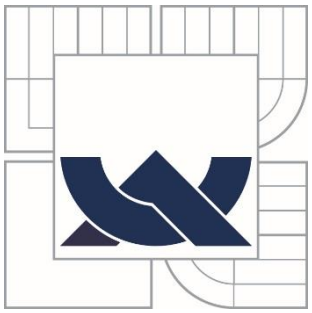


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VYSOKOZDVIŽNÉ VOZÍKY

LIFT TRUCKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE — JIŘÍ JANDA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. MIROSLAV ŠKOPÁN, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jiří Janda

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

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

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:

Vysokozdvižné vozíky

v anglickém jazyce:

Lift trucks

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kritická rešeršní přehledová studie čelních vysokozdvižných vozíků s nosností 1000 až 2000 kg a dosahem nad 4 m.

Cíle bakalářské práce:

Porovnání různých koncepcí zdvihových mechanismů, pohonů pojezdů, ovládání s využitím bezrozměrných ukazatelů.
Analýza typických vlastností jednotlivých konstrukčních uspořádání.
Možnosti úspory energie v provozu vysokozdvižných vozíků.
Zdůvodněná koncepce předpokládaného dalšího vývoje.

Seznam odborné literatury:

1. SHIGLEY, J.E. - MISCHKE, Ch.R. - BUDYNAS R.G.: Konstruování strojních součástí, Vydalo VUT v Brně, nakladatelství VUTIUM 2010, ISBN 978-80-214-2629-0
2. LUKÁŠ T.: Návrh elektrického rekuperačního pohonu vysokozdvižného vozíku. Diplomová práce. Univerzita Pardubice 2009
3. Firemní literatura

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 30.10.2014

L.S.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ DĚKANÁT

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je komplexní porovnání vysokozdvižných vozíků, které se jsou dostupné na českém trhu. V jednotlivých kapitolách pojednává o obecných kritériích při posuzování vysokozdvižných vozíků, jako je pohon a zdvihový mechanismus. Dále práce obsahuje možnosti rekuperace energie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pohon, manipulace, rekuperace, vozík, srovnání

ABSTRACT

The aim of this thesis is a comprehensive comparison of forklifts, which are available on the Czech market. In each chapter discusses the general criteria for the assessment of industrial trucks, such as driving and lifting mechanism. The work includes the possibility of energy recovery.

KEYWORDS

Drive, handling, recovery, cart, comparison

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JANDA, J. *Vysokozdvižné vozíky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 45 s. Vedoucí diplomové 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 26. května 2015 ……..……..……..

Jiří Janda

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Miroslavu Škopánovi CSc. Za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Jako dalším bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za podporu během studia.

OBSAH

Úvod 9
1 Vysokozdvižné vozíky 10
2 Druhy pohonů 13
2.1 S ručním pohonem 13
2.2 Elektrické pohony 14
2.2.1 Akumulátory 14
2.2.2 Elektromotory 15
2.3 Spalovací motory 16
2.3.1 Rozdíl ve spalování v zážehových a vznětových motorech 17
2.4 Hybridní pohony 18
2.5 Hydraulické systémy-převod energie 19
3 Zvedací mechanismus rámu 20
3.1 Princip 20
3.2 Simplex 21
3.3 Duplex a triplex 21
4 Rekuperace energie 22
5 Srovnání vzv 24
5.1 Vozíky s elektrickými motory 24
5.2 Vozíky se vznětovými motory 26
5.3 Vozíky se zážehovými motory 28
6 Předpokládané vývojové tendence 31
Závěr 32
Seznam obrázků 36
Seznam zkratek 37
Seznam tabulek 38
Seznam příloh 39
P1 vozíků s elektrickými motory 40
P2 Tabulka vozíků se vznětovými motory 42
P3 Tabulka vozíků se zážehovými motory 44

ÚVOD

Při řešení nových manipulačních prostor je kladen důraz na efektivnost skladování a rychlé přemisťovaní materiálu ze skladu k jednotlivým pracovištím. Kvůli úspoře lidské práce se používají stroje, které zvládají přemisťovaní poměrně těžkých materiálů, např. jeřáby, vozíky a vysokozdvižné vozíky. Jeřáby jsou sice schopny materiál skládat do vysokých stohů, přejezd mezi jednotlivými sklady je komplikovaný, proto se ve větší míře využívá vysokozdvižných vozíků.

Vysokozdvižné vozíky jsou manipulační stroje, které slouží k přepravě materiálu ve výrobních podnicích, ale také v logistice. Zde mají své největší zastoupení. Všeobecně jsou na manipulační techniku kladeny velké požadavky. Důležitost se klade nejenom na rychlost přepravy, ale také na bezpečnost přepravovaného materiálu. Ve výrobní oblasti je nejvíce času materiál přesunován a jinak manipulován. Vysokozdvižné vozíky díky různorodosti provedení a všestrannosti použití je možné nalézt téměř v každém podniku. Největší typy vozíků dokáži přepravovat kontejnery o váze desítek tun. Na vozíky může být přidáno doplňkové zařízení, jako je rádlo na odklízení sněhu, což jen dokazuje univerzálnost vozíků.

Smyslem této práce je přinést přehled pohonných systémů a druhy mechanismů, které se používají u vysokozdvižných vozíků. Součástí práce jsou i tabulky, které obsahují nejběžnější stroje, jež se nachází na českém trhu. Z hodnot, které poskytují výrobci, je možné sestavit grafy, na kterých je vidět rozdíly jednotlivých výrobců. Do tabulek jsou umístěny stroje, které mají podobné výchozí vlastnosti, jako je nosnost 2000kg a zdvih alespoň čtyři metry. To by mělo zajistit objektivní hodnocení porovnávaných hodnot např. rádius otáčení a další. Dále obsahuje možnosti použití rekuperace energie u vysokozdvižných vozíků a mechanismů, které se už používají. V poslední části je pojednání a úvaha nad dalším vývojem v oblasti vysokozdvižných vozíků. Konstrukcí těchto strojů v budoucnosti, na které se již v dnešní době pracuje.



Obr. 1 Práce s vozíkem [14]

1 VYSOKOZDVIŽNÉ VOZÍKY

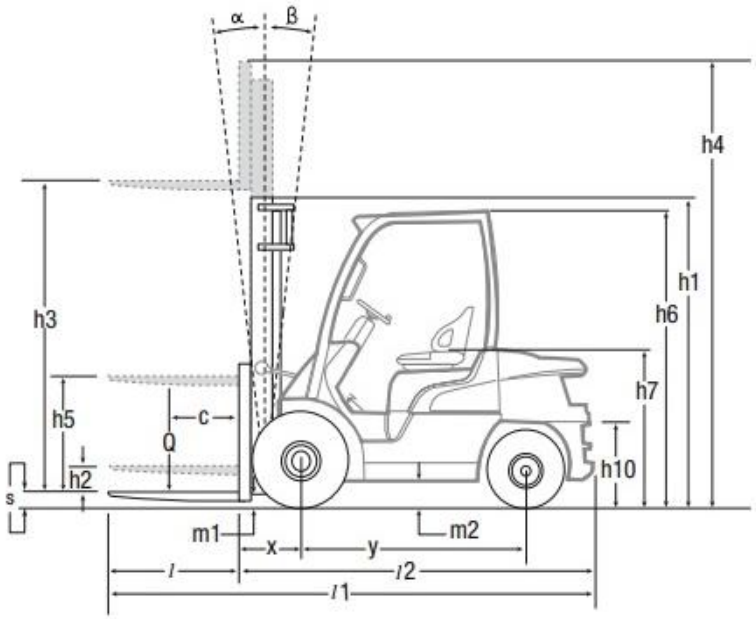


Obr. 2 Popis vzv [20]

1-Kladka řetězu, 2-Nosník, 3-Nosný řetěz, 4-Ovládací páka zdvihu, 5-Hydraulický systém, 6-Nosná plošina, 7-Vidle, 8-Podvozek, 9-Motor a protiváha, 10-Kryt kabiny [20]

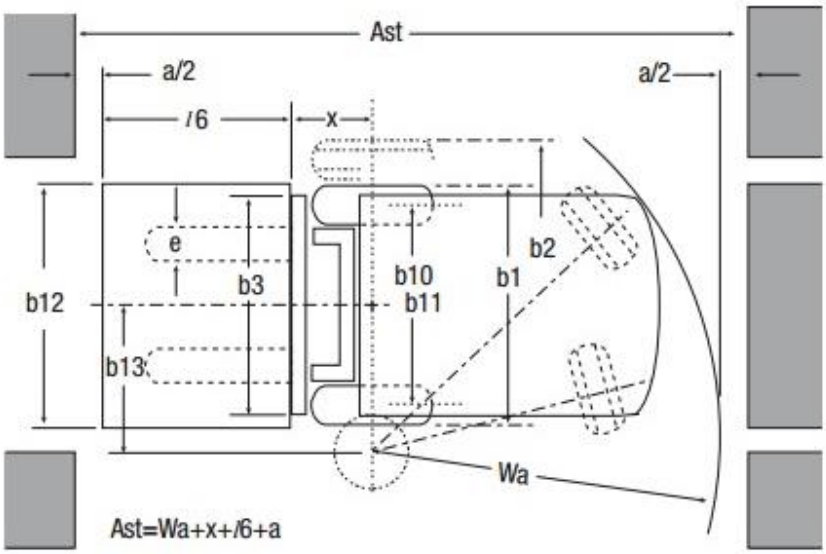
Rozměry a jiné údaje

Výrobci vysokozdvižných vozíků se řídí z pravidla normou ČSN ISO 5053, která stanovuje základní rozměry a parametry daného vysokozdvižného vozíku. Ty jsou velmi důležitou složkou při srovnávání, jednotlivých výrobců. Jako je například rychlost, zdvih a poloměr otáčení, které jsou důležité při výběru vozíku. (viz) obr. 3.



Obr. 3 Hlavní parametry vzv [16]

Parametry rozhodují také o tom, v jakém prostředí se může vozík pohybovat (maximální úhel stoupání, šířka samotného vozíku a také délka)



Obr. 4 Další parametry vzv [16]

Kde:

h1	Výška se spuštěným stožárem
h2	Normální volný zdvih
h3	Jmenovitá výška zdvihu
h4	Výška se zvednutým stožárem
h5	Maximální výška volného zdvihu
Q	Jmenovitá nosnost
c	Těžiště nákladu
Ast	Šířka pracovní uličky
Wa	Poloměr otáčení
a	Bezpečnostní vzdálenost
b12	Šířka palety

Vysokozdvižné vozíky lze rozdělit podle konstrukce, počtu kol, podle směru vidlic. Konstrukce vozíků: je: lehká, která má užitečnou nosnost 600-1000kg, střední s užitečnou nosností 1000-3000kg a vozíky těžké s nosností nad 3000kg. Nejtěžší vozíky jsou určeny k manipulaci s kontejnery a jsou schopny je stohovat do tří vrstev.

Počtem kol se mohou dělit na tříkolové a čtyřkolové. Tříkolové vozíky mají nižší hmotnosti a u výrobců jsou v zastoupení s elektrickými pohony. Vozíky čtyř kolové, jsou nejběžněji využívané a mají různá provedení. Velikost kol určuje zejména prostředí, ve kterém se budou pohybovat. Velká kola jsou vhodná do terénu. Nižší jsou vhodné do hal a krytých prostor.

Pro skladovací operace s paletami se využívá celních vozíků, které jsou vybaveny naklápěcím zařízením. Toto přídavné zařízení usnadňuje nabírání, ale také stabilitu nákladu při naklopení vzad.

Mezi zvláštní typy vysokozdvižných vozíků patří takové, které jsou upraveny pro stísněné prostory. Vozíky mají s křížovým pojezdem a všechna kola jsou otočná o 90 stupňů. Dalším zástupcem je vozík s otočnými vidlicemi, ten jsou uzpůsobeny, aby mohly zasouvat materiál do příslušných regálů ze strany. Posledním příkladem je vozík tzv. výtahový, u něhož je řidič zvedán spolu s plošinou.
Moderním trendem v manipulační technice je automatizace. Dostává se mezi vysokozdvižné vozíky. Využití automatizačního řízení je v různé míře. Některé přenáší pouze prvky instrukcí až po jiné plně automatizované, pracují jako robot. [27]

2 DRUHY POHONŮ

Charakteristickým rysem každého vysokozdvižného vozíku je pohon. Podle tohoto parametru výrobci rozdělují nejčastěji na vozíky se spalovacím motorem a elektrickým. Spalovací motory můžeme dále rozdělit do skupin podle paliva. Tento parametr je pak nedílnou součásti při výběru vysokozdvižného vozíku, který výrazně ovlivňuje vlastnosti. Jako je doba provozu, ekologičnost, hlučnost apod. [27],[13]

2.1 S RUČNÍM POHONEM

Vozíky s ručním pohonem, tlačí obsluha vozíku, snesou menší zatížení. Jsou založeny na mechanicko-hydraulickém principu. Využívá se jich zejména v menších firmách, kde se manipuluje s materiálem uloženém na EURO paletách nebo přepravních bednách. Vozíky mají nosnost pohybující se kolem 1000 kg. Pro ovládání toho to druhu není potřeba zvláštní oprávnění, což je výhodou. [27],[13]



Obr. 5 Ruční vysokozdvižný vozík [23]

2.2 ELEKTRICKÉ POHONY

Jedná se o pohon vysokozdvižných vozíků využívající elektromotor a akumulátory. Předností těchto pohonů je tichost a čistota. Na rozdíl od spalovacích nevypouštějí plyny, které by se museli odvětrávat z uzavřených prostor. Elektrické - akumulátorové jsou tedy pro tyto prostory vhodné. Konstrukce vozíků bývá nejčastěji tříkolová nebo čtyřkolová. Čtyřkolové konstrukce jsou navrženy pro náročnější práce (vyšší hmotnosti přepravovaného materiálu a zdvihy). Vozíky se třemi koly mají samostatně poháněné kolo umístěno v zadní části vozíku. Nosnost přepravovaného materiálu může dosahovat až 5 000 kg. Pohon je realizován elektromotorem, který je napájen akumulátorem, který slouží také jako vyrovnávací závaží. [27],[13]



Obr. 6 Elektrický vozík Jungheingrich EFG320 [14]

2.2.1 AKUMULÁTORY

Akumulátory jsou zařízení, které hromadí elektrickou energii. Elektrický akumulátor je zařízení, které nám umožňuje hromadit elektrickou energii. Je charakterizován napětím, jmenovitou kapacitou, hmotností. Používají se akumulátory o napětí 24V, 48V a 80V. Mezi nejrozšířenější akumulátory patří olověné nebo často nazývané kyselé. U nich je kyselina elektrolytem. [27]



Obr. 7 Výměna akumulátoru [14]

2.2.2 ELEKTROMOTORY

Jedná se o stroje, které mění elektrickou energii na mechanickou energii. Motory se skládají ze dvou základních částí, pohyblivé části – rotoru a nepohyblivé části – statoru. Rotor se otáčí uvnitř statoru. Základním principem činnosti elektromotoru spočívá v tom, že průchodem proudu vinutím statoru a vinutím rotoru vytváříme dvě magnetická pole, která na sebe vzájemně působí přitažlivými a odpudivými silami tak, že se rotor otáčí. Pro vysokozdvižné vozíky se používají stejnosměrné sériové motory, protože vyžadují velkou tažnou sílu při rozběhu. [27]



Obr. 8 Průřez elektrického vozíku [24]

2.3 SPALOVACÍ MOTORY

Použití spalovacího motoru je u manipulačních zařízení využívám především pro práci v místech, kde není zaveden elektrický proud, nebo pro prostředky s velkým akčním rádiusem, které se pohybujícím většinou mimo kryté prostory. Práce spalovacího motoru je založena na spalování paliva. Tepelná energie, která se přitom uvolňuje, se v motoru přemění na mechanickou energii. Vytvořená mechanická energie se používá na pohon vozíku a k ovládání hydraulického sloupce. Nejčastějším typem spalovacích motorů jsou motory vznětové, palivem je nafta (diesel) nebo motory zážehové, používá se stlačený plyn či benzín. U toho to druhu vozíku se nejčastěji udává výkon motoru, jmenovité otáčky, zdvihový objem a další (viz. tabulka č.2 a 3).



Obr. 9 Průřez vznětovým motorem [13]

2.3.1 ROZDÍL VE SPALOVÁNÍ V ZÁŽEHOVÝCH A VZNĚTOVÝCH MOTORECH

V zážehových spalovacích motorech je do válce vstříknuta směs paliva a vzduchu. Vlivem pohybu pístu nahoru se zvětšuje teplota a tlak směsi. Při maximálním zdvihu pístu dojde k zažehnutí směsi pomocí jiskry, kterou vytvoří svíčka. Po zažehnutí se zvýší teplota a tlak natolik že tlačí píst směrem dolů.

Nejčastější látkou, která je plněna do vozíků jako palivo je LPG. Je využívané především pro nízkou cenu LPG, snadné doplnění paliva a ekologičnost. Ale dosahují poněkud nižších výkonů motoru v porovnání se zážehovými motory. [27]



Obr. 10 Vozík na LPG [25]

Ve vznětových motorech je do volného místa nad pístem přiveden vzduch. Pohybem pístu se stlačí vzduch a dojde ke zvýšení teploty. V horní poloze pístu se do vzduchu vstříkne jemně rozptýlené palivo. Vlivem vysoké teploty vzniklé od vysokého tlaku dojde k hoření paliva, nastane výbuch a vzniklý tlak tlačí píst směrem dolů.

Motory jsou někdy také označovány jako dieselové, jejich palivem je nafta neboli diesel. Zážehové motory se nemusí nabíjet, mají vyšší výkon a často také vyšší nosnost díky tužší konstrukci. Nevýhodou je hlučnost a nejsou vhodné do uzavřených prostor. Další nevýhodou je cena provozu a v dnešní době i důraz na ekologičnost. [27]



Obr. 11 Vozík se vznětovým motorem [26]

2.4 HYBRIDNÍ POHONY

V automobilovém průmyslu je moderním trendem uvádět vozidla s hybridním motorem, tento trend se také dotkl manipulační techniky. Měla by být úspornější a využívat kombinovaného výkonu, a produkce emisí by měla být velmi nízká.

Zástupcem je RX 70 od firmy Still, která těchto hybridních motorů využila jako první. Jsou vybaveny energetickými zásobníky pro zpětné získání energie. Mají tu výhodu, že uchovávají vysokou koncentraci energie a výkonu.

„Kombinace spalovacího motoru, elektromotoru a dvou systémů ukládání energie zajišťují výkonný a zároveň úsporný provoz vysokozdvižného vozíku RX 70 Hybrid.

Objevte nový zdroj ve způsobu šetření energie - hybridní pohon. Snížení počtu otáček spalovacího motoru při akceleraci snižuje kromě spotřeby nafty i hlučnost vozíku na minimum. V závislosti na druhu vykonávané práce je spotřeba paliva v porovnání s modelem RX 70 snížena o 0,8 litrů paliva na hodinu práce. To znamená, že RX 70 Hybrid ušetří až 20% paliva.

Díky jedinečné vlastnosti - ukládání energie do dvouvrstvých kondenzátorů, RX 70 Hybrid umožňuje rychle ukládat přebytečnou energii a opět je rychle používat, zejména pro dosažení větší akcelerace při nakládání nebo při zvedání nákladu.“ [18]

2.5 HYDRAULICKÉ SYSTÉMY-PŘEVOD ENERGIE

Mechanickou energie vytvořenou v motoru, který pohání stroj, lze dále přeměnit na hydraulickou energii, která se vyznačuje tlakem a prouděním.

Hydraulické pohony se velmi často používají u zdvihacích zařízeních jeřábů a vysokozdvižných vozíků na otáčení, sklápění a pojezd.

Hydraulické systémy můžeme rozdělit podle způsobu přenosu na hydrostatické a hydrodynamické.

Hydrostatické jsou takové, kde je tlaková energie výrazně větší než kinetická i potenciální energie. Obvykle se používá pístu a příslušného válce, ve kterém se pohybuje výstupní člen systému, zajišťuje rovnoměrný pohyb při stálém zatížení.

„V principu jde o hydraulický válec, jehož píst koná přímočarý vratný pohyb, působící na příslušný mechanismus, nebo o motor rotační. Tlakovou kapalinu, nejčastěji olej, dodává hydromotoru rotační hydrogenerátor, které je poháněné elektromotorem nebo spalovacím motorem. Nelze tedy mluvit o hydraulickém pohonu, nýbrž jen o hydraulickém převodu.“[27,str. 13]

3 ZVEDACÍ MECHANISMUS RÁMU

Vysokozdvižný vozík má několik druhů zvedacích mechanismů. V dnešní době je nejpoužívanější hydraulický s řetězem. Tento typ mechanismu využívá převážná většina výrobců, některé jsou upraveny, ale základní princip zůstává stejný.

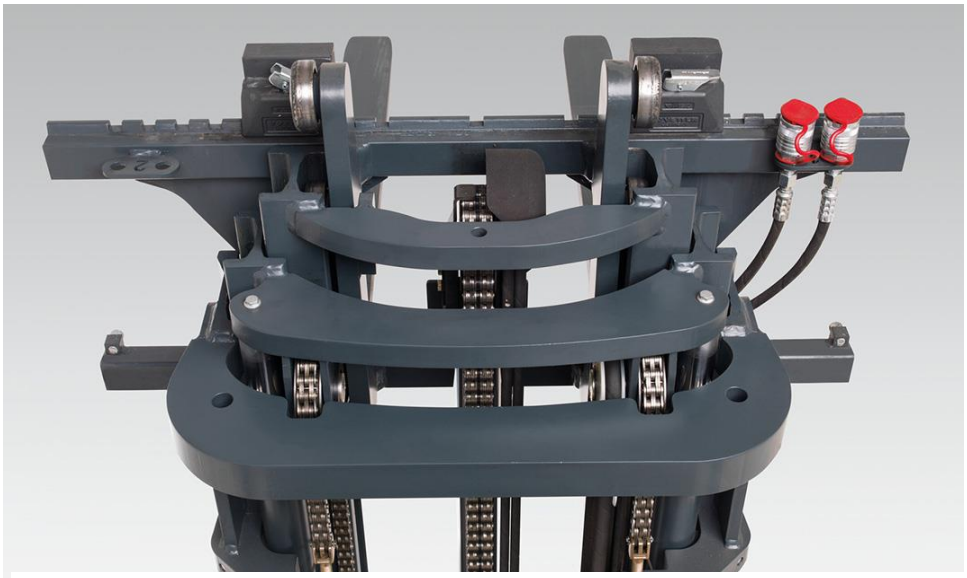
Pro dosažení vyššího zdvihu je buď možné zvětšovat základní rám, což je ale velmi nepraktické. Vozík limituje výška dveří či vrat. Využívá se víceúrovňového zdvihu, dvou či tří, které se nazývají duplex a triplex. Oba dva principy pracují velmi podobně, liší se pouze v počtu součástí.

3.1 PRINCIP

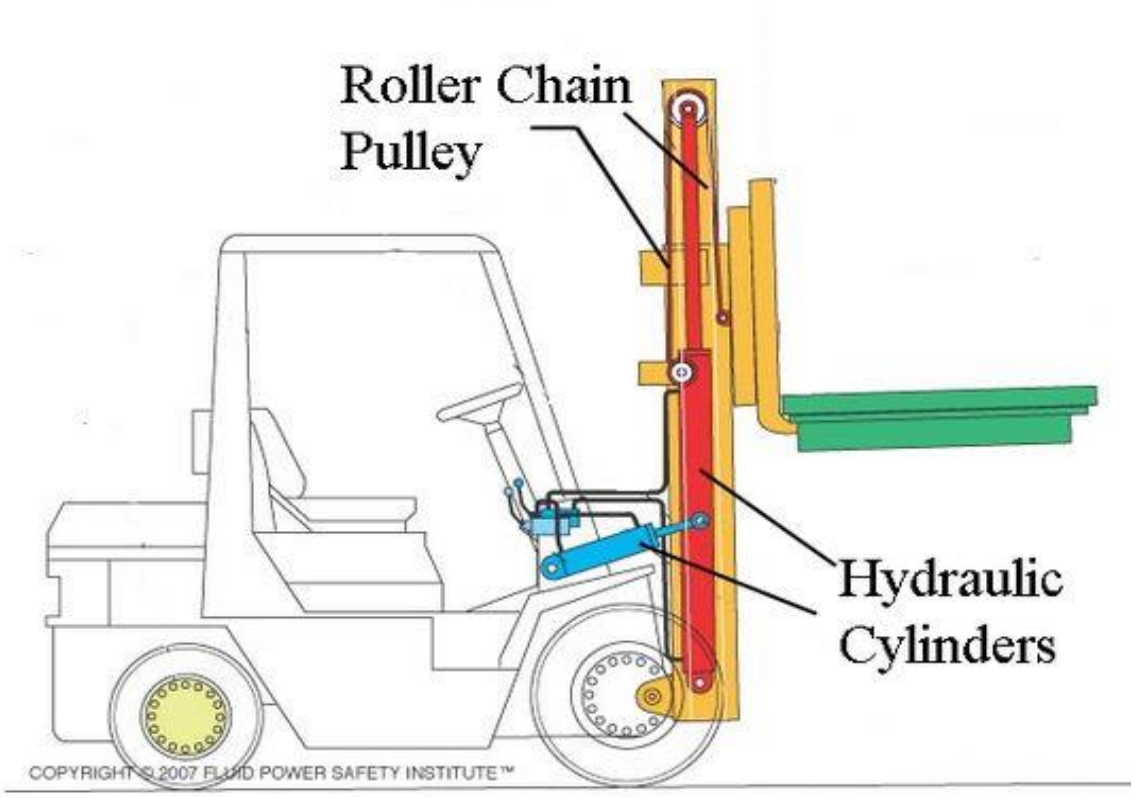
Konstrukce je tvořena dvěma rameny, které jsou souměrné. Tyto ramena jsou ve vrchní části přemostěna. Jak je vidět na obrázku č.12. Přímočarý hydromotor může být jeden nebo dva, které jsou v postranních ramenech. Díky většímu počtu přímočarých hydromotorů je možné použít pístnice o menším průměru. Ten uzvedne menší hmotnost, zlepší výhled. Mechanismus s jedním hydromotorem je nutné umístit do středu, aby se zatížení úměrně rozložilo.

Principem funkce je pohyb přímočarého hydromotoru, který je na konci opatřen řetězovou kladkou, okolo níž je natažen řetěz. Při zdvihu pístnice se díky tomuto převodu zdvojnásobuje celkový zdvih. Jedna strana řetězu je pevně připevněna ke konstrukci vozíku a po celou dobu je v klidu. Druhý konec toho to řetězu je upevněn k vidlicím, tedy mění polohu v závislosti na výšce pístu. Druhý hydromotor, který obsahuje tento mechanismus, slouží k naklápění konstrukce ke zbytku vozíku. Tím jsou zlepšeny přepravovací a nakládací vlastnosti.

Pístnice je zvedána pomocí oleje, který je do oblasti pod pístnicí vháněn hydrogenerátorem. Ten si bere olej ze zásobníku, který vozík obsahuje. Hydrogenerátor je poháněn motorem vozíku. Pomocí řídícího ventilu se blokuje odvod nebo přívod kapaliny, aby nedošlo k nebezpečnému poklesu vidlí s materiálem. Dále plní funkci bezpečnosti, aby nebylo překročeno kritické zatížení, pro kterou byl navržen. [27],[12]



Obr. 12 Systém triplex [14]



Obr. 13 Princip zvedacího mechanismu [12]

3.2 SIMPLEX

Simplex pracuje na stejném principu, jak je popsán výše v kapitole 3.1. Jsou to obvykle vozíky, které mají jednoduchý rám, proto tento typ nedosahuje velkých zdvihů. Nosníky jsou profilované do U tvaru, v nichž je vedena nosná deska s přidělanou.

3.3 DUPLEX A TRIPLEX

U provedení duplex a triplex využívá teleskopických sloupků, které výrazně zvětšují zdvih, při zachování poměrně nízké výšky v klidovém stavu. Při zdvihu se pohybuje vzhůru napřed samotná nosná deska s vidlicí a až dosáhne konce vnějšího rámu, začne se vysouvat vnitřní rám. Zdvih nosné desky, při němž se ještě nezačíná vysouvat zvedací rám , kde se nezvětšuje průjezdná výška vozíku se nazývá tzv. volný zdvih. Vozíky s velkým volným zdvihem jsou vhodné pro práci v nízkých prostorách, v krytých žel. vozech, kontejnerech apod. [12],[27]

4 REKUPERACE ENERGIE

Rekuperace brzdné energie

Hlavním cílem této metody je vrátit energii vytvořenou při brzdění zpět do vozidla, tak by mohla pohánět jiné, zejména elektrické zařízení nebo ji později využít při rozjezdu. Tento druh rekuperace je vhodný pro vozidla, která musejí často zastavovat a rozjíždět se. V automobilovém průmyslu se začalo toho to využívat zejména u autobusů městské dopravy. Poté se rekuperace rozšířila jako součást hybridních pohonů. U nás se toho také využívá. V metru hlavního města nebo u tramvají. S pokrokem technologií se již s rekuperací brzdové energie setkáváme v běžných osobních automobilech. Tak to vybavené automobily by měli jezdit ekologičtěji. [9]

„Všechny systémy rekuperace brzdné energie se obecně skládají z akumulátoru a soustavy pro přenos energie mezi pohonným ústrojím a tímto akumulátorem. Směr a intenzita přenosu energie je řízena inteligentní řídící jednotkou. „ [10, str. 6]

Takto vytvořenou energii lze akumulovat několika způsoby. Mezi nejběžnější patří mechanické, elektrické nebo chemické akumulátory.

Největší podíl mají akumulátory s elektrodynamickým přenosem výkonu. Tyto akumulátory mají nevýhodu ve vyšší hmotnosti a nižší životnosti akumulátoru. [9]

„Vysokozdvižný vozík s ohledem na cíl práce bude vybaven elektrickým pohonem pojezdu a hydrogenerátorem hydraulického obvodu poháněným rovněž elektromotorem. Při zvedání břemene bude hydrostatický převodník poháněný elektromotorem pracovat v generátorovém režimu, přičemž bude čerpat energii udrženou v akumulátoru. Při spouštění břemene je možné určité množství energie využít pro dobíjení superkapacitoru. Z něj při následujícím odběru bude přednostně čerpána energie pro provedení pracovní operace. Hydraulický obvod s rekuperací energie tedy vyžaduje, aby při spouštění břemene hydrostatický převodník pracoval v motorovém režimu a poháněl elektromotor pracující v generátorovém režimu.“ [5, str. 45]

Stop star systém

Metoda se v nynější době objevuje čím dál častěji v automobilech. Pracuje s automatickým vypínáním motoru při zastavení vozidla, ale při udržení některých systémů např. klimatizace. Při rozjezdu pracuje pouze elektromotor. Tímto lze snížit spotřebu paliva. Díky principu práce vysokozdvižných vozíky, by bylo možné stop start systém použít i u nich. Kvůli častému vybíjení a nabíjení akumulátoru se snižuje jeho životnost. Metoda je principiálně jednoduchá a dosahuje relativně velké úspory. [9]

Hydrostatický regenerativní brzdový systém

Jedná se o systém rekuperace HRB, kdy je využit tekutinový akumulátor s hydrostatickým přenosem výkonu. Tento systém se zkušebně nasazuje do vysokozdvižných vozíků. Jde převážné o HRB se sériovým hydraulickým obvodem. Metoda dosahuje až 25 % úspory paliva, dále akumulační nádrž nevyžaduje údržbu a neničí se opakovaným nabíjením. Využívá tekutinových akumulátorů.

Tekutinový akumulátor

Tento akumulátor je založen na stlačování media v uzavřené nádobě. Médiem může být vzduch. Měl by být stlačován vháněním kapaliny do nádoby pomocí hydrogenerátoru. Při spouštění břemene se energie uvolněná spouštěním, přeměňuje na tlakovou. Přenos probíhá pomocí hydraulického pístnice, v které se medium nachází. Spouštěním se přebytečné množství kapaliny místo do zásobníku media vhánělo do tekutinového akumulátoru, kde by „čekalo“ na možné využití při dalším zdvihu. Toto by mohlo ulevit zatížení hydrogenerátoru, které vhání medium do pístnice přímočarého motoru. [10];[9]

Tyto typy akumulátorů se vyznačují poměrně vysokým výkonem, přesto je jejich měrná energie nízká. Proto je nutné je konstruovat velmi objemné a těžké.

Mechanický akumulátor

Jedná nejčastěji o setrvačníky. Jsou výborné k akumulaci energie na krátkou dobu. Jde o rotační těleso umístěné na hřídeli. Akumulovaná energie je pak závislá na hmotnosti a otáčkách hřídele. Během akumulace však dochází k úbytku energie, především vlivem ložisek a vzduchu obklopující setrvačník. Kvůli takto vzniklým ztrátám je nutné setrvačníky umístit do utěsněných skříní, kde je kladen důraz na těsnost. Skříně však zvětšují celkovou hmotnost konstrukce. Oproti jiným způsobům akumulace má setrvačník dlouhou životnost a neklade žádnou ekologickou zátěž. Tento systém je převážně uplatňován v automobilové dopravě a také v hromadné dopravě u autobusů. [10]

5 SROVNÁNÍ VZV

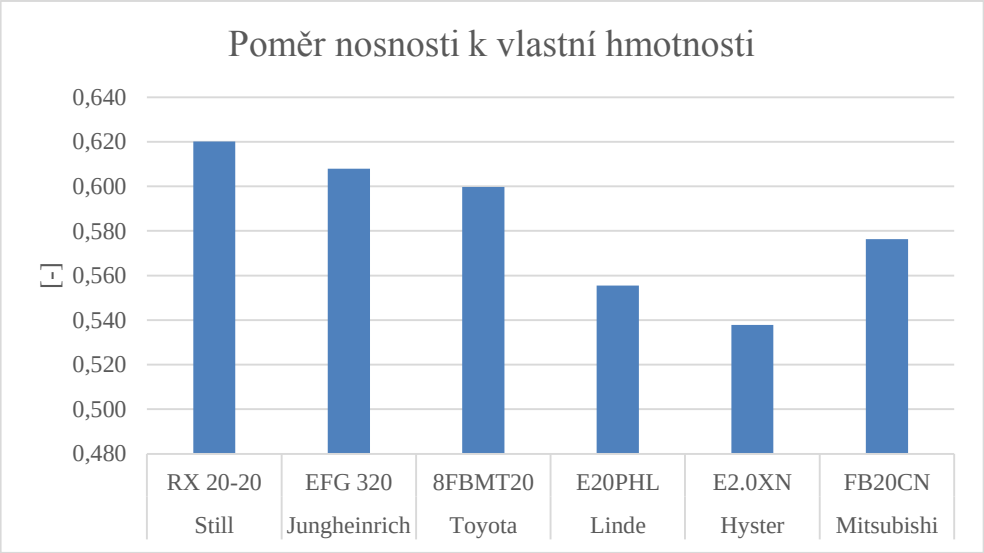
Pro náhled srovnání vozíků je zde vybráno několik čelních výrobců. Jsou to největší světové firmy v oblasti manipulace. Tito výrobci jsou Still, Linde, Toyota, Mitsubishi, Hyster a Jungheinrich. Data pro vytvoření tabulek a následné vytvoření grafů, jsou vybrána ze stránek výrobců. Je možné, že výsledné vlastnosti vozíků jsou v reálném stavu poněkud jiné. Tím je myšleno, že udávané parametry jako například spotřeba nemusí být shodné se skutečnou spotřebou, atd. Je to zejména ovlivněno za jakých podmínek se vozíky testují. Pro srovnání je třeba vycházet z hodnot, které tito výrobci uvádí v podkladech k jednotlivým typům vozíků.

Hlavním kritériem, které je použito pro výběr vozíků, je nosnost 2000 kg a výška zdvihu alespoň 4 m. Tyto parametry byly vybrány kvůli možnému srovnání. Je nepraktické srovnávat vysokozdvižné vozíky různé třídy a konstrukce, která při srovnání hraje hlavní roli.

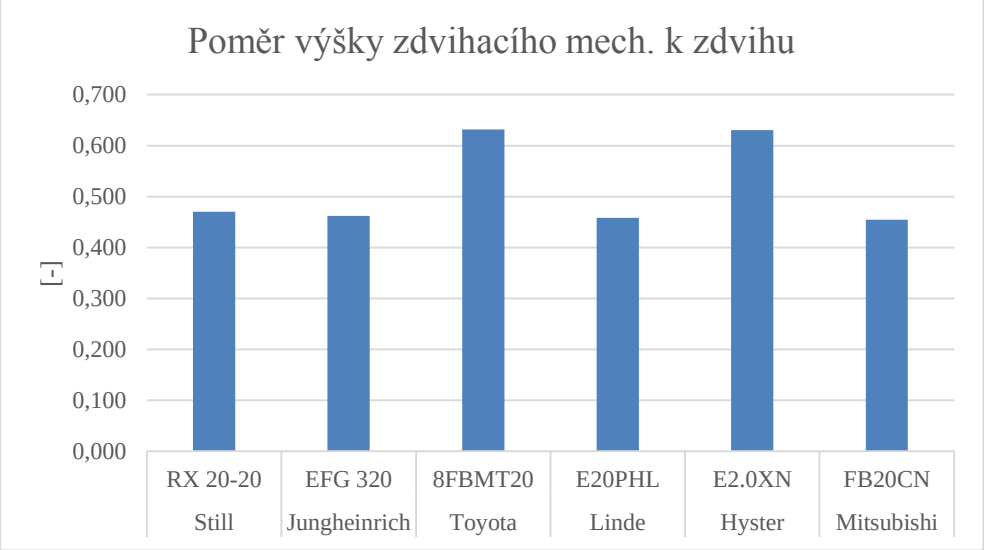
5.1 VOZÍKY S ELEKTRICKÝMI MOTORY

Tabulka 1 Srovnání vozíků s elektrickými motory

Výrobce + typ vzv			Still	Jungheinrich	Toyota	Linde	Hyster	Mitsubishi
			RX 20-20	EFG 320	8FBMT20	E20PHL	E2.0XN	FB220CN
Pohon + palivo			electric	electric	electric	electric	electric	electric
typ zvedacího rámu			triplex	triplex	triplex	triplex	triplex	triplex
nosnost	Q	[t]	2	2	2	2	2	2
těžiště břemene	c	[mm]	500	500	500	500	500	500
vlastní hmotnost	m	[kg]	3225	3290	3335	3600	3719	3470
výška zdvihového zař.	h1	[mm]	1960	2032	2820	2121	2730	1960
zdvih	h3	[mm]	4165	4400	4465	4625	4330	4310
poloměr otáčení	Wa	[mm]	1727	1985	1845	1821	1692	1910
napětí		[V]	48	48	48	48	48	48
Výdrž akumulátoru		[Ah]	575	750	660	840	690	720
pracovní tlak pro přídavná zařízení	p	[bar]	250	200	183	170	180	181
poměr nosnosti k vlastní hmotnosti	$\frac{Q}{m}$	[-]	0,6202	0,6079	0,5997	0,5556	0,5378	0,5764
poměr výšky zdvihacího mech. K zdvihu	$\frac{h1}{h3}$	[-]	0,4706	0,4618	0,6316	0,4586	0,6305	0,4558



Graf 1 elektrický motor - poměr nosnosti k vlastní hmotnosti



Graf 2 elektrický motor –poměr výšky zdvih. mech. k zdvihu

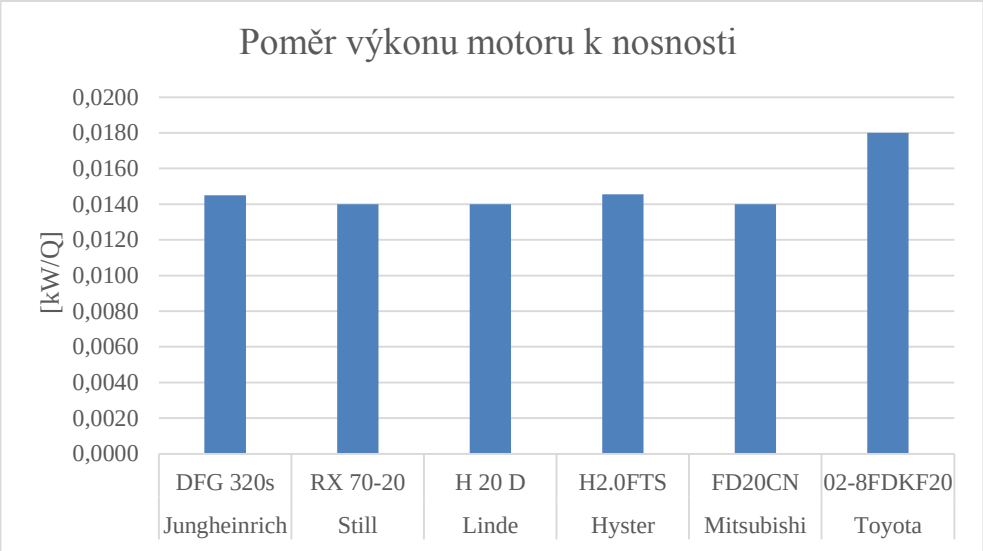
Zde je porovnání elektrických vysokozdvižných vozíků, které byly vybrány jako typičtí představitelé své třídy. Jedná se o vozíky již zmíněné nosnosti a zdvihu, ale také zde přibylo kritérium ve formě počtu kol, které tyto vozíky mají. Jedná se o čtyřkolové vozíky, aby bylo případně možné srovnat parametry elektrických vozíků a vozíků se spalovacím motorem.

Grafy jsou konstruovány z vypočtených hodnot poměru výšky zdvihového mechanismu k výšce zdvihu a poměru nosnosti k vlastní hmotnosti. Jelikož se dělí hodnoty stejných jednotek, je výsledek bezrozměrný. Podle parametru hmotnosti a nosnosti je patrné, že čím větší tento poměr vyšel tím je daná konstrukce účelnější. V tomto případě je na prvním místě vozík od firmy Still. V následujícím grafu jsou uvedeny do souvislosti výšky mechanismu za klidu a pracovní výška (zdvih). Zde se očekává, že by hodnoty měly být naopak co nejmenší, z grafu ovšem vyplývá, že výrobci jsou v těchto parametrech velmi podobní.

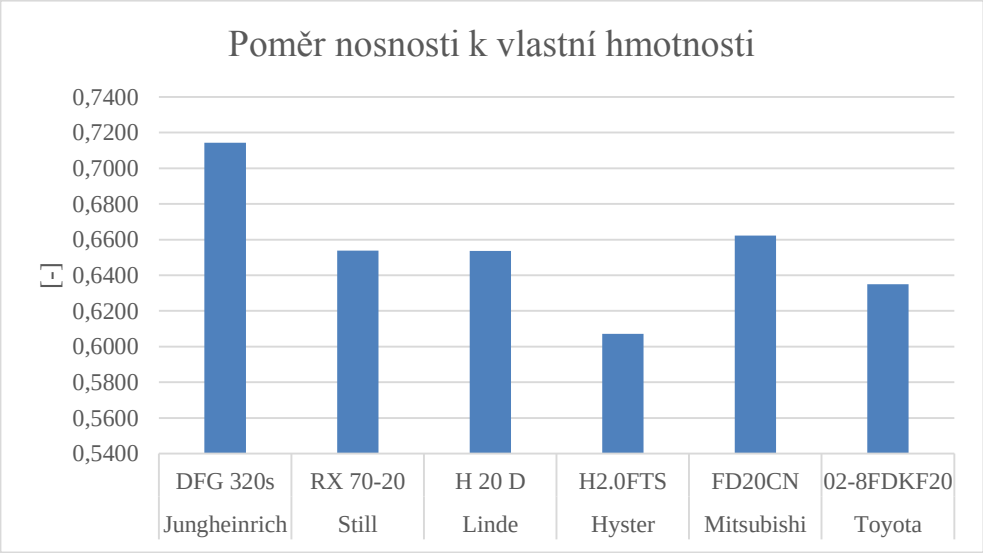
5.2 VOZÍKY SE VZNĚTOVÝMI MOTORY

Tabulka 2 Srovnání vozíků s vznětovými motory

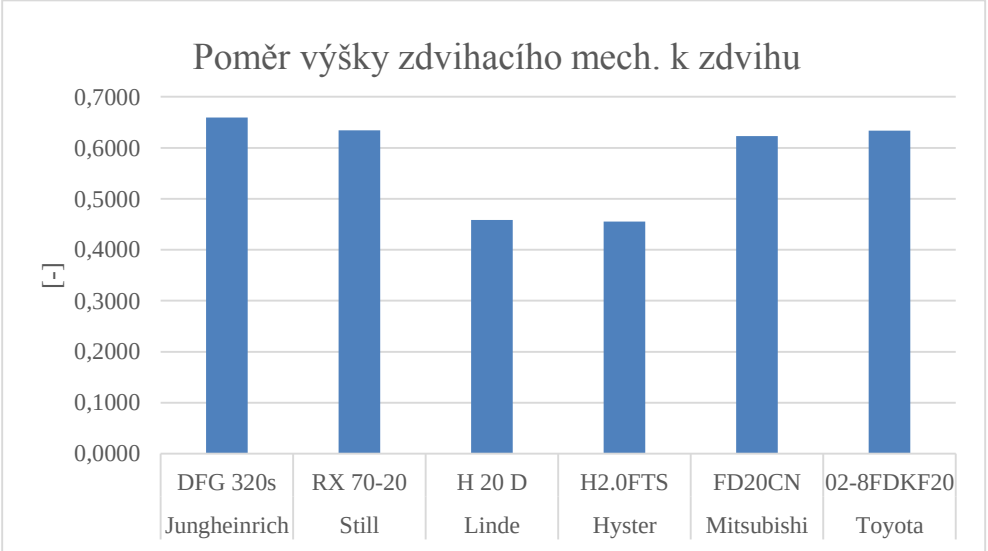
Výrobce + typ vzv			Jungheinrich	Still	Linde	Hyster	Mitsubishi	Toyota
			DFG 320s	RX 70-20	H 20 D	H2.0FTS	FD20CN	02-8FDKF20
Pohon + palivo			vznětový	vznětový	vznětový	vznětový	vznětový	vznětový
typ zvedacího rámu			triplex	duplex	triplex	triplex	simplex	triplex
nosnost	Q	[t]	2	2	2	2	2	2
těžiště břemene	c	[mm]	500	500	500	500	500	500
vlastní hmotnost	m	[kg]	2800	3059	3060	3294	3020	3150
výška zdvihového zař.	h1	[mm]	3100	2760	2121	2025	2790	2825
zdvih	h3	[mm]	4700	4350	4625	4450	4480	4460
poloměr otáčení	Wa	[mm]	2055	1998	2041	1985	2022	2040
výkon motoru	P	[kW]	29	28	28	29,1	28	36
pracovní tlak pro přídavná zařízení	p	[bar]	160	230	170	155	180	147
poměr výkonu motoru k nosnosti	$\frac{P}{Q}$	[kW/kg]	0,0145	0,0140	0,0140	0,0146	0,0140	0,0180
poměr nosnosti k vlastní hmotnosti	$\frac{Q}{m}$	[-]	0,7143	0,6538	0,6536	0,6072	0,6623	0,6349
poměr výšky zdvihacího mech. K zdvihu	$\frac{h1}{h3}$	[-]	0,6596	0,6345	0,4586	0,4551	0,6228	0,6334



Graf 3 vznětový motor - poměr výkonu k nosnosti



Graf 4653 vznětový motor - poměr nosnosti k vlastní hmotnosti



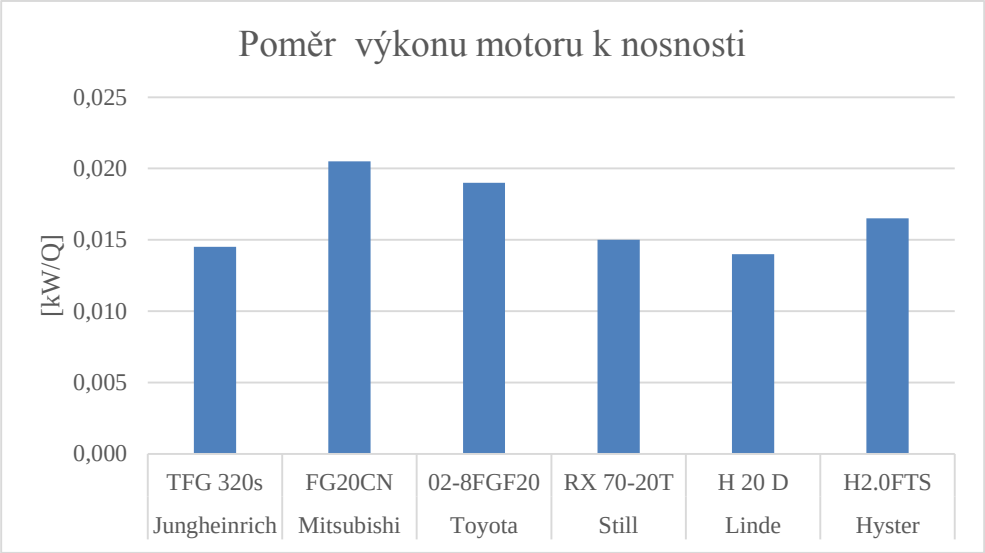
Graf 5 vznětový motor - poměr výšky zdvih. mech. k zdvihu

Výpočtové parametry pro porovnání vysokozdvižných vozíků se zážehovým motorem jsou stejné jako u elektrických, ale je tu jedno kritérium navíc. A to poměr výkonu motoru k nosnosti zařízení. Zde je opět důležité, aby výsledný poměr vyšel co nejvyšší. Po zhodnocení těchto kritérií je v prvním grafu (5) nejlepší Toyota. Z hlediska hmotnostních poměrů vychází Jungheingrich. V posledním kritériu je podle parametrů nejlepší H20 D od firmy Linde. Ze závěru tohoto srovnání vychází, že jsou všechny uvedené vozíky rovnocennými „soupeři". Zákazník, který bude mít zájem o tyto vozíky, se bude orientovat pouze v kritériích, jenž jsou důležité pro daný účel.

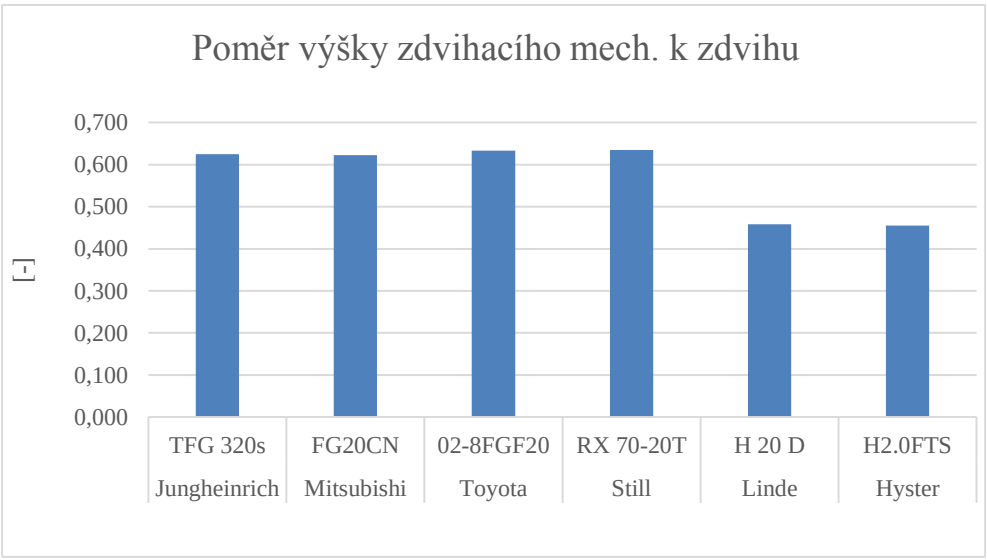
5.3 VOZÍKY SE ZÁŽEHOVÝMI MOTORY

Tabulka 3 Srovnání vozíků se zážehovými motory

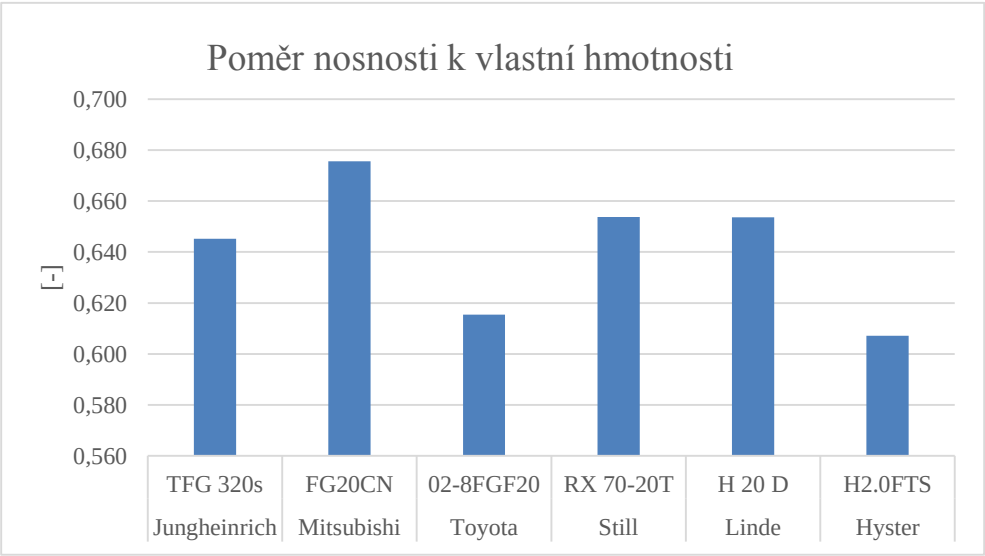
Výrobce + typ vzv			Jungheinrich	Mitsubishi	Toyota	Still	Linde	Hyster
			TFG 320s	FG20CN	02-8FGF20	RX 70-20T	H 20 D	H2.0FTS
Pohon + palivo			plynový	plynový	plynový	plynový	plynový	plynový
typ zvedacího rámu			duplex	triplex	triplex	duplex	triplex	triplex
nosnost	Q	[t]	2	2	2	2	2	2
těžiště břemene	c	[mm]	500	500	500	500	500	500
vlastní hmotnost	m	[kg]	3100	2960	3250	3059	3060	3294
výška zdvihového zař.	h1	[mm]	2812	2790	2825	2760	2121	2025
zdvih	h3	[mm]	4500	4480	4460	4350	4625	4450
poloměr otáčení	Wa	[mm]	2055	2022	2200	1998	2041	1985
výkon motoru	P	[kW]	29	41	38	30	28	33
pracovní tlak pro přídavná zařízení	p	[bar]	160	180	147	230	170	155
Poměr výkonu motoru k nosnosti	$\frac{P}{Q}$	[kW/kg]	0,0145	0,0205	0,0190	0,0150	0,0140	0,0165
poměr nosnosti k vlastní hmotnosti	$\frac{Q}{m}$	[-]	0,6452	0,6757	0,6154	0,6538	0,6536	0,6072
poměr výšky zdvihacího mech. K zdvihu	$\frac{h1}{h3}$	[-]	0,6249	0,6228	0,6334	0,6345	0,4586	0,4551



Graf 6654 zážehový motor - poměr výkonu k nosnosti



Graf 7 zážehový motor - poměr zdvih. mech. k zdvihu



Graf 8 zážehový motor - poměr nosnosti k vlastní nosnosti

Z hlediska konstrukce vozíku není rozdíl mezi vzv se vznětovým motorem nebo se zážehovým. Větší odlišnost mezi nimi byla pouze ve formě typu zdvihového mechanismu. Ten se obvykle pro dosah nad 4 metry volí jako duplex nebo spíše triplex. To je možné vidět v porovnání vozíku od společnosti Jungheinrich, respektive typ TFG 320s a DFG 320 s. Zde je volen jiný typ již zmiňovaného mechanismu, další odlišností je změna hodnoty výkonu, která se pohybuje v rozmezí 5kW.

6 PŘEDPOKLÁDANÉ VÝVOJOVÉ TENDENCE

Další vývoj vysokozdvižných vozíků bude velmi podobný jako rozvoj automobilového průmyslu. Protože automobilový průmysl je jedním z ukazatelům, jaký trend v budoucnosti nastane. V dnešní době je velmi populární kombinování různých pohonů tzv. hybridů, dá se předpokládat, že se tento trend rozšíří i do ostatního průmyslu, tedy i mezi vysokozdvižné vozíky. Jak je napsáno výše v kapitole (2.4) firma Still již takový vozík má v nabídce. Takové vozíky budou zaměřeny na zákazníky, kteří budou chtít zmenšit svoje náklady a také na ty kterým dělá starost ekologický dopad na životní prostředí.

Další možností je rozvoj pohonů na alternativní paliva, jako je například vodík. Na tomto pohonu pracuje firma Linde ve spolupráci se společnosti BMW. Jedná se tedy spíše o palivové výměnné články. Ty by měly mít velmi podobné vlastnosti jako vozíky s elektrickým pohonem, ale bez nákladné výměny akumulátoru a zdlouhavé doby nabíjení. U elektrických vozíků hraje velkou roli cena akumulátoru, která musí vydržet určitý počet cyklu nabíjení. Za tento druh pohonu získala firma Linde od Německé vlády grand v hodnotě několika milionů eur.[8]

Je možné, že se v budoucnosti objeví i vysokozdvižné vozíky, které budou jezdit na solární energii. Není však pravděpodobné, že by samotná solární energie mohla sloužit k pohonu vozíku, proto bude nejspíše spojena jako hybridní součást elektrických vozíků. To bude pouze za předpokladu, že se pokrok v technologii solárního nabíjení uskuteční. Toto řešení bude určeno pro vozíky, které jsou v převážné většině pracovní doby mimo halu, tedy na otevřeném prostoru, kde by se mohly články dobíjet.

V předchozích odstavcích je výhled především z pohledu pohonů, které jsou převážně rozdělovány tímto parametrem. Moderním trendem v manipulaci je automatizace dopravník, jako jsou přepravní vozíky a zakladače. Pravděpodobně se úplná automatizovaná manipulace rozšíří více mezi vzv. To by znamenalo, že vzv by pracovali zcela bez kontroly řidiče. Kontrola bude prováděna pomocí počítačů a naváděcího systému. Možností řízení pohybuje mnoho např. kovovou páskou, souřadnicovým systém nebo za pomoci indukční cívky. Takto již pracují přepravní vozíky v některých firmách. U vzv by mohl nastat problém při otáčení a manipulaci s objemným materiálem. To by mohlo způsobovat kolize na pracovišti, pokud by neměl vozík dostatek senzorů, které by tomu zabránili.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání různých koncepcí mechanismů a pohonů. V úvodní kapitole byli popsány základní vlastnosti vysokozdvižných vozíků. Hlavním srovnáním je především druh pohonu, který vysokozdvižný vozík pohání. Z toho důvodů je v práci na tento parametr kladen velký důraz. Při porovnávaní je také uvedena řada výhod a nevýhod, které jednotlivé koncepce mají a podle niž se řídí zákazník při výběru. Dále je zde porovnání typických zástupců vysokozdvižných vozíků vybraných výrobců. Vybrané firmy patři mezi nevětší výrobce vysokozdvižných vozíků na světě. Pro porovnání bylo třeba vozíky rozdělit do kategorií podle typu pohonu. Takto vzniky tři skupiny vozíků. První skupinou jsou vozíky s elektrickým pohonem, duhou vozíky se vznětovým pohonem a poslední vozíky se zážehovým motorem. V poslední kapitole je uvedena úvaha nad budoucností vývoje vysokozdvižných vozíků. Na některých řešeních se již v dnešní době pracuje.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

[1] BIGOŠ,P., KISS, I., RIKÓT, J., KASTELOVIČ, E. *Materiálové toky a logistika II*. Košice, 2005. ISBN 80-8073-263-9.

[2] GAJDŮŠEK, J. *Projektování systému manipulace s materiálem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojní, 1989. 122 s. ISBN 80-214-1053-1

[3] HLAVENKA, B. *Manipulace s materiálem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojní, 1983. 152 s.

[4] JÍLEK, V., LÍBAL, V., REMTA, F. *Manipulace s materiálem*. Praha: SNTL/ALFA, 1980.

[5] LUKÁŠ, T. *Návrh elektrického rekuperačního pohonu vysokozdvižného vozíku*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2009. 65 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Stanislav Gregora, Ph.D. Dostupné z: https://dspace.upce.cz/bitstream/10195/34301/1/LukasT_Navrh%20elektrickeho_SG_2009.pdf.pdf

[6] KVAPIL, J. *Zhodnocení vlastností a možností využití vysokozdvižných vozíků různých výrobců v logistických procesech*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2012. 43 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Vladimír Strakoš, DrSc. Dostupné z: theses.cz/id/te9u0l/Kvapil_Jakub_bakalarska_prace.doc

[7] *Techmagazín* [online]. 2015, Březen. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: http://www.techmagazin.cz/ke_stazeni/TM032015.pdf

[8] *Techmagazín* [online]. 2014, Prosinec. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: http://www.techmagazin.cz/ke_stazeni/archiv/122014.pdf

[9] VODÁK, M. *Rekuperace energie při brzdění a rozjezdu vozidel.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 34 s. Vedoucí bakalářské práce prof. RNDr. Ing. Josef Nevrlý, CSc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=30483

[10] MARADA, Ondřej. *Systém rekuperace energie pro osobní a sportovní vozidla*. Brno, 2009. 22 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Beran. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17987

[11] VORÁČ, Petr. *Přídavná zařízení k vysokozdvižným vozíkům.* Brno, 2008. 39 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Špička, CSc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6444

[12] REK, Tomáš. *Studie průmyslových vozíků pro dopravu a manipulaci ve výrobě.* Brno, 2014. 40 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=86364

[13] KUČERA, Jonáš. *Vysoko zdvižné vozíky-druhy pohonů.* Brno, 2008. 39 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Špička, CSc. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6340

[14] Jungheinrich. Produkty. *Jungheinrich.cz* [online]. ©1998-2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/

[15] Toyota. Produkty. *toyota-forklifts.cz* [online]. ©2006-2015 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://www.toyota-forklifts.cz/cs/products/pages/product-range.aspx/

[16] Mitsubishi. Úvod. *mitforklift.cz* [online]. ©2010-2016 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.mitforklift.cz/index.php/

[17] Hyster. Nové vozíky. *hyster.cz* [online]. ©2009-2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.hyster.cz/nove-voziky/

[18] Still. Produkty. *Still.cz* [online]. ©2000-2015 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://www.still.cz/produkty-cz.0.0.html

[19] Linde. Katalog. *linde-mh.cz* [online]. ©2002-2019 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.linde-mh.cz/katalog.asp

[20] Wikipedia. Vysokozdvižné vozíky *cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 2011-05-28]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vysokozdvi%C5%BEn%C3%BD_voz%C3%ADk

[21] GILMAN, Wilbert M. *Industrial lift truck*. USA. US 2581791 A. 1949-06-18. Dostupné také z: http://www.google.com/patents/US2581791

[22] BRINTON, Caleb J. *Lift truck mast assembly*. USA. US3394778 A. 1966-11-25. Dostupné také z: http://www.google.com/patents/US3394778

[23] Janeczko. Vysokozdvižné vozíky ruční. *janeczko-voziky.cz* [online]. ©2013-2015 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: http://janeczko-voziky.cz/wp-content/uploads/2014/04/4.Vysokozdvizn%C3%A9-voziky-rucn%C3%AD-VVR-1000-2500-typ-2200403.jpg

[24] Alibaba. Battery . *alibaba.com* [online]. ©1999-2015 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://www.alibaba.com/product-detail/High-power-336V-100Ah-lithium-battery_455936320.html

[25] Alibaba. Battery . *alibaba.com* [online]. ©1999-2015 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://fotma.en.alibaba.com/productshowimg/276600022-50235156/LPG_forklift_truck.html

[26] Direct industry. Products . *directindustry.com* [online]. ©2015 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://www.directindustry.com/prod/hamech/sit-on-forklifts-lpg-diesel-handling-56195-923347.html

[27] *http://vanto.sweb.cz/* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://vanto.sweb.cz/mp/642%20MP%20901%20-%20Bezkolejov%C3%A9%20prost%C5%99edky.doc

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1 PRÁCE S VOZÍKEM [14] 9
OBR. 2 POPIS VZV [20] 10
OBR. 3 HLAVNÍ PARAMETRY VZV [16] 10
OBR. 4 DALŠÍ PARAMETRY VZV [16] 11
OBR. 5 RUČNÍ VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK [23] 13
OBR. 6 ELEKTRICKÝ VOZÍK JUNGHEINGRICH EFG320 [14] 14
OBR. 7 VÝMĚNA AKUMULÁTORU [14] 15
OBR. 8 PRŮŘEZ ELEKTRICKÉHO VOZÍKU [24] 15
OBR. 9 PRŮŘEZ VZNĚTOVÝM MOTOREM [13] 16
OBR. 10 VOZÍK NA LPG [25] 17
OBR. 11 VOZÍK SE VZNĚTOVÝM MOTOREM [26] 18
OBR. 12 SYSTÉM TRIPLEX [14] 20
OBR. 13 PRINCIP ZVEDACÍHO MECHANISMU [12] 21

SEZNAM ZKRATEK

LPG	Liquefied petroleum gas
vzv	Vysokozdvižné vozíky
BMW	Bayerische motoren werke
HRB	Hydrostatický regenerativní brzdový systém
h1	Výška se spuštěným stožárem
h2	Normální volný zdvih
h3	Jmenovitá výška zdvihu
h4	Výška se zvednutým stožárem
h5	Maximální výška volného zdvihu
Q	Jmenovitá nosnost
c	Těžiště nákladu
Ast	Šířka pracovní uličky
Wa	Poloměr otáčení
a	Bezpečnostní vzdálenost
b12	Šířka palety
m	Vlastní hmotnost
p	Pracovní tlak pro přídavná zařízení
P	Výkon motoru

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 SROVNÁNÍ VOZÍKŮ S ELEKTRICKÝMI MOTORY 24
TABULKA 2 SROVNÁNÍ VOZÍKŮ S VZNĚTOVÝMI MOTORY 26
TABULKA 3 SROVNÁNÍ VOZÍKŮ SE ZÁŽEHOVÝMI MOTORY 28

SEZNAM PŘÍLOH

P1 Tabulka vozíků s elektrickými motory

P2 Tabulka vozíků se vznětovými motory

P3 Tabulka vozíků se zážehovými motory

P1 VOZÍKŮ S ELEKTRICKÝMI MOTORY

			Still	Jungheinrich	Toyota	LINDE	HYSTER	Mitsubishi
Výrobce			RX 20-20	EFG 320	8FBMT20	E20PHL	E2.0XN	FB20CN
Pohon + palivo			electric	electric	electric	electric	electric	electric
typ zvedacího rámu			triplex	triplex	triplex	triplex	triplex	triplex
nosnost	Q	t	2	2	2	2	2	2
těžiště břemene	c	mm	500	500	500	500	500	500
							0	
odstup břemene	x	mm	365	364	358	374	360	387
rozvor nápravy	y	mm	1469	1508	1530	1589	1220	1463
vlastní hmotnost	m	kg	3225	3290	3335	3600	3719	3470
rozvor kol v zadu	b11	mm	865	830	894	807	817	898
rozvor kol v předu	b10	mm	942	914	880	965	906	935
sklon zdvihového zařízení	α/β	°	6//3	7//6	5//7	5//7	5//5	6//7
výška zdvihového zař.	h1	mm	1960	2032	2820	2121	2730	1960
volný zdvih	h2	mm	1405	1390	115	1519	140	80
zdvih	h3	mm	4165	4400	4465	4625	4330	4310
stavební výška při zdvihnutém sloupu	h4	mm	4755	5042	5070	5227	5906	5355
výška ochrané šířky	h6	mm	2085	2040	2055	2130	2250	2048
výška sedačky	h7	mm	1015	920	952	1065	1161	973
výška zařízení pro zavěšení	h10	mm	490	410	427	602	232	410
celková delka	l1	mm	2892	3248	3188	3095	2968	3108
rozměry vidlí			40/80/800	40/100/1150	35/100/1000	40/100/900	40/100/1000	30/100/920
šířka nosiče vidlí	b3	mm	980	980	920	980	907	920
světlá výška s břemenem	m1	mm	90	105	80	103	92	100

poloměr otáčení	Wa	mm	1727	1985	1845	1821	1692	1910
nejmenší střed otáčení		mm	---	562	504	---	447	563
rychlost jízdy s a bez břemene		km/h	16/16	17/17	20/20	20/20	18,4/18,4	17/17
rychlost zdvihu s břemen a bez		m/s	0,48/0,38	0,4/0,55	0,38/0,54	0,5/0,6	0,47/0,72	0,4/0,6
rychlost spouštení s bez		m/s	0,53/0,49	0,55/0,55	0,5/0,5	0,58/0,5	0,51/0,47	0,52/0,5
tažná síla s bez		N	11900	12300	9197	11000	11924	14104
stoupavost s bez		%	22	24	29	20,4	23,2	24
doba zrychlení na 15m		s	4,6/4,3	4/3,5	4	4,7/4,1	5,0/4,5	4,5/4,1
provozní brzda			electric	electric	4,4/4,2	HYDRO/MECH	hydraulic	mech/hydra
výrobce motu			battery	battery	battery	battery	battery	battery
napětí		V	48	48	48	48	48	48
výdrž baterie		Ah	575	750	660	840	690	720
spaotřeba paliva		kW/h	5	5,5	---	6,9	5,35	---
druh přenosu kroutícího momentu na hnaci soupravu			---	impulsní	AC	DIGITAL STEP LESS	AC Electronic	---
pracovní tlak pro přídavná zařízení		bar	250	200	183	170	180	181

P2 TABULKA VOZÍKŮ SE VZNĚTOVÝMI MOTORY

Výrobce			Jungheinrich	Still	LINDE	hyster	Mitsubishi	Toyota
			DFG 320s	RX 70-16	H 20 D	H2.0FTS	FD20CN	02-8FDKF20
Pohon + palivo			vznětový	vznětový	vznětový	vznětový	vznětový	vznětový
typ zvedacího rámu			triplex	triplex	triplex	triplex	simplex	triplex
nosnost	Q	t	2	2	2	2	2	2
těžiště břemene	c	mm	500	500	500	500	500	500
odstup břemene	x	mm	416	415	374	384	415	430
rozvor nápravy	y	mm	1550	1450	1600	1385	1400	1485
vlastní hmotnost	m	kg	3100	2706	3060	3294	3020	3150
rozvor kol v zadu	b11	mm	870	895	873	890	900	940
rozvor kol v předu	b10	mm	930	932	945	895	890	960
sklon zdvihového zařízení	α/β	°	7//7	6//3	9//6	6//5	6//10	7//10
výška zdvihového zař.	h1	mm	2127	2060	2121	2025	2790	2825
volný zdvih	h2	mm	1485	1430	1518	1455	80	125
zdvih	h3	mm	4700	4620	4625	4450	4480	4460
stavební výška při zdvihnutém sloupu	h4	mm	5331	4970	5227	5670	5530	5205
výška ochrané sříšky	h6	mm	2145	2117	2123	2149	2145	2085
výška sedačky	h7	mm	1048	1015	1067	1044	1109	1025
výška zařízení pro zavěšení	h10	mm	380	474	530	321	290	285
celková delka	l1	mm	3491	2975	3231	3268	3429	3370
rozměry vidlí			40 / 100 / 1.150	40/80/800	45/100/900	40/100/1000	35/100/1070	40/100/1000
šířka nosiče vidlí	bs	mm	980	980	1040	980	920	1020
světlá výška s břemenem	m1	mm	107	90	95	110	110	85

poloměr otáčení	Wa	mm	2055	1926	2041	1985	2022	2040
nejmenší střed otáčení		mm	545	538	615	48	---	630
rychlost jízdy s a bez břemene		km/h	19,5/19,5	22/22	20/20	20,5/20,9	19/19,5	17/17,5
rychlost zdvihu s břemen a bez		m/s	0,6/0,62	0,52/0,54	0,54/0,57	0,72/0,57	0,6/0,65	0,56/0,6
rychlost spouštení s bez		m/s	0,54/0,58	0,59/0,59	0,57/0,57	0,51/0,47	0,52/0,5	0,5/0,5
tažná síla s bez		N	12100	13200	12900	12140	11500	7800
stoupavost s bez		%	26	27	27	23,6	24	20
doba zrychlení na 15m		s	4,8/4,4	4,9/4,6	5,1/4,6	---	---	---
provozní brzda			hydrostatická	elektro/hydraulická	HYDROSTATICKÁ	hydraulic	hydraulické	hydraulické
výrobce motu			VW/BXT	VW/BXT	VW/BEF	yanmar 4TNE92	S4Q2 VE 28,0kW01	Toyota 1DZ-III (IIIA)
výkon motoru	P	kW	29	28	28	29,1	28	36
jmenovité otáčky		/min	2500	2350	2100	2400	2500	2400
počet válců			4	4	4	4	4	4
zdvihový objem		cm3	1896	1900	1984	2659	2505	2486
spaotřeba paliva		l/h	2,5	2	2,3	---	---	3,2
pracovní tlak pro přídavná zařízení		bar	160	230	170	155	180	147

P3 TABULKA VOZÍKŮ SE ZÁŽEHOVÝMI MOTORY

Výrobce			Jungheinrich	Mitsubishi	Toyota	Still	Linde	Hyster
			TFG 320s	FG20CN	02-8FGF20	RX 70-20T	H 20 D	H2.0FTS
Pohon + palivo			plynový	plynový	plynový	plynový	plynový	plynový
typ zvedacího rámu			duplex	triplex	triplex	duplex	triplex	triplex
nosnost	Q (t)	t	2	2	2	2	2	2
těžiště břemene	c	mm	500	500	500	500	500	500
odstup břemene	x	mm	416	415	470	405	374	384
rozvor nápravy	y	mm	1550	1400	1650	1526	1600	1385
vlastní hmotnost	m	kg	3100	2960	3250	3059	3060	3294
rozvor kol v zadu	b11	mm	870	900	965	895	873	890
rozvor kol v předu	b10	mm	930	890	940	942	945	895
sklon zdvihového zařízení	α/β	°	7//6	6//10	6//11	3//8	9//6	6//5
výška zdvihového zař.	h1	mm	2812	2790	2825	2760	2121	2025
volný zdvih	h2	mm	150	80	125	150	1518	1455
zdvih	h3	mm	4500	4480	4460	4350	4625	4450
stavební výška při zdvihnutém sloupu	h4	mm	5101	5530	5205	4925	5227	5670
výška ochrané šířky	h6	mm	2145	2145	2110	2117	2123	2149
výška sedačky	h7	mm	1048	1109	1050	1015	1067	1044
výška zařízení pro zavěšení	h10	mm	380	290	315	474	530	321
celková delka	l1	mm	3491	3429	3575	2261	3231	3268
	l2	mm	---	---	2575	1138	---	---
rozměry vidlí			40 / 100 / 1.150	40/122/1070	40/100/1000	40/80/800	45/100/900	40/100/1000
šířka nosiče vidlí	bs	mm	980	920	1020	980	1040	980

světlá výška s břemenem	m1	mm	107	110	135	90	95	110
poloměr otáčení	Wa	mm	2055	2022	2200	1998	2041	1985
nejmenší střed otáčení	b13	mm	545		745	550	615	48
rychlost jízdy s a bez břemene		km/h	19,5/19,5	19/19,5	17,5/18	22/22	20/20	20,5/20,9
rychlost zdvihu s břemen a bez		m/s	0,6/0,62	0,64/0,65	0,6/0,64	0,52/0,54	0,54/0,57	0,72/0,57
rychlost spouštení s bez		m/s	0,54/0,57	0,52/0,5	0,5/0,5	0,59/0,59	0,57/0,57	0,51/0,47
tažná síla s bez		N	11900	14800	9000	13200	12900	12140
stoupavost s bez		%	23	28	22	27	27	23,6
doba zrychlení na 15m		s	5,1/4,6	---	---	4,9/4,6	5,1/4,6	---
provozní brzda			hydrostatická	hydraulické	hydraulické	elektro/hydr-aulická	hydrostatická	hydrostatická
výrobce motu			VW/BXT	K21LE	Toyota 4Y-ECS	VW/BXT	VW/BEF	yanmar 4TNE92
výkon motoru	P	kW	29	41	38	30	28	29,1
jmenovité otáčky		/min	2500	2700	2570	2350	2100	2400
počet válců			4	4	4	4	4	4
zdvihový objem		cm3	1896	2065	2237	2000	1984	2659
spaotřeba paliva		l/h	2,5	---	2,8	2,4	2,3	---
druh přenosu kroutícího momentu na hnaci soupravu			hydrostatický	---	---	Stilltronic	BEZESTUP. HYDRO STAT	automatic
pracovní tlak pro přídavná zařízení		bar	160	180	147	230	170	155