace Moderní strojná technika a technologie zemních prací [6] je zhutňování proces, při němž umělým způsobem zvyšujeme objemovou hmotnost zeminy působením statického nebo dynamického zatížení. Objemová hmotnost ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) je hmotnost jednoho metru krychlového suché zeminy.

Hlavní důvody pro zhutňování jsou:

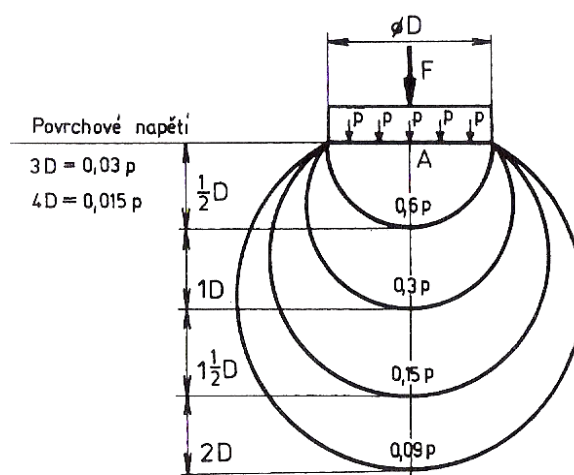
- dosáhnout v zemině takových změn, aby v konstrukci nepodléhala dalším změnám (sedání)
- zvýšit těsnost a nepropustnost zhutňované vrstvy
- zlepšit mechanické vlastnosti zeminy

Při zatížení zeminy dochází v zemině k deformacím, které mohou být dvojího druhu:

- a) **pružná deformace** – po ukončení působení zatížení se částice zeminy vrátí do původní polohy
- b) **plastická deformace** – částice zaujmou těsnější vzájemnou polohu a dojde k vytlačení části vzduchu z pórů zeminy. Proti vzniku plastických deformací, které jsou cílem zhutňování, působí koheze (tj. vzájemné přitahování jemných částic), vnitřní tření v zemině, nepropustnost zeminy, která znemožňuje únik vody a plynů z dutin a tlak stlačených plynů v dutinách.

Měřítkem míry zhutnění je docílená změna objemové hmotnosti, snížení hutněné vrstvy a zvýšení únosnosti vrstvy. V různých druzích zemin lze dosáhnout různé míry zhutnění, tato vlastnost se nazývá zhutnitelnost. Podle tohoto hlediska můžeme zeminy rozdělit na:

- a) **soudržné** (např. zeminy obsahující jíl, těžké hlíny) – U těchto zemin má rozhodující vliv na zhutnitelnost obsah vody. Pro zhutnění těchto zemin se udává, že hutnicí stroj musí vyvolat při hutnění tlak o 0,3 až 0,4 MPa větší, než bude provozní tlak v daném místě, aby nedocházelo k dalšímu sedání zeminy. Na vyvolaném zatížení závisí také hloubka zhutněné vrstvy, protože toto zatížení působí s rostoucí hloubkou na stále větší plochy a tím se snižuje velikost napětí (obr. 2.1.).



Obr. 2.1. Úbytek napětí v zemině v závislostech na hloubce zhutňování [6]

- b) **nesoudržné** (např. písek, štěrk) – Tento typ zemin má zpravidla dobrou propustnost, tudíž voda z pórů může volně unikat a nevzniká pórový tlak. Pro

c) **směsi předchozích dvou** - Rozhodující vliv na obtížnost hutnění a zhutnitelnost má u směsí soudržných a nesoudržných zemin jejich poměr a velikost jejich zrn.

Parametry hutněné zeminy se zjišťují laboratorně nebo přímo při procesu hutnění. Metody měření zhutnění zajímavě srozumitelně popisuje publikace Moderní strojní technika a technologie zemních prací [6]:

Pro stanovení optimálních podmínek hutnění je nutné laboratorně určit stupeň zhutnitelnosti potřebný pro danou stavbu, složení zeminy, její zrnitost, vlhkost, plasticitu, případně další vlastnosti.

a) Standardní Proctorova zkouška (křivka č.4), která odpovídá zhuťněným vysokým vrstvám násypů, které mají dostatečnou stabilitu. Využití např.: přehrady, hráze.

b) Modifikovaná Proctorova zkouška (křivka č.5) odpovídá maximálnímu zhuťnění, kterého lze běžnými hutnícími stroji docílit. Využití např.: podklady silnic, letištní dráhy.

Pro obě tyto varianty lze odečíst z Proctorova diagramu optimální vlhkost, při které dojde k maximálnímu zhutnění (bod, ve kterém se dosáhne největší objemové hmotnosti).

Aby bylo možné stanovit vhodné parametry pro daný zhutňovací proces, je nutné provést Proctorovu zkoušku a staveništní praktickou zkoušku. Z naměřených hodnot se stanoví stupeň zhutnění a porovná se s předepsanou hodnotou.

2.2.2 Metody přímého měření

Pomocí metod měření popsaných výše nelze zaručit správnou míru zhutnění celé hutněné plochy a často dochází vlivem nehomogenity materiálu k přehutnění nebo naopak k nedostatečnému zhutnění některých míst. Se zpřísňujícími se požadavky na kvalitu práce, ochranu životního prostředí, snižování nákladů na pohonné hmoty a rychlost stavebních prací bylo nutné zavést opatření, které by tyto nedostatky minimalizovalo. Toho se podařilo dosáhnout metodami přímého měření. Tyto metody umožňují určit míru zhutnění pod běhounem v průběhu pojezdu stroje a zobrazit tento údaj obsluze, případně automaticky nastavit parametry stroje (amplitudu a frekvenci běhounu, rychlost) pro optimální hutnění. Metody přímého měření se rozdělují na dvě hlavní skupiny:

- a) **Měření stupně zhutnění v místě právě přejížděné zeminy** – Tato metoda pracuje na základě vyhodnocování zpětných reakcí vznikajících mezi vibrujícím běhounem a zhutňovaným materiálem. Výrobci zkonstruovali tyto systémy na základě různých fyzikálních zákonů a podle toho se také liší počet a druh veličin potřebných k vyhodnocování zhutnění.
- b) **Měření plošného stupně zhutnění** – Při zhutňování silnic, letištních ploch, přehrad a dalších velkých ploch potřebujeme dosáhnout rovnoměrného zhutnění. Proto byly vytvořeny systémy, které umožňují kontinuální nedestruktivní plošné měření a dokumentaci zhutňování. Výsledky měření jsou zobrazovány na monitoru nebo mohou být dále zpracovány a připojeny k dokumentaci stavby.

2.3 Hlavní parametry tahačových vibračních válců

Nejdůležitější požadovanou vlastností válců je jejich hutnicí účinek, který závisí zejména na těchto parametrech [6]:

- a) Provozní hmotnost (kg) – parametr, který určuje velikost zatížení, které dokáže stroj vyvolat. Hmotnost je hlavní parametr, podle kterého jsou hutnicí válce rozdělovány.
- b) Lineární statické zatížení (kg/cm) – určuje statické zatížení na jeden centimetr délky běhounu, který není zabořen do zeminy a dotýká se zeminy přímkově.
- c) Frekvence vibrací (Hz) – udává počet kmitů budiče vibrací za jednu sekundu. Stroje se vyrábí s konstantní frekvencí, nebo s regulovatelnou frekvencí, kde lze nastavit buď dvě úrovně nebo ji plynule regulovat v určitém rozsahu. Hodnota frekvence se volí podle typu zhutňovaného materiálu. Pro měkké materiály (zemina) se používají frekvence (20 ÷ 35) Hz, pro tvrdé materiály (živičná vrstva) (30 ÷ 50) Hz.
- d) Amplituda vibrací (mm) – je to vertikální vzdálenost posunu (odskočení) běhounu. Skutečná velikost amplitudy je menší než jmenovitá hodnota. To způsobují rezonanční vlastnosti zeminy.
- e) Odstředivá síla (kN) – je síla, kterou vyvozuje rotující výstředník.
- f) Rychlost pojezdu (km/h)
- g) Průměr běhounu (mm)
- h) Šířka běhounu (mm)

K dalším důležitým parametrům, které nemají přímý vliv na hutnický účinek, patří např.: stoupavost (%) a výkon (kW).

3 Konstrukční uspořádání

Tahačové vibrační válce (obr. 3.2.) jsou hutnické stroje, které mají z hlediska konstrukčního řešení dvě hlavní části:

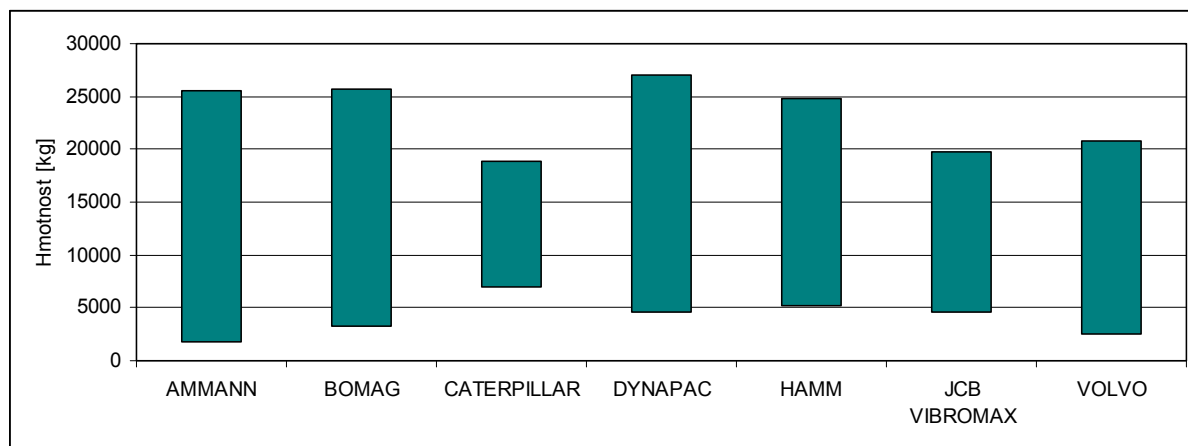
- Tahačová část** se skládá z rámu tahače, motoru, hydrogenerátorů, pohonu kol, kol a kabiny. Je obvykle umístěna vzadu, aby kapota motoru nebránila výhledu z kabiny.
- Běhounová část** se skládá z rámu běhounu, běhounu, pohonu pojezdu, pohonu budiče vibrací a budiče vibrací

Tyto dvě části jsou vzájemně spojeny kloubem, který umožňuje zatáčení válce a vzájemné natáčení obou částí při přejíždění nerovností.

Rám je tvořen tlustými plechy, aby bylo docíleno vysoké hmotnosti, která umožňuje vyvodit požadovaný hutnický účinek. Rozsahy hmotností válců od nejvýznamnějších výrobců jsou uvedeny v tabulce 3.1. Pro názornost je zde i grafické vyjádření na obr. 3.1.

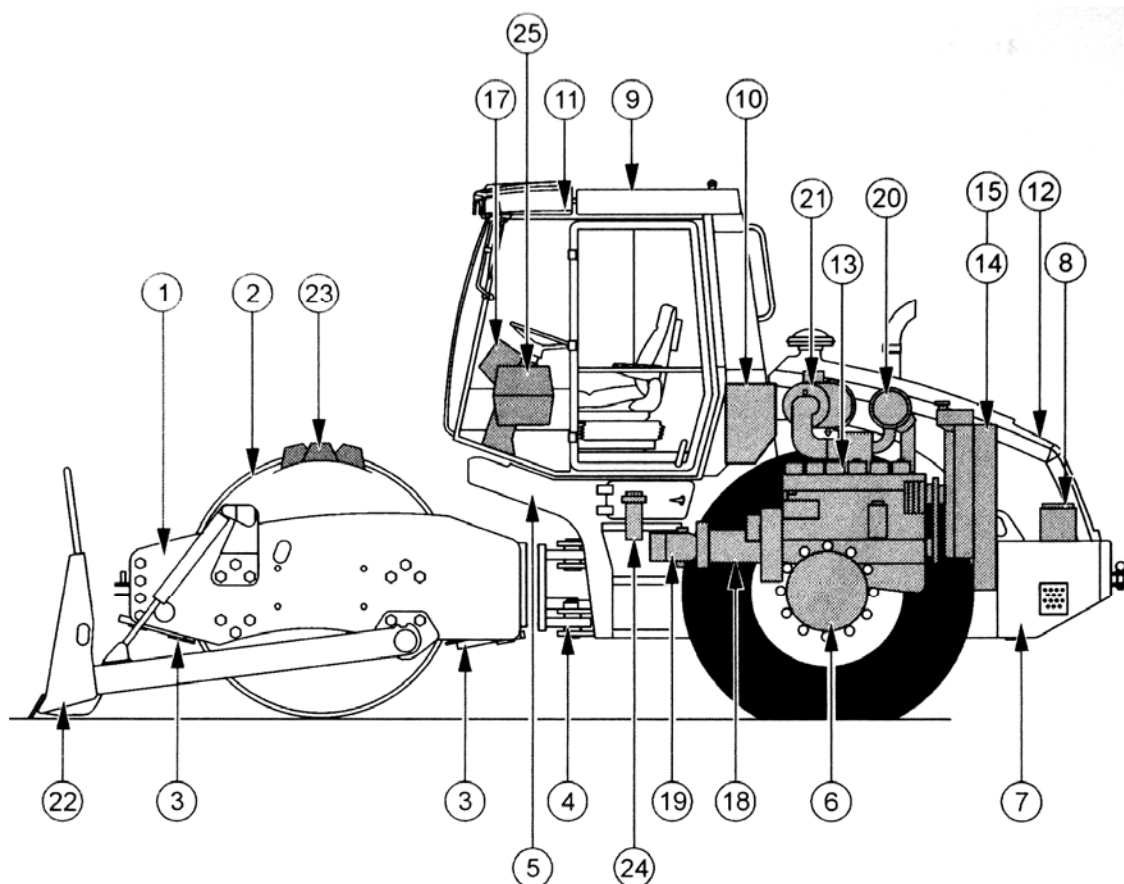
Tab. 3.1 Rozsahy hmotností vyráběných tahačových válců

Výrobce	Rozsah hmotností [kg]
AMMANN	1800 ÷ 25515
BOMAG	3300 ÷ 25760
CATTERPILAR	6990 ÷ 18800
DYNAPAC	4550 ÷ 27050
HAMM	5255 ÷ 24785
JCB VIBROMAX	4600 ÷ 19700
VOLVO	2562 ÷ 20763



Obr. 3.1. Graf rozsahů hmotností vyráběných tahačových válců

Z grafu je patrné, že nejširší rozsah válců podle hmotnosti má firma Ammann, která vyrábí válce o hmotnostech 1,8 ÷ 5 t pod označením Rammax RW a válce o hmotnostech 7 ÷ 25 t pod označením ASC. Nejtěžší válce nabízí firma Dynapac. Nejmenší hmotnostní rozsah válců má v nabídce firma Caterpillar.

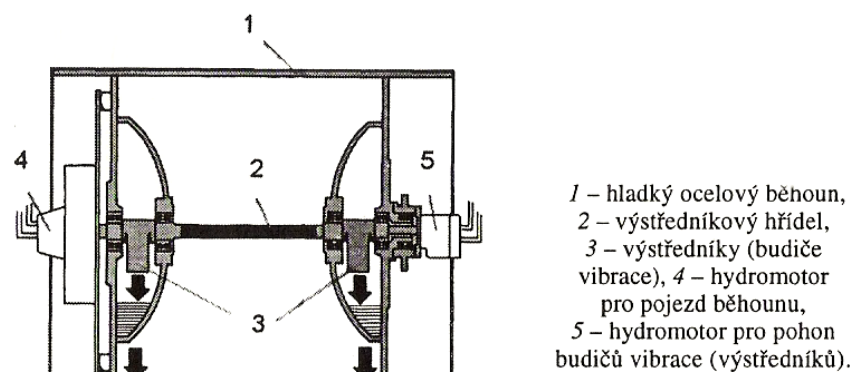


Obr.3.2. Hlavní konstrukční celky tahačového vibračního válce Ammann ASC150 [3]

- | | | |
|------------------------|---------------------------------------|--|
| 1 – Rám běhounu | 11 – Kabina | 19 – Hydrogenerátor |
| 2 – Vibrační běhoun | 12 – Kapota | vibrace |
| 3 – Škrabák | 13 – Motor | 20 – Tlumič výfuku |
| 4 – Kloub | 14 – Chladič hydraulického oleje | 21 – Vzduchový filtr |
| 5 – Rám tahače | 15 – Chladič chladící kapaliny motoru | 22 – Radlice |
| 6 – Náprava | 17 – Stanoviště řidiče | 23 – Ježkové segmenty |
| 7 – Palivová nádrž | 18 – Hydrogenerátor pojezdu | 24 – Tlakový filtr hydraulického oleje |
| 8 – Akumulátory | | 25 – Klimatizace |
| 9 – Ochranný rám | | |
| 10 – Hydraulická nádrž | | |

3.1 Běhoun

Běhoun je tvořen plechem, který má obvykle tloušťku stěny od 15 mm u malých válců až do 45 mm u největších válců. Spojení běhounu s rámem se obvykle realizuje přes silentbloky, které omezují přenos vibrací do kabiny. Uvnitř běhounu je zabudován budič vibrací. Běhoun je poháněn hydromotorem, který je připevněn k rámu v ose běhounu, na druhé straně je hydromotor budiče vibrací, viz obr. 3.3. Na rámu běhounu je připevněn škrabák, který odstraňuje části zeminy, které při hutnění ulpí na běhounu.



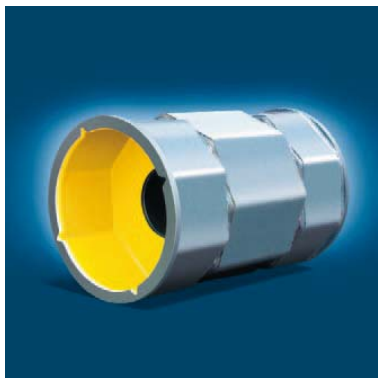
Obr. 3.3. Řez hladkým běhounem s budičem vibrací[6]

Pro hutnění jílových a hlinitých zemin jsou vhodné tzv. ježkové běhouny, které jsou opatřeny patkami. Patky způsobují hnětení půdy a tím dosahují lepšího hutněního účinku. Někteří výrobci (např. Caterpillar) nabízejí evolventní patky, které díky svému tvaru nezpůsobují kypření přejížděného povrchu vlivem otáčení běhounu.[10] Pro plynulou jízdu po pevném podkladu se patky neumísťují do řad, ale jsou uspořádány ve šroubovici nebo do tvaru písmene V. Přehled používaných výšek patek jednotlivými výrobci je uveden v tabulce 3.2.

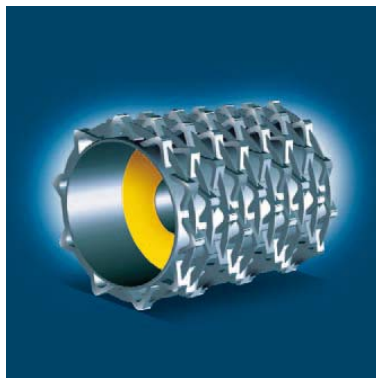
Tab. 3.2 Rozsahy výšek patek ježkových běhounů

Výrobce	Výška patek [mm]
AMMANN	80 ÷ 154
BOMAG	55 ÷ 100
CATERPILLAR	90 ÷ 127
DYNAPAC	76 ÷ 100
HAMM	80 ÷ 100
JCB VIBROMAX	64 ÷ 127

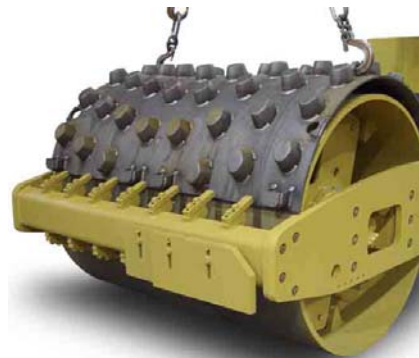
Výrobce Bomag nabízí také polygonální běhoun (obr. 3.4.) pro zhutnění silnější vrstvy, která se zhutní díky neustále se měnícímu směru působící síly. Směr síly se mění vlivem střídání ploché a klínové části běhounu se zemínou. Polygonálním běhounem je povrch zeminy neustále rozrušován, což zabraňuje vzniku tvrdé vrchní vrstvy a hutnění energie může proniknout do větší hloubky.



Obr. 3.4. Polygonální běhoun [9]



Obr. 3.5. Běhoun pro zpracování skalnatých zemin [9]



Obr. 3.6. Skořepinový ježkový plášť [10]

Běhoun se skládá ze tří osmiúhelníkových částí, které jsou vůči sobě pootočený a prstenců na krajích běhounu, které umožňují plynulou jízdu po pevném podkladu Bomag také nabízí běhoun pro zpracování skalnatých zemin (obr. 3.5), který je určen pro hutnění všech materiálů s pevností v tlaku do 100 MPa. K tahačovým válcům s hladkým běhounem lze dokoupit dělenou skořepinu s ježkovým pláštěm (obr. 3.6). Tento systém je levným a efektivním řešením pro práce, při kterých je nutné použít hladkého i ježkového běhounu. [9]

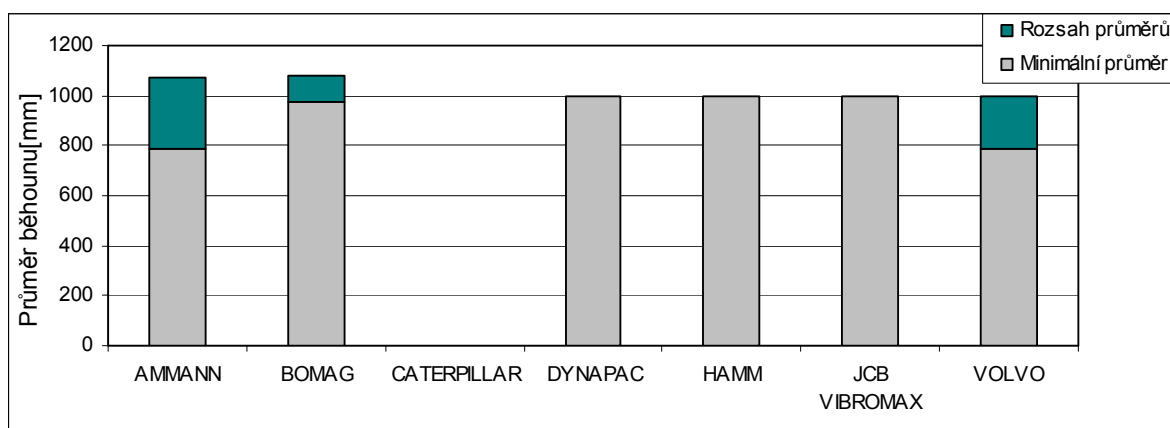
Porovnání parametrů hladkých běhounů podle hmotnostních řad:

Nejdůležitějšími parametry pro porovnání hladkých běhounů jsou průměr běhounu a šířka běhounu. V následujících tabulkách a grafech jsou znázorněny rozsahy nabízených rozměrů podle výrobců v jednotlivých hmotnostních řadách. S šířkou běhounu úzce souvisí lineární statické zatížení, proto zahrnuje tato část i porovnání tohoto parametru. Firma Volvo ve svém katalogu hodnoty lineárního statického zatížení neuvádí, proto byly dopočítány ze zatížení běhounu a jeho šířky. Hodnoty pro porovnání parametrů v této i ostatních částech práce byly čerpány z webových stránek výrobců.

a) Tahačové válce řady 2 - 5 tun

Tab. 3.3. Rozsah průměrů a šířek běhounů válců řady 2 – 5 tun

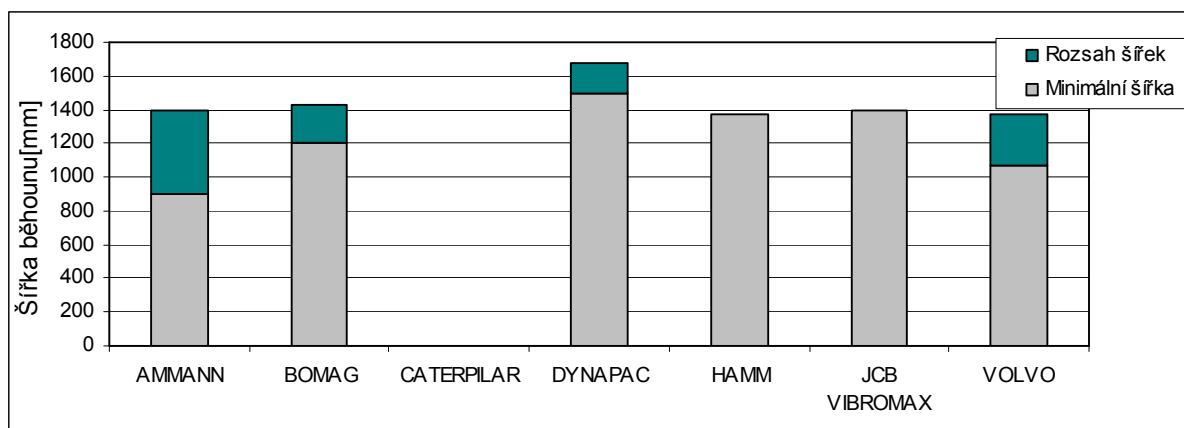
Výrobce	Min. průměr běhounu [mm]	Max. průměr běhounu [mm]	Min. šířka běhounu [mm]	Max. šířka běhounu [mm]
AMMANN	790	1070	900	1400
BOMAG	975	1080	1200	1426
CATERPILAR	-	-	-	-
DYNAPAC	1000	1000	1494	1676
HAMM	1000	1000	1370	1370
JCB VIBROMAX	1000	1000	1400	1400
VOLVO	787	1000	1067	1372



Obr. 3.7. Graf rozsahů průměrů běhounů válců řady 2 – 5 tun

Z uvedených údajů vyplývá, že u typové řady 2 – 5 tun jsou válce vyráběny s běhouny o průměru 787 až 1080 mm. Stroje Dynapac, Hamm a JCB Vibromax jsou v této kategorii vyráběny pouze s průměrem běhounu 1000 mm. Největší rozsah

průměrů běhounů nabízí firma Ammann. Firma Caterpillar válce této hmotnostní řady nevyrábí.

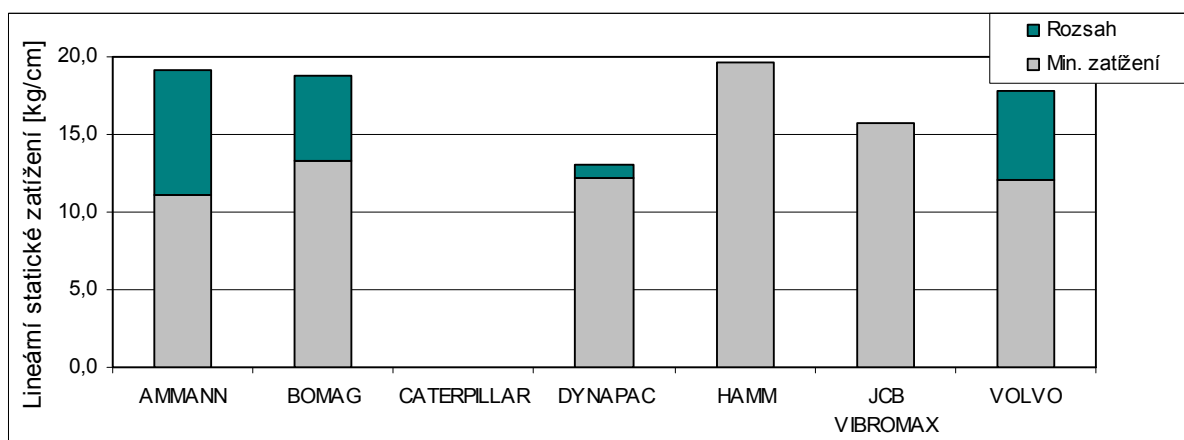


Obr. 3.8. Graf rozsahů šířek běhounů válců řady 2 – 5 tun

V této kategorii jsou používány šířky běhounů 900 až 1676 mm. Největší rozsah vyráběných šířek běhounů mají stroje značky Ammann. Naopak výrobci Hamm a JCB Vibromax nabízejí všechny válce této kategorie se stejnou šířkou běhounů. Firma Dynapac nabízí válce s větší šířkou běhounu než ostatní výrobci.

Tab. 3.4. Rozsah lineárních statických zatížení válců řady 2 – 5 tun

Výrobce	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]
AMMANN	11,1	19,2
BOMAG	13,3	18,8
CATERPILLAR	-	-
DYNAPAC	12,2	13,0
HAMM	19,6	19,6
JCB VIBROMAX	15,7	15,7
VOLVO	12,1	17,8



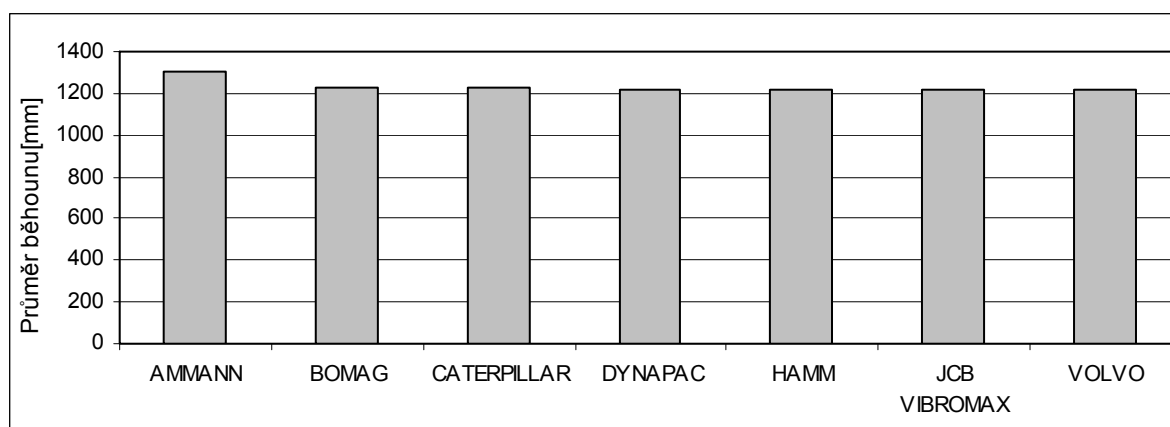
Obr. 3.9. Graf rozsahů lineárních statických zatížení válců řady 2 – 5 tun

Výrobci nabízejí v této kategorii tahačové válce se statickým lineárním zatížením 11,1 až 19,6 kg/cm. Nejvyšší lineární statické zatížení má válec firmy Hamm. Největší rozsah nabízí firma Ammann.

b) Tahačové válce řady 5 – 10 tun

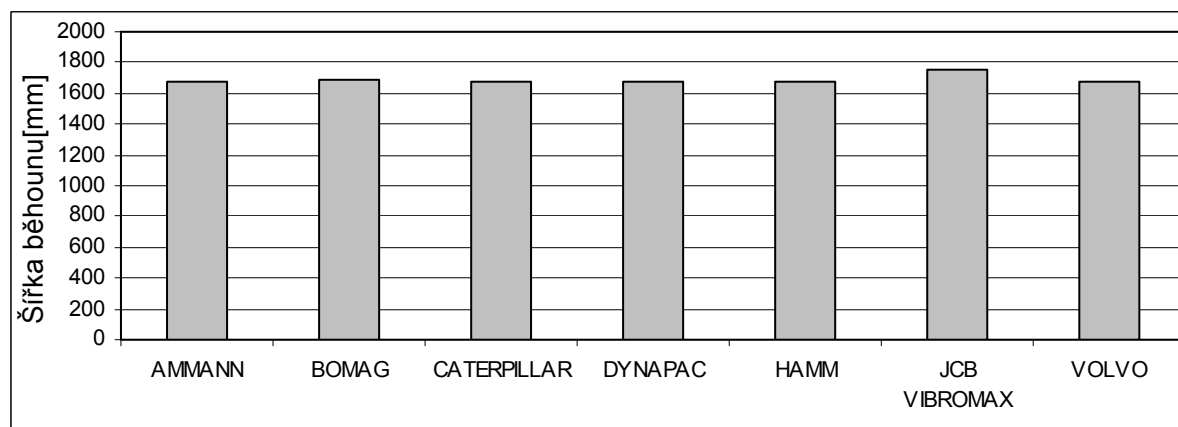
Tab. 3.5. Rozsah průměrů a šířek běhounů válců řady 5 – 10 tun

Výrobce	Min. průměr běhounu [mm]	Max. průměr běhounu [mm]	Min. šířka běhounu [mm]	Max. šířka běhounu [mm]
AMMANN	1300	1300	1680	1680
BOMAG	1228	1228	1686	1686
CATERPILLAR	1225	1225	1676	1676
DYNAPAC	1219	1219	1676	1676
HAMM	1216	1216	1680	1680
JCB VIBROMAX	1220	1220	1750	1750
VOLVO	1219	1219	1676	1676



Obr. 3.10. Graf rozsahů průměrů běhounů válců řady 5 – 10 tun

Jednotliví výrobci používají pro celou řadu tahačových válců 5 – 10 tun vždy jeden průměr běhounu. Stroje firmy Ammann mají průměr běhounu 1300 mm, ostatní výrobci používají běhouny průměru přibližně 1220 mm.

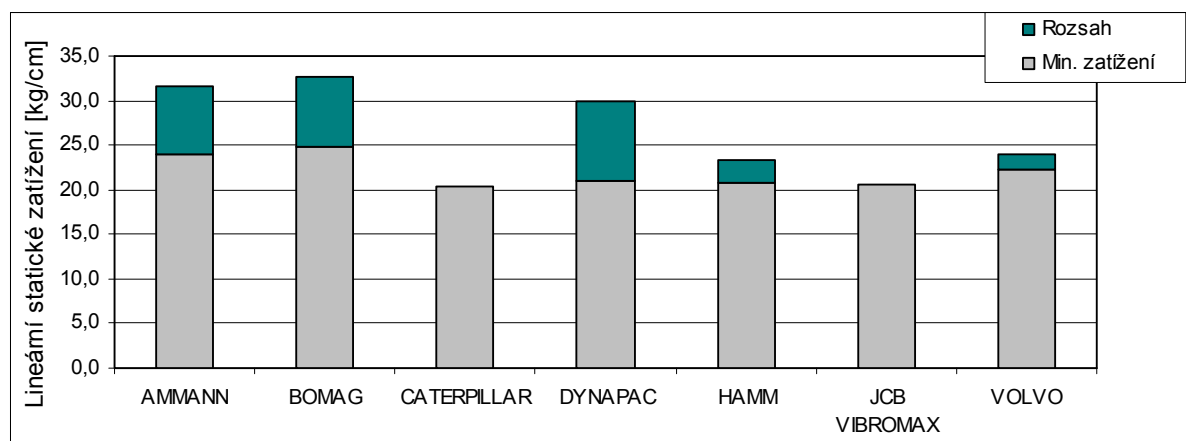


Obr. 3.11. Graf šířek běhounů válců řady 5 – 10 tun

Šířky běhounů u válců této řady jsou 1676 až 1750 mm. Firma JCB Vibromax nabízí válce s běhouny šířky 1750 mm. Ostatní výrobci používají běhouny o šířce přibližně 1680 mm. Jednotliví výrobci mají pro celou tuto řadu vždy jednu šířku běhounů.

Tab. 3.6. Rozsah lineárních statických zatížení válců řady 5 – 10 tun

Výrobce	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]
AMMANN	23,9	31,6
BOMAG	24,9	32,7
CATERPILLAR	20,3	20,3
DYNAPAC	20,9	30,0
HAMM	20,8	23,3
JCB VIBROMAX	20,6	20,6
VOLVO	22,3	23,9



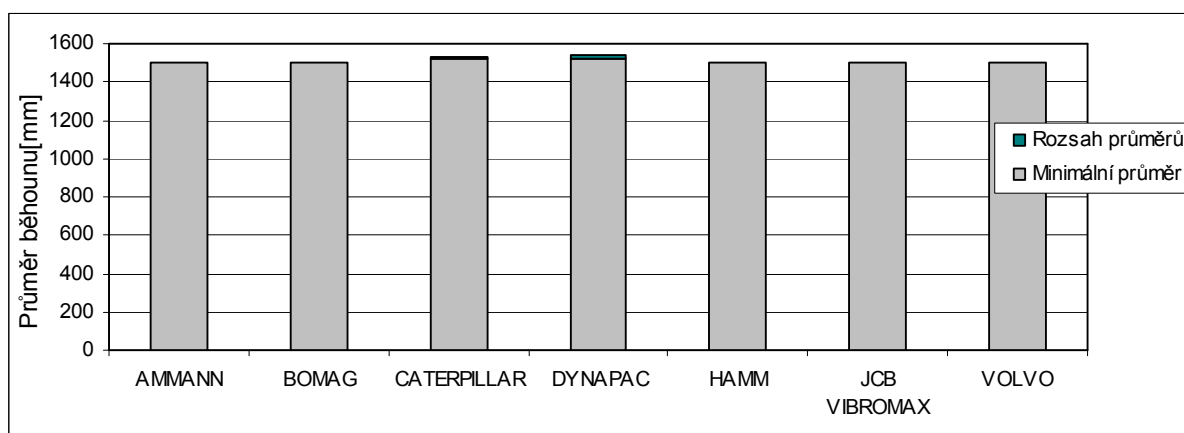
Obr. 3.12. Graf rozsahů lineárních statických zatížení válců řady 5 – 10 tun

Výrobci nabízejí v této kategorii tahačové válce se statickým lineárním zatížením 20,3 až 32,7 kg/cm. Nejvyšší lineární statické zatížení má válec firmy Bomag. Největší rozsahy nabízí firma Dynapac.

c) Tahačové válce řady 10 – 15 tun

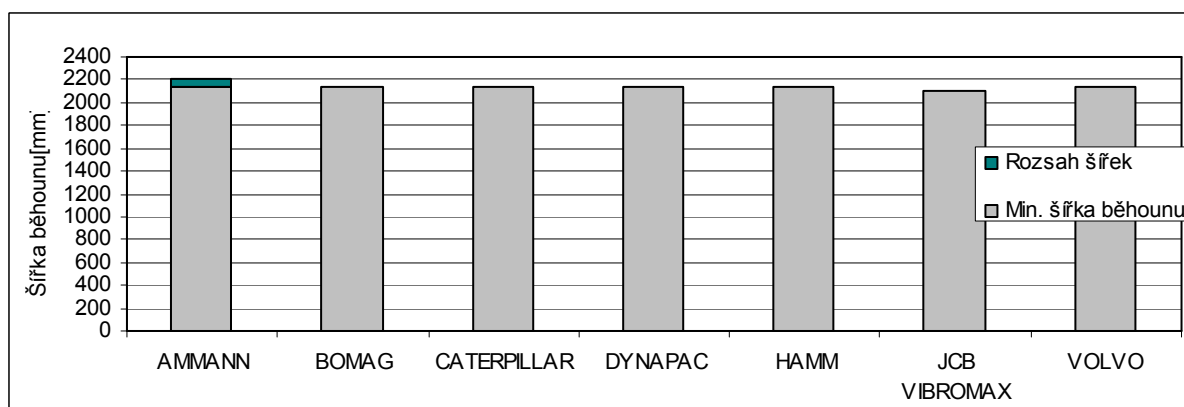
Tab. 3.7. Rozsah průměrů a šířek běhounů válců řady 10 – 15 tun

Výrobce	Min. průměr běhounu [mm]	Max. průměr běhounu [mm]	Min. šířka běhounu [mm]	Max. šířka běhounu [mm]
AMMANN	1500	1500	2130	2200
BOMAG	1500	1500	2130	2130
CATERPILLAR	1524	1534	2134	2134
DYNAPAC	1523	1543	2130	2130
HAMM	1504	1504	2140	2140
JCB VIBROMAX	1500	1500	2100	2100
VOLVO	1499	1499	2134	2134



Obr. 3.13. Graf rozsahů průměrů běhounů válců řady 10 – 15 tun

Pro hmotnostní řadu tahačových válců 10 – 15 tun je typický průměr běhounu přibližně 1500 mm. Žádný z výrobců se od tohoto rozměru příliš neodchyluje. Firmy Caterpillar a Dynapac nabízejí v této kategorii dva průměry běhounů, které se od sebe liší pouze o několik milimetrů. Ostatní výrobci mají vždy pouze jeden průměr pro celou tuto řadu.

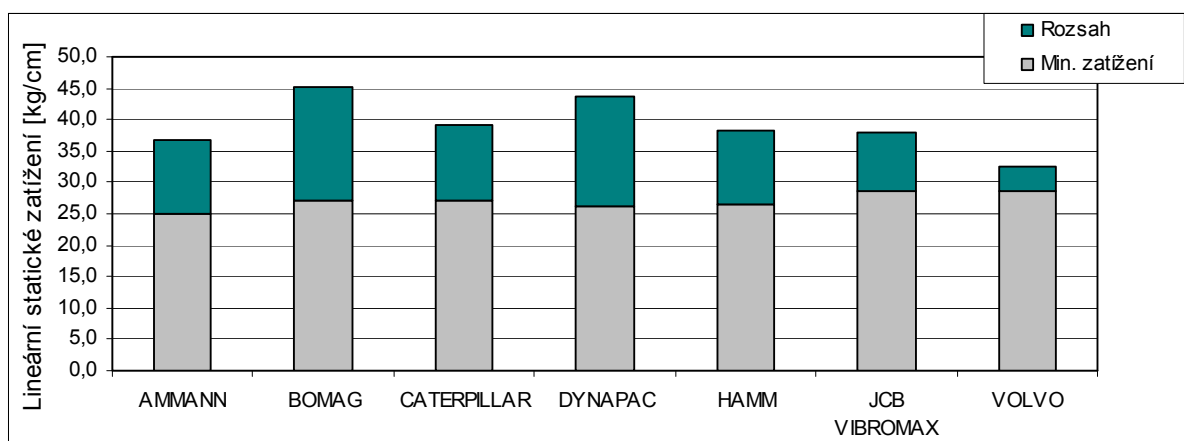


Obr. 3.14. Graf rozsahů šířek běhounů válců řady 10 – 15 tun

Šířky běhounů válců této řady jsou 2100 až 2200 mm. Nejpoužívanější rozměr je přibližně 2130 mm. Výrobci, kromě firmy Ammann používají vždy jeden rozměr pro celou tuto řadu.

Tab. 3.8. Rozsah lineárních statických zatížení válců řady 10 – 15 tun

Výrobce	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]
AMMANN	24,9	36,8
BOMAG	27,0	45,3
CATERPILLAR	27,0	39,3
DYNAPAC	26,3	43,7
HAMM	26,6	38,4
JCB VIBROMAX	28,6	38,1
VOLVO	28,5	32,5



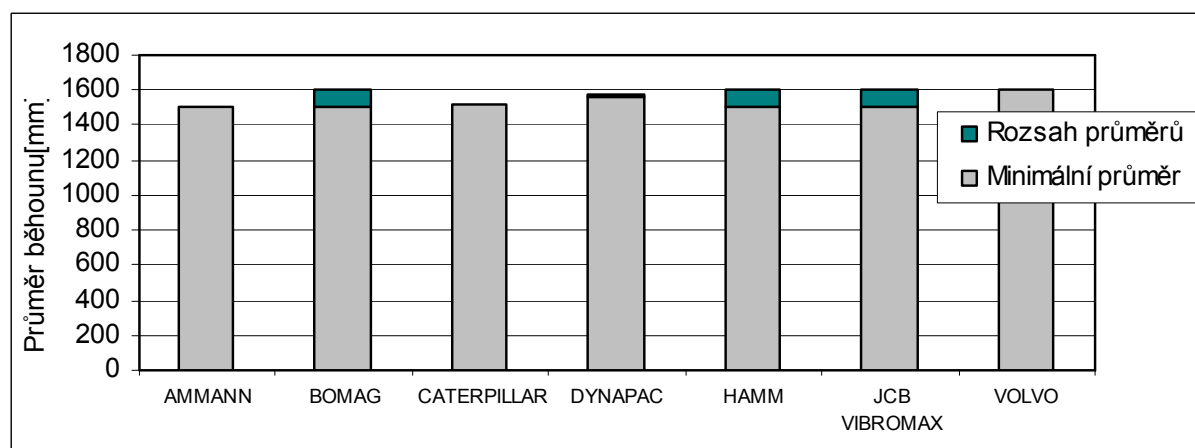
Obr. 3.15. Graf rozsahů lineárních statických zatížení válců řady 10 – 15 tun

V hmotnostní řadě 10 – 15 tun se vyrábí válce s lineárním statickým zatížením 24,9 až 45,3 kg/cm. Většina výrobců nabízí velký rozsah lineárních statických zatížení. Nejširší nabídku má firma Bomag, která nabízí stroje se statickým lineárním zatížením 27 až 45,3 kg/cm. Naopak nejmenší rozsah nabízí firma Volvo.

d) Tahačové válce řady 15 – 20 tun

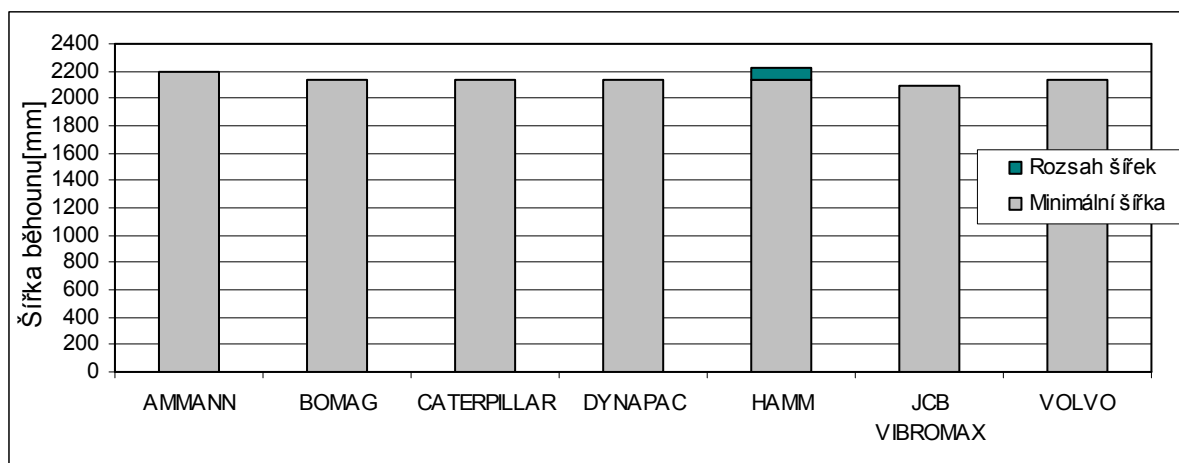
Tab. 3.9. Rozsah průměrů a šířek běhounů válců řady 15 – 20 tun

Výrobce	Min. průměr běhounu [mm]	Max. průměr běhounu [mm]	Min. šířka běhounu [mm]	Max. šířka běhounu [mm]
AMMANN	1500	1500	2200	2200
BOMAG	1500	1600	2130	2130
CATERPILLAR	1524	1524	2134	2134
DYNAPAC	1563	1573	2130	2130
HAMM	1504	1600	2140	2220
JCB VIBROMAX	1500	1600	2100	2100
VOLVO	1600	1600	2134	2134



Obr. 3.16. Graf rozsahů průměrů běhounů válců řady 15 – 20 tun

Tahačové válce řady 15 – 20 tun mají průměry běhounů 1500 až 1600 mm. Výrobci Ammann, Caterpillar a Volvo používají pro všechny stroje této řady vždy pouze jeden průměr běhounu. U firmy Dynapac je rozsah průměrů pouze 10 mm. Ostatní výrobci používají dva různé průměry.

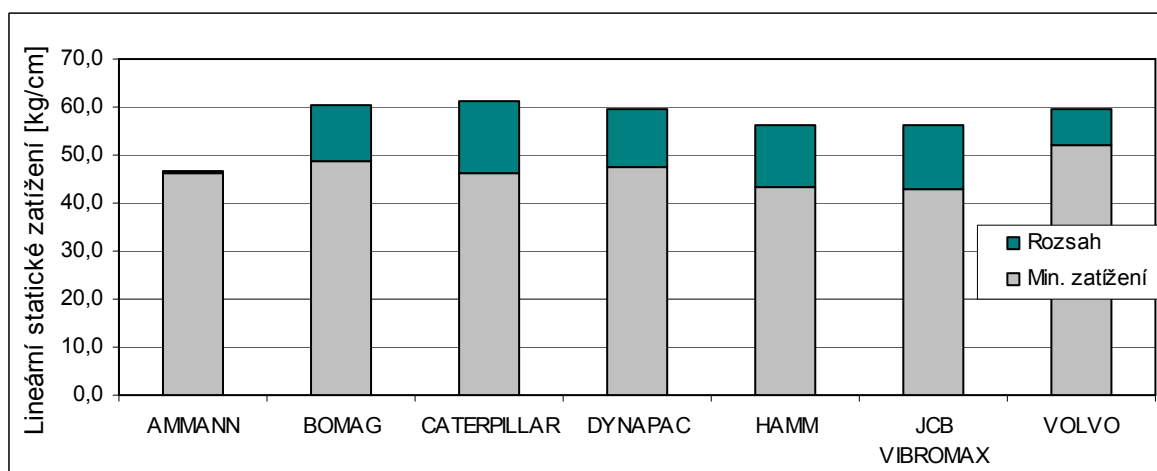


Obr. 3.17. Graf rozsahů šířek běhounů válců řady 15 – 20 tun

Šířky běhounů jsou v této kategorii 2100 až 2220 mm. Firma Hamm nabízí dvě různé šířky běhounů. Ostatní výrobci používají pro celou tuto řadu jednu šířku běhounu.

Tab. 3.10. Rozsah lineárních statických zatížení válců řady 15 – 20 tun

Výrobce	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]
AMMANN	46,4	46,5
BOMAG	48,8	60,6
CATERPILLAR	46,2	61,3
DYNAPAC	47,4	59,6
HAMM	43,5	56,3
JCB VIBROMAX	42,9	56,2
VOLVO	52,2	59,7



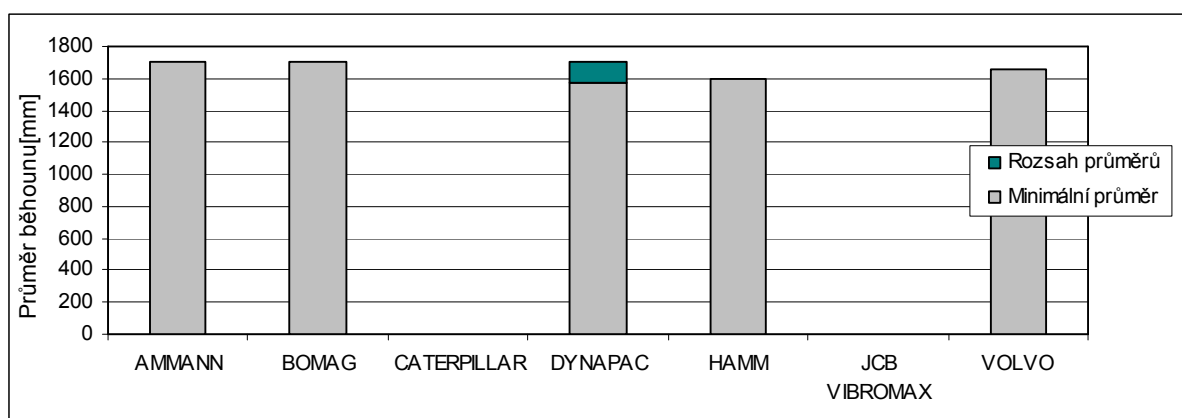
Obr. 3.18. Graf rozsahů lineárních statických zatížení válců řady 15 – 20 tun

Válce této řady mají hodnoty lineárního statického zatížení 42,9 až 61,3 kg/cm. Všichni výrobci kromě firmy Ammann nabízejí v této kategorii určitý rozsah lineárních statických zatížení. Stroje s největším statickým lineárním zatížením nabízí firma Caterpillar.

e) Tahačové válce řady 20 – 27 tun

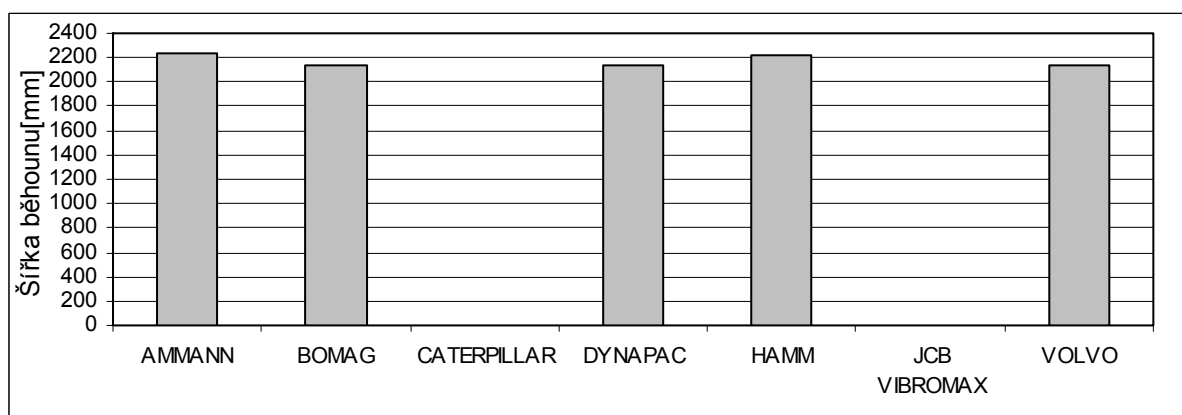
Tab. 3.11. Rozsah průměrů a šířek běhounů válců řady 20 – 27 tun

Výrobce	Min. průměr běhounu [mm]	Max. průměr běhounu [mm]	Min. šířka běhounu [mm]	Max. šířka běhounu [mm]
AMMANN	1700	1700	2240	2240
BOMAG	1700	1700	2130	2130
CATERPILLAR	-	-	-	-
DYNAPAC	1573	1700	2130	2130
HAMM	1600	1600	2220	2220
JCB VIBROMAX	-	-	-	-
VOLVO	1651	1651	2134	2134



Obr. 3.19. Graf rozsahů průměrů běhounů válců řady 20 – 27 tun

Pro tahačové válce řady 20 – 27 tun se používají běhouny o průměru 1537 až 1700 mm. Jediným výrobcem, který používá dva různé průměry válců, je firma Dynapac. Firma Caterpillar a JCB Vibromax válce této řady v nabídce nemají.

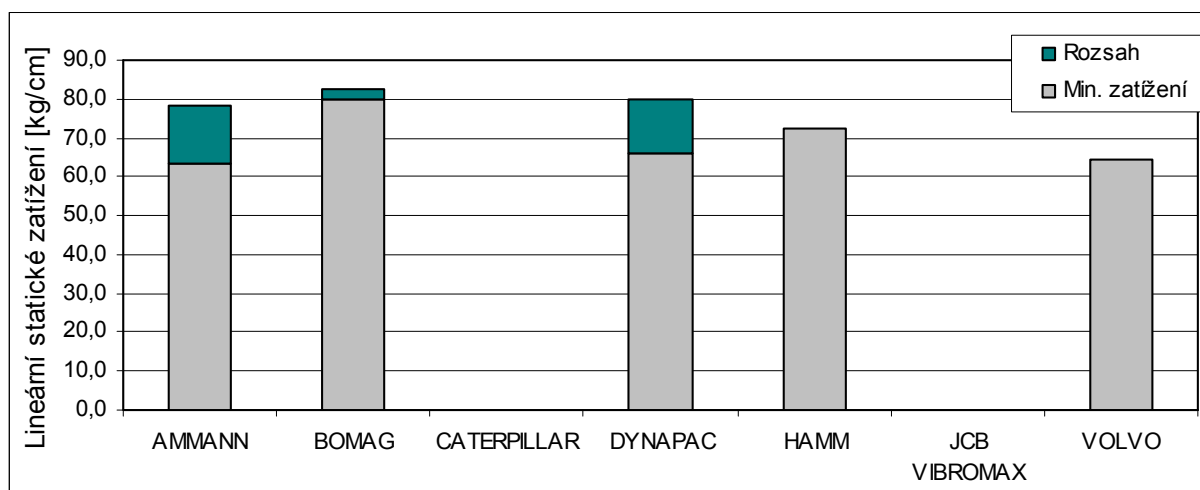


Obr. 3.20. Graf rozsahů šířek běhounů válců řady 20 – 27 tun

Šířky běhounů používané pro válce této řady jsou 2130 až 2240 mm. Každý výrobce používá pro tuto řadu vždy jednu šířku běhounu. Běhouny největší šířky mají stroje Ammann.

Tab. 3.12. Rozsah lineárních statických zatížení válců řady 20 – 27 tun

Výrobce	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]	Min. lineární statické zatížení [kg/cm]
AMMANN	63,2	78,4
BOMAG	80,0	82,6
CATERPILLAR	-	-
DYNAPAC	66,0	80,0
HAMM	72,4	72,4
JCB VIBROMAX	-	-
VOLVO	64,4	64,4



Obr. 3.21. Graf rozsahů lineárních statických zatížení válců řady 20 – 27 tun

Válce této řady mají hodnoty lineárního statického zatížení 63,2 až 82,6 kg/cm. Válce s největším lineárním zatížením vyrábí firma Bomag. Největší rozsah nabízí firma Ammann.

3.2 Budič vibrací

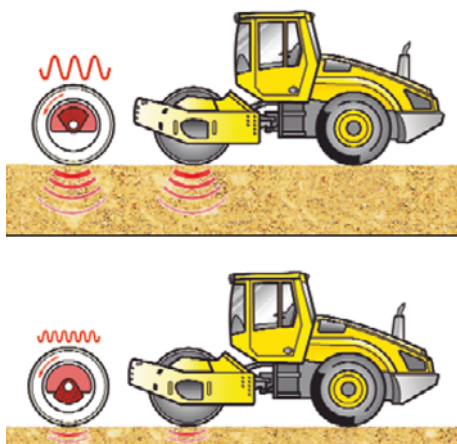
Budič vibrací je v podstatě rotující výstředník, který rozkmitává běhoun válce na požadovanou frekvenci a amplitudu. Frekvence vibrací je dána otáčkami budiče. Teoretickou amplitudu určuje hmotnost nevývažku a poloha jeho těžiště. Ve skutečnosti je amplituda ještě ovlivňována rezonančními vlastnostmi hutněné zeminy. Aby byly tahačové válce použitelné ke zhutňování různých materiálů, vyvinuli výrobci systémy pro dvoustupňovou nebo plynulou regulaci frekvence a amplitudy. [6]

V současné praxi se nejčastěji používají tři typy vibračních budičů s různým principem vibrace. Jsou to:

- Vibrační budič s neusměrněnou kruhovou vibrací** (obr. 3.22.) – Směr vektoru budící síly se neustále mění a je určen okamžitou úhlovou polohou rotujícího nevývažku. Tento systém je konstrukčně velmi jednoduchý, proto ho využívá většina výrobců (Ammann, Bomag, Caterpillar, Dynapac, JCB).

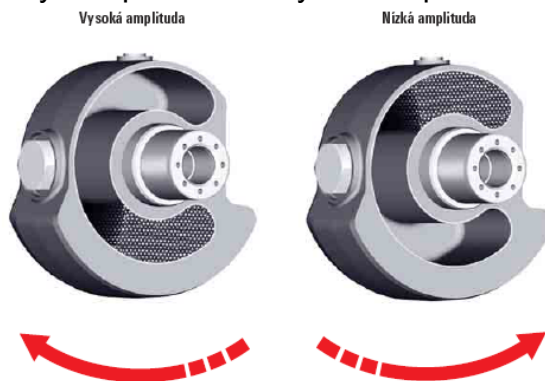
Umožňuje snadnou realizaci dvoustupňové i plynulé regulace amplitudy vibrací. [5]

Pro dvoustupňovou regulaci je na výstředníkové hřídeli výstředník skládající se z pevné a pohyblivé části. Regulace se provádí změnou směru otáčení výstředníkové hřídele, tím se pohyblivá část výstředníku otočí z jedné krajní polohy do druhé. To způsobí změnu polohy těžiště nevývažku, čímž se změní velikost amplitudy vibrací. [9]



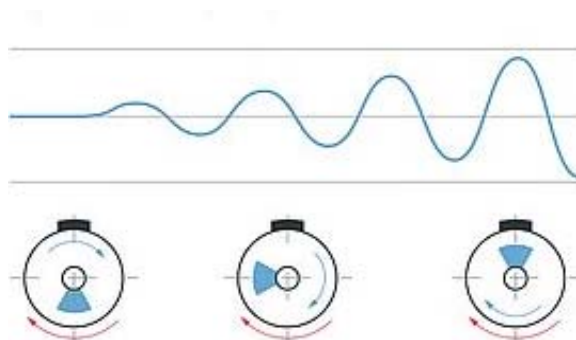
Obr. 3.22. Dvoustupňový vibrační budič s neusměrněnou kruhovou vibrací firmy Bomag – velká amplituda (nahore), malá amplituda (dole) [9]

Zajímavé řešení využívají stoje firmy Caterpillar, u kterých se nastavení amplitudy děje přemístěním ocelových broků uvnitř dutého excentrického závaží (obr. 3.23). Toto řešení vyniká především vysokou spolehlivostí. [10]



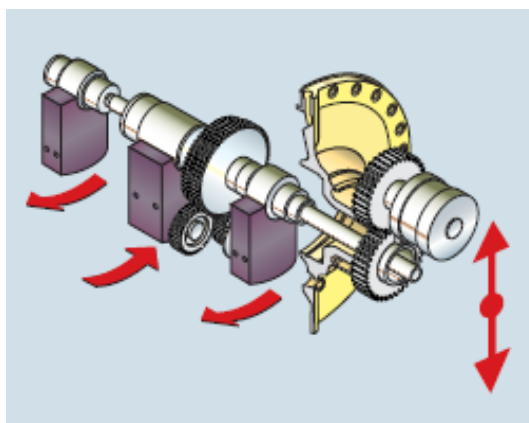
Obr. 3.23. Dvoustupňová regulace amplitudy pomocí ocelových broků firmy Caterpillar [10]

Budičem s kruhovou vibrací lze realizovat i plynulou regulaci vibrací a využívá se především u strojů vybavených systémy inteligentního hutnění, které automaticky nastavují optimální parametry hutnění. Tento typ používají např. firmy Ammann (ACE) a Dynapac (DCO). Konstrukce je obdobná jako u dvoustupňové regulace, ale vzájemnou polohu částí výstředníku a tím i amplitudu je možné plynule měnit. [12]



Obr. 3.24. Závislost mezi velikostí amplitudy a vzájemným natočením částí výstředníku [1]

- b) **Vibrační budič s usměrněnou vibrací** – Tento typ budiče má dán směr a orientaci působící síly. Budič s usměrněnou vibrací používá firma Bomag pro válce se systémem inteligentního hutnění BVC. Konstrukční řešení firmy Bomag je zobrazeno na obr. 3.25. Budič je tvořen dvěma krajními závažími rotujícími v jednom směru a jedním středovým závažím rotujícím se v opačném směru. Hmoty rotující v jednom i druhém směru musí mít stejnou hmotnost, aby došlo k vyrušení sil působících v jiných směrech než je požadovaný směr vibrace. Směr vibrace lze měnit od svislého směru, kdy je hutnicí energie maximální až po vodorovný směr, kdy je hutnicí energie minimální. [9], [5]



Obr. 3.25. Vibrační budič s usměrněnou vibrací firmy Bomag [9]

- c) **Vibrační budič s oscilačním buzením** – Oscilační budič má dvě výstředníkové hřídele s výstředníky, které rotují ve stejném smyslu. Vzájemná poloha výstředníků je patrna z obr. 3.26. Toto uspořádání způsobuje, že během nevibruje ve vertikálním směru, ale ve směru horizontálním. Oscilační vibrace umožňuje hutnění na mostech, v blízkosti citlivých budov, inženýrských sítí a v oblastech s písčitou půdou. [6], [13]



Obr. 3.26. Vibrační budič s oscilačním buzením[13]

U oscilačního budiče lze změnou směru rotace a vzájemné polohy výstředníků snadno změnit oscilační účinek na usměrněnou vibraci (obr. 3.27.). Tuto vlastnost využívá firma Hamm u strojů s označením VIO. [13]



Obr. 3.27. Využití oscilačního budiče pro buzení usměrněné vibrace [13]

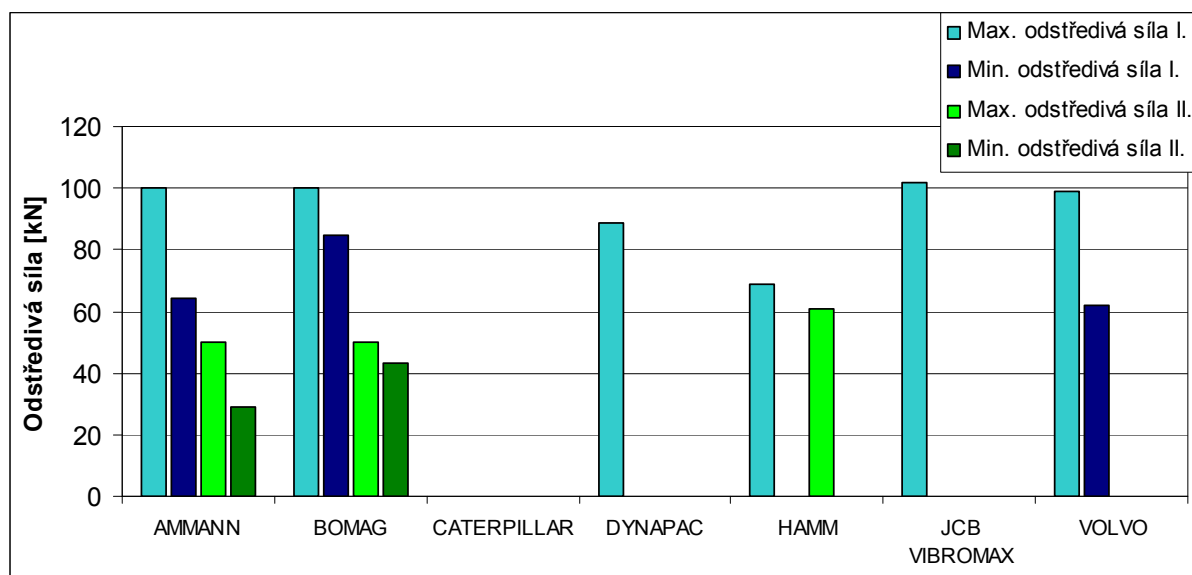
Porovnání parametrů vibrací podle hmotnostních řad:

Jak již bylo popsáno výše, hlavními parametry vibračního budiče jsou frekvence vibrací, amplituda a odstředivá síla, kterou vyvolá rotující výstředník. Ze vztahů uvedených v publikaci Moderní strojní technika a technologie zemních prací [6] vyplývá, že všechny tyto veličiny jsou vzájemně provázány, a proto byla pro grafické znázornění vybrána pouze jedna veličina – odstředivá síla. Ostatní parametry jsou uvedeny v tabulce. Aby bylo porovnání těchto parametrů objektivní, bylo nutné omezit výběr porovnávaných strojů, proto byly pro výpis do tabulek a grafické znázornění parametrů vybrány pouze tahačové vibrační válce s hladkým běhounem, které nejsou vybaveny systémem plynulé regulace vibrací. Pokud jsou vyráběny i stroje s jiným systémem regulace jsou uvedeny v popisu. Pro porovnání amplitud jsou použity hodnoty, které jsou dosahovány ve svislém směru.

a) Tahačové válce řady 2 – 5 tun

Tab. 3.13 Parametry vibrací válců 2 – 5 tun

Výrobce	Frekvence I. [Hz]	Frekvence II. [Hz]	Amplituda I. [mm]	Amplituda II. [mm]	Odstředivá síla I. [kN]	Odstředivá síla II. [kN]
AMMANN	34	41,6	1,60 ÷ 1,80	0,90 ÷ 0,80	64 ÷ 100	29 ÷ 50
BOMAG	34 ÷ 41	-	1,70	0,85	85 ÷ 100	43 ÷ 50
CATERPILLAR	-	-	-	-	-	-
DYNAPAC	35	-	1,50 ÷ 1,70	-	89	-
HAMM	30	42	1,55	0,69	69	61
JCB VIBROMAX	32	-	1,80	-	101,6	-
VOLVO	32 ÷ 37	-	1,55 ÷ 1,98	-	62 ÷ 99	-



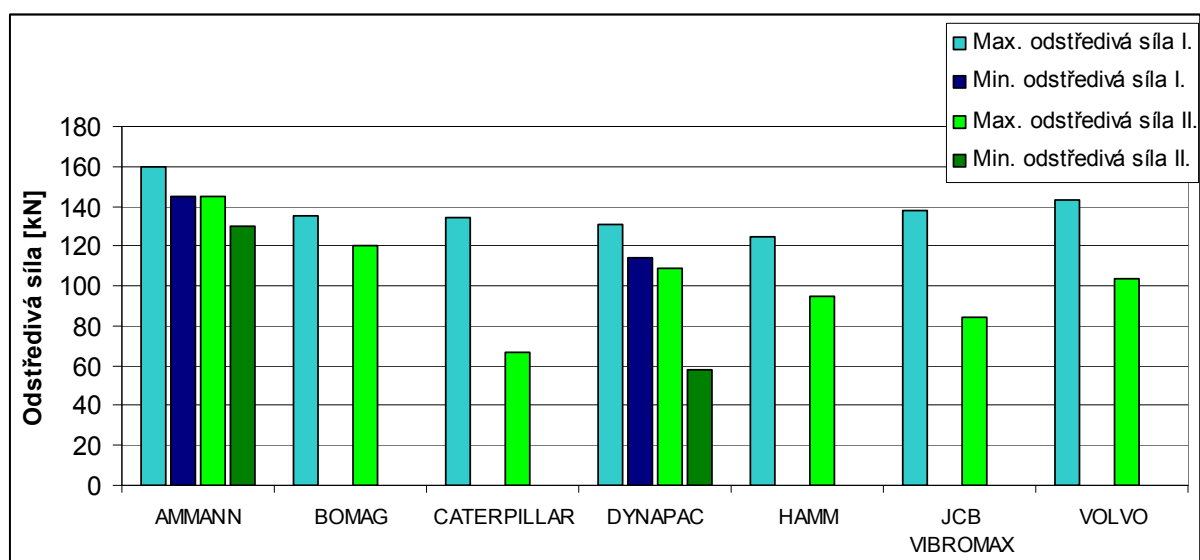
Obr. 3.28. Graf odstředivých sil budiče vibrací válců řady 2 – 5 tun

U tahačových válců řady 2 – 5 tun je nízká frekvence obvykle v rozmezí 30 až 35 Hz. Tuto hranici překračují pouze dvoutunové válce Bomag (41 Hz) a Volvo (37 Hz). Regulaci frekvence umožňují v této řadě pouze stroje firmy Ammann a Hamm, které mají dvoustupňovou regulaci a vysoká frekvence má hodnotu přibližně 42 Hz. Amplituda při nízké frekvenci nabývá hodnot 1,5 až 2 mm. Při vysoké frekvenci má amplituda hodnoty 0,69 až 0,9 mm. Dvoustupňovou regulaci amplitudy mají stroje firmy Ammann, Bomag a Hamm. Odstředivá síla při nízké frekvenci je u strojů této řady 62 až 101,6 kN. Pro vysokou frekvenci 29 až 61 kN. Firma Caterpillar stroje této kategorie nevyrábí.

b) Tahačové válce řady 5 – 10 tun

Tab. 3.14 Parametry vibrací válců 5 – 10 tun

Výrobce	Frekvence I. [Hz]	Frekvence II. [Hz]	Amplituda I. [mm]	Amplituda II. [mm]	Odstředivá síla I. [kN]	Odstředivá síla II. [kN]
AMMANN	30	40	1,70 ÷ 1,85	0,86 ÷ 0,96	145 ÷ 160	130 ÷ 145
BOMAG	30	40	1,90	0,95	135	120
CATERPILLAR	31,9	-	1,67	0,84	134	67
DYNAPAC	31	43 ÷ 45	0,80 ÷ 1,90	0,40 ÷ 0,90	114 ÷ 131	58 ÷ 109
HAMM	30	42	1,70	0,60	125	95
JCB VIBROMAX	29	36	2,00	0,80	138	84
VOLVO	30,8	33,8	1,98	1,20	143	104



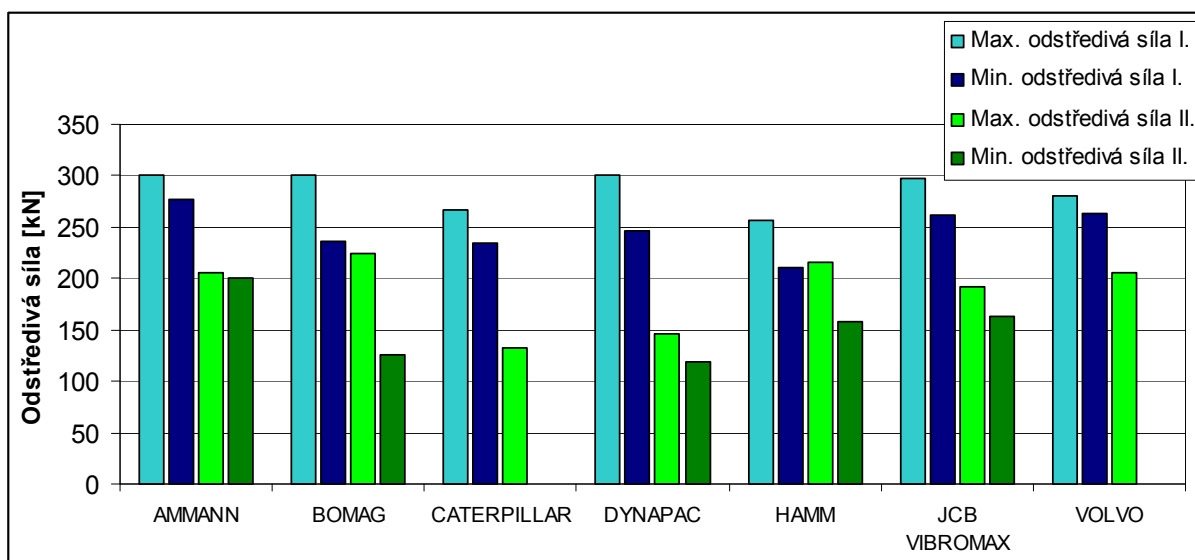
Obr. 3.29. Graf odstředivých sil budiče vibrací válců řady 5 – 10 tun

Tahačové válce řady 5 – 10 tun jsou obvykle vyráběny s dvoustupňovou regulací frekvence i amplitudy. Typická hodnota nízké frekvence je 30 Hz. Od této hodnoty se žádný z výrobců příliš neodchyluje. Pro vysokou frekvenci je to přibližně 40 Hz, zde jsou již rozdíly větší. Nejvyšší frekvenci 45 Hz nabízí firma Dynapac, naopak nejnižší firma Volvo o hodnotě 33,8 Hz. Firma Caterpillar nabízí v této kategorii konstantní frekvenci 31,9 Hz nebo stroje s plynulou regulací v rozsahu 23,3 až 31,9 Hz. Variantu s plynulou regulací mají i stroje Volvo, u kterých lze nastavovat frekvenci v rozsahu 20,4 až 33,8 Hz. Amplituda při nízké frekvenci se obvykle nachází v rozsahu 1,7 až 2 mm a pro vysokou frekvenci 0,8 až 1,2 mm. Od těchto hodnot se výrazně odchyluje stroj Dynapac CA 150 A, který je speciálně určen pro hutnění asfaltu. Ten má frekvenci vibrací 45 Hz a amplitudy 0,8 a 0,4 mm. Tento stroj se od ostatních odlišuje i nádrží na vodu o objemu 500 litrů a kropícím zařízením. V této kategorii lze také zakoupit stroje Hamm a Bomag se systémem inteligentního hutnění. Odstředivá síla při nízké frekvenci nabývá hodnot 114 až 160 kN, pro vysokou frekvenci 67 až 145 kN. Největších odstředivých sil dosahují stroje Ammann.

c) Tahačové válce řady 10 – 15 tun

Tab. 3.15 Parametry vibrací válců 10 – 15 tun

Výrobce	Frekvence I. [Hz]	Frekvence II. [Hz]	Amplituda I. [mm]	Amplituda II. [mm]	Odstředivá síla I. [kN]	Odstředivá síla II. [kN]
AMMANN	30 ÷ 32	35 ÷ 36	1,85 ÷ 1,90	1,00 ÷ 1,15	277 ÷ 300	200 ÷ 206
BOMAG	30	36	1,80 ÷ 2,00	0,75 ÷ 1,00	236 ÷ 300	125 ÷ 225
CATERPILLAR	31 ÷ 31,9	34	1,70 ÷ 1,80	0,85	234 ÷ 266	133
DYNAPAC	33	-	1,70	0,80	246 ÷ 300	119 ÷ 146
HAMM	30	40	1,78 ÷ 1,95	0,75 ÷ 0,90	211 ÷ 256	158 ÷ 215
JCB VIBROMAX	29 ÷ 31	35 ÷ 36	1,80 ÷ 2,00	0,80 ÷ 0,90	261 ÷ 297	163 ÷ 192
VOLVO	30,8 ÷ 31,2	33,6 ÷ 33,7	1,90 ÷ 1,92	1,17 ÷ 1,29	264 ÷ 281	206



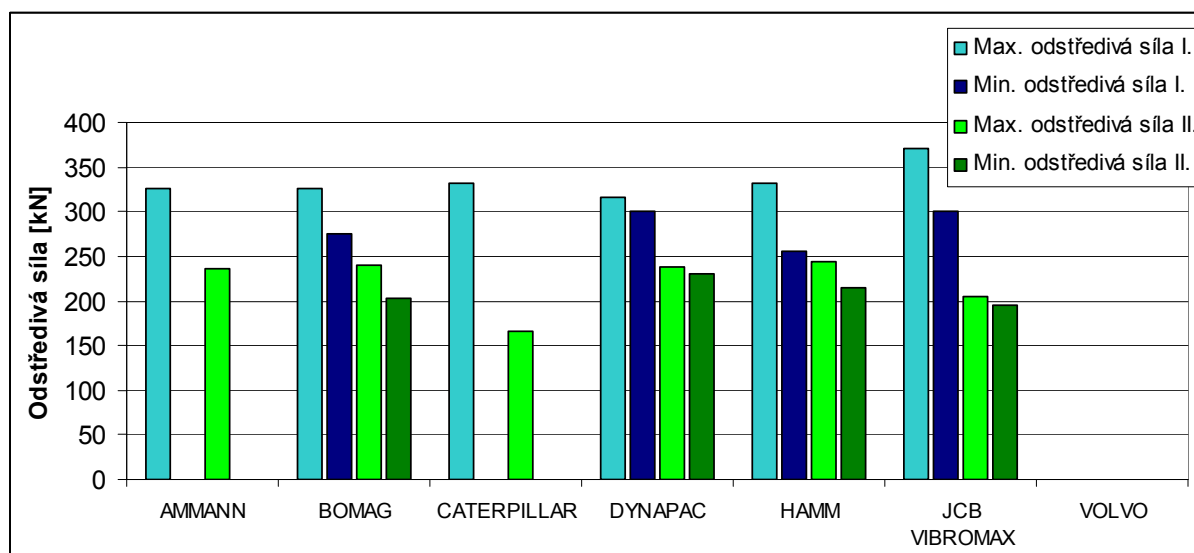
Obr. 3.30. Graf odstředivých sil budiče vibračních válců řady 10 – 15 tun

Tahačové válce řady 10 – 15 tun jsou stejně jako válce předchozí řady vyráběny s dvoustupňovou regulací frekvence i amplitudy. Pro nízkou frekvenci vibrací jsou v této řadě používány hodnoty 29 až 32 Hz. Vysoká frekvence má obvykle hodnotu 34 až 36 Hz. Od tohoto rozsahu se odlišují stroje Hamm s frekvencí 40 Hz. Stroje firmy Dynapac mají pouze jednu frekvenci, jejíž hodnota 33 Hz se nachází mezi obvyklými hodnotami nízké a vysoké frekvence. Stroje Caterpillar a Volvo lze opět zakoupit s plynulou regulací frekvence. Amplituda při nízké frekvenci se pohybuje v rozmezí 1,7 až 2 mm, při vysoké frekvenci 0,75 až 1,29 mm. Všichni výrobci nabízejí své stroje s dvoustupňovou regulací amplitudy. Firmy Ammann, Bomag, Dynapac a Hamm mají v nabídce i stroje se systémem inteligentního hutnění. Odstředivá síla při nízké frekvenci je v rozsahu 211 až 300 kN, při vysoké frekvenci 119 až 225 kN.

d) Tahačové válce řady 15 – 20 tun

Tab. 3.15 Parametry vibračních válců 15 – 20 tun

Výrobce	Frekvence I. [Hz]	Frekvence II. [Hz]	Amplituda I. [mm]	Amplituda II. [mm]	Odstředivá síla I. [kN]	Odstředivá síla II. [kN]
AMMANN	29	35	2,00	1,00	325	237
BOMAG	26 ÷ 31	31 ÷ 36	1,80 ÷ 2,10	0,95 ÷ 1,20	275 ÷ 326	202 ÷ 240
CATERPILLAR	30	-	1,80	0,90	332	166
DYNAPAC	29	31 ÷ 33	1,80	1,10	300 ÷ 317	231 ÷ 238
HAMM	27 ÷ 30	30 ÷ 40	1,90 ÷ 2,00	0,90 ÷ 1,19	256 ÷ 331	215 ÷ 243
JCB VIBROMAX	29	35	1,80 ÷ 2,00	0,75 ÷ 0,80	301 ÷ 370	195 ÷ 205
VOLVO	-	-	-	-	-	-



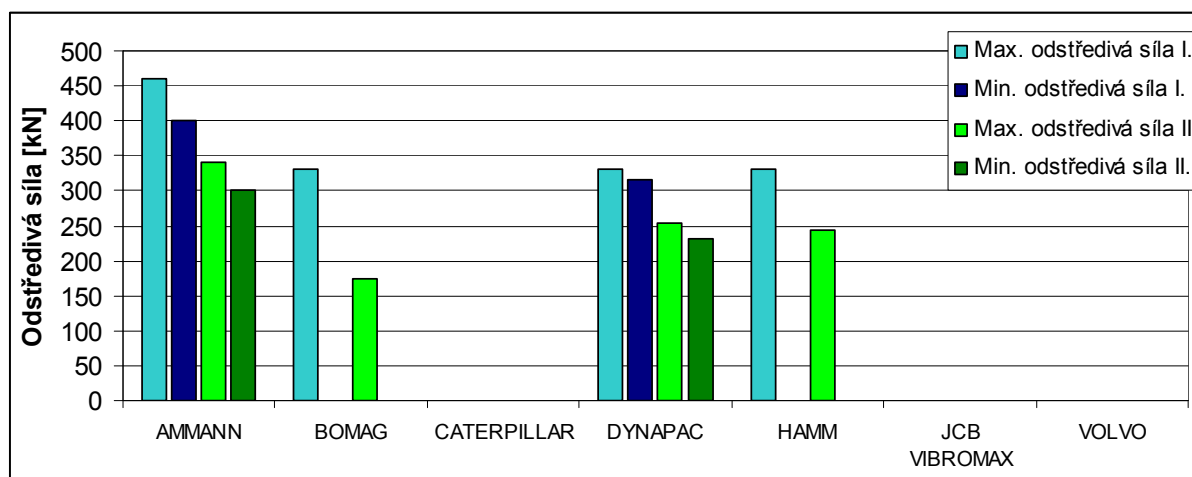
Obr. 3.31. Graf odstředivých sil budiče vibrací válců řady 15 – 20 tun

Tahačové válce řady 15 – 20 tun se opět nejčastěji vybavují dvoustupňovou regulací frekvence i amplitudy. Hodnoty nízké frekvence jsou v rozmezí 26 až 31 Hz. Vysoká frekvence nejčastěji nabývá hodnot 30 až 36 Hz. Stroje firmy Hamm dosahují hodnoty vysoké frekvence až 40 Hz. Firma Volvo nabízí stroje této kategorie pouze s plynulou regulací frekvence v rozsahu 20,8 až 33,8 Hz. Stroje firmy Caterpillar se vyrábějí bez regulace frekvence a s plynulou regulací v rozsahu 23,3 až 30 Hz. Amplituda při nízké frekvenci vibrace je v rozsahu 1,8 až 2,1 mm. Pro vysokou frekvenci má amplituda obvykle hodnotu 0,9 až 1,2 mm. Stroje firmy JCB Vibromax dosahují amplitudy při vysoké frekvenci 0,75 až 0,8 mm. Systémem inteligentního hutnění nabízí v této řadě firmy Dynapac a Hamm. Odstředivá síla při nízké frekvenci vibrací dosahuje hodnot 256 až 370 kN. Nejvyšší odstředivou sílu má dvacetitunový stroj firmy JCB Vibromax. Při vysoké frekvenci dosahují stroje odstředivé síly 200 až 243 kN. Výrazně nižší hodnotu odstředivé síly, která je 166 kN, má stroj firmy Caterpillar.

e) Tahačové válce řady 20 – 27 tun

Tab. 3.15 Parametry vibrací válců 20 – 27 tun

Výrobce	Frekvence I. [Hz]	Frekvence II. [Hz]	Amplituda I. [mm]	Amplituda II. [mm]	Odstředivá síla I. [kN]	Odstředivá síla II. [kN]
AMMANN	28	34	2,00 ÷ 2,20	1,00 ÷ 1,10	400 ÷ 460	300 ÷ 340
BOMAG	26	-	1,90	1,00	330	173
CATERPILLAR	-	-	-	-	-	-
DYNAPAC	28 ÷ 29	30 ÷ 31	1,80 ÷ 2,00	1,10 ÷ 1,30	317 ÷ 330	231 ÷ 254
HAMM	27	30	2,00	1,19	331	243
JCB VIBROMAX	-	-	-	-	-	-
VOLVO	-	-	-	-	-	-



Obr. 3.32. Graf odstředivých sil budiče vibrací válců řady 20 – 27 tun

Také tahačové válce řady 20 – 27 tun jsou většinou vybavovány dvoustupňovou regulací frekvence i amplitudy. Hodnoty nízké frekvence vibrací používané u této řady jsou v rozsahu 26 až 29 Hz. Vysoká frekvence vibrací u těchto strojů má hodnoty 30 až 34 Hz. Stroje firmy Bomag nejsou vybaveny regulací frekvence. Firma Volvo nabízí pouze stroje s plynulou regulací frekvence v rozmezí 20,8 – 30,8 Hz. Amplituda vibrací dosahuje při nízké frekvenci hodnot 1,8 až 2,2 mm a při vysoké 1 až 1,3 mm. Stroje se systémem inteligentního hutnění nabízejí firmy Bomag a Hamm. Odstředivá síla při nízké frekvenci je obvykle kolem 330 kN, při vysoké frekvenci kolem 240 kN. Výrazně větších odstředivých sil dosahují stroje firmy Ammann (až 460 kN při nízké frekvenci a až 340 kN při vysoké frekvenci). Stroje firmy Bomag mají naopak při vysoké frekvenci odstředivou sílu pouze 173 kN. Firmy Caterpillar a JCB Vibromax stroje této kategorie nevyrábí.

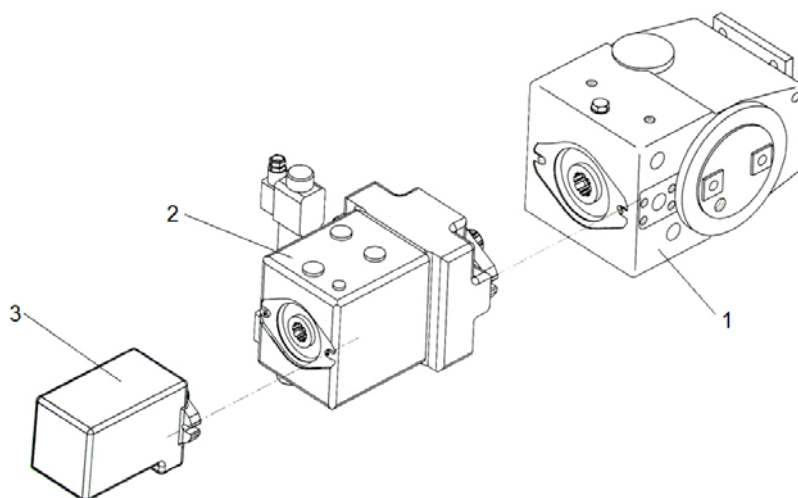
3.3 Hnací ústrojí

Zdrojem hnací energie je obvykle čtyřdobý vznětový vodou chlazený motor o výkonu 20 až 165 kW. Většina výrobců nevyvíjí pro své stroje vlastní motory, ale nakupuje je od specializovaných firem. Hlavními dodavateli motorů jsou firmy Cummins, Deutz a Kubota. Pro malé válce Dynapac dodává motory firma John Deere. Svými motory osazuje tahačové válce firma Caterpillar a částečně firma JCB Vibromax. V tabulce 3.16 je přehled používaných značek motorů jednotlivými výrobci.

Tab. 3.16 Používané značky motorů

Výrobce	Používané značky motorů
AMMANN	Cummins, Kubota
BOMAG	Deutz
CATERPILLAR	Caterpillar
DYNAPAC	Cummins, John Deere
HAMM	Deutz
JCB VIBROMAX	Cummins, JCB
VOLVO	Cummins, Kubota

Spalovací motor pohání tři hydrogenerátory (obr. 3.33.) které jsou k němu připojeny za sebou v tomto pořadí: hydrogenerátor pojezdu (1), hydrogenerátor budiče vibrací (2) a hydrogenerátor řízení (3).

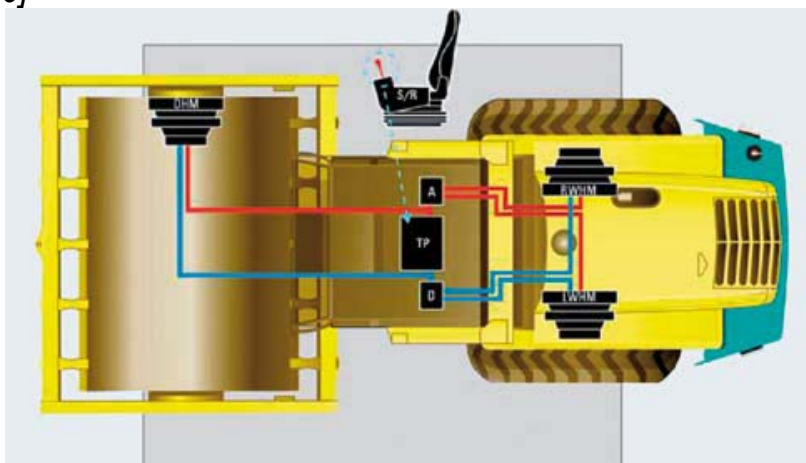


Obr. 3.33. Uspřádání hydrogenerátorů stroje Ammann ASC 110 [2]

V následující části jsou popsána ústrojí, která jsou těmito hydrogenerátory poháněna:

a) Pohon pojezdu

U tahačových válců jsou poháněna obě kola tahače i běhoun, aby byla zajištěna dostatečná trakce a stoupavost stroje. Maximální pracovní rychlost strojů je obvykle přibližně 8 km/h, maximální rychlost do 15 km/h. Stoupavost strojů se pohybuje od 40 do 70%. Pro pohon strojů jsou používány hydromotory s koncovými reduktory. Hydromotory jsou poháněny tlakovým olejem, který je dodáván hydrogenerátorem pojezdu. Výrobci používají několik druhů konstrukčních uspořádání s rozdílným počtem hydrogenerátorů a hydromotorů, pro příklad jsou zde některé systémy popsány. [4], [10]

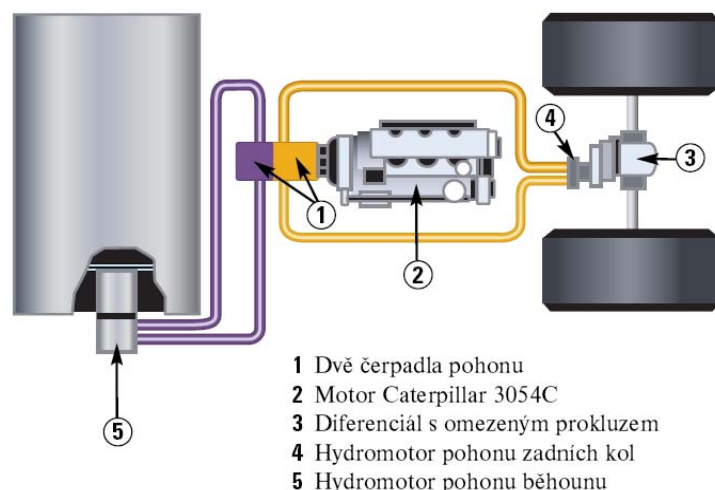


Obr. 3.34. Zesílený pohon běhounu a zadní nápravy strojů Ammann [7]

Firma Ammann používá systém s jedním hydrogenerátorem, který napájí dva hydromotory v zadních kolech a jeden hydromotor pro pohon běhounu. Koncové reduktory jsou tvořeny planetovými převody. Pro časté použití v obtížném terénu nebo na svazích nabízí tento výrobce stroje se zesíleným pohonem nápravy nebo nápravy i běhounu druhým hydromotorem. Na obr. 3.34. je modrou barvou

schematicky znázorněn pohon ve standardním provedení. Pro vedení se zesíleným pohonem je znázorněno kombinací červené a modré barvy. [4], [2]

Stroje firmy Caterpillar mají dva hydrogenerátory, které napájí tlakovým olejem dva hydromotory (obr. 3.35.). Hydrogenerátory jsou zde pístová čerpadla s proměnným průtočným množstvím. Hydromotory jsou pístové dvourychlostní. Nižší rychlost je určena pro maximální točivý moment a stoupavost při hutnění, vyšší rychlost pro rychlejší přemísťování stroje po staveništi. Jeden hydromotor pohání běhoun a druhý obě zadní kola. [10]



Obr. 3.35. Systém pohonu pojezdu firmy Caterpillar [10]

b) Pohon budiče vibrací

Budič vibrací je opět poháněn hydromotorem, který je napájen tlakovým olejem z hydrogenerátoru. Otáčky hydromotoru nejsou redukovány koncovým převodem, jak tomu bylo u pohonu pojezdu, ale jsou přímo předávány budiči vibrací. Pohon budiče vibrací umožňuje také regulaci frekvence vibrací.

c) Pohon řízení

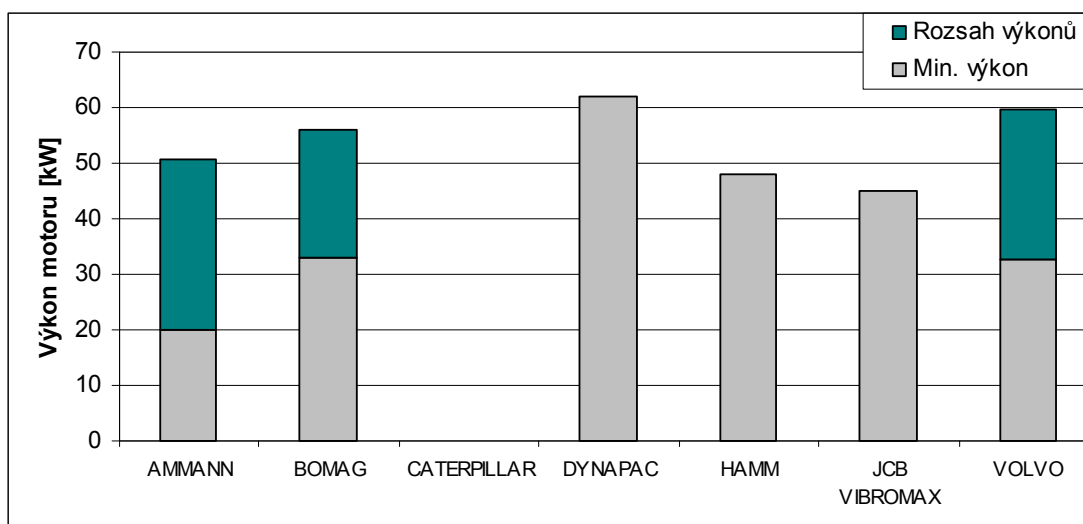
Řízení tahačových válců je realizováno pomocí kloubu spojujícího rám tahačové části a rám běhounu, který je ovládán dvěma dvojčinnými přímočarými hydromotory. Hydromotorům dodává tlakový olej zubové čerpadlo.

Porovnání výkonů motorů podle hmotnostních řad:

a) Tahačové válce řady 2 – 5 tun

Tab. 3.17 Výkony motorů a jejich výrobci pro válce řady 2 – 5 tun

Výrobce	Minimální výkon motoru [kW]	Maximální výkon motoru [kW]	Výrobce motoru
AMMANN	19,9	50,7	Kubota
BOMAG	33	56	Deutz
CATERPILLAR	-	-	-
DYNAPAC	62	62	John Deere
HAMM	48	48	Deutz
JCB VIBROMAX	45	45	Cummins
VOLVO	32,8	59,7	Kubota, Cummins



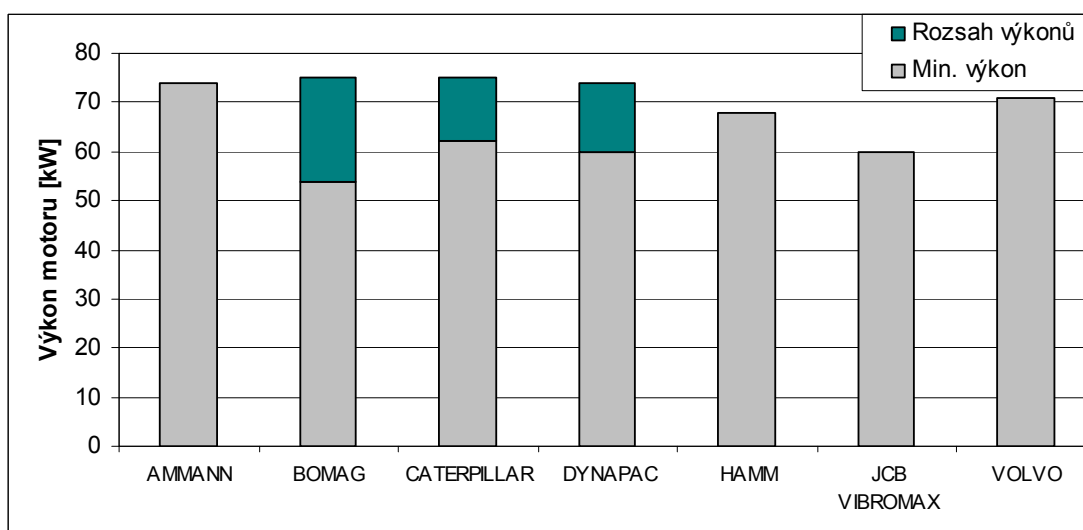
Obr. 3.36. Graf výkonů motorů válců řady 2 – 5 tun

Tahačové válce řady 2 – 5 tun se vyrábějí s motory o výkonu 19,9 až 62 kW. Stroj s největším výkonem vyrábí firma Dynapac. Největší rozsah výkonů a zároveň stroj s nejnižším výkonem motoru nabízí firma Ammann. Motory pro tuto řadu dodávají firmy Cummins, Deutz, John Deere a Kubota.

b) Tahačové válce řady 5 – 10 tun

Tab. 3.18 Výkony motorů a jejich výrobci pro válce řady 5 – 10 tun

Výrobce	Minimální výkon motoru [kW]	Maximální výkon motoru [kW]	Výrobce motoru
AMMANN	74	74	Cummins
BOMAG	54	74,9	Deutz
CATERPILLAR	62	75	Caterpillar
DYNAPAC	60	74	Cummins
HAMM	68	68	Deutz
JCB VIBROMAX	60	60	Cummins
VOLVO	70,8	70,8	Cummins



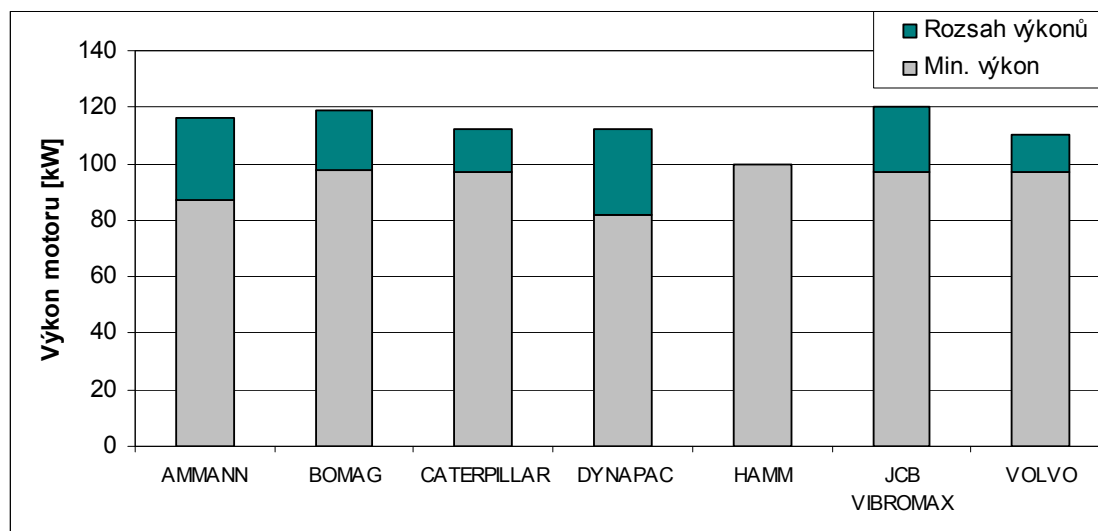
Obr. 3.37. Graf výkonů motorů válců řady 5 – 10 tun

Tahačové válce řady 5 – 10 tun se vyrábějí obvykle s motory o výkonu 60 až 75 kW. Firma Bomag nabízí i stroje s nižším výkonem 54 kW. Nejčastějšími dodavateli motorů jsou v této řadě firmy Cummins a Deutz. Firma Caterpillar vyrábí pro své stroje vlastní motory.

c) Tahačové válce řady 10 – 15 tun

Tab. 3.19 Výkony motorů a jejich výrobci pro válce řady 10 – 15 tun

Výrobce	Minimální výkon motoru [kW]	Maximální výkon motoru [kW]	Výrobce motoru
AMMANN	87	116	Cummins
BOMAG	98	119	Deutz
CATERPILLAR	97	112	Caterpillar
DYNAPAC	82	112	Cummins
HAMM	100	100	Deutz
JCB VIBROMAX	97	120	JCB
VOLVO	97	110	Cummins



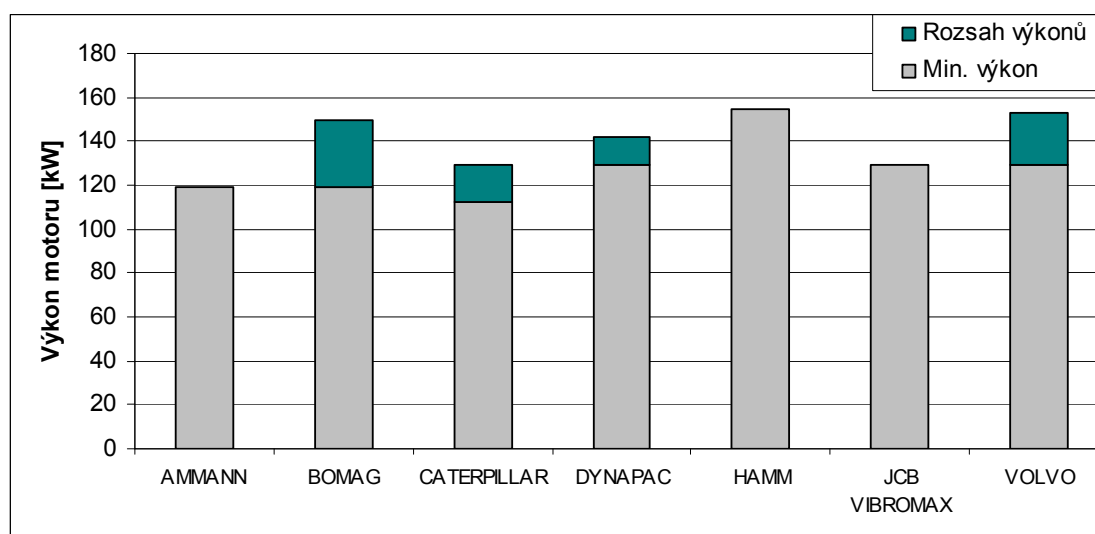
Obr. 3.38. Graf výkonů motorů válců řady 10 – 15 tun

Tahačové válce řady 10 – 15 tun jsou nejčastěji osazovány motory o výkonu kolem 100 až 120 kW. Firmy Ammann a Dynapac nabízejí i stroje s výkonem 87 resp. 82 kW. Typickými dodavateli motorů pro tuto řadu jsou opět firmy Cummins a Deutz. Vlastní motory pro své stroje vyrábí firmy Caterpillar a JCB.

d) Tahačové válce řady 15 – 20 tun

Tab. 3.20 Výkony motorů a jejich výrobci pro válce řady 15 – 20 tun

Výrobce	Minimální výkon motoru [kW]	Maximální výkon motoru [kW]	Výrobce motoru
AMMANN	119	119	Cummins
BOMAG	119	150	Deutz
CATERPILLAR	112	129	Caterpillar
DYNAPAC	129	142	Cummins
HAMM	155	155	Deutz
JCB VIBROMAX	129	129	Cummins
VOLVO	129	153	Cummins



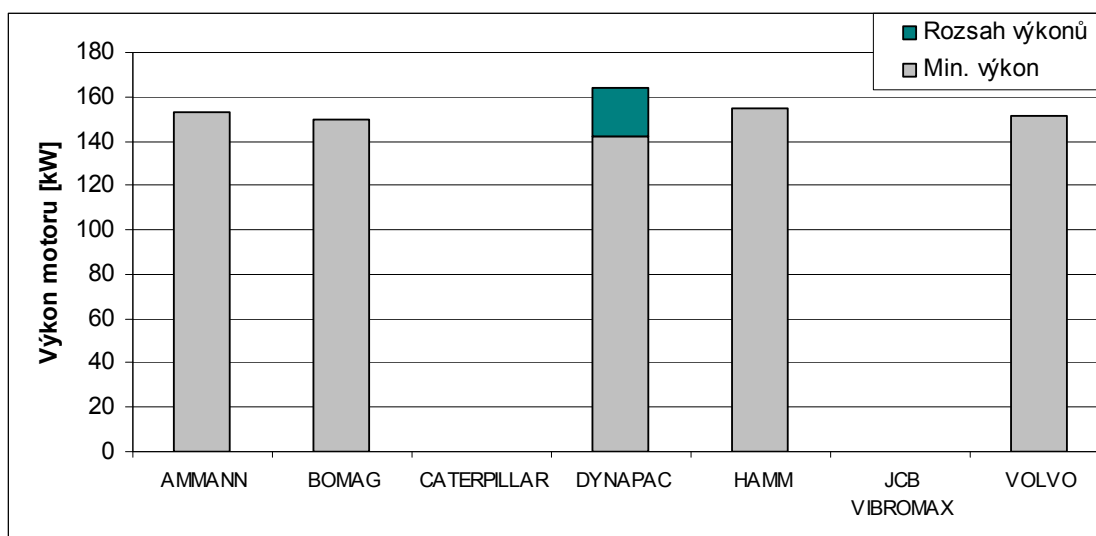
Obr. 3.39. Graf výkonů motorů válců řady 15 – 20 tun

Tahačové válce řady 15 – 20 tun se vyrábějí s motory o výkonu 112 až 155 kW. Stroje s nejnižším výkonem nabízí firma Caterpillar. Nejvyšší výkon má stroj firmy Hamm. Nejčastějším dodavatelem motorů je firma Cummins. Stroje této řady se osazují také motory Deutz a firma Caterpillar používá motory vlastní produkce.

e) Tahačové válce řady 20 – 27 tun

Tab. 3.21 Výkony motorů a jejich výrobci pro válce řady 20 – 27 tun

Výrobce	Minimální výkon motoru [kW]	Maximální výkon motoru [kW]	Výrobce motoru
AMMANN	153	153	Cummins
BOMAG	150	150	Deutz
CATERPILLAR	-	-	-
DYNAPAC	142	164	Cummins
HAMM	155	155	Deutz
JCB VIBROMAX	-	-	-
VOLVO	151	151	Cummins



Obr. 3.40. Graf výkonů motorů válců řady 20 – 27 tun

Tahačové válce řady 20 až 27 tun se obvykle osazují motory s výkonem kolem 150 kW. Od této hodnoty se výrazněji vzdaluje pouze firma Dynapac, která vyrábí stroje této řady s výkonem motoru 142 a 164 kW. Stroje jsou osazovány motory značek Cummins a Deutz.

3.4 Kabina

Kvalitní zpracování kabiny je důležité z hlediska bezpečnosti, ergonomie a snadného ovládání funkcí stroje.

Nejvyšší nároky jsou kladeny na bezpečnost obsluhy, proto musí kabina stroje splňovat přísné bezpečnostní normy. Všechny stroje dodávané na evropský trh mají kabinu s ochranou konstrukcí ROPS (Roll Over Protective Structure), která chrání prostor obsluhy při převrácení stroje. Pro ještě větší bezpečnost obsluhy nabízejí výrobci i kabiny s ochranou konstrukcí ROPS/FOPS, která chrání obsluhu navíc i před padajícími objekty.

Firma Ammann kromě prvků pasivní bezpečnosti vyvinula i systém aktivní bezpečnosti ROPS 2D, který v případě naklonění stroje nad určitou hranici varuje obsluhu stroje a pokud se náklon ještě zvětší dojde k zablokování vibrací, tím se zlepší třecí kontakt běhounu se zemí a sníží se riziko zborcení okraje hutněné vrstvy. Hlavní výhodou tohoto systému je, že varuje obsluhu před nebezpečným náklonem běhounu v situacích, kdy ho nemá v zorném poli, tedy např. při couvání. [8]

Další věc, které výrobci věnují velkou pozornost je dobrý výhled z kabiny. Většina výrobců navrhuje své stroje tak, aby byla překážka vysoká 1 metr vidět ještě při vzdálenosti 1 metr (obr. 3.41.). [9], [15], [10]



Obr. 3.41. Viditelnost překážky velikosti 1m x 1m ze stroje Bomag [9]

Výrobci nabízejí mimo standardně vybavené kabiny i množství doplňků, které zvyšují kvalitu práce i pohodlí obsluhy. Mezi volitelnou výbavu můžeme zařadit zařízení pro kontrolu míry zhutnění a dokumentaci hutnění, klimatizaci, přídavná světla a další zařízení.

3.5 Příslušenství

Příslušenství vibračních válců zlepšuje jejich vlastnosti a ještě více rozšiřuje jejich univerzální použití.

Obvykle nabízeným příslušenstvím je radlice, která je určena především pro zarovnání terénních nerovností před běhounem. Radlice bývá výškově nastavitelná pomocí lineárních hydromotorů.

Zajímavé řešení v oblasti hutnění nesoudržných zemin, jako jsou písek a štěrk, přináší firma Bomag, která nabízí tahačový válec s vlečenými vibračními deskami (obr. 3.42.) Jejich úkolem je zpracovat obtížně zhutnitelnou vrchní vrstvu těchto zemin. Frekvence vibrací těchto desek je 30 – 55Hz a odstředivá síla 22 – 75 kN. [9]



Obr. 3.42. Stroj firmy Bomag s vibračními deskami [9]

4 Závěr

Tématem této bakalářské práce je studie typových řad tahačových vibračních válců a zaměřuje se na válce vyráběné firmami Ammann, Bomag, Caterpillar, Dynapac, Hamm, JCB Vibromax a Volvo. Tyto firmy jsou nejvýznamnějšími producenty hutnících válců dodávaných na evropský trh.

V úvodní části práce jsou popsány základní pojmy a principy z oblasti zhutňování, metody měření zhutnění a parametry vibračních válců, které nejvíce ovlivňují proces zhutňování. V další části je obecně popsána konstrukce tahačových vibračních válců a porovnání rozsahu nabídky jednotlivých výrobců. Na tuto část navazuje popis hlavních konstrukčních skupin, kterými jsou běhoun, budič vibrací, hnací ústrojí a kabina, pro úplnost zde bylo popsáno také příslušenství válců. U skupin, které mají zásadní vliv na provozní vlastnosti, byly porovnány nejdůležitější technické a provozní parametry. Porovnání bylo provedeno mezi jednotlivými výrobci v rámci hmotnostních řad formou tabulek, grafů a slovního popisu. Nabídka je v některých směrech tak rozmanitá, že nebylo možné srovnávat všechny stroje, ale museli být vybrány pouze některé podskupiny, které měly podobnou konstrukci nebo princip funkce porovnávané části. Na základě uvedených hodnot lze říci, že nabídka současných tahačových válců je velmi široká, ale parametry strojů se mezi výrobci v rámci jednotlivých hmotnostních řad zpravidla výrazně neodlišují.

Trendem dalšího vývoje tahačových vibračních válců je rozvoj systémů inteligentního hutnění, které optimalizují proces hutnění, a tím šetří čas a snižují finanční náklady na hutnění. Kromě zvyšování kvality hutnění, musí výrobci své stroje přizpůsobovat snižujícím se emisním limitům škodlivin a hluku.

Všech dílčích cílů zadání bylo v této práci dosaženo.

5 Seznam použité literatury

Monografie

- [1] Ammann, Nové Město nad Metují. *ACE – Ammann Compaction Expert*, Propagační materiál, 2008.
- [2] Ammann, Nové Město nad Metují. *Katalog náhradních dílů ASC 110 Tier 2*, 2008.
- [3] Ammann, Nové Město nad Metují. *Návod k obsluze Ammann ASC110/ASC150*, 2008.
- [4] Ammann, Nové Město nad Metují. *Tahačové válce ASC 7 – 25 t*, Propagační materiál, 2008.
- [5] KAŠPÁREK, Jaroslav. *Optimalizace hutnících účinků vibračních válců*. [s.l.], 2008. 32 s. Vedoucí dizertační práce Škopán Miroslav.
- [6] VANĚK, Antonín. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. 1. vyd. Praha : Academia, 2003. 526 s.

Elektronické zdroje

- [7] *Ammann Group* [online]. 2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.ammann-group.com>>.
- [8] Ammann, Nové Město nad Metují. ROPS 2D – systém prevence převrácení. *Stavební technika* [online]. 2008 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <http://stavebni-technika.cz/clanky/rops-2d-system-prevence-prevraceni/>
- [9] *BOMAG Worldwide* [online]. c2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.bomag.com/worldwide/?Lang=10000>>.
- [10] CATERPILLAR, Peoria. CS563E. [online]. 2007 [cit. 2009-03-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.p-z.cz/download/pdf/Cz-9943-1-CS563E-specalog.pdf>>.
- [12] *Dynapac* [online]. 2008 [cit. 2009-03-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.dynapac.com>>.
- [13] Dynapac, Stockholm. Equipment for Soil Compactors – Dynapac Compaction Optimizer [online]. 2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.podshop.se/Content/21/opensearchresult.aspx?file=3>>
- [14] *Hamm AG - Rollers and compactors for soil and asphalt compaction* [online]. 2009 [cit. 2009-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.hamm.eu/en/>>.
- [15] *Homepage - Volvo : Volvo Construction Equipment* [online]. 2008 [cit. 2009-03-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.volvo.com/dealers/cs-cz/Volvo/homepage.htm>>.
- [16] *Phoenix-Zeppelin, spol. s r.o.* [online]. 2008 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.p-z.cz/>>
- [17] POKORNÝ, Jan, VAVERKA, Michal, KAŠPÁREK, Jaroslav. Technologie inteligentních vibračních válců a jejich využití a propojení. *Stavební technika* [online]. 2009 [cit. 2009-03-25]. Dostupný z WWW: <http://stavebni-technika.cz/clanky/technologie-inteligentnich-vibracnich-valcu/>
- [18] VOŠTOVÁ, V., KAŠPAR, M., VONDRÁČKOVÁ, T. Moderní prvky ve zhutňování zemin. *Stavební technika* [online]. 2004 [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW: <http://stavebni-technika.cz/clanky/moderni-prvky-ve-zhutnovani-zemin/>

6 Seznam příloh

Příloha 1 Přehled tahačových vibračních válců a jejich parametrů

Příloha 1

Výrobce	Typ	Hmotnost [kg]	Průměr běhounu (vč. patek) [mm]	Šířka běhounu [mm]	Typ motoru	Výkon motoru [kW]	Vibrace		Odstředivá síla [kN]	Lineární statické zatížení [kg/cm]	Stoupavost [%]
							Frekvence [Hz]	Amplituda [mm]			
AMMANN	RW 1800 S	1800	790	900	Kubota D 1403	19,9	34	1,60	64	11,1	45
	RW 1800 SP	2000	790	900	Kubota D 1403	19,9	34	1,60	64	13,3	45
	RW 1800 SPT	2100	790	900	Kubota D 1403	19,9	34	1,60	64	13,3	45
	RW 3005 S	3400	890	1200	Kubota V2203	36,4	34	1,80	85	15,8	55
	RW 3005 SPT	3400	890	1200	Kubota V2203	36,4	34	1,80	85	15,8	55
	RW 3005	3150	890	1200	Kubota V2203	36,4	34	1,60/0,90	85/29	13,3	45
	RW 5005	4800	1070	1400	Kubota V 3300	50,7	34/41,6	1,80/0,80	100/50	19,2	40
	RW 5005-S	4800	1070	1400	Kubota V 3300	50,7	34	1,80	100	19,2	40
	ASC 70 D	7140	1300	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,70/0,86	145/130	23,9	45
	ASC 70 HD	7620	1300	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,70/0,86	145/130	24,3	55
	ASC 70 HT	7620	1300	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,70/0,86	145/130	24,3	60
	ASC 70 HDPD	7565	1400	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,70/0,86	145/130	-	55
	ASC 70 HTPD	7565	1400	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,70/0,86	145/130	-	60
	ASC 90 D	8820	1300	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,85/0,96	160/145	31,6	45
	ASC 90 HD	8880	1300	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,85/0,96	160/145	31,6	50
	ASC 90 HT	8880	1300	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,85/0,96	160/145	31,6	55
	ASC 90 PD	8765	1400	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,85/0,96	160/145	-	45
	ASC 90 HDPD	8825	1400	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,85/0,96	160/145	-	50
	ASC 90 HTPD	8825	1400	1680	Cummins B4.5-C99	74	30/40	1,85/0,96	160/145	-	55
	ASC 100 HT	10120	1500	2130	Cummins 4BTA-3.9C116	87	32/35	1,85/1,15	277/206	24,9	45
	ASC 110 D	11495	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	32/35	1,85/1,15	277/206	32,4	45
	ASC 110 HD	12730	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	32/35	1,85/1,15	277/206	32,6	55
	ASC 110 HT	12730	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	32/35	1,85/1,15	277/206	32,6	60
	ASC 110 PD	11925	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	32/35	1,85/1,15	277/206	-	45
	ASC 110 HDPD	13160	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	32/35	1,85/1,15	277/206	-	55
	ASC 110 HTPD	13160	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	32/35	1,85/1,15	277/206	-	60
	ASC 110 D ACE	11495	1500	2200	Cummins QSB5.9-C155	116	23-35	0,00-3,00	0-310	32,4	45
	ASC 110 HD ACE	12730	1500	2200	Cummins QSB5.9-C155	116	23-35	0,00-3,00	0-310	32,6	60
	ASC 110 HT ACE	12730	1500	2200	Cummins QSB5.9-C155	116	23-35	0,00-3,00	0-310	32,6	60
	ASC 130 D	12400	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	30/36	1,90/1,00	300/200	36,8	45
	ASC 130 HD	13640	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	30/36	1,90/1,00	300/200	36,7	55
	ASC 130 HT	13640	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	30/36	1,90/1,00	300/200	36,7	60
	ASC 130 PD	12490	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	30/36	1,90/1,00	300/200	-	45
	ASC 130 HDPD	15525	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	30/36	1,90/1,00	300/200	-	55
	ASC 130 HTPD	15525	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	30/36	1,90/1,00	300/200	-	60
	ASC 130 D ACE	12400	1500	2200	Cummins QSB5.9-C155	116	23-35	0,00-3,00	0-310	36,8	45
	ASC 130 HD ACE	13640	1500	2200	Cummins QSB5.9-C155	116	23-35	0,00-3,00	0-310	36,7	60
	ASC 130 HT ACE	13640	1500	2200	Cummins QSB5.9-C155	116	23-35	0,00-3,00	0-310	36,7	60
	ASC 150 D	14380	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	29/35	2,00/1,00	325/237	46,4	45
	ASC 150 HD	15610	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	29/35	2,00/1,00	325/237	46,5	55
	ASC 150 HT	15610	1500	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	29/35	2,00/1,00	325/237	46,5	60
	ASC 150 PD	14290	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	29/35	2,00/1,00	325/237	-	45
	ASC 150 HDPD	15525	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	29/35	2,00/1,00	325/237	-	55
	ASC 150 HTPD	15525	1640	2200	Cummins QSB4.5-C160	119	29/35	2,00/1,00	325/237	-	60
	ASC 200 D	20705	1700	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,00/1,00	400/300	63,2	50
	ASC 200 HD	21905	1700	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,00/1,00	400/300	63,2	55
	ASC 200 HT	21905	1700	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,00/1,00	400/300	63,2	60
	ASC 200 PD	20775	1840	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,00/1,00	400/300	-	50
	ASC 200 HDPD	21975	1840	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,00/1,00	400/300	-	55
	ASC 200 HTPD	21975	1840	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,00/1,00	400/300	-	60
	ASC 250 D	25330	1700	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,20/1,10	460/340	78,4	45
	ASC 250 HD	25330	1700	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,20/1,10	460/340	78,4	55
	ASC 250 HT	25330	1700	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,20/1,10	460/340	78,4	60
	ASC 250 PD	25515	1908	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,20/1,10	460/340	-	45
	ASC 250 HDPD	25515	1908	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,20/1,10	460/340	-	55
	ASC 250 HTPD	25515	1908	2240	Cummins QSB6.7-C220	153	28/34	2,20/1,10	460/340	-	60

Výrobce	Typ	Hmotnost [kg]	Průměr běhounu (vč. patek) [mm]	Sřídka běhounu [mm]	Typ motoru	Výkon motoru [kW]	Vibrace		Odstředivá síla [kN]	Lineární statické zatížení [kg/cm]	Stoupavost [%]
							Frekvence [Hz]	Amplituda [mm]			
BOMAG	BW 124 DH	3300	975	1200	Deutz D 2011 L3i	33	41	1,70/0,85	85/43	13,3	55
	BW 124 PDH	3350	1030	1200	Deutz D 2011 L3i	33	41	1,60/0,80	85/43	-	55
	BW 124 PDB	3900	1030	1200	Deutz D 2011 L3i	33	41	1,60/0,80	85/43	-	55
	BW 145 D-3	4990	1080	1426	Deutz BF4L 2011	56	34	1,70/0,85	100/50	18,4	47
	BW 145 DH-3	5050	1080	1426	Deutz BF4L 2011	56	34	1,70/0,85	100/50	18,8	55
	BW 145 PDH-3	5330	1161	1426	Deutz BF4L 2011	56	34	1,40/0,70	100/50	-	55
	BW 177 D-4	7500	1228	1686	Deutz TD 2011 L04 i	54	30/40	1,90/0,95	135/120	24,9	51/48
	BW 177 DH-4	7840	1228	1686	Deutz TCD 2011 L04 w	74,9	30/40	1,90/0,95	135/120	24,9	58/55
	BW 177 PDH-4	8100	1288	1686	Deutz TCD 2011 L04 w	74,9	30/40	1,75/0,88	135/120	-	60/58
	BW 177 DH-4 BVC	8800	1228	1686	Deutz TCD 2011 L04 w	74,9	28	0,00-2,50	189	30,7	58/55
	BW 179 DH-4	9400	1228	1686	Deutz TCD 2011 L04 w	74,9	30/40	1,90/0,95	135/120	32,7	58/55
	BW 179 PDH-4	9860	1288	1686	Deutz TCD 2011 L04 w	74,9	30/40	1,75/0,90	135/120	-	60/58
	BW 211 D-4	10950	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	99	30/36	1,80/0,75	236/125	30	50/74
	BW 211 PD-4	11930	1580	2130	Deutz TCD 2013 L04	99	30/36	1,70/0,86	275/202	-	53/50
	BW 211 D-40	9500	1500	2130	Deutz BF4M 2012 C	98	30/36	1,80/0,75	236/125	27	45/43
	BW 211 PD-40	10500	1580	2130	Deutz BF4M 2012 C	98	30/36	1,70/0,86	275/202	-	49/46
	BW 212 D-40	10900	1500	2130	Deutz BF4M 2012 C	98	30/36	1,80/0,75	236/125	33,6	45/43
	BW 212 PD-40	11900	1580	2130	Deutz BF4M 2012 C	98	30/36	1,70/0,86	275/202	-	49/46
	BW 213 D-4	12525	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	99	30/36	1,90/0,96	275/202	33,9	45/43
	BW 213 PD-4	12975	1600	2130	Deutz TCD 2013 L04	99	30/36	1,70/0,87	275/198	-	48/46
	BW 213 D-40	12420	1500	2130	Deutz BF4M 2012 C	98	30/36	1,90/0,96	275/202	36,7	45/43
	BW 213 PD-40	12870	1580	2130	Deutz BF4M 2012 C	98	30/36	1,70/0,86	275/202	-	49/46
	BW 213 DH-4 BVC	14900	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	28	0,00-2,50	365	44,1	53/50
	BW 213 DH-4 BVC/P	15300	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	28	0,00-2,50	365	35,7	53/50
	BW 213 DI-4 BVC	15070	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	28	0,00-2,40	365	45,3	55/53
	BW 214 DH-4	14390	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	30/36	2,00/1,00	300/225	42,3	53/50
	BW 214 PDH-4	14950	1600	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	30/36	1,80/0,94	300/225	-	55/53
	BW 216 D-4	15700	1500	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	30/36	1,80/0,95	275/202	48,8	48/45
	BW 216 PD-4	16200	1600	2130	Deutz TCD 2013 L04	119	30/36	1,64/0,82	275/202	-	51/48
	BW 216 DH-4	16550	1500	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	31/36	2,00/1,00	300/225	52,3	58/55
	BW 216 PDH-4	16950	1580	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	30/36	1,80/0,94	300/225	-	60/58
	BW 219 D-4	19050	1600	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26/31	2,00/1,10	314/240	60,1	50/48
	BW 219 PD-4	19390	1600	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26/31	1,86/1,00	314/240	-	52/50
	BW 219 DH-4	19200	1600	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26/31	2,10/1,20	326/240	60,6	58/55
	BW 219 PDH-4	19650	1600	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26/31	1,90/1,00	326/240	-	60/58
	BW 226 DH-4	25210	1700	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26	1,90/1,00	330/173	80	48/45
	BW 226 PDH-4	24650	1600	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26	2,00/1,05	330/173	-	50/48
	BW 226 DH-4 BVC	25760	1700	2130	Deutz TCD 2012 L06	150	26	0,00-2,70	530	82,6	48/45
	BW 226 DI-4 BVC	25350	1500	2130	Deutz TCD 2013 L06	150	26	0,00-2,85	530	80,7	48/45
CATERPILLAR	CS-423E	6990	1225	1676	Cat 3054C	62	31,9 (23,3 - 31,9)	1,67/0,84	134/67	20,3	44
	CS-433E	6990	1225	1676	Cat 3054C T	75	31,9 (23,3 - 31,9)	1,67/0,84	134/67	20,3	44
	CP-433E	7390	1225	1676	Cat 3054C T	75	31,9 (23,3 - 31,9)	1,55/0,78	134/67	-	44
	CS-533E	10840	1534	2134	Cat 3054C	97	31/34	1,8/0,85	234/133	27	50
	CS-533E AW	12360	1534	2134	Cat 3054C	97	31/34	1,8/0,85	234/133	33	50
	CP-533E	11680	1495	2134	Cat 3054C	97	31,9	1,7/0,85	266/133	-	50
	CS-563E	12130	1524	2134	Cat 3056E ATAAC	112	31,9 (23,3 - 31,9)	1,7/0,85	266/133	32,2	55
	CP-563E	11880	1549	2134	Cat 3056E ATAAC	112	31,9 (23,3 - 31,9)	1,7/0,85	266/133	-	55
	CS-573E	13895	1524	2134	Cat 3056E ATAAC	112	31,9 (23,3 - 31,9)	1,7/0,85	266/133	39,3	55
	CP-573E	14075	1549	2134	Cat 3056E ATAAC	112	31,9 (23,3 - 31,9)	1,7/0,85	266/133	-	55
	CS-583E	15430	1524	2134	Cat 3056E ATAAC	112	30 (23,3 - 30)	1,8/0,9	332/166	46,2	55
	CP-583E	15560	1549	2134	Cat 3056E ATAAC	112	30 (23,3 - 30)	1,8/0,9	332/166	-	55
	CS-663E	17100	1524	2134	Cat 3056E	129	30 (23,3 - 30)	1,8/0,9	332/166	54,4	55
	CP-663E	16800	1549	2134	Cat 3056E	129	30 (23,3 - 30)	1,8/0,9	332/166	-	55
	CS-683E	18800	1524	2134	Cat 3056E	129	30 (23,3 - 30)	1,8/0,9	332/166	61,3	55

Výrobce	Typ	Hmotnost [kg]	Průměr běhounu (vč. patek) [mm]	Sířka běhounu [mm]	Typ motoru	Výkon motoru [kW]	Vibrace		Odstředivá síla [kN]	Lineární statické zatížení [kg/cm]	Stoupavost [%]
							Frekvence [Hz]	Amplituda [mm]			
DYNAPAC	CA134D	4550	1000	1494	John Deere 5030 TF270	62	35	1,70	89	13	55
	CA134PD	4750	1152	1676	John Deere 5030 TF270	62	35	1,50	89	-	52
	CA134PDB	4763	1152	1676	John Deere 5030 TF270	62	35	1,50	89	-	52
	CA144D	4800	1000	1676	John Deere 5030 TF270	62	35	1,50	89	12,2	46
	CA144PD	5035	1152	1676	John Deere 5030 TF270	62	35	1,30	89	-	44
	CA144PDB	5000	1152	1676	John Deere 5030 TF270	62	35	1,30	89	-	44
	CA150	7000	1219	1676	Cummins B3.3	60	31/43	1,70/0,80	114/109	20,9	40
	CA150D	7200	1219	1676	Cummins B3.3	60	31/43	1,70/0,80	114/109	22,1	55
	CA150P	7400	1371	1676	Cummins QSB3.3	60	31/43	1,70/0,90	143/136	-	40
	CA150PD	7500	1371	1676	Cummins B3.3	60	31/43	1,70/0,90	143/136	-	55
	CA150A	7400	1219	1676	Cummins B3.3	60	45	0,80/0,40	115/58	22,1	40
	CA152	7250	1219	1676	Cummins QSB3.3 T3	74	31/43	1,70/0,80	114/109	21,5	40
	CA152D	7350	1219	1676	Cummins QSB3.3 T3	74	31/43	1,70/0,80	114/109	22,1	55
	CA152PD	7700	1371	1676	Cummins QSB3.3 T3	74	31/43	1,70/0,90	143/136	-	55
	CA182D	8700	1219	1676	Cummins QSB3.3 T3	74	31	1,90/0,90	131/62	30	55
	CA182PD	8800	1371	1676	Cummins QSB3.3 T3	74	31	1,80/0,90	143/71	-	55
	CA250	10600	1523	2130	Cummins 4BTA 3.9C	82	33	1,70/0,80	246/119	28,2	49
	CA250D	10800	1523	2130	Cummins 4BTA 3.9C	82	33	1,70/0,80	246/119	29,1	65
	CA250P	12000	1723	2130	Cummins 4BTA 3.9C	82	33	1,60/0,80	300/146	-	49
	CA250PD	12200	1723	2130	Cummins 4BTA 3.9C	82	33	1,60/0,80	300/146	-	65
	CA252	10240	1523	2130	Cummins QSB4.5	93	33	1,70/0,80	246/119	27,4	42
	CA252D	10440	1523	2130	Cummins QSB4.5	93	33	1,70/0,80	246/119	28,4	60
	CA260D	11300	1523	2130	Cummins QSB6.7	112	33	1,70/0,80	246/119	29,1	71
	CA260PD	12700	1723	2130	Cummins QSB6.7	112	33	1,60/0,80	300/146	-	63
	CA262D	10700	1523	2130	Cummins QSB6.7 T3	112	33	1,70/0,80	246/119	26,3	60
	CA262PD	12100	1723	2130	Cummins QSB6.7 T3	112	33	1,60/0,80	300/146	-	60
	CA280	12300	1523	2130	Cummins QSB4.5	82	33	1,70/0,80	300/146	31,9	42
	CA280D	12500	1523	2130	Cummins QSB4.5	82	33	1,70/0,80	246/119	32,9	57
	CA300	12300	1543	2130	Cummins 4BTA 3.9C	82	33	1,70/0,80	300/146	36,8	49
	CA300D	12550	1543	2130	Cummins 4BTA 3.9C	82	33	1,70/0,80	300/146	38	65
	CA302D	12700	1543	2130	Cummins QSB4.5	93	33	1,70/0,80	300/146	38	55
	CA302PD	12600	1723	2130	Cummins QSB4.5	93	33	1,60/0,80	300/146	-	58
	CA302DCO	12750	1543	2130	Cummins QSB4.5	93	28	2,00	260	38	55
	CA362D	13200	1543	2130	Cummins QSB6.7 T3	112	33	1,70/0,80	300/146	38	55
	CA362PD	13100	1723	2130	Cummins QSB6.7 T3	112	33	1,60/0,80	300/146	-	55
	CA402D	13800	1543	2130	Cummins QSB4.5	93	33	1,70/0,80	300/146	43,7	57
	CA500D	15300	1563	2130	Cummins 6BTA 5.9C	129	29/33	1,80/1,10	300/238	47,4	49
	CA500PD	15500	1743	2130	Cummins 6BTA 5.9C	129	29/33	1,70/1,00	300/238	-	49
	CA512D	15600	1563	2130	Cummins QSB6.7 T3	129	29/33	1,80/1,10	300/238	49,3	56
	CA512PD	15800	1743	2130	Cummins QSB6.7 T3	129	29/33	1,70/1,00	300/238	-	56
	CA600D	18300	1563	2130	Cummins 6BTA 5.9C	129	29/33	1,80/1,10	300/238	57,3	49
	CA600PD	18500	1743	2130	Cummins 6BTA 5.9C	129	29/33	1,70/1,00	300/238	-	49
	CA602D	18600	1573	2130	Cummins QSB6.7 T3	142	29/31	1,80/1,10	317/231	59,6	49
	CA602PD	18600	1743	2130	Cummins QSB6.7 T3	142	29/31	1,80/1,20	317/231	-	49
	CA612D	20700	1573	2130	Cummins QSB6.7 T3	142	29/31	1,80/1,10	317/231	66	43
	CA612PD	20700	1743	2130	Cummins QSB6.7 T3	142	29/31	1,80/1,20	317/231	-	43
	CA702D	26900	1700	2130	Cummins QSB6.7 T3	164	28/30	2,00/1,30	330/254	80	45
	CA702PD	27050	1880	2130	Cummins QSB6.7 T3	164	28/30	2,00/1,30	330/254	-	45

Výrobce	Typ	Hmotnost [kg]	Průměr běhounu (vč. patek) [mm]	Sířka běhounu [mm]	Typ motoru	Výkon motoru [kW]	Vibrace		Odstředivá síla [kN]	Lineární statické zatížení [kg/cm]	Stoupavost [%]
							Frekvence [Hz]	Amplituda [mm]			
HAMM	3205	5255	1000	1370	Deutz D 2011 L04 W	48	30/42	1,55/0,69	69/61	19,6	55/60
	3205 P	5595	1160	1370	Deutz D 2011 L04 W	48	30/42	1,20/0,53	69/61	-	65/70
	3307	6840	1216	1680	Deutz D 2011 L04 W	68	30/42	1,70/0,60	125/95	23,3	54/59
	3307 HT	6840	1216	1680	Deutz D 2011 L04 W	68	30/42	1,70/0,60	125/95	23,3	57/62
	3307 HT P	6840	1356	1680	Deutz D 2011 L04 W	68	30/42	1,70/0,60	125/95	-	65/70
	3307 HT VIO	6370	1216	1680	Deutz TD 2011 L04 W	68	36	1,38	123	20,8	57/62
	3307 P	6840	1356	1680	Deutz TD 2011 L04 W	68	30/42	1,70/0,60	125/95	-	65/70
	3307 VIO	6370	1216	1680	Deutz TD 2011 L04 W	68	36	1,38	123	20,8	54/59
	3410	10530	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,78/0,75	211/158	26,6	58/63
	3410 P	11015	1684	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,61/0,68	211/158	-	58/63
	3411	11305	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,78/0,75	211/158	29,2	56/61
	3411 P	11795	1684	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,61/0,68	211/158	-	56/61
	3412	12200	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,91/0,90	256/215	31,3	56/61
	3412 HT	12200	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,91/0,90	256/215	31,3	57/62
	3412 HT P	12300	1684	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,90/0,90	256/215	-	65/70
	3412 HT VIO	11920	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	33	1,89	279	30	57/62
	3412 P	12300	1684	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,87/0,88	256/215	-	62/67
	3412 VIO	11920	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	33	1,89	279	30	56/61
	3414	14240	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,95/0,90	256/215	38,4	52/57
	3414 HT	14240	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,95/0,90	256/215	38,4	52/57
	3414 HT P	14340	1684	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,90/0,90	256/215	-	65/70
	3414 HT VIO	14010	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	33	1,89	279	37,2	52/57
	3414 P	14340	1684	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	30/40	1,90/0,90	256/215	-	57/62
	3414 VIO	14010	1504	2140	Deutz TCD 2012 L04 2V	100	33	1,89	279	37,2	49/54
	3516	15755	1504	2140	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	30/40	1,90/0,90	256/215	43,5	51/56
	3516 HT	15755	1504	2140	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	30/40	1,90/0,90	256/215	43,5	57/62
	3516 HT P	15855	1684	2140	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	30/40	1,86/0,88	256/215	-	65/70
	3516 P	15855	1684	2140	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	30/40	1,86/0,88	256/215	-	54/59
	3518	17825	1600	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	2,00/1,19	331/243	48,6	50/55
	3518 HT	17825	1600	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	2,00/1,19	331/243	48,6	55/60
	3518 HT P	18025	1784	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	1,93/1,15	331/243	-	65/70
	3518 P	18025	1784	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	1,93/1,15	331/243	-	53/58
	3520	19800	1600	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	2,00/1,19	331/243	56,3	43/48
	3520 HT	19800	1600	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	2,00/1,19	331/243	56,3	53/58
	3520 HT P	20000	1784	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	1,93/1,15	331/243	-	65/70
	3520 P	20000	1784	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	1,93/1,15	331/243	-	48/53
	3625 HT	24785	1600	2220	Deutz TCD 2012 L06 2V	155	27/30	2,00/1,19	331/243	72,4	52/57
JCB VIBROMAX	VM46D	4600	1000	1400	Cummins B 3.3	45	32	1,80	101,6	15,7	58
	VM46PD	4900	1070	1400	Cummins B 3.3	45	32	1,50	101,6	-	58
	VM75D	7300	1220	1750	Cummins B 3.3	60	29/36	2,00/0,80	138/84	20,6	60
	VM75PD	7600	1300	1750	Cummins B 3.3	60	29/36	2,00/0,80	156/96	-	65
	VM115D	11300	1500	2100	JCB 444TCA	97	31/36	1,95/0,90	261/163	28,6	60
	VM115PD	11600	1600	2100	JCB 444TCA	97	31/36	1,95/0,90	282/176	-	65
	VM132D	13000	1500	2100	JCB 444TCA	108	29/36	2,00/0,80	282/174	34,8	60
	VM132PD	13400	1600	2100	JCB 444TCA	108	29/36	2,00/0,80	305/188	-	65
	VM146D	14500	1500	2100	JCB 444TCA	120	29/35	1,80/0,80	297/192	38,1	62
	VM146PD	14900	1600	2100	JCB 444TCA	120	29/35	1,80/0,80	317/205	-	65
	VM166D	16400	1500	2100	Cummins QSB6.7	129	29/35	1,80/0,80	301/195	42,9	62
	VM166PD	16800	1600	2100	Cummins QSB6.7	129	29/35	1,80/0,80	321/208	-	65
	VM200D	19700	1600	2100	Cummins QSB6.7	129	29/35	2,00/0,75	370/205	56,2	45
	VM200PD	19700	1600	2100	Cummins QSB6.7	129	29/35	2,00/0,75	370/205	-	45

Výrobce	Typ	Hmotnost [kg]	Průměr běhounu (vč. patek) [mm]	Sířka běhounu [mm]	Typ motoru	Výkon motoru [kW]	Vibrace		Odstředivá síla [kN]	Lineární statické zatížení [kg/cm]	Stoupavost [%]
							Frekvence [Hz]	Amplituda [mm]			
VOLVO	SD25D	2562	787	1067	Kubota V2203-M	32,8	37	1,55	62	12,1	60
	SD25F	2685	914	1067	Kubota V2203-M	32,8	37	1,40	56	-	50
	SD45D	4807	1000	1372	Cummins 4BT 3.3	59,7	32	1,98	99	17,8	54
	SD45F	5147	1153	1372	Cummins 4BT 3.3	59,7	32	1,71	99	-	49
	SD70D	7536	1219	1676	Cummins 4BT	70,8	30,8 / 33,8	1,98/1,20	143/104	22,3	63
	SD77DX	7803	1219	1676	Cummins 4BT	70,8	20,4 - 33,8	1,98/1,20	143/104	23,9	70
	SD77F	8456	1372	1676	Cummins 4BT	70,8	20,4 - 33,8	1,98/1,33	171/135	-	70
	SD100D	10837	1499	2134	Cummins QSB 4.5 - COM III	97	31,2 / 33,6	1,92/1,29	264/206	28,5	55
	SD105DX	11109	1499	2134	Cummins QSB 4.5 - COM III	97	20,4 - 33,6	1,92/1,29	264/206	29,8	62
	SD105F	11744	1702	2134	Cummins QSB 4.5 - COM III	97	20,4 - 33,6	2,14/1,39	347/262	-	60
	SD122D	11973	1499	2134	Cummins QSB 4.5 - COM III	119	30,8 / 33,7	1,90/1,17	281/206	32,5	68
	SD122DX	12086	1499	2134	Cummins QSB 4.5 - COM III	119	20,4 - 33,7	1,90/1,17	281/206	32,5	75
	SD122F	12857	1753	2134	Cummins QSB 4.5 - COM III	119	20,4 - 33,7	2,03/1,31	293/284	-	71
	SD160DX	16391	1600	2134	Cummins QSB 6.7 - COM III	129	20,8 - 33,8	1,97/1,28	339/264	52,2	65
	SD160F	16935	1854	2134	Cummins QSB 6.7 - COM III	129	20,8 - 33,8	2,21/1,68	339/257	-	55
	SD190DX	19765	1600	2134	Cummins QSB 6.7 - COM III	153	20,8 - 30,8	1,97/1,28	339/221	59,7	60
	SD200DX	20763	1651	2134	Cummins QSB 6.7 - COM III	151	20,8 - 30,8	1,76/1,14	368/239	64,4	59
	SD200F	20536	1875	2134	Cummins QSB 6.7 - COM III	151	20,8 - 28,3	1,99/1,51	359/273	-	49