

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

MARTIN BEDNÁŘ

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Analýza manipulační techniky ve vybrané firmě
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Bednář**
Osobní číslo: **D18600**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Logistické technologie**
Téma práce: **Analýza manipulační techniky ve vybrané firmě**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Motorizované dopravní vozíky
2. Aktuální stav
3. Návrh na zlepšení stavu
4. Porovnání navrženého a původního stavu

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30 – 40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-704-3416-3.

CEMPÍREK, Václav. *Technologie ložných a skladových operací*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 978-80-86530-36-9

Katalogové listy dopravních vozíků

EMMETT, Stuart. *Excellence in Warehouse Management: How to Minimise Costs and Maximise Value*. Chichester: Wiley, 2005. ISBN 978-0-470-01531-5

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Andrea Seidlová, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlašuji:

Práci s názvem *Analýza manipulační techniky ve vybrané firmě* jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V České Třebové dne 13. května 2021

Martin Bednář

Poděkování

Rád bych poděkoval všem zaměstnancům společnosti DB Schenker na pobočce v Pardubicích, zejména pak Ondřeji Sondovi a Anetě Lockerové za spolupráci a ochotu odpovědět na mnoho mých dotazů. Dále bych rád poděkoval své rodině, svým kolegům z univerzity a kamarádům za jejich neuctichající psychickou i jinou podporu po celou dobu mého studia.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá manipulační technikou ve skladu DB Schenker v Pardubicích, konkrétně v halách H1 a H2. Manipulační technika je v práci popsána a charakterizována. Za pomoci telemetrie (systém Connect:desk) je analyticky popsán pohyb a využití této techniky. Jsou zde navržena konkrétní opatření pro úsporu nákladů.

KLÍČOVÁ SLOVA

dopravní vozíky, charakteristika dopravních vozíků, využití dopravních vozíků, úspora nákladů

TITLE

Analysis of material handling equipment in selected company

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with material handling equipment in DB Schenker branch in Pardubice, specifically in warehouses H1 and H2. Material handling equipment is described and defined. Using telemetry (Connect:desk system) there is an analysis of movement and utilization of forklifts. There are proposed specific measures to save costs.

KEYWORDS

material handling equipment, forklift description, forklift utilization, cost savings

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 MOTORIZOVANÉ DOPRAVNÍ VOZÍKY	12
1.1 Typy dopravních vozíků	12
1.2 Princip zdvihu břemen	13
1.3 Popis použitých motorových dopravních vozíků	13
1.3.1 Linde T20AP	15
1.3.2 Linde E16	16
1.3.3 Linde R14 HD	17
2 AKTUÁLNÍ STAV	19
2.1 Dopravní vozíky nízkozdvižné	21
2.2 Dopravní vozíky vysoko zdvižné	22
2.2.1 Linde E16	22
2.2.2 Linde R14HD	23
2.3 Dopravní vozíky automaticky vedené	24
2.4 Systém Connect:desk	26
2.5 Získaná data o využití dopravních vozíků	27
2.6 Popis skladu	27
3 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ STAVU	30
3.1 Způsob výpočtu	30
3.2 Získaná data	32
3.2.1 Leasing manipulační techniky	32
3.2.2 Náklady na zaměstnance	32
3.2.3 Počet manipulačních operací	32
3.3 Výpočet technologických ukazatelů	33

3.3.1	Výpočty podle Cempírka	34
3.3.2	Výpočty podle Daňka a Plevného	41
4	POROVNÁNÍ NAVRŽENÉHO A PŮVODNÍHO STAVU	45
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	48
	SEZNAM PŘÍLOH	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Druhy dopravních vozíků	14
Obrázek 2	Nízkozdvižný vozík T20AP	15
Obrázek 3	Čelní vysoko zdvižný vozík E16	16
Obrázek 4	Regálový zakladač R14HD	18
Obrázek 5	Nabíjecí stanoviště	20
Obrázek 6	MiR Hook 200	25
Obrázek 7	Graf využití a počtu dopravních vozíků	29

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Využití Linde T20AP v únoru 2020	22
Tabulka 2	Využití Linde E16 v únoru 2020	23
Tabulka 3	Využití Linde R14HD podle Connect:desk	24
Tabulka 4	Využití a počet dopravních vozíků	28
Tabulka 5	Cena operativního leasingu podle typu vozíku	32
Tabulka 6	Porovnání potřeby dopravních vozíků	45

SEZNAM ZKRATEK

AGV – automatic guided vehicle

ČSN – česká státní norma

DV – dopravní vozík

GPRS – General Packet Radio Service

ISO – International Organization for Standardization

KPI – Key Performance Indicator

MO – manipulační operace

PD – pracovní doba

RFID – Radio Frequency Identification

VZV – vysokozdvizný vozík

WLAN – wireless local area network

ÚVOD

Společnost DB Schenker spravuje distribuční centrum firmy ESAB v Pardubicích-Semtíně již od roku 2010. Tato práce se zabývá manipulační technikou právě v tomto distribučním centru a analyzuje současný stav. DB Schenker jako velká nadnárodní společnost byla firmou ESAB vybrána zejména pro know-how a možnosti případného rozšíření nabízených služeb. Poloha v Pardubicích byla zvolena jako středobod Evropy s kvalitní infrastrukturou. Další devizou je blízkost výrobního závodu ve Vamberku.

Společnost ESAB se zabývá výrobou svařovací techniky a svařovacích materiálů. Tato společnost byla založena ve Švédsku v roce 1904 vynálezcem obalené elektrody Oscarem Kjellbergem. Tento vynález umožnil masivní rozšíření svařovaných spojů i mezi kutily.

Zvolení správného množství dopravních vozíků je pro firmu DB Schenker zásadní nejen z finančního hlediska, ale zejména z důvodu rychlosti vychystávání zboží pro následnou přepravu. Jelikož jsou všechny vozíky pronajímány, je cílem analyzovat jejich využití a jejich množství případně podle toho upravit. Tato analýza je provedena na základě telemetrie manipulační techniky ve společnosti DB Schenker na pobočce v Pardubicích. Telemetrii zajišťuje společnost Linde Material Handling za pomoci systému Connect:desk. Společnost Linde Material Handling je majitelem většiny používaných vozíků ve skladovacích halách využívaných společnostmi DB Schenker v Pardubicích.

Druhá kapitola je věnována aktuálnímu strojnímu parku společnosti. Jedná se o seznam jednotlivých typů vozíků včetně technických charakteristik a technického popisu konkrétního dopravního vozíku (dále i DV). Aktuální strojní park je zde popsán co do počtu dopravních vozíků v průběhu roku 2020 a začátku roku 2021. Tyto stroje patří do kategorie nízkozdvížných i vysokozdvížných paletových DV a slouží k přepravě paletizovaného zboží po ploše skladu, nakládky a vykládky z dopravních prostředků a v neposlední řadě k jeho zaskladňování.

Cílem třetí kapitoly je výpočet potřebného množství dopravních vozíků pro jednotlivé operace ve skladu společnosti.

Ve čtvrté kapitole je uvedeno porovnání navrženého a současného stavu a jsou zde vyčísleny úspory vyplývající z operativního leasingu a uspořené lidských zdrojů.

Cílem této práce je analyzovat současný stav strojního parku a případně navrhnout takové změny, aby došlo k úspoře finančních prostředků firmy.

1 MOTORIZOVANÉ DOPRAVNÍ VOZÍKY

Podle Daňka a Plevného (2005, s. 44) jsou dopravní vozíky cyklicky pracující manipulační zařízení poháněné vlastním motorem.

1.1 Typy dopravních vozíků

Pohony mohou být tři typů a to podle Daňka a Plevného (2005):

- a) spalovací motor – ten může být zážehový nebo vznětový, v závislosti na palivu. Používají se zejména v otevřených skladech, obvyklá nosnost dosahuje 12,5 tuny, avšak existují provedení v nosnostech násobně vyšších,
- b) elektrický motor – obvyklá nosnost je u následujících druhů podobná a to do 5 tun,
 - *akumulátorové vozíky* – dnes nepoužívanější, vozík je poháněn elektromotorem napájeným z akumulátorů, nosnost je však nižší než v případě spalovacích motorů,
 - *vozíky s elektromotorem a přívodem energie ze sítě* – mají značně omezený rádius použití omezený délkou kabelu,
 - *vysokofrekvenční vozíky* – fungují na principu elektromagnetické indukce, mají opět omezený rádius použití, používají se často u automaticky vedených vozíků,
- c) motor na stlačený vzduch.

Dalším členěním DV je podle účelu a opět ze stejné publikace takto:

- a) *tahače*,
- b) *vozíky s pevnou nebo výklopnou nosnou částí*,
- c) *nízkozdvížné vozíky* – ručně vedené, nebo se stanovištěm obsluhy,
- d) *vysokozdvížné vozíky* (dále VZV) a to:
 - čelní,
 - boční,
 - plošinové,
 - speciální a pro specifické použití.

Ačkoliv druhy dopravních vozíků ve skladě společnosti DB Schenker zůstávají neměnné, jejich počet je v jednotlivých měsících různý a to zejména z důvodu operativního řízení.

V provozu jsou následující typy dopravních vozíků: nízkozdvíhový vozík se stanovištěm obsluhy typu T20AP, čelní vysokozdvíhový vozík typu E16 a nejčastěji zastoupený typ R14HD, což je regálový zakladač (tzv. retrak).

1.2 Princip zdvihu břemen

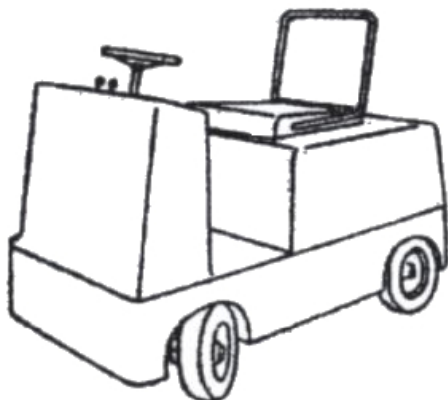
„Přeprava u těchto vozíků je možná jak v horizontálním, tak i ve vertikálním směru. Zdvih je hydraulický, ovládaný mechanicky kývavým pohybem oje (případně páky) nebo pomocí elektromotoru.“ (Kozel, 2017)

Ruční zdvih je prováděn hydraulickým válcem a hydraulickou pumpou. Pumpa je ovládána ručně za pomoci kyvného pohybu páky nebo oje. Tímto pohybem se do válce vhná hydraulická kapalina a dochází tak ke zdvihu. Snížení vidlic je zajištěno obvykle páčkou, která uvolní hydraulickou kapalinu zpět do zásobníku. Tohoto efektu lze dosáhnout i pojistným ventilem obvykle na okraji protizávaží vozíku. Používá se zejména u nízkozdvíhových DV, nebo výjimečně u VZV v případě, že není třeba břemena často zdvihát.

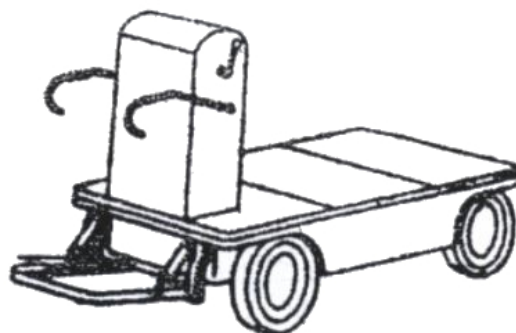
Motorizovaný zdvih funguje na shodném principu, jako je ruční zdvih. Rozdílem je použití čerpadla poháněného elektromotorem namísto ruční hydraulické pumpy. Elektrická energie je dodávána zejména z akumulátoru, výjimečně přímo z elektrické sítě. Značnou výhodou je minimalizace fyzické práce obsluhy, naopak jejich nevýhodou jsou zejména vyšší hmotnost a vyšší finanční náklady.

1.3 Popis použitých motorových dopravních vozíků

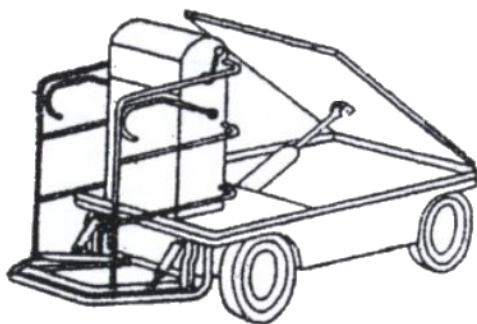
V této kapitole jsou autorem vyfotografovány používané dopravní vozíky ve skladu společnosti DB Schenker. Popis jednotlivých částí všech dopravních vozíků je na základě normy ČSN ISO 5053. Tato norma upravuje a definuje názvosloví motorových dopravních vozíků. Dále stanovuje termíny pro jednotlivé operace a charakteristiky manipulačních vozíků a jejich vleků.



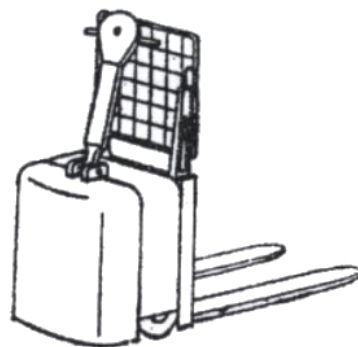
(a) Tahač



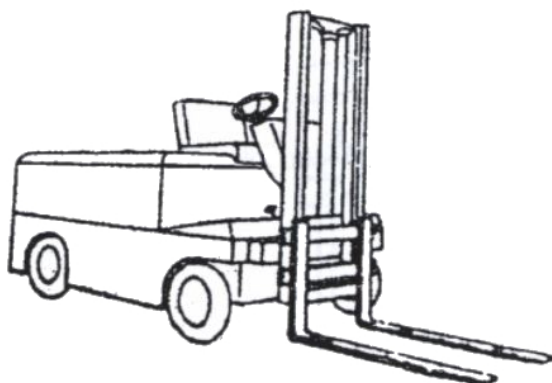
(b) Vozík s pevnou nosnou částí



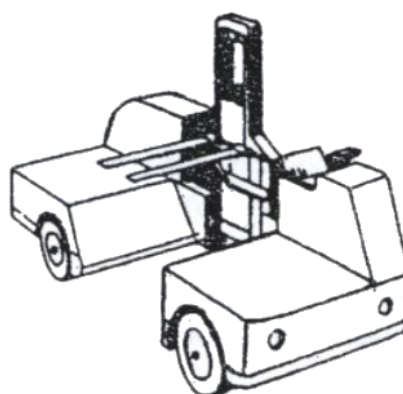
(c) Vozík s výklopnou nosnou částí



(d) Ručně vedený nízkozdvíhový vozík



(e) Vysokozdvíhový vozík čelní



(f) Vysokozdvíhový vozík boční

Zdroj: Daněk a Plevný, 2005

Obrázek 1: Druhy dopravních vozíků

1.3.1 Linde T20AP

Jedná se o nízkozdvižný manipulační vozík k časově krátkým operacím, jako je nakládka a vykládka z dopravních prostředků nebo přesun paletizovaného zboží na krátké vzdálenosti.

Na obrázku 2, označené číslem 1 nalezneme vidlice sloužící k úchopu palety a nachází se zde neřízený podvozek. Číslo 2 znázorňuje podvozek, jenž je hlavní konstrukcí, na které jsou upevněny zbývající části vozíku. Číslo 3 směřuje k akumulátoru, což je zařízení, které slouží k napájení elektromotoru, který slouží k pohybu, a dále k napájení zdvihu za pomoci čerpadla. Číslo 4, kromě interního označení, značí místo ke stání obsluhy. Číslo 5 označuje zábrany, které zamezují pádu obsluhy z vozíku. Číslo 6 označuje výkyvnou ovládací ojí, kterou obsluha dopravního vozíku určuje směr a rychlost jízdy a s pomocí páčky spouští, nebo zdvihá břemena. Číslo 7 směřuje k palubní desce vozíku, na které má obsluha informace o stavu nabití akumulátoru, informace o případném přehřívání čerpadla nebo elektromotoru případně indikátor závady. Nachází se zde obvykle i RFID čtečka pro obsluhu vozíku jen oprávněnými osobami. V levé části se zde nachází nouzové tlačítko k okamžitému odpojení elektromotoru od akumulátoru a čítač motohodin.



Zdroj: autor, úprava autor

Obrázek 2: Nízkozdvižný vozík T20AP

1.3.2 Linde E16

Jedná se o čelní vysokozdvizný manipulační vozík sloužící v prostorách skladu DB Schenker také k nakládce a vykládce a dále k převozu zboží na větší vzdálenosti.

Na obrázku 3 nalezneme zvedací stožár označený číslem 1, který nese zdvihací desku. Zdvihací deska označená číslem 2 slouží k upevnění vidlic, případně jiného přídatného zařízení, pomocí kterých manipulujeme s materiálem. Vidlice označené číslem 3 slouží k úchopu palety, případně zboží. Jako 4 je označena hnaná náprava, řízená zadní náprava je skryta. Číslo 5 směřuje k podvozku, protizávaží a k akumulátoru, který slouží jako další protizávaží. Protizávaží slouží k vyrovnání těžiště VZV, tak aby nedošlo k převržení vozíku. Číslo 6 značí tuhý a ochranný rám sloužící k ochraně obsluhy v případě pádu materiálu z vidlic, případně pádu materiálu z regálového systému. Volant, sloužící ke směrovému řízení vozíku, je označený číslem 7. Pod volantem nalezneme indikační jednotku s čítačem provozních hodin, výstražnými kontrolkami upozorňující na nízký stav akumulátoru, přetížení vidlic nad povolenou nosnost, rychlost vozíku a mnoho dalších indikátorů. Samozřejmostí je RFID čtečka a nouzové tlačítko umístěné v dosahu obsluhujícího personálu. Číslo 8 označuje páky řízení zdvihací desky.



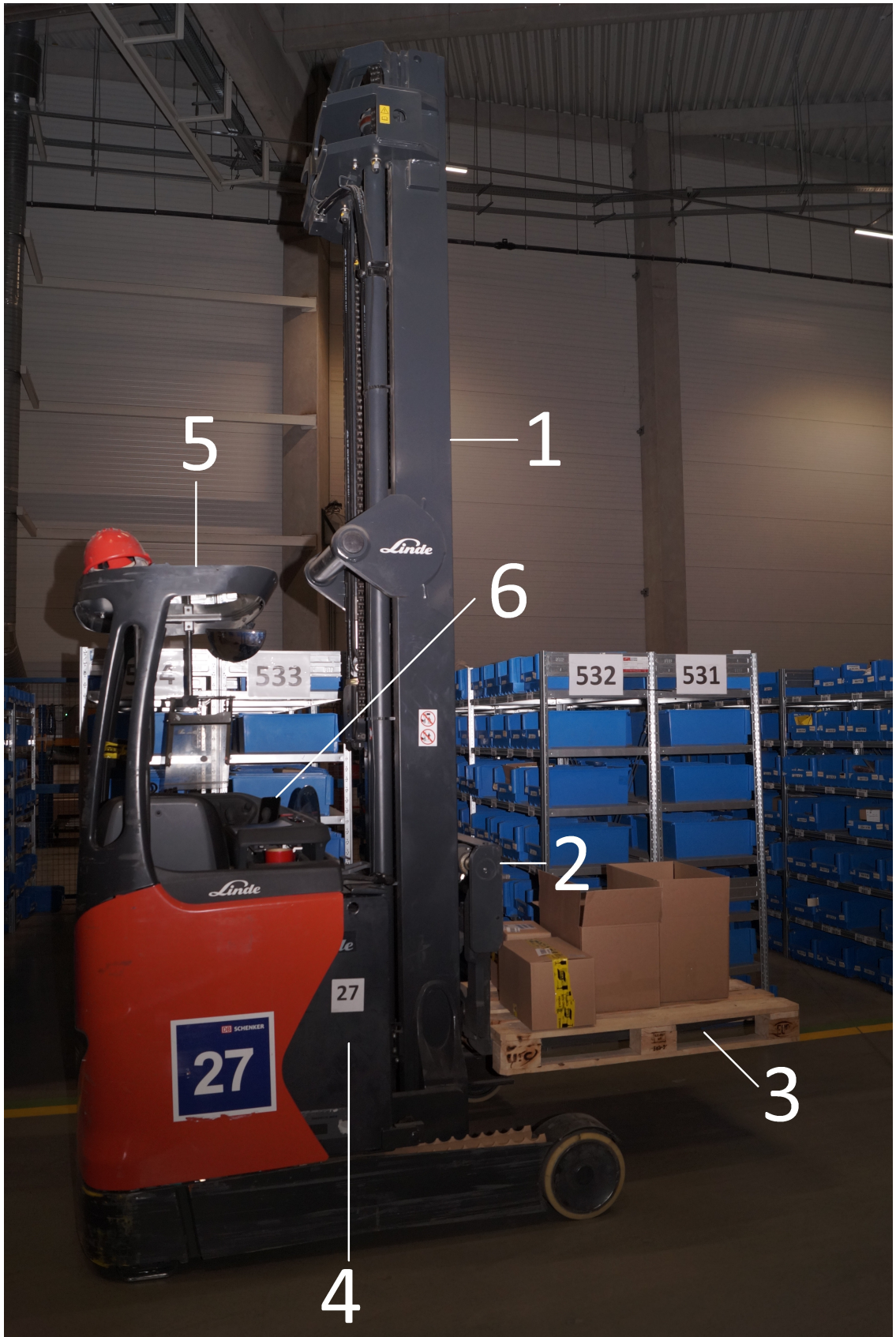
Zdroj: autor, úprava autor

Obrázek 3: Čelní vysokozdvizný vozík E16

1.3.3 Linde R14 HD

Zařízení s nejnižší nosností, ale s nejvyšším zdvihem. Jedná se o regálový zakladač, který slouží k zakládání zboží do regálového systému a jeho vyskladňování. Tento vozík má i nepatrně nižší poloměr otočení než typ E16.

Na obrázku 4 nalezneme zvedací stožár, který je označen číslem 1. Ten nese zdvihací desku, která nese vidlice. Zdvihací deska je označena číslem 2, vidlice jsou označeny číslem 3. Pod zdvihnutými vidlicemi nalezneme na obrázku 4 kola, která nejsou pohyblivá do stran. Jedná se tedy o kola hnací. Řízená náprava je i zde skryta protizávažím a akumulátorem. Akumulátor je označen číslem 4. Číslem 5 je zde označen ochranný rám. I přes jeho použití je nutné v okolí regálového systému nosit bezpečnostní přilbu. Číslo 6 značí řídicí část vozíku s ovládním směrovým a ovládním zdvihací desky. I zde nalezneme RFID čtečku, nouzové tlačítko a indikační desku poruch a nebezpečí. Samozřejmostí je čítač provozních hodin a ukazatel stavu nabití akumulátoru. Nachází se zde i zvětšená područka pro obsluhu oproti typu E16.



Zdroj: autor, úprava autor

Obrázek 4: Regálový zakladač R14HD

2 AKTUÁLNÍ STAV

Aktuální stav byl získán ze systému Connect:desk během prosince 2020 a března 2021. Tento systém je blíže popsán v kapitole 2.4. V tomto systému jsou uložena historická i aktuální data.

V tomto systému jsou uložena data o typech vozíků, jejich využití, otřesech, ujeté dráze, směru jízdy a jiné.

Pro účely této práce byla využita data týkající se doby aktivního používání. Aktivním používáním rozumíme dobu pohybu vozíku a dobu zdvihu nebo snášení břemen. Zbylé časy jsou dobou neproduktivní. Fond pracovní doby (dále i PD) se liší podle druhu vozíku, blíže uvedeno v jednotlivých podkapitolách. Vždy byly uvažovány vozíky, které měly dobu aktivního používání nenulovou. Ostatní dopravní vozíky nejsou zahrnuty do měsíčního souhrnu. Tyto vozíky mohly být odstaveny z důvodu nehody, nepotřebnosti, nebo jen nebyly smazány ze systému Connect:desk.

Všechny motorové dopravní vozíky jsou vozíky akumulátorové, s možností rychlé výměny akumulátoru. To se děje okamžitě, je-li to nutné, a s minimálními prostoji manipulační techniky. Výměna akumulátorů probíhá na místě se sníženým požárním nebezpečím a vybaveném nabíjecími stanicemi. Ukázku části tohoto prostoru, nazývané nabíjecí stanoviště, nalezneme na obrázku 5.

Většina manipulační techniky od společnosti Linde Material Handling je pronajímána. Tento operativní leasing přináší výhody i nevýhody. Podstatou pronájmu je získání majetku bez okamžitého kapitálového vkladu, nebo jeho dlouhodobý pronájem za dohodnutou cenu a čas (Melichar, 2011). Využití leasingu v oblasti manipulační techniky se dnes pohybuje kolem 80 %, přičemž před 25 lety se toto procento pohybovalo kolem 30-40 %. U velkých pronájmů (nad 50 DV) se blížíme 95 % leasingů (Bond, 2012).

Operativní leasing, případně pronájem, má své výhody a nevýhody. Melichar (2011) uvádí následující přednosti:

- přesunutí technických rizik na vlastníka techniky,
- stoprocentní financování cizím kapitálem,
- ekonomické výhody v době inflace,
- možnost překlenutí úzkých míst v kapacitě, případně včasná reakce na změny,

- splátky leasingu jdou do nákladů, čímž se snižuje zisk a tím související daň ze zisku a
- možné daňové zvýhodnění.

Leasing však přináší i nepříjemné faktory pro společnost, jež si vozíky, případně jinou techniku, pronajímá. Ze stejné publikace jsou tyto faktory uvedeny níže:

- velké fixní náklady,
- suma nájemného převyšuje cenu investice a
- daňové zvýhodnění může být kompenzované amortizací výhodnou pro vlastníka.



Zdroj: autor

Obrázek 5: Nabíjecí stanoviště

2.1 Dopravní vozíky nízkozdvížené

Tyto dopravní vozíky neumožňují zdvih břemen do výšek, slouží zejména ke krátkým přesunům těchto břemen. Slouží při nakládce nebo vykládce zboží z dopravních prostředků, přisunutí k obsluze, která má za úkol zboží zabalit apod. Níže je uveden jediný sledovaný typ systémem Connect:desk a to typ T20AP. Není však jediným nízkozdvížným vozíkem. Jsou zde využity i manuální ručně vedené paletové vozíky. Tyto vozíky jsou typem T20 a nejsou sledovány systémem telemetrie Connect:desk.

Linde T20AP

Těchto nízkozdvížných a jediných nemanuálních vozíků se ve sledovaných halách nacházelo v období od února 2020 do září 2020 5 ks. Počínaje říjnem 2020 byl jeden další vozík pronajat. Dopravní vozíky typu T20AP s maximální nosností 2 tuny jsou obsluhovány vestoje. Hmotnost stroje je 780 kg. Maximální zdvih je nízký, činí pouhých 125 mm. Rozměry vidlice jsou následující: šířka 165 mm, výška včetně kol 85 mm, délka 1150 mm. Dalším důležitým parametrem je rádius otáčení a ten dosahuje 1622 mm při snížené vidlici a 1959 mm v případě zvednuté vidlice. Maximální rychlost dosahuje 10 km/h (Linde-T20AP, 2020).

Ze systému Connect:desk byla získána data o využití těchto dopravních vozíků. Fond pracovní doby pro tento typ vozíků je 16 hodin denně pět dní v týdnu (Sonda, 2021).

Tyto vozíky jsou využívány pouze při nakládce a vykládce z nákladních automobilů, případně se využívají pro drobný posun paletizovaného zboží na krátké vzdálenosti. Tyto vozíky nejsou ani vhodné pro přepravu na velké vzdálenosti v halách. Z grafu využití na obrázku 7 je zřejmé, že tyto vozíky nejsou velmi využívány. To může být způsobeno jejich nízkou přepravní rychlostí a zavedením automatického vozíku MiR Hook 200, který částečně nahradil práci těchto vozíků.

Pro ukázkou je v tabulce 1 uvedeno využití v únoru 2020 pro tento typ vozíků a jeho doba jízdy. Aktivní používání je navýšeno o celkovou dobu zdvihu a snášení břemen, avšak z důvodu nízkých změn výšek je zde tato doba zanedbatelná. Hodnota 52,2 hodin je průměrnou hodnotou doby aktivního používání pro všechny vozíky a také suma jízdy je uvedena pro všechny vozíky dohromady.

Tabulka 1: Využití Linde T20AP v únoru 2020

Popisky řádků	Σ Jízda [h]	\varnothing Aktivní používání [h]	Fond PD	\varnothing z % PD
E16	454	117,5	2000	23,50%
R14HD	1766	131,5	8400	21,92%
T20AP	261	52,2	1600	16,31%
3	77	77	320	24,06%
4	38	38	320	11,88%
15	41	41	320	12,81%
30	43	43	320	13,44%
31	62	62	320	19,38%

Zdroj: Autor, 2020

2.2 Dopravní vozíky vysokozdvížené

Ve sledovaném skladě se nachází dva typy vysokozdvížných vozíků a to typ E16 a typ R14HD, které se liší v mnoha parametrech. Zejména se pak jedná o rozdílný typ vozíků, kde typ E16 je běžný čelní vysokozdvížný vozík a typ R14HD je regálový zakladač.

2.2.1 Linde E16

Tento běžný čelní vysokozdvížný vozík je nejméně zastoupeným typem. V celém skladě se k dubnu 2021 nachází pouze 3 vozíky tohoto typu. Tyto vozíky se hodí pro převoz paletizovaného zboží na velké vzdálenosti, avšak nehodí se k zakládání zboží do regálového systému. Tento tříkolový vozík má nosnost 1,6 tuny a je obsluhován vsedě. Tento stroj neumožňuje velmi vysoké zakládání zboží, umožňuje zakládání maximálně do výšky 3,15 metrů. Společnost DB Schenker si vyžádala dva typy vidlic, které lze kdykoliv snadno a rychle vyměnit. První typ má rozměry délku 800 mm, šířku 80 mm a výšku 40 mm. Druhý typ vidlice je pouze delší a má délku 2400 mm. I tento typ má výměnný akumulátor. Rádus otočení s krátkými vidlicemi je 1664 mm, maximální rychlost je 20 km/h (Linde-E16, 2020).

S využitím systému Connect:desk byla získána data o využití těchto vozíků. V únoru roku 2020 byly tyto vozíky v pohybu celkem 454 hodin. Průměrně pak každý vozík 113,5 hodiny. Průměr aktivního používání je vyšší o dobu využitou pro zvedání či snášení břemen, v průměru o 4 hodiny déle. Fond pracovní doby činí 20 hodin 6 dní v týdnu, to je celkem 120 hodin týdně.

Využití jednotlivých vozíků v únoru 2020 zobrazuje tabulka 2. Jejich průměrné využití fondu pracovní doby činí 23,50 % a byly v provozu průměrně 117,5 hodiny.

Tabulka 2: Využití Linde E16 v únoru 2020

Popisky řádků	Σ Jízda [h]	\varnothing Aktivní používání [h]	Fond PD	\varnothing z % PD
E16	454	117,5	2000	23,50%
5	145	149	500	29,80%
7	126	129	500	25,80%
28	93	96	500	19,20%
51	90	96	500	19,20%
R14HD	1766	131,5	8400	21,92%
T20AP	261	43,5	1920	13,59%

Zdroj: Autor, 2020

2.2.2 Linde R14HD

Tyto regálové zakladače jsou nejvíce používanými dopravními vozíky ve sledované společnosti. V těchto skladech je jich 14 ks a slouží zejména k zaskladňování, případně vyskladňování zboží z regálového systému. Tento regálový zakladač umožňuje zakládat až do výšky 7,55 m, má ale nižší nosnost a to 1,4 t. Je též obsluhován vsedě a kabina tohoto typu není pohyblivá. Některé stroje společnosti Linde Material Handling tuto možnost mají a umožňují řidiči vysokozdvížného vozíku přesnější umístění do regálu. Tento dopravní vozík má pouze jeden typ vidlic s délkou 1150 mm, šířkou 100 mm a výškou 45 mm. Poloměr otáčení je 1640 mm, maximální rychlost je 14 km/h. Rychlost zdvihu je 0,55 m/s v případě loženého vozíku, v případě pohybu bez nákladu je rychlost zdvihu 0,66 m/s (Linde-R14HD, 2020).

S pomocí systému Connect:desk byla získána data o využití. V únoru roku 2020 byly tyto vozíky v pohybu 1766 hodin, přičemž 1 vozík byl v pohybu průměrně 126,1 hodin. I zde uvažujeme přírážku ve sloupci aktivního používání, kde přičítáme čas strávený zdvihem, případně snášením břemen. Tato přírážka činí průměrně 5,4 hodin na vozík za měsíc. Fond pracovní doby činí 24 hodin 6 dní v týdnu. Průměrné využití pracovní doby těchto vozíků činí 21,92 %. Využití jednotlivých vozíků v únoru 2020 je uvedeno v tabulce 3.

Tabulka 3: Využití Linde R14HD podle Connect:desk

Popisky řádků	Σ Jízda [h]	\varnothing Aktivní používání [h]	Fond PD	\varnothing z % PD
E16	454	117,5	2000	23,50%
R14HD	1766	131,5	8400	21,92%
9	140	148	600	24,67%
10	155	165	600	27,50%
11	105	114	600	19,00%
12	169	172	600	28,67%
13	116	121	600	20,17%
14	107	112	600	18,67%
17	190	194	600	32,33%
18	176	181	600	30,17%
19	62	64	600	10,67%
25	142	148	600	24,67%
27	116	120	600	20,00%
32	33	38	600	6,33%
52	105	109	600	18,17%
54	150	155	600	25,83%
T20AP	261	43,5	1920	13,59%

Zdroj: Autor, 2020

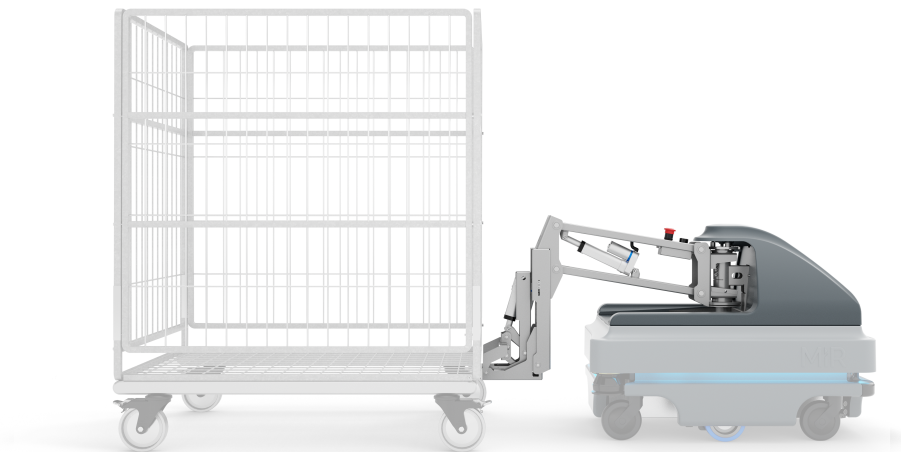
2.3 Dopravní vozíky automaticky vedené

Tento typ dopravních vozíků je v literatuře známý zejména pod zkratkou AGV – automatic guided vehicle. Tyto stroje nejsou obsluhovány lidskou obsluhou, ale jsou řízeny procesorem. Základem je plán skladu uložený v paměti tohoto vozíku. Tyto vozíky jsou obvykle spojeny s vysokou vstupní investicí. Výhody jsou nesporné, např. vozík nemusí obsluhovat člověk, rychlejší pohyb vozíku nebo ulehčení rutinních operací.

MiR Hook 200

Tento vozík od společnosti MiR není veden v systému telemetrie Connect:desk, jelikož výrobcem není společnost Linde Material Handling. Proto nejsou k dispozici data o využití tohoto vozíku ve sledovaném skladu. Tento vozík slouží zejména k minimalizaci využití lidských zdrojů pro převoz paletizovaného zboží např. k balicí stanici.

Tento vozík uveze přívěs o hmotnosti až 500 kg, který je schopný zaháknout po přečtení vytištěného QR kódu na přepravovaném vozíku. Automaticky volí nejvýhodnější trasu, v případě nízkého stavu baterie samostatně přijede k dobíjecí stanici. Výdrž baterie činí 16 hodin práce, nabíjí se maximálně 3 hodiny. Dále se dokáže za pomoci laserového snímání okolí vyhnout pohyblivým i nepohyblivým překážkám. V případě dlouhodobé pevné překážky samostatně volí jinou cestu a v příští jízdě se tomuto bodu vyhne. Tento AGV nevyžaduje zásadní změny infrastruktury (Logistika, 2020). Automatický vozík váží 98 kg, je vysoký až 900 mm, dlouhý až 1275 mm. Samotný robot má poloměr otáčení 520 mm, maximální rychlost 1,1 m/s (Mobile Industrial Robots, 2020). Vzhledem k nehodě na konci roku 2020 tento vozík není v květnu 2021 v provozu.



Zdroj: Mobile Industrial Robots, 2020

Obrázek 6: MiR Hook 200

2.4 Systém Connect:desk

Systém Connect:desk je systém telemetrie společnosti Linde Material Handling. Umožňuje řídit a spravovat strojní park, a to zejména distančním způsobem. Není nutný zásah servisního technika pro změnu nastavení. Tento systém umožňuje nejen správu dopravních vozíků, ale i správu řidičů, kteří jsou oprávněni řídit dopravní vozíky. Lze zde nastavit například omezení rychlosti pro nové a nezkušené řidiče, případně řidiče, kteří často způsobují škody na přepravovaném zboží či na vybavení skladu. Dále je možné přiřadit konkrétní dopravní vozíky konkrétním řidičům, kteří se vždy musí přihlásit přiložením RFID čipu. To znemožňuje například obsluhu vysokozdvížných vozíků uživatelem bez patřičného oprávnění.

Velmi důležitou funkcí tohoto systému je i sledování využití jednotlivých vozíků, případně sledování zásadních a důležitých hodnot, jako jsou například otřesy, směry jízdy, průměrné rychlosti apod. Správné využití těchto dat je ceněnou a důležitou manažerskou dovedností, jelikož umožňuje nejen uspořit za například snížení počtu dopravních vozíků, ale umožňuje i chválit, případně kárat jednotlivé řidiče. Tento systém byl využit v této práci pro sledování aktuálního a historického využití dopravních vozíků.

K systému Connect:desk lze přistupovat po zadání dvou přihlašovacích údajů přes webové rozhraní nebo přes desktopovou aplikaci v počítači zapojeného do stejné sítě jako jsou připojeny dopravní vozíky.

Systém Connect:desk komunikuje s dopravními vozíky bezdrátově a to třemi různými způsoby: Bluetooth, WLAN a GPRS. Výhodou prvního zmíněného je, že data výjimečně opouští sledovaný sklad a dopravní vozík se automaticky připojuje k synchronizačním bodům. Jedná se o okamžité a rychlé předání dat.

Síť WLAN umožňuje též okamžité a rychlé předání dat s výjimečným opuštěním dat mimo sklad. Je nutné však zajistit kompatibilitu s lokální sítí, tak aby datový tok nenarušoval jiné datové toky například týkající se skladových systémů.

Metoda GPRS je varianta nejuniverzálnější, jelikož se jedná o propojení pomocí mobilní telekomunikační sítě. Funguje tedy na stejném principu jako mobilní telefony. Velkou devizou tohoto systému je absence jakékoliv infrastruktury na místě. Stačí mít pouze připravený dopravní vozík s tzv. online boxem (Linde-CONNECT:SOFTWARE, 2021).

2.5 Získaná data o využití dopravních vozíků

Sesbíraná data o provozu dopravních vozíků byla autorem shromážděna do souboru Microsoft Excel. Zde byl vypočítán fond pracovní doby a následně vypočítáno plnění tohoto fondu. V horní části tabulky 4 nalezneme procento využití fondu pracovní doby a níže nalezneme počet dopravních vozíků v jednotlivých měsících. Tato tabulka je převedena i do grafické podoby v podobě grafu na obrázku 7.

2.6 Popis skladu

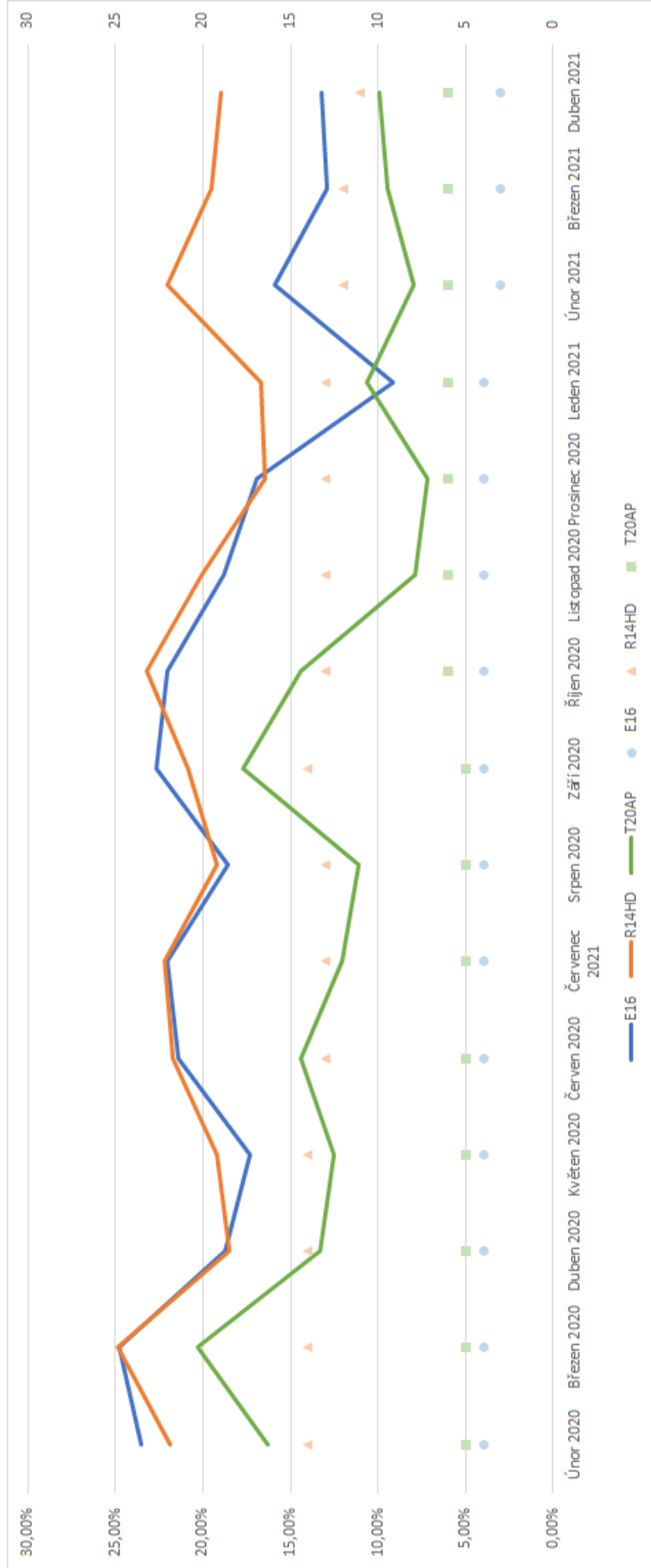
Centrální distribuční sklad společnosti ESAB se nachází ve skladovacích halách H1 a H2, které byly vybudovány v roce 2010 společností D+D Park Pardubice a.s. Společnost ESAB si vybrala společnost DB Schenker pro zkušenosti, know-how a možnost rozšíření nabízených logistických služeb.

Rozloha skladu v obou zmíněných halách je přibližně 27 500 m². Tyto haly obsahují rovnou podlahu z litého betonu na které je umístěno 60 paletových regálů. Uličky slouží k provozu dopravních vozíků, výjimečně i chodců. Na hraně regálů se nachází místa pro ukládání palet, ale jen do stanovené maximální výšky, tak aby nedocházelo k nebezpečným situacím. V každém z těchto regálů se nachází 75 paletových míst (také zvaná okna) a většina z nich je 7 pater vysoká. Jedná se tedy celkem o přibližně 31 500 paletových lokací, které jsou převážně obsluhovány dopravními vozíky typu R14HD.

Tabulka 4: Využití a počet dopravních vozíků

Druh vozíku	Únor 2020	Březen 2020	Duben 2020	Květen 2020	Červen 2020	Červenec 2021	Srpen 2020	Září 2020
E16	23,50%	24,76%	18,70%	17,31%	21,39%	22,04%	18,61%	22,69%
R14HD	21,92%	24,85%	18,52%	19,24%	21,71%	22,16%	19,24%	20,86%
T20AP	16,31%	20,34%	13,30%	12,50%	14,43%	12,07%	11,13%	17,73%
E16	4	4	4	4	4	4	4	4
R14HD	14	14	14	14	13	13	13	14
T20AP	5	5	5	5	5	5	5	5
Druh vozíku	Říjen 2020	Listopad 2020	Prosinec 2020	Leden 2021	Únor 2021	Březen 2021	Duben 2021	
E16	22,05%	18,85%	16,90%	9,13%	15,90%	12,90%	13,26%	
R14HD	23,25%	20,08%	16,42%	16,65%	22,02%	19,52%	18,94%	
T20AP	14,42%	7,86%	7,16%	10,66%	7,97%	9,47%	9,95%	
E16	4	4	4	4	3	3	3	
R14HD	13	13	13	13	12	12	11	
T20AP	6	6	6	6	6	6	6	

Zdroj: Autor



Zdroj: Autor

Obrázek 7: Graf využití a počtu dopravních vozíků

3 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ STAVU

Zásadním problémem zlepšení stavu je výrazná inkonzistence přepravovaného zboží. Tyto nerovnoměrnosti se dějí i během jednoho měsíce. Může nastat situace, kdy v rámci prvních třech týdnů se jedná o jednotky procent využití fondu pracovní doby. V posledním týdnu měsíce může poptávka po přepravě překročit možnosti dopravních vozíků a dojde tak ke zpožděním nakládek a vykládek.

Pandemie nemoci Covid-19 způsobila pokles v poptávce přeprav zboží. Jednalo se přibližně o pokles 5-10 % z celkového objemu z důvodu uzavření hranic jednotlivých států na jaře roku 2020 (Sonda, 2021).

3.1 Způsob výpočtu

Podle Cempírka (2007) se stanovuje výpočet dopravní výkonnosti následovně:

$$Q_h = \frac{3600}{t_{pc}} \cdot G_d \quad [\text{t h}^{-1}] \quad (1)$$

Kde: t_{pc} průměrná doba pracovního cyklu [s] a G_d je průměrná hmotnost jednoho břemena [t].

Pro výpočet požadované hodinové výkonnosti využijeme vzorce:

$$Q_{vh} = \frac{Q_{vs} \cdot k_{nh}}{T_{ps}} \quad [\text{t h}^{-1}] \quad (2)$$

Kde: Q_{vs} požadovaný rozsah manipulačních operací [t], k_{nh} koeficient hodinové nerovnoměrnosti manipulačních operací a T_{ps} je produktivní časový fond směny, tj. pracovní doba snižená o technologické a pracovní přestávky s výjimkou oprav a údržby [h].

Okamžitá potřeba dopravních vozíků se vypočítá vzorcem:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600 \cdot G_d} \quad [-] \quad (3)$$

Kde: Q_{vh} je požadovaná hodinová výkonnost, t_{pc} průměrná doba pracovního cyklu [s] a G_d je průměrná hmotnost jednoho břemena [t].

Avšak je nutné započítat rezervu pro neplánované odstávky, opravy a pravidelnou údržbu. Potřebný počet dopravních vozíků tedy určíme následujícím vztahem:

$$Z_c = Z_p \cdot \left(1 + \frac{r}{100}\right) \quad [-] \quad (4)$$

Kde: r je stanovená kapacitní rezerva na plánované a neplánované opravy a údržbu [%]

Daněk a Plevný (2005, s. 45) uvádí i jiný způsob výpočtu počtu dopravních vozíků. Je však nutné znát požadovaný hodinový dopravní výkon Q_h . Potřebný počet vozíků Z je tedy podle vzorce:

$$Z = \frac{Q_p \cdot t_c}{m_Q \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad [-] \quad (5)$$

Kde: $Q_p = Q_h$ – tedy požadovaná dopravní výkonnost nebo dopravní výkon [th^{-1}]. t_c je doba pracovního cyklu [h], m_Q je nosnost vozíku [t], f_1 koeficient využití nosnosti vozíku, f_2 je koeficient časových ztrát z údržby a oprav a f_3 je koeficient časových ztrát a nepředvídatelných překážek v práci.

Koeficienty ze vzorce

Neznámé koeficienty lze spočítat pomocí následujících vzorců, též převzatých z Daňka a Plevného (2005, s. 45).

$$f_1 = \frac{G_d}{m_Q} \leq 1 \quad (6)$$

Kde: G_d je průměrná hmotnost břemene a m_Q je nosnost vozíku. Obě jednotky je nutné zadat ve stejných jednotkách, obvykle v tunách.

$$f_2 = \frac{T_p - (T_u + T_o)}{T_p} \leq 1 \quad (7)$$

Kde: T_p je celkový fond pracovní doby za jednotku času (obvykle rok), T_u je celkový čas potřebný na údržbu za jednotku času. T_o je celkový čas potřebný na opravy. Všechny parametry se obvykle zadávají v hodinách.

$$f_3 = \frac{T_p - T_{op}}{T_p} \leq 1 \quad (8)$$

Kde: T_{op} je celkový čas ostatních nepředvídatelných překážek za jednotku času.

3.2 Získaná data

Na základě e-mailové komunikace se společností DB Schenker byla získána následující data pro výpočet nového počtu dopravních vozíků. Vyložení a zaskladnění kamionu trvá cca 60 minut; příprava zboží na nakládku jednoho kamionu cca 180 minut a samotné naložení průměrně 45 minut (Sonda, 2021). Je tedy nutné uvažovat tři různé případy pro výpočet dopravní výkonnosti a vypočítat zvlášť dopravní výkonnost pro nakládku, vykládku a přípravu zboží.

3.2.1 Leasing manipulační techniky

Jak je znázorněno v tabulce 5, cena leasingu se liší podle druhu manipulační techniky. Složitější zařízení s vyšším zdvihem mají obecně vyšší cenu. Nízkozdvižný vozík T20AP stojí měsíčně 5 100 Kč, vysokozdvižný vozík E16 12 500 Kč měsíčně a regálový zakladač R14HD 17 500 Kč měsíčně. Tyto hodnoty jsou zaokrouhleny a je zde odečtena amortizace těchto dopravních vozíků. Po ukončení operativního leasingu zůstávají tyto dopravní vozíky společnosti Linde Material Handling (Sonda, 2021).

Tabulka 5: Cena operativního leasingu podle typu vozíku

Typ vozíku	Cena leasingu
Linde T20AP	5 100 Kč
Linde E16	12 500 Kč
Linde R14HD	17 500 Kč

Zdroj: Sonda, 2021

3.2.2 Náklady na zaměstnance

Průměrná hrubá mzda je nákladem pro zaměstnavatele a obsahuje veškeré složky mzdy zaměstnance. Zaměstnanec získává ve výplatě tuto částku poníženou o pojistné zdravotního pojištění a sociálního zabezpečení, daň z příjmu a další srážky (např. exekuční, splátky úvěru). Tato průměrná hrubá mzda činí ve společnosti DB Schenker 34 619 Kč (Sonda, 2021).

3.2.3 Počet manipulačních operací

Počet manipulačních operací je hodnotou velmi flexibilní a den ode dne se liší. Závisí zejména na poptávce po výrobcích. Přibližným údajem je devět železničních vozů a 15 náklad-

ních vozidel každý den. Železniční vozy mají kapacitu 47 palet, nákladní automobily kapacitu 40 manipulačních jednotek (Sonda, 2021). To je v součtu průměrně 1 023 palet denně. Samozřejmostí je i rozdílnost počtu paletových míst v jednotlivých návěsech i železničních vozech. Zboží společnosti ESAB je převážně nestohovatelné i těžké a proto nevhodné například pro použití systému dvojitých podlah v návěsech.

3.3 Výpočet technologických ukazatelů

Pro účely této práce bude výpočet potřebného množství dopravních vozíků určen ze dvou postupů a následně bude množství dopravních vozíků porovnáno. Pro výpočet požadované dopravní výkonnosti použijeme upravený vzorec (1). Pro vykládku uvažujeme 60 minut a 40 paletových míst. To je průměrně 90 sekund na jedno paletové místo včetně zaskladnění. Nakládka je kratší a trvá 45 minut. Nakládka jednoho paletového místa trvá tedy téměř 70 sekund. Časově nejnáročnější operací je příprava zboží k nakládce do dopravních prostředků, zejména pak nákladních automobilů. Tato operace trvá 3 hodiny, tj. 4 a půl minuty na paletové místo. Průměrná hmotnost břemen ve všech případech je 0,6 tuny, avšak vzhledem k výpočtu dopravní výkonnosti v manipulačních operacích (dále MO) za hodinu, je tato informace nedůležitá. Vzhledem k průměrné době t_{pc} počet MO zaokrouhlujeme dolů.

Vykládka:

$$Q_h = \frac{3600}{t_{pc}} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_h = \frac{3600}{90} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_h = 40 \quad \text{MO h}^{-1}$$

Dopravní výkonnost při vykládce činí 40 manipulačních operací za hodinu.

Nakládka:

$$Q_h = \frac{3600}{t_{pc}} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_h = \frac{3600}{70} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_h \doteq 51 \quad \text{MO h}^{-1}$$

Dopravní výkonnost při nakládce činí 51 manipulačních operací za hodinu.

Příprava zboží:

$$Q_h = \frac{3600}{t_{pc}} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_h = \frac{3600}{270} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_h \doteq 13 \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

Dopravní výkonnost při přípravě zboží k nakládkě činí 13 manipulačních operací za hodinu.

3.3.1 Výpočty podle Cempírka

Výpočet dopravní výkonnosti je již uveden v předcházející kapitole a pro potřeby dalších výpočtů budou použity výsledky z jednotlivých operací. Koeficient ve vzorci (2) je nutné upravit. Při výpočtech neuvažujeme hmotnost přepraveného materiálu, nahrazujeme je počtem manipulačních operací za jednotku času, protože manipulace lehkého i těžkého břemena trvá stejně dlouho.

Uvažujeme průměrnou hodnotu 1023 manipulačních operací za 24 hodin. To je přibližně 42 těchto operací za hodinu. Proto byl i upraven výpočet koeficientu nerovnoměrnosti manipulačních operací k_{nh} . Změna spočívá ve výpočtu podílu sumy fondu pracovní doby a sumy produktivního času.

Pro účely této práce uvažujeme, že suma jízdy zvýšená o doby zdvihu a spouštění břemen je doba produktivní. Jedná se o jakékoliv pohyby dopravních vozíků, které slouží k přepravě materiálu. Tedy i doba jízdy bez zátěže, ale směrem k regálovému systému, případně ke zboží. Pravděpodobně dochází i jízdám zbytným, avšak tato doba je zanedbatelná v celkovém rozsahu sledovaného období. Suma fondu pracovní doby je součet všech fondů pracovní doby ve sledovaném období. Tímto sledovaným obdobím je únor 2020 až duben 2021. Data o pohybu dopravních vozíků byla získána ze systému Connect:desk a fond pracovní doby byl spočten manuálně pro každý měsíc. Žádný dopravní vozík nebyl zařazen do provozu v průběhu měsíce, změny se tedy děly jen na přelomu měsíců.

Upravený koeficient pracovní doby je pak matematicky vyjádřen takto:

$$k_{nh} = \frac{\sum \text{fond PD}}{\sum \text{produktivní čas}} \quad [-] \quad (9)$$

Pro používané dopravní vozíky jsou koeficienty různé. Hodnoty byly získány pomocí kontingenční tabulky v tabulkovém procesoru Microsoft Excel.

Je možné využít i jiného vzorce pro výpočet počtu dopravních vozíků a to od doc. Taraje. Ten určuje potřebu dopravních vozíků takto:

$$X_{DV} = \frac{\sum_{n=1}^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v} \quad (10)$$

Kde: X_{DV} je počet dopravních vozíků, $\sum_{n=1}^{i=1}$ počet cyklů v průběhu výpočetní doby, α koeficient nerovnoměrnosti, t_c je doba trvání jednoho cyklu, T_v označuje výpočetní dobu a k_v koeficient využití této výpočetní doby.

Výpočty koeficientu nerovnoměrnosti manipulačních operací výpočtem podle vzorce (9):

Linde E16:

$$k_{nh} = \frac{\sum \text{fond PD}}{\sum \text{produktivní čas}}$$

$$k_{nh} = \frac{29500}{5623}$$

$$k_{nh} \doteq 5,25$$

Linde T20AP:

$$k_{nh} = \frac{\sum \text{fond PD}}{\sum \text{produktivní čas}}$$

$$k_{nh} = \frac{28336}{3458}$$

$$k_{nh} \doteq 8,19$$

Linde R14HD:

$$k_{nh} = \frac{\sum \text{fond PD}}{\sum \text{produktivní čas}}$$

$$k_{nh} = \frac{121032}{24869}$$

$$k_{nh} \doteq 4,87$$

Výpočty koeficientu nerovnoměrnosti manipulačních operací (α) výpočtem podle vzorce (10) pro aktuální stav vozíků:

Linde E16, nakládky:

$$X_{DV} = \frac{\sum_n^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v}$$

$$\alpha = \frac{X_{DV} \cdot T_v \cdot k_v}{\sum_n^{i=1} \cdot t_c}$$

$$\alpha = \frac{3 \cdot 20 \cdot 0,1906}{1023 \cdot 0,025}$$

$$\alpha = 0,44$$

Linde T20AP, nakládky:

$$X_{DV} = \frac{\sum_n^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v}$$

$$\alpha = \frac{X_{DV} \cdot T_v \cdot k_v}{\sum_n^{i=1} \cdot t_c}$$

$$\alpha = \frac{6 \cdot 16 \cdot 0,1220}{1023 \cdot 0,025}$$

$$\alpha = 0,46$$

Linde R14HD, příprava zboží:

$$X_{DV} = \frac{\sum_n^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v}$$

$$\alpha = \frac{X_{DV} \cdot T_v \cdot k_v}{\sum_n^{i=1} \cdot t_c}$$

$$\alpha = \frac{11 \cdot 24 \cdot 0,2055}{1023 \cdot 0,075}$$

$$\alpha = 0,71$$

Stanovíme-li α rovno 1 ve vzorci (10) získáme počty vozíků odpovídající současnému stavu. To je způsobeno zadáním aktuálního průměrného využití pracovní doby. Toto procento lze stanovit podle potřeby a cílem může být stanovení tohoto procenta jako KPI. Pro zvýšení tohoto procenta je nutné analyzovat pohyb dopravních vozíků, simulovat jejich jízdy, nakládky a vykládky apod.

Určíme-li k_v jako hodnotu 0,2 (v současnosti 0,1906 pro vozíky E16 a 0,122 pro vozíky T20AP) pro nakládky je nutná obsluha X_{DV} dopravních vozíků při současném průměrném pohybu těchto vozíků. α stanovíme rovno 1.

Nakládka vozíkem E16

$$X_{DV} = \frac{\sum_{n=1}^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v}$$
$$X_{DV} = \frac{1023 \cdot 1 \cdot 0,025}{20 \cdot 0,2}$$
$$X_{DV} = 6,39$$

Pro nakládku pouze vozíkem E16 je zapotřebí 7 těchto vozíků. Tyto vozíky však mohou úzce spolupracovat s vozíky T20AP, proto je nutné uvažovat jejich vzájemnou kombinaci. Pro aktuální stav α je potřeba 3 dopravních vozíků typu E16.

Nakládka vozíkem T20AP

$$X_{DV} = \frac{\sum_{n=1}^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v}$$
$$X_{DV} = \frac{1023 \cdot 1 \cdot 0,025}{16 \cdot 0,2}$$
$$X_{DV} = 7,99$$

Pro nakládku pouze vozíkem T20AP je zapotřebí 8 těchto vozíků. Opět platí výše zmíněné a to spolupráce s vozíky E16. S výpočtem se současným α , činí tato potřeba 4 vozíky a nikoliv současných 6.

Pro přípravu zboží by bylo žádoucí zvýšit procento využití dopravních vozíků průměrně na 30 %.

Příprava vozíkem R14HD

$$X_{DV} = \frac{\sum_{n=1}^{i=1} \cdot \alpha \cdot t_c}{T_v \cdot k_v}$$
$$X_{DV} = \frac{1023 \cdot 1 \cdot 0,075}{24 \cdot 0,3}$$
$$X_{DV} = 10,66$$

Pro přípravu zboží vozíky R14HD s průměrným procentem využití 30 % získáme aktuální stav počtu vozíků. Je tedy nasnadě, že aktuální stav je ideální a koeficient nerovnoměrnosti α není roven 1. Pokud bychom uvažovali α rovno aktuálnímu stavu, tj. 0,71 – pak by bylo potřeba méně těchto vozíků a to 8.

Nyní je možné použít vzorec pro výpočet požadované hodinové výkonnosti za pomoci vzorce (2). Neuvažujeme rozsah manipulačních operací jako hodnotu hmotnostní, ale jako hodnotu počtu manipulačních operací za hodinu. V tomto případě uvažujeme Q_{vs} jako počet manipulačních operací za den. Pro nakládku a vykládku můžeme využít jen dvou typů vozíků a to Linde T20AP a Linde E16.

Operace za použití vozíku Linde E16:

$$Q_{vh} = \frac{Q_{vs} \cdot k_{nh}}{T_{ps}} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_{vh} = \frac{1023 \cdot 5,25}{20} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_{vh} \doteq 268 \quad \text{MO h}^{-1}$$

Operace za použití vozíku Linde T20AP:

$$Q_{vh} = \frac{Q_{vs} \cdot k_{nh}}{T_{ps}} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_{vh} = \frac{1023 \cdot 8,19}{16} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_{vh} \doteq 524 \quad \text{MO h}^{-1}$$

Příprava zboží za použití vozíku Linde R14HD, jelikož tento dopravní vozík je jediný vhodný pro vyskladňování zboží z vysokých lokací skladu. Nehodí se však pro nakládku či vykládku z dopravních prostředků.

$$Q_{vh} = \frac{Q_{vs} \cdot k_{nh}}{T_{ps}} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_{vh} = \frac{1023 \cdot 4,87}{24} \quad [\text{MO h}^{-1}]$$

$$Q_{vh} \doteq 208 \quad \text{MO h}^{-1}$$

Okamžitá potřeba dopravních vozíků se spočítá s upraveným vzorcem (3). Zde zanedbáme průměrnou hmotnost břemene, jelikož uvažujeme počet operací nezávisle na hmotnosti břemen. Volíme koeficient nerovnoměrnosti manipulačních operací ze vzorce (9) nebo k_{nh} rovno jedné. Tím získáme interval nutného počtu dopravních vozíků.

Vykládka za využití vozíku Linde E16:

Hodnota s koeficientem nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{268 \cdot 90}{3600}$$
$$Z_p = 6,7$$

Hodnota bez koeficientu nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{51,25 \cdot 90}{3600}$$
$$Z_p = 1,28$$

Výsledný počet dopravních vozíků typu Linde E16 je zapotřebí mezi 2 a 7. To odpovídá současnému stavu, kdy jsou v provozu 3 tyto vozíky. Dalším vozíkem vhodným pro tuto činnost je Linde T20AP.

Vykládka za využití vozíku Linde T20AP:

Hodnota s koeficientem nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{524 \cdot 90}{3600}$$
$$Z_p = 13,1$$

Hodnota bez koeficientu nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{64 \cdot 90}{3600}$$
$$Z_p = 1,6$$

Výsledný počet mezi 2 a 13 dopravními vozíky typu Linde T20AP pro tento sklad je zapříčinen vysokým koeficientem nerovnoměrnosti manipulačních operací. Tento výsledek se započítaným koeficientem neodpovídá realitě, jelikož je v provozu pouze 6 vozíků tohoto typu. Jejich využití je i v současné době velmi nízké, 13 ks je hodnota opravdu extrémní a pro provoz nevýhodná.

Nakládka za využití vozíku Linde E16:

Hodnota s koeficientem nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{268 \cdot 70}{3600}$$
$$Z_p = 5,2$$

Hodnota bez koeficientu nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{51,25 \cdot 70}{3600}$$
$$Z_p = 0,99$$

Hodnota počtu dopravních vozíků při nakládce mezi 1 a 5 odpovídá současnému stavu, kdy jsou aktuálně v provozu 3 vozíky tohoto typu. 5 vozíků tohoto typu by přineslo zvýšené náklady s nejistým výsledkem časových úspor.

Nakládka za využití vozíku Linde T20AP:

Hodnota s koeficientem nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{524 \cdot 70}{3600}$$
$$Z_p = 10,18$$

Hodnota bez koeficientu nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{64 \cdot 70}{3600}$$
$$Z_p = 1,24$$

I zde dochází k výraznému nadsazení počtu dopravních vozíků v případě využití spočítaného koeficientu nerovnoměrnosti manipulačních operací. Výsledky však odpovídají aktuálnímu stavu.

Příprava zboží za využití vozíku Linde R14HD:

Hodnota s koeficientem nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{208 \cdot 270}{3600}$$
$$Z_p = 15,6$$

Hodnota bez koeficientu nerovnoměrnosti:

$$Z_p = \frac{Q_{vh} \cdot t_{pc}}{3600} \quad [-]$$
$$Z_p = \frac{208 \cdot 270}{3600}$$
$$Z_p = 3,2$$

3.3.2 Výpočty podle Daňka a Plevného

Pro výpočet za využití vzorce (5) je zapotřebí vypočítat neznámé koeficienty. Dobu pracovního cyklu i dopravní výkonnost je již známá z předcházejících výpočtů. Nosnost vozíků se liší a proto určíme opět počet vozíků nezbytných pro vykládku, nakládku a přípravu zboží. Pro nakládku a vykládku můžeme využít jen dvou typů vozíků a to Linde T20AP a Linde E16.

Výpočty koeficientů

Pro výpočet koeficientu f_1 je nutné znát průměrnou hmotnost přepravovaného zboží a nosnost vozíku. Výpočtem za pomocí vzorce 6 získáme následující hodnoty f_1 :

Vzhledem k výpočtu počtu manipulačních operací však uvažujeme f_1 rovno jedné a taktéž m_Q jakožto kapacita manipulačních operací je také rovna 1.

Linde E16:

$$f_1 = \frac{G_d}{m_Q}$$
$$f_1 = \frac{0,6}{1,6}$$
$$f_1 = 0,375$$

Linde T20AP:

$$f_1 = \frac{G_d}{m_Q}$$

$$f_1 = \frac{0,6}{2,0}$$

$$f_1 = 0,3$$

Linde R14HD:

$$f_1 = \frac{G_d}{m_Q}$$

$$f_1 = \frac{0,6}{1,4}$$

$$f_1 = 0,43$$

Koeficient správkového času f_2 by měl být ideálně roven jedné. Toho lze dosáhnout zejména dobře provedenou údržbou, pravidelnými odstávkami i vhodnou technikou jízdy skladníků. Nehody ve společnosti DB Schenker jsou vzácné, avšak stávají se. Většinou je však chyba na straně obsluhy (Černý, 2020). Pro všechny dopravní vozíky je stanoven čas údržby na 1 hodinu měsíčně, tedy 12 hodin ročně (Sonda, 2021).

Výpočet provedeme pomocí vzorce 7 a je zde uvažována jednotka času jeden měsíc.

Linde E16:

$$f_2 = \frac{T_p - (T_u + T_o)}{T_p}$$

$$f_2 = \frac{480 - 1}{480}$$

$$f_2 = 0,99$$

Linde T20AP:

$$f_2 = \frac{T_p - (T_u + T_o)}{T_p}$$

$$f_2 = \frac{320 - 1}{320}$$

$$f_2 = 0,99$$

Linde R14HD:

$$f_2 = \frac{T_p - (T_u + T_o)}{T_p}$$

$$f_2 = \frac{576 - 1}{576}$$

$$f_2 = 0,99$$

Posledním koeficientem je výpočet času ostatních nepředvídatelných překážek za jednotku času. Již z názvu vypovídá, že se jedná o hodnotu nepředvídatelnou. Těmito nepředvídatelnými překážkami může být například výpadek elektřiny, poškození vybavení skladu, případně náhlé poruchy dopravního vozíku. Tuto hodnotu se autorovi nepodařilo žádným způsobem zjistit ani vypočítat. Vzhledem k f_2 , který se velmi blíží hodnotě 1, je zde uvažována hodnota velmi podobná a to 0,98.

Výpočty potřeby dopravních vozíků

Pro výpočet v této podkapitole použijeme vzorce (5) s koeficienty spočítanými v předchozí části. $m_Q \cdot f_1$ uvažujeme rovno jedné, vzhledem k použití výpočtu požadovaných manipulačních operací a nikoliv dopravní výkonnosti v hmotnostních jednotkách.

Vykládka za použití Linde E16

$$Z = \frac{Q_p \cdot t_c}{m_Q \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad [-]$$

$$Z = \frac{(1023/20) \cdot (90/3600)}{1 \cdot 0,99 \cdot 0,98}$$

$$Z = 1,32$$

Vykládka za použití Linde T20AP

$$Z = \frac{Q_p \cdot t_c}{m_Q \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad [-]$$

$$Z = \frac{(1023/16) \cdot (90/3600)}{1 \cdot 0,99 \cdot 0,98}$$

$$Z = 1,64$$

Nakládka za použití Linde E16

$$Z = \frac{Q_p \cdot t_c}{m_Q \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad [-]$$

$$Z = \frac{(1023/20) \cdot (70/3600)}{1 \cdot 0,99 \cdot 0,98}$$

$$Z = 1,03$$

Nakládka za použití Linde T20AP

$$Z = \frac{Q_p \cdot t_c}{m_Q \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad [-]$$

$$Z = \frac{(1023/16) \cdot (70/3600)}{1 \cdot 0,99 \cdot 0,98}$$

$$Z = 1,28$$

Příprava zboží na nakládku za použití Linde R14HD

$$Z = \frac{Q_p \cdot t_c}{m_Q \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad [-]$$
$$Z = \frac{(1023/24) \cdot (270/3600)}{1 \cdot 0,99 \cdot 0,98}$$
$$Z = 3,3$$

Výše uvedenými výpočty bylo zjištěno, že se jedná o téměř stejné hodnoty jako v případě výpočtu za pomoci vzorce (3) bez použití koeficientu nerovnoměrnosti. Rozdílné hodnoty jsou způsobeny zejména pak výpočtem s koeficienty časových ztrát z důvodu údržby a oprav a koeficientem nepředvídatelných překážek v práci. V předchozím výpočtu byly tyto hodnoty zcela zanedbány, i když tvoří částečně nerovnoměrnosti.

V případě zakládání nového skladu se známým počtem požadovaných manipulačních operací lze postupovat následovně. Porovnáním skutečného stavu a výpočtů k_{nh} vyplynulo, že se jedná o počet současně prováděných operací. V případě zde uvažovaného skladu je potřeba současně obsloužit dva až tři dopravní prostředky současně (běžně dva, v dopravní špičce tři). Proto lze uvažovat koeficient nerovnoměrnosti manipulačních operací roven hodnotě 3. Pro vykládku pak uvažujeme tento počet dopravních vozíků: typ E16 3,84 DV a T20AP 4,79 DV, což odpovídá současnému stavu, kdy jsou v provozu 3 vozíky typu E16 a 6 vozíků T20AP.

Dále zde uvažujeme nakládku, při využití koeficientu nerovnoměrnosti s hodnotou 3 získáme následující výsledky: typ E16 2,98 DV a T20AP 3,73 DV. I zde získáváme hodnoty podobné současnému stavu. Jedná se o nižší počet vzhledem k rychlejší operaci než v případě vykládky a tyto dvě operace velmi úzce spolu souvisí.

Poslední operací je příprava zboží z regálového systému pro nakládku. Vzhledem k potřebě použít dopravní vozík R14HD pro jeho vysoký zdvih, uvažujeme zde pouze využití tohoto vozíku. S koeficientem nerovnoměrnosti rovném 3 vychází tato potřeba na 9,59 vozíku. Je možné tedy uspořít jeden vozík tohoto typu.

4 POROVNÁNÍ NAVRŽENÉHO A PŮVODNÍHO STAVU

Pro uvažované operace lze uvažovat velký rozptyl potřeby dopravních vozíků a to v závislosti na hodnotě koeficientu nerovnoměrnosti manipulačních operací.

V tabulce 6 jsou uvedeny různé počty potřebných dopravních vozíků podle různých metod. Výpočet se vzorcem (10) uvažuje aktuální hodnoty nerovnoměrnosti. Uvažujeme zde zvýšené průměrné procento využití na 20 % v případě vozíků k nakládce a vykládce; 30 % v případě regálových zakladačů. Snížení počtu vozíků vede ke zvýšení produktivity a lepšímu využití fondu pracovní doby.

Z tabulky je patrné, že současný stav odpovídá koeficientu nerovnoměrnosti (k_{nh}) s hodnotou přesahující 3, ale nižší než 4. Vyšší počet vozíků je způsoben buď pouhou preferencí manažera skladu nebo je zde uvažováno s větší rezervou dopravních vozíků.

Tabulka 6: Porovnání potřeby dopravních vozíků

Typ vozíku	E16	T20AP	R14HD
k_{nh} vzorcem (9)	7	13	16
Výpočet vzorcem (10)	3	4	8
$k_{nh} = 1$	1	1	3
$k_{nh} = 3$	3	4	10
Aktuální stav	3	6	11

Výpočet nákladů na provoz dopravních vozíků k_{nh} za pomocí vzorce (9) je nutno zcela vyloučit, jelikož se jedná o hodnoty počtu dopravních vozíků naprosto odtržené od reality. Navýšení počtu dopravních vozíků na dvojnásobek nese zvýšené náklady nejen na pronájem těchto vozíků, ale i na obsluhu ve dvou, respektive třisměnném provozu. Výpočet s hodnotou $k_{nh} = 1$ je velice úspornou možností, avšak nelze uvažovat rovnoměrný počet manipulačních operací v rámci dne.

Výpočet vzorcem (10) vychází z aktuální hodnoty nerovnoměrnosti a stanovením požadovaného procenta využití. Jednalo by se zde o úsporu dvou nízkozdvíhových vozíků typu T20AP. Řidiči vozíků T20AP slouží osmihodinové směny. Pro obsluhu vozíků T20AP postačí 2 řidiči. Celkem se jedná minimálně o 4 pracovníky a není tu uvažována rezerva zaměstnanců. 3 uspořené vozíky typu R14HD znamenají úsporu minimálně 15 zaměstnanců na měsíc.

Vyčíslení úspor by nebylo kompletní bez úspor z neuskutečněného leasingu. Pronájem

manipulační techniky přináší společnosti fixní náklady. Tyto fixní náklady činí 62 700 Kč měsíčně (Sonda, 2021). Za rok tyto fixní náklady činí celkem 752 400 Kč.

Mzdové náklady činí průměrně na jednoho pracovníka 34 619 Kč za měsíc (Sonda, 2021). Pro 19 zaměstnanců činí hrubá mzda za rok 5 400 564 Kč. Tato hodnota nikterak nezohledňuje reálnou, vyšší potřebu personálu např. z důvodu dovolených, pracovních neschopností a dalších překážek na straně zaměstnance.

Minimální celková uspořena částka činí tedy 8 645 532 Kč. Bohužel, tato částka přináší některá negativa, jako je vyšší vytíženost personálu a tím nižší spokojenost zaměstnanců, delší časové prodlevy při nakládce nebo vykládce, nedostatečná rezerva dopravních vozíků při náhlých a dlouhodobých poruchách a mnoho dalších, těžko vyčíslitelných nákladů.

Současný provoz 11 vozíků typu R14HD vyžaduje obsluhu nejméně 55 řidičů. To je dáno maximální pracovní dobou personálu ve třisměnném provozu. Tato maximální doba činí 37,5 hodiny týdně (Zákon 262/2006 Sb.). Personální náklady tedy činí 22 848 540 Kč ročně bez rezervy počtu personálu. Nízkozdvižné vozíky T20AP vyžadují 12 pracovníků, tedy roční náklady na obsluhu činí 4 985 136 Kč, opět bez personálu nutného k pokrytí dovolených, pracovních neschopností a dalších překážek. A na závěr čelní vysokozdvižné vozíky E16, které jsou jak v navrženém, tak současném stavu ve stejném počtu 3 ks. Tyto vozíky jsou obsluhovány 20 hodin denně, lze zde tedy použít zkrácenou pracovní dobu 7 hodin za den. Je nezbytné aby byly obsluhovány třemi zaměstnanci denně, tedy celkem 9 řidičů za den. Celkové roční náklady činí 3 738 852 Kč ročně, bez uvažování personální rezervy.

Celkové náklady na leasing jsou odvozeny z tabulky 5. Nejdražším typem je typ R14HD s měsíční platbou pronájmu ve výši 17 500 Kč. Pro 11 vozíků se jedná o sumu 2 310 000 Kč ročně. Dalším typem používaného vozíku je typ E16, s měsíčními náklady 12 500 Kč za jeden vozík. Při provozu tří těchto vozíků jsou roční náklady ve výši 450 000 Kč. Posledním použitým typem je vozík T20AP s měsíční platbou 5 100 Kč. V současném provozu je jich k dispozici 6 ks a jejich roční náklady na leasing činí 367 200 Kč.

Současné celkové minimální roční náklady na personál činí celkem 31 572 528 Kč bez započítání rezervy personálu. Celkové roční náklady na leasing činí 3 127 200 Kč. Celkové náklady na provoz jsou v současné době minimálně 34 699 728 Kč. V případě využití výše uvedeného úspornějšího řešení ve výši 8 642 532 Kč dojde k úspoře téměř 25 %.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo analyzovat aktuální strojní park společnosti DB Schenker ve skladech společnosti ESAB v Pardubicích-Semtíně. Zde používané dopravní vozíky byly popsány dle normy ČSN ISO 5053.

Dále se tato práce zabývala aktuálním stavem z hlediska využití těchto dopravních vozíků, způsobem měření jejich využití a popisuje jednotlivé vozíky z technického hlediska. Byl zde spočten průměr použití těchto vozíků ve sledovaném období od února 2020 do dubna 2021.

Cílem práce bylo vytvořit návrh na zlepšení stavu strojního parku, zejména pak co do počtu vozíků. Výpočty byly provedeny dvěma metodami a jejich výsledky navzájem porovnány. Bylo nutno přistoupit ke změně způsobu výpočtu, jelikož nebylo zásadní počítat hmotnosti jednotlivých operací, ale jejich počet.

Změnou metodiky bylo dosaženo možných změn v počtu dopravních vozíků a to o tři regálové zakladače R14HD a dva nízkozdvižné vozíky T20AP. Je zde naznačena možnost úspory z menšího počtu pronajímaných vozíků i z hlediska personálního.

Zvýšení doby aktivního používání za stávajícího počtu dopravních vozíků lze uskutečnit analýzou pohybu jednotlivých vozíků. Je nutné zjistit, zda jejich trasování je vhodné, zda je zboží umístěné podle ABC případně XYZ analýzy a zda nedochází k zbytečným neproduktivním pohybům. Je možnost optimalizovat nasazování vozíků i řidičů pro zlepšení aktuálního stavu za pomoci simulace.

Současný stav lze zlepšit a to snížením počtu vozíků typu T20AP a R14HD. Navržený stav přináší vyšší využití fondu pracovní doby, ale na druhou stranu vyšší vytížení personálu, který by byl náchylný k chybám, únavě a dalším rizikovým faktorům. Z finančního hlediska se jedná o úsporu ve výši přibližně 25 %.

Došlo tedy k naplnění cíle bakalářské práce a bylo nalezeno nové a úspornější řešení počtu dopravních vozíků ve skladě společnosti DB Schenker v Pardubicích-Semtíně.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

BOND, Josh. Leases give lift truck customers more leeway. *Modern Materials Handling* [online]. Framingham, 2012, Jul 2012, **67**(7), 12 [cit. 2021-04-18]. ISSN 00268038. Dostupné z: <https://www.proquest.com/magazines/leases-give-lift-truck-customers-more-leeway/docview/1030143545/se-2?accountid=17239>

CEMPÍREK, Václav. *Technologie ložných a skladových operací*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 978-80-86530-36-9

ČERNÝ JAN, Rozhovor s vedoucím skladu DB Schenker během roku 2020.

ČSN ISO 5053. *Motorové manipulační vozíky – Terminologie*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001. 52s. Třídící znak 26 8801

DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-704-3416-3.

EMMETT, Stuart. *Excellence in Warehouse Management: How to Minimise Costs and Maximise Value*. Chichester: Wiley, 2005. ISBN 978-0-470-01531-5 .

HUB. *DB Schenker nasadil poprvé ve svém českém skladu autonomního robota: Stroj MiR Hook 200 převáží policové vozíky*. *Logistika* [online]. 2020, 22. 10. 2020, 2020(11) [cit. 2020-12-13]. ISSN 1213-7693. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66834340-db-schenker-nasadil-poprve-v-ceskem-skladu-autonomniho-robota-stroj-mir-hook-200-prevazi-policove-voziky>

JUST, Ladislav. *Optimalizace využití manipulační techniky ve vybrané společnosti*. Praha, 2016. Diplomová práce. České vysoké učení technické, fakulta dopravní. Vedoucí práce Jan Tichý.

KOVÁČ, Milan, Karel KAVALEC, Alojz TARAJ a Henrich KLEČKA. *Mechanizácia ložných, dopravno-manipulačných a skladovacích operácií. 2*. Bratislava: Alfa, 1986.

KOVÁČ, Milan. *Mechanizácia ložných dopravno-manipulačných a skladovacích operácií. 1, Mechanizačné zariadenia. 2. vyd.* Bratislava: Alfa, 1990. ISBN 80-05-00058-8.

KOZEL, David. *Studie řízených průmyslových vozíků* [online]. Brno, 2017 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=149266. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Jaroslav Kašpárek.

LINDE MATERIAL HANDLING. *Katalogový list Linde T20AP*

LINDE MATERIAL HANDLING. *Katalogový list Linde E16*

LINDE MATERIAL HANDLING. *Katalogový list Linde R14HD*

LINDE MATERIAL HANDLING *CONNECT:SOFTWARE* [online] [cit. 2021-01-01]

Dostupné z: <https://www.linde-mh.cz/cs/Intralogistika/Fleet-Management/connect-software/>

MELICHAR, V.; JEŽEK, J. ČÁP, J. *Základy ekonomiky dopravního podniku: studijní opora*, 2011.

MiR Hook 200 TM. In: *MiR: a better way* [online]. Odense, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/solutions/robots/mir-top-modules/mir-hook-200-tm/>

POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a SLÍVA Aleš. *Dopravní a manipulační zařízení I*. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní. Dostupné z: http://www.342.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_1_NP.pdf

RICHARDS, Gwynne. *Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. 2nd ed. London: Kogan Page, 2014. ISBN 978-0-7494-6934-4.

SONDA, Ondřej – Emailová korespondence, vedoucí řízení zásob DB Schenker během roku 2021.
§ 78 zákona č. 262/2006 Sb. – Obecná ustanovení o pracovní době a délka pracovní doby

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A	KATALOGOVÝ LIST LINDE E16	51
PŘÍLOHA B	KATALOGOVÝ LIST LINDE T20AP	52
PŘÍLOHA C	KATALOGOVÝ LIST LINDE R16HD	53

PŘÍLOHA A KATALOGOVÝ LIST LINDE E16



SCHENKER

Electric Frontloader 1.6 t - base specification -



Linde E16 EVO 1.6 tons 3-wheel electric counter balance truck	
Load capacity:	1.600 kg
Mast:	Standard, 3.150 mm lift height, 2.196 mm collapsed height, 150 mm free lift
Load centre:	500 mm
Pedals:	Single-pedal (Dual-pedal = deduct)
Drive tires:	SE-black (18 x 7-8)
Steering tires:	SE-black (15 x 4-1 / 2-8)
Side shift:	Integrated, +/- 100 mm / 6 rolls
Forks:	1.100 mm x 80 mm x 40 mm
Overhead Guard:	Standard (1970 mm)
Seat:	MSG65 (PVC) with seat belt
Mirror:	Panorama rear view mirror
Operator controls:	Central lever Linde Load Control
Safety:	2 front LED work lights, 1 rear LED work light BlueSpot, mounted on OHG Linde Protector Frame Linde Curve Assist Automatic parking brake
Battery compartment:	48 V / 5 Pz5, (575 - 625 Ah)
Batterydoor:	180° opening
Colour:	RAL 2002 (red)
Fleet Management System:	Linde Connect with Access Control, crash detection and utilization, data transmission GPRS



180° Batterydoor opening

PŘÍLOHA B KATALOGOVÝ LIST LINDE T20AP



SCHENKER

Pallet truck (with platform) 2.0 t
- base specification -



Linde T20 AP 2.0 tons pallet truck with foldable platform and side restrains

Load capacity:	2.000 kg
Load centre:	600 mm
Steering:	Powersteering
Drive wheels:	Polyurethane
Load wheels:	Polyurethane, single
Travel speed:	6 km/h
Forkspread:	540 mm
Forklength:	1.150 mm
Speed control:	Slow moving function
Equipment:	Multifunction display with hour meter, battery discharge indicator
Battery compartment:	3 PzS (345/375 Ah)
Battery change:	Lateral change
Colour:	RAL 2002 (red)
Fleet Management System:	Linde Connect with Access Control, crash detection and utilization, data transmission via GPRS



**SCHENKER****Reach truck 1.6 t**
- base specification-**Linde R16HD 1.6 tons reach truck heavy duty**

Mast:	Triplex, 10.055 mm lift height ,4.080 mm collapsed height, 2.950 mm freelift
Load capacity:	1.600 kg
Load centre:	600 mm
Pedals:	Single-pedal (Dual-pedal = deduct)
Load wheels:	Standard
Steering wheel:	Standard
Forks:	1.150 x 100 x 45mm
Sideshift:	Integrated, 6 rolls
Overhead Guard:	Standard, 2.110 mm height
Seat:	MSG75 (PVC) incl. pneumatic susp. with comprehensive adjustments, seat auto-adjustment for operator's weight
Console:	Horizontally adjustable control console
Mirror:	Panorama rear view mirror
Operator controls:	Central lever Linde Load Control
Safety:	BlueSpot, mounted on OHG All-wheel braking systems, with self-adjusting load wheel brakes
Steering:	180° steering
Battery compartment:	5 PzS (700/775 Ah)
Battery change:	Lateral change with rolls
Colour:	RAL 2002 (red)
Fleet Management System:	Linde Connect with Access Control , crash detection and utilization, data transmission via GPRS



Linde Load Control