

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

Možnosti rozvoje a modernizace
překládkových operací v kontejnerovém
terminálu Brno

Bc. Jindřich Fousek

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013



Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jindřich Fousek**
Osobní číslo: **D11815**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Možnosti rozvoje a modernizace překládky v kontejnerovém terminálu Brno**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

- 1) Analýza současného stavu terminálu
- 2) Návrh možností rozvoje terminálu
- 3) Zhodnocení vypracovaných návrhů

Závěr

Rozsah grafických prací: **2 -3**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

(1)MOJŽÍŠ, Vlastislav a Václav CEMPÍREK. Kombinovaná doprava. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 1999, 140 s. ISBN 80-719-4216-2.

(2)ŠIROKÝ, Jaromír. Progresivní systémy v kombinované přepravě. Vyd. 1. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2010, 173 s. ISBN 978-80-86530-60-4.

(3)ČD CARGO. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: www.cdcargo.cz

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **1. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **31. května 2013**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2013

Prohlašuji, že tuto práci jsem vytvořil samostatně. Všechny zdroje informací a použité literatura 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., Autorský zákon, 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 nákladu, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Novém Městě na Moravě, dne 7.5.2013

Jindřich Fousek

Tato diplomová práce vznikla v rámci řešení projektu „IVINTEP - Inženýrské vzdělávání jako interakce teorie a praxe“, reg. č. CZ.1.07/2.2.00/15.0352.

Na tomto místě bych rád vyjádřil poděkování vedoucímu práce, panu doc. Ing. Jaromíru Širokému, Ph.D., který mi sdělil podnětné rady a doporučení. Také bych rád poděkoval Ing. Haně Vohánkové za konzultace a cenné informace z praxe.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na rozbor a rozvoj technologických postupů při překládce kontejnerů v terminálu Brno. U konkrétních operací sleduje technologickou náročnost a také hledisko propustnosti terminálu. Je zkoumán systém překládky s cílem zvýšení kapacity a tím i efektivního využití překládacích mechanismů a obslužného personálu. V práci je navrženo několik modelových řešení pro rozvoj terminálu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kombinovaná doprava, překladiště, terminál, Brno, překládka.

TITLE

Development and modernization potential of reloading process in Brno container terminal.

ANNOTATION

Analysis of container and semi trailer reloading process in Brno terminal is fundamental of this work. There is checked one move technological seriousness and the terminal throughput. The reloading process is inspecting to reach maximal efficiency of reloading machines and bring throughput growth. There are several studies for terminal development.

KEYWORDS

Combined transport, transship centre, terminal, Brno, reloading.

OBSAH

Seznam Obrázků	9
Seznam tabulek	9
Seznam Zkratek	10
Úvod	11
1 Analýza současného stavu terminálu	13
1.1 Odborné pojmy	13
1.2 Historie terminálu	14
1.3 Charakteristika terminálu	14
1.4 Překládací mechanismy	18
1.5 Funkční plochy terminálu	20
1.6 Přístup k terminálu	23
1.7 Rozbor současných technologických postupů	24
1.7.1 Přistavení vlaku	24
1.7.2 Překládání návěsů	25
1.7.3 Překládka kontejnerů	27
1.7.4 Propustnost terminálu	29
2 Návrh možností rozvoje a úprav terminálu	32
2.1 Model práce více překladačů operujících současně	32
2.2 Rozšíření počtu terminálových traktorů	35
2.3 Překladače pro nakládání do druhé řady	36
2.4 Portálové jeřáby	40
2.5 Technologie Modalohr	44
2.6 Technologie Cargobeamer	45
2.7 Návrh rozvržení ploch a organizace provozu v současné poloze terminálu	46
2.8 Možnosti rozšíření terminálu	49

3	Zhodnocení uvedených návrhů	53
	Závěr	57
	Seznam použité literatury.....	58
	Seznam Příloh.....	60

Seznam Obrázků

Obrázek 1 Terminál Brno.....	15
Obrázek 2 Poškozený rošt kanalizace.....	17
Obrázek 3 Zátěžový diagram překladače Kalmar DRF400 60C5.....	18
Obrázek 4 Vyzvednutí návěsu.....	20
Obrázek 5 Poškozené zpevněné plochy.....	21
Obrázek 6 Přístup k Terminálu – Brno Horní Heršpice.....	24
Obrázek 7 Překladač Terex (ilustrační foto), zátěžový diagram v tunách.....	38
Obrázek 8 Portálový jeřáb Künz v Praze - Uhřetěvesi.....	43
Obrázek 9 Rozdělení ploch do sektorů.....	47
Obrázek 10 Pozemky k možnému rozšíření.....	50

Seznam tabulek

Tabulka 1 Parametry terminálu.....	16
Tabulka 2 Plochy terminálu.....	23
Tabulka 3 Porovnání teoretické a praktické propustnosti.....	31
Tabulka 4 Porovnání výkonu více překladačů.....	34
Tabulka 5 Parametry překladače Terex RS 60.....	38
Tabulka 6 Porovnání výkonu překladačů při překládce návěsů.....	39
Tabulka 7 Porovnání výkonu překladačů při překládce kontejnerů.....	40
Tabulka 8 Parametry portálového jeřábu.....	41
Tabulka 9 Úprava ploch terminálu.....	48
Tabulka 10 Pozemky k rozšíření.....	50
Tabulka 11 Srovnání navržených úprav překládací technologie.....	53
Tabulka 12 Charakteristiky rozšíření terminálu.....	55

Seznam Zkratek

AGTC	European Agreement on Important International Combined Transport Lines and Related Installations (Evropská dohoda o nejdůležitějších trasách mezinárodní kombinované dopravy a příslušných objektech)
ČD	České dráhy
ČR	Česká Republika
ČSD	Československé dráhy
ČSKD	Česká a Slovenská kontejnerová doprava
ČSSR	Československá Socialistická Republika
DUSS	Deutsche Umschlaggesellschaft Schiene-Straße (Společník terminálu Lovosice)
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro standardizaci)
KD	Kombinovaná doprava
PHM	Pohonné hmoty
RMG	Rail Mounted Gantry (Kolejový portálový jeřáb)
TEN – T	Trans-European Transport Network (Transevropská dopravní síť)
TEU	Twenty Foot Equivalent Unit (Standardizovaná objemová jednotka v kombinované dopravě, je rovna objemu jednoho kontejneru ISO 1C)
ŽU	Železniční uzel

ÚVOD

Téma kombinované dopravy se v posledních letech stává velice diskutovaným a velmi rychle rostoucím odvětvím dopravy. Nabízí alternativu k přetížené silniční dopravě, šetření nákladů, životního prostředí a jistou prestiž při využití tohoto režimu. Česká Republika svým geografickým rozložením představuje v Evropě, co se týká dopravy, tranzitní stát, který tento druh dopravy výrazně potřebuje. Zejména proto, že přes republiku vede řada důležitých dopravních koridorů a také proto, že velká řada produktů se do ČR dováží z cizích států. V mezinárodních relacích se kombinovaná doprava díky vzdálenosti jednoznačně vyplácí po časové i ekonomické stránce. Pro efektivní využití kombinované dopravy je nezbytné, aby se zvýšil počet fungujících terminálů a narostla jejich manipulační kapacita. Počet a rozmístění terminálů v současné době nepokrývá dostatečně území republiky a výhody KD nejsou na první pohled zcela zřetelné. Možná proto mnoho dopravců zatím nevyužívá možností tohoto režimu.

Terminál Brno leží na velmi výhodném, strategickém místě. Jak díky poloze v průmyslové části města, kde nikoho neruší produkovaný hluk, tak díky blízkému nájezdu na dálnici a zaústění vlečky přímo do 1. železničního koridoru. Je zapotřebí mít na mysli, že Brno je Jihomoravskou metropolí, kde podniká celá řada velkých i menších firem, které část své produkce vyvážejí. Proto je vhodné rozvíjet investice do terminálu a přilákat tak dopravce do režimu KD. Příznivým faktem je, že terminál funguje a nabízí možnost začít kombinovanou dopravu rychle využívat. V porovnání s městy, kde se terminály teprve plánují, má Brno výhodu, že je přístup ke KD možný ihned. Pro rozvoj terminálu Brno je zapotřebí řada úprav a zavedení moderních technologií. Terminál je v současnosti schopný překládat jak kontejnery, tak sedlové návěsy.

V Evropě se rozšiřuje trend přepravy sedlovými návěsy, kdy je podstatná část přepravy realizovaná po železnici. Z širšího hlediska to přináší přesun zátěže ze silnice na železnici, tím úsporu emisí, a zejména úsporu nákladů. Přeprava v režimu KD vychází v určitých relacích až o 30 % levněji než čistě po silnici. (17)

Možností, jak terminál modernizovat je celá řada. Některá osvědčená řešení přicházejí z jiných částí republiky nebo Evropy, jiné dílem technologického pokroku. Neustále se objevují nové systémy a prvky, které samotnou dobu překládku stahují na minimum a celkově ji zjednodušují. Mezi tato řešení patří například terminálové traktory, automatické

portálové jeřáby, mobilní překladače, počítačové systémy pro evidenci, nebo alternativní systémy překládky, jako např. *Cargobeamer* nebo *Modalohr*.

Cílem práce je vyhodnotit současný proces překládky v Terminálu Brno z hlediska kapacity. Dále navrhnout modernizaci překládky za účelem zvýšení kapacity a porovnat přínosy jednotlivých navržených řešení překládky sedlových návěsů a kontejnerů. Autor se nezabývá popisem kombinované dopravy jako systému ani vysvětlování základních pojmů. Autor se věnuje rozboru technologických postupů a procesů překládky v Terminálu Brno. Jedná se o výpočty časové náročnosti jednotlivých částí překládky, od přístavení vlaku, přes jednotkovou překládku po celkovou dobu odbavení vlaku.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU TERMINÁLU

V kapitole jsou vysvětleny základní fakta o terminálu Brno - jeho vznik, poloha, kapacitní možnosti atd. Je uvedeno, jakým způsobem byl terminál provozován v minulosti a jak je tomu v současnosti. V kapitole jsou také popsány současné překládací technologie a prostředí terminálu samotného.

1.1 Odborné pojmy

Pro přesné stanovení konkrétních jevů a omezení záměny skutečností, budou pro potřeby této práce vysvětleny základní odborné pojmy, týkající se vlastního terminálu, jeho součástí a režimu.

Bimodální terminál – terminál, kde probíhá překládka jednotek mezi dvěma druhy dopravy.

Manipulovatelná jednotka – ISO kontejner¹, výměnná nástavba nebo sedlový návěs, který umožňuje vertikální nebo horizontální překládku mezi dvěma druhy dopravy.

Reachstacker – výsuvný stohovač, překladač. Slouží k překládání manipulovatelných jednotek. Stroj s výsuvným ramenem, není vázaný na žádnou pevnou kolejovou dráhu.

Spreader – technické zařízení na překladači, které umožňuje uchycení kontejneru, výměnné nástavby nebo sedlového návěsu.

Portálový jeřáb – jeřáb umístěný na kolejích nebo kolech, pohybující se po přímé kolejové nebo jiné dráze, umožňující překládku manipulovatelných jednotek.

Úložiště – místo, kde se dočasně ukládají kontejnery a odstavují návěsy, než jsou odvezeny z terminálu.

Terminálový traktor (tahač) – nákladní automobil, nebo stroj, který umožňuje přepravu sedlových návěsů po terminálu.

Manipulační plocha – plocha, která umožňuje pohyb překladače, určená pro nakládku nebo vykládku jednotek z vlaku. Někdy nazývána překládací hrana.

Manipulační kolej – kolej, která je zavedená přímo vedle manipulační plochy. Na této koleji je odbavována skupina vozů vlaku.

¹ ISO kontejner – normovaná přepravní jednotka. Nejčastěji využité pro námořní přepravy, následně kombinovanou dopravu. Používané velikosti jsou 20', 40'. Označení kontejneru 40' je ISO 1A.

1.2 Historie terminálu

Terminál Brno byl vybudován jako druhý terminál v ČSSR po Čierne nad Tisou, v roce 1973. Financování a výstavbu zajišťovala Československá republika. Po dostavbě se staly vlastníkem a provozovatelem překladiště ČSD. 1. ledna 1989 došlo k převodu vlastnictví těchto překladišť do majetku soukromých firem, v tomto případě ČSKD Intrans, s.r.o. Bylo zapotřebí vybudovat několik dalších terminálů po celé republice, které by byly schopny překládat žádané objemy kontejnerů. Z toho důvodu později vznikly také terminály v Praze na Žižkově, v Přerově, Mělníce a v Lovosicích. Terminál Brno byl vybaven dvěma portálovými jeřáby, které se pohybovaly v kolejové dráze podél manipulační koleje v délce 270 m. Tyto byly vyrobeny v roce 1970, a dosahovaly nosnosti 32 tun a disponovaly společným překládacím výkonem až 380 kontejnerů ISO 1A za 24 hodin.

Terminál fungoval několik let provozován firmou ČSKD Intrans s.r.o. Po roce 2000 se provoz v terminálu omezil, až do úplného zastavení provozu v roce 2005. Tato situace se změnila až v roce 2010. Tehdy byla založena společnost Terminal Brno a.s., která vznikla na popud společnosti ČD CARGO a.s. Společnost Terminal Brno, a.s. je ve vlastnictví dvou společností, a to zmíněné ČD CARGO a.s. s podílem 70% a ČSKD Intrans, s.r.o. s podílem 30%. ČD CARGO, a.s. tak začalo kombinovanou dopravu prosazovat jako jednu ze svých nabízených služeb. Proběhla menší úprava terminálu, byly odstraněny portálové jeřáby a nahradil je pohotovější moderní výsuvný stohovač. Důvod k tomuto kroku byl jednak nízký výkon zastaralého jeřábu, a také potřeba překládat sedlové návěsy, což spreader původního portálového jeřábu kvůli absenci kleštin² nedokázal. Návěsy se začaly manipulovat v srpnu 2011. Částečně se tak na ploše terminálu dlouhodobě deponují kontejnery a část plochy je také určena pro krátkodobé stání překládaných sedlových návěsů.

Terminál není veřejným překladištěm, takže zde překládají svoje zakázky pouze vlastníci, tedy ČSKD INTRANS s.r.o. a ČD CARGO a.s.

1.3 Charakteristika terminálu

Terminál Brno a.s. je bimodální terminál operující v relaci silnice – železnice. Terminál se rozkládá na celkové ploše 49555 m² (10) a nabízí celkem tři manipulační koleje, každou o délce 300 m. Jako překládací prostředek slouží jeden výsuvný stohovač.

² Kleštiny jsou mechanické zařízení připojené na spreadru, které umožní uchopit a zvedat sedlový návěs. Překladač návěs uchycuje pomocí kleštin v úrovni podlahy z bočních stran na speciálních místech.

Pro manipulace je pro něj dostupná pouze první kolej. V praxi se odbavovaný vlak rozděljuje na polovinu a každá takto vytvořená skupina vozů se nasouvá na jednu kolej. Třetí - nejvzdálenější kolej slouží jako pomocná pro výměnu odbavovaných skupin vozů u manipulační plochy. Část terminálu tvoří zpevněné plochy, část tvoří původně navrhnuté zelené plochy. Tyto zatravněné plochy dnes neumožňují plně využít potenciál terminálu a pro další rozvoj je třeba změnit účel jejich využití.



Obrázek 1 Terminál Brno

Zdroj: (18), upraveno

Vstupní brána do terminálu se nachází na konci ulice K terminálu a leží vedle hlavní administrativní budovy ve východní části terminálu. Administrativní budova je dvoupatrová, pokrývá potřebné administrativní prostory. Nachází se zde kanceláře provozu a vedoucího terminálu, zasedací místnost, toalety a šatny pro provozní zaměstnance. V jižní části terminálu stojí servisní budova, která je v současnosti využita jako sklad menší manipulační techniky.

Byla vybudována za účelem servisu kontejnerů a manipulačních prostředků. Nabízí se zde několik možností, jakým způsobem ji využít. Mezi nimi například vybavení menší dílny na drobné opravy manipulační techniky a drobné údržby terminálu nebo sklad PHM pro pracující stroje. Další možností je pronájem externí firmě, za účelem obnovení oprav kontejnerů nebo servisu strojů. Na severní straně terminálu se nachází celní sklad o ploše cca 400 m². V současnosti není v provozu. Podle poptávky a trendu žádaných služeb by mohl celní sklad opět začít fungovat a nabízet další služby do portfolia terminálu. V situačním plánu na Obrázku 1 jsou vyznačeny jednotlivé části terminálu.

V současné době (jaro 2013) je severní polovina manipulační plochy pro překládání po modernizaci. Byla odstraněna kolej pro portálový jeřáb, aby se omezily překážky v manipulační ploše. Byla vybudována nová železobetonová deska s vysokou únosností, která umožňuje hladší a efektivnější provoz kolového překladače. Ten nyní může zajet do bezprostřední blízkosti vozu a tím se díky lepšímu přehledu řidiče zrychlí nakládka návěsů. Především se z nového povrchu nešíří nečistoty a překladač i traktory mohou pojíždět vyšší rychlostí. Rekonstruovaná plocha má rozměry přibližně 15 x 160 m, tedy plochu 2 400 m². V Tabulce 1 jsou uvedeny základní parametry terminálu.

Tabulka 1 Parametry terminálu

Celková plocha [m²]	49 555
Užitečná plocha [m²]	29 000
Manipulační koleje [m]	3 x 300
Skladová kapacita	150 TEU + 85 návěsů
Překládací technologie	2x výsuvný stohovač Kalmar, nosnost 40mt
Pomocná zařízení	2x tahač Renault se zdvihací točnicí
Adresa	Terminál Brno, a.s., K terminálu 614/11, 61900 Brno

Zdroj: autor

V jižní polovině terminálu, kde rekonstrukce povrchu zatím neproběhla, je povrch ve velmi nevyhovujícím stavu. Svrchní asfaltová deska je po náporu čelního překladače a vysokému věku silně zdeformovaná a objevují se trhliny a výtlučky. Díky narušení svrchní vrstvy povrchu dochází k průstupu podkladových vrstev na povrch, a tím ke znečišťování celé plochy. To má za následek vysokou prašnost, následně vyšší opotřebení motoru strojů, krátkou životnost filtrů a rychlé opotřebení pneumatik kontejnerového překladače. V neposlední řadě tento stav rozhodně nedělá dobrou reklamu. Nejhorší situace je přímo v nejvíce vytíženém prostoru vedle manipulační koleje, kde se objevuje několik hlubokých

děr, často plných vody a bahna. Trhliny a výtluky se objevují také jinde ve zpevněné ploše terminálu, kde jezdí pomocný traktor. Povrch nebyl zatím nikdy rekonstruován a změnou provozu na těžký kolový překladač se svrchní deska rychleji poškozuje. Plochu také narušuje zdeformovaná mříž kanalizace, která ničí pneumatiky překladače a přepravovaných návěsů (viz Obrázek 2).

Mimo tyto plochy se v obou koncích terminálu nacházejí zpevněné komunikace obloukovitého tvaru, které postrádají účel využití. V původním návrhu režimu terminálu bylo pravděpodobně využito těchto komunikací pro otáčení silničních návěsových souprav, dnes je tento účel do značné míry omezen. Jde o oblouky s poloměrem cca 8 m, kde je 5 m široká asfaltová komunikace, a uprostřed zelená zatravněná plocha. Tyto plochy by se po úpravě povrchu mohly využít za účelem dlouhodobé deponace kontejnerů, protože nejsou v přímé blízkosti manipulačního prostoru.

V terminálu se také nacházejí celkem 3 vysoké stožáry s osvětlením, které osvětlují celou plochu terminálu a je tak možné překládat i v nočních hodinách.

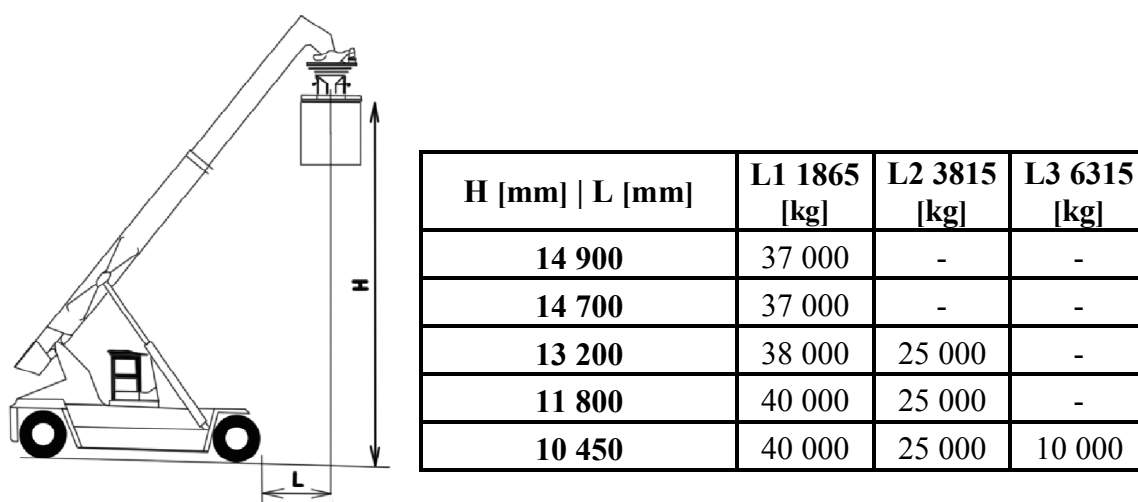


Obrázek 2 Poškozený rošt kanalizace

1.4 Překládací mechanismy

Po demontáži portálových jeřábů nahradily překládací technologii kolové čelní překladače od společnosti *Kalmar*. V terminálu se nachází celkem dva tyto stroje, jeden provozní a druhý záložní, pro případ poruchy nebo jiné nečekané události. Záložní stroj *Kalmar DRD400-60C5* byl vyroben v roce 2002, je již opotřebovaný, není v běžném provozu. Pro spolehlivé nasazení stroje do práce, by bylo zapotřebí dalších investic do jeho oprav. Je nutné zhodnotit jeho morální opotřebení a rozhodnout, zda má smysl stále investovat prostředky do oprav, nebo místo něj pořídit nový překladač. Vzhledem k záložnímu nasazení ale není nutné udržovat stroj ve špičkovém stavu.

Hlavní provozní překladač *Kalmar DRF400-60C5* (dále jen Kalmar) byl vyroben v roce 2011, disponuje maximální nosností 40 tun, umožňuje překládat ISO kontejnery velikosti 20 nebo 40 stop a je vybaven kleštinami pro překládku vertikálně manipulovatelných návěsů. Překladač také umožňuje stohování kontejnerů až do pěti vrstev. (13) Obecně velkou výhodou překladačů je možnost volného pohybu po terminálu, nevzniká žádná vazba na pevnou kolejovou dráhu, a tím odpadají další manipulace s jednou intermodální jednotkou. Jednotku tak lze při jednom uchopení překladačem převést na jedno z úložišť kdekoli v terminálu, nebo naložit rovnou na přistavený návěs za kamionem. Nosnost vysunutého výložníku závisí na vodorovné vzdálenosti od čelních kol překladače po svislou osu spreadru (L1-L3) a výšce vysunutí (H). Tento zátěžový diagram překladače je na Obrázku 3.



Obrázek 3 Zátěžový diagram překladače Kalmar DRF400 60C5

Zdroj: (13), autor

Další technický prostředek, který se v terminálu používá je klasický tahač návěsů, vybavený hydraulicky zvedací točnicí. Tento tahač dokáže přepravovat po terminálu překládané návěsy, aniž by musel řidič při manipulačních jízdách vysunovat opěrné nohy odstaveného návěsu. Po připojení návěsu za tahač je točnice hydraulicky vysunuta o cca 25 – 30 cm vzhůru, což umožní jízdu s vysunutými podpěrnými nohami. Tato technologie umožňuje rychlé přistavování návěsů k vlaku bez zbytečných prostojů. Stroje v terminálu operují celkem dva. Tahače používané v terminálu, jsou upravenou verzí běžných silničních tahačů *Renault Premium*, které nahrazují terminálový traktor. Terminálové traktory se ve velkých terminálech používají pro rozvoz překládaných návěsů po ploše, a nabízejí vysoký výkon a komfort při přiblížení návěsů k překládací hraně. Výkon stroje spočívá především ve spolehlivosti a síle hydraulického zařízení, které zvedá přední část návěsu. Stroje slouží výhradně k přibližovacím manipulacím uvnitř terminálu. Jedná se pouze o přistavování a odvážení návěsů z manipulační plochy na úložiště a naopak.

Omezením pro upravené traktory používané v terminálu Brno, je nízká výkonnost dodaného hydraulického zařízení, které může v některých situacích selhat. Například při špatném rozložení nákladu v návěsu, kdy je podstatná část nákladu naložena v přední části návěsu, nemusí výkon hydrauliky stačit. Potom je nutné, aby řidič vystoupil, a po připojení návěsu zasunul podpěrné nohy. Hydraulika návěs v takovém případě dostatečně nenadlehčí tak, aby se podpěrné nohy zvedly ze země a umožnily jízdu. Po přistavení k vlaku musí opět vystoupit a nohy znovu vysunout. Tento proces řidiče zdržuje a prodlužuje celkovou dobu nakládky. U jednotkové překládky je toto zdržení až 150 sekund. (17) Ukázka manipulace s návěsem pomocí traktoru je na Obrázku 4.



Obrázek 4 Vyzvednutí návěsu

Zdroj: autor

1.5 Funkční plochy terminálu

Plochu terminálu by bylo možné rozdělit do několika funkčních celků. První z nich tvoří manipulační koleje, druhý tvoří zpevněná hrana překládací plochy pro pohyb překladače, třetí plochou je prostor pro dočasné skladování kontejnerů a sedlových návěsů, tzv. úložiště. Čtvrtou plochou jsou komunikace uvnitř terminálu. (1)

Původně navržené rozložení funkčních ploch při obsluze portálovým jeřábem nyní nedovoluje absolutní využití celého prostoru terminálu. Byla zde navržena řada zelených ploch, které do dnes používaného modelu překládky nezapadají. Pro maximální zvětšení kapacity překládky a objemu deponovaných kontejnerů je zapotřebí tyto plochy analyzovat, změnit účel jejich využití a zařadit je tak do celku funkčních ploch pro skladování kontejnerů. Tyto plochy jsou různě rozmístěné v celém území terminálu, viz Obrázek 1. Změnou účelu využití se zvýší celková užitná plocha terminálu, která se následně může prakticky využít několika způsoby. Další prostory z druhého a třetího funkčního celku jsou již postupem času zdeformovány a povrch je narušen výtluky a puklinami. Ze spodních vrstev taktéž proniká podkladový materiál na povrch a znečišťuje manipulační plochy. Ve výtlučích se drží voda a celý terminál je tak neustále pod vrstvou prachu a bahna – Obrázek 5. V jižní části je zpevněná plocha rozdělena kolejnicí od portálového jeřábu, která tvoří hranici mezi překládací hranou a skladovacím prostorem. Kvůli tomu musí překladač jedoucí

do skladovací plochy objíždět celou kolej, je tak částečně omezen v pohybu a manipulační jízdy se tím prodlužují. Zmíněné manipulačně-skladovací plochy je zapotřebí modernizovat nebo alespoň kvalitně opravit pro vyšší efektivitu překládky a celkové zpřehlednění a usnadnění pohybu po terminálu.



Obrázek 5 Poškozené zpevněné plochy

Zdroj: autor

Dlouhodobá deponace kontejnerů probíhá v prostoru podél manipulační plochy. Původně navržených skladovacích ploch se tak z poloviny využívá i dnes. Kontejnery jsou uloženy ve třech vrstvách na sobě a ve dvou řadách vedle sebe.

Maximální skladová kapacita byla v projektu výstavby překladiště plánována na 400 TEU³. Jde o ekvivalent k 400 kontejnerů řady ISO 1C, nebo 200 kontejnerů řady ISO 1A. Pro srovnání, v případě že by kontejnery byly uloženy ve třech vrstvách, zabere skladová plocha tohoto objemu asi 2000 m². To při celkové ploše terminálu (viz Tabulka 2) není nijak závratné číslo. Toto je ale hodnota, kdy jsou kontejnery naskládány bezprostředně na sobě. V praxi tato plocha musí být nutně větší, kvůli manipulaci s jednotlivými kontejnery. Hodnota 400 TEU byla stanovena na základě možností dosahu portálového jeřábu – jediného prostředku, který manipuloval kontejnery. Skladovací plochy byly rozmístěny

³ TEU – Twenty Foot Equivalent Unit – kapacitní jednotka používaná v kombinované dopravě. Jedna jednotka TEU = objem kontejneru ISO 1C.

pod portálovým jeřábem z obou stran jeho východní vodící koleje a jejich plocha odpovídala cca 3 500 m². Omezením bylo jednak možnost stohovat pouze do tří vrstev a také dosah jeřábu pouze do dvou řad vedle sebe z každé strany koleje. Navržená kapacita bývala v některých případech překračována. (3)

Po změně režimu překládky a odstranění portálových jeřábů, musely být skladovací plochy pod jeřábem částečně přesunuty. Zejména kvůli prostoru potřebnému pro pohyb překladače na překládací hraně. Skladovací plochy se tak dostaly více do středu terminálu na odstavná parkoviště - na místa, která k tomu nebyla určena. Původně navržených skladovacích ploch se dál může využívat pouze z poloviny. Po odstranění portálových jeřábů byla také naproti vstupní bráně vyříznuta část jejich vodící koleje kvůli dostupnosti manipulační plochy. Muselo být provedeno několik menších stavebních úprav pro vytvoření rovného povrchu.

V současnosti probíhá ve velkém měřítku manipulace sedlových návěsů, které se nedají stohovat, ekvivalentní objemovou kapacitu v sedlových návěsech je tedy nutné rozložit do větší plochy. V terminálu je v současnosti možno zaparkovat až 85 sedlových návěsů. Plocha potřebného odstavného parkoviště teoreticky zabírá 2900 m² (plocha návěsu x počet návěsů). Prakticky to bude ještě více, kvůli manipulaci s jednotlivými návěsy. Návěsy se nyní parkují po odstavných parkovištích a dalších ne přesně specifikovaných místech v terminálu, a často tam „kde je místo“.

V dřívější koncepci nemělo smysl ostatní zelené plochy využít jako skladovací plochy, kvůli absenci adekvátního překládacího zařízení, které by je mohlo obsluhovat. Jedná se celkem až o 11 000 m² nevyužitých ploch, v závislosti na rozvržení. Porovnání velikostí ploch v terminálu je v Tabulce 2.

V případě, že by se v terminálu skladovaly pouze kontejnery, využila by se díky dostupnosti stohovače větší plocha, a kapacita by se potom pohybovala kolem 1000 TEU. Hodnota je orientační, vypočítaná právě podle velikostí ploch, které by mohly být dostupné stohovačem. V případě parkování pouze návěsů by tato hodnota mohla dosáhnout cca 300 parkovacích míst.

Tabulka 2 Plochy terminálu

Plocha	[m²]
Celková plocha	49 555
Kolejiště	6 200
Zpevněné plochy	28 355
<i>Z toho skladovací plochy</i>	5 500
<i>Z toho manipulační prostor</i>	3 600
Nezpevněné plochy	14 000
Budovy	1 000

Zdroj: autor

1.6 Přístup k terminálu

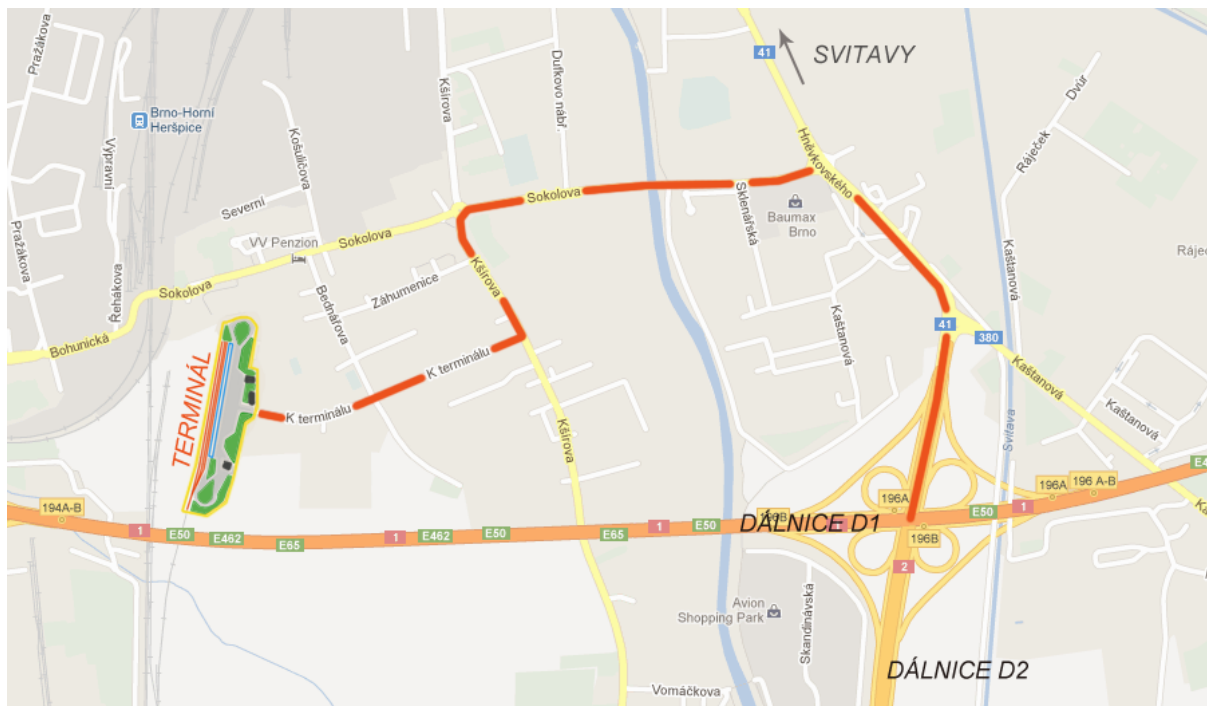
Terminál je umístěn ve strategicky výhodné poloze v jižní části města Brna, v průmyslové zóně Brno – Horní Heršpice, s kvalitním napojením na dopravní síť. Železniční vlečka z terminálu je napojena přímo do železniční stanice Brno – Jih v kilometru 139,2 na trati Břeclav – Brno, která představuje i součást sítě *TEN – T⁴* a část I. železničního koridoru ČR. V kombinované dopravě podle dohody *AGTC⁵* je tato trať označena C-E61. (7) Poloha umožňuje bezodkladné vypravení vlaku při zachování všech časových náležitostí. Výhodou je i dostatečná délka vlečky, která umožňuje rychlou výměnu skupiny vozů u manipulační plochy. Poloha v rámci Železničního uzlu (ŽU) Brno je graficky znázorněna v příloze A.

Silniční spojení je k dálnicím D1, D2 a dalším komunikacím vedeno přes ulice K terminálu, Kšírova a Sokolova, a to v délce asi 2 800 m, patrné z Obrázku 6. Ulice K terminálu je v průmyslové zóně a provoz zde nemá rušivé vlivy na obyvatele. V ulicích Kšírova a Sokolova je situace odlišná, zde místní komunikace prochází přes obydlené území a zatěžuje tak hlukem a prachem obyvatele. Je otázkou, jaký vliv by mělo další navýšení nákladní dopravy v této ulici, a zda by bylo nutné zavést regulační opatření pro snížení hluku v ulici, případně naplánovat alternativní přístupovou komunikaci k terminálu. Na konci ulice Sokolova už se komunikace napojuje na silnici I/41 a tou dále k dálnici. Tato komunikace

⁴ TEN-T – Trans-European Transport Network Evropská síť důležitých dopravních tratí. Patří sem tratě železniční dopravy, silniční dopravy, vodní toky a letiště.

⁵ AGTC – European Agreement on Important International Combined Transport Lines and Related Installations (Evropská dohoda o nejdůležitějších trasách mezinárodní kombinované přepravy a souvisejících objektech)

je hlavním přivaděčem z dálnice D2 z Bratislavy, takže by kapacitně měla pojmout objem dopravy z terminálu. Silnice I/41 vede na dále na sever směrem na Svitavy.



Obrázek 6 Přístup k Terminálu – Brno Horní Heršpice

Zdroj: (18), autor

1.7 Rozbor současných technologických postupů

Podkapitola uvede technologické postupy, ve kterých probíhá přistavení vlaku, jeho rozpůlení, přistavování překládaných návěsů a jejich vlastní překládání. Dále budou uvedeny časové horizonty jednotlivých kroků, s výpočtem celkového času nakládky nebo vykládky vlaku a stanovení maximální propustnosti terminálu.

1.7.1 Přistavení vlaku

Přistavení vlaku probíhá podle železničních předpisů v několika krocích. Nejdříve probíhá obsluha cílového vlaku v nádraží Brno Maloměřice. Tam je zajištěna přepravně technická kontrola. Při nasazení dvojice vozů tato časová položka trvá 75 minut. Dalším krokem je jízda vlaku do nádraží Brno – Jih, která trvá 30 minut, a jízda po vlečce do terminálu, která zabere 12 minut. Celkem tedy 42 minut. Při vjezdu do terminálu je vlak odstaven na druhou manipulační kolej a rozdělí se na dvě skupiny vozů. Tento proces trvá

3 minuty. Další fází je posun jedné vytvořené skupiny vozů k překládací hraně na první manipulační kolej, což zabere 5 minut. Přistavení vlaku zabere celkem čas T_{vlak} , který je uveden ve vztahu (1). (17)

$$T_{vlak} = t_{PK} + t_J + t_P + t_Z \text{ [min]}$$

$$T_{vlak} = 137 \tag{1}$$

kde:

T_{vlak} – doba přistavení vlaku od jeho přijetí do ŽU Brno

t_{PK} – přepravně technická kontrola,

t_J – jízda do terminálu z přednádraží,

t_P – rozdělení vlaku,

t_Z – přistavení skupiny vozů k manipulační ploše.

Nejsou zde zahrnuta žádná zdržení, jedná se o ideální podmínky. Přistavení vlaku záleží pouze na železničních technologických postupech a s tímto časem se v běžných podmínkách nedá manipulovat. Možnost, jak tento čas optimalizovat, je zrychlení technické prohlídky vlaku, zrychlení jízdy mezi nádražími v ŽU Brno, upřednostnění vlaku v provozu. Časové položky, jako je právě jízda vlaku nebo zapojování vozů a půlení vlaku jsou ale závislé na infrastruktuře, technologiích železničních vozů a zabezpečovacího zařízení. V současných podmínkách se nedají snižovat. Jízda vlaku mezi nádražím Brno Maloměřice a Brno Jih probíhá přes celý, poměrně komplikovaný a kapacitně vytížený, železniční uzel Brno. Přes krátkou vzdálenost se jedná o časově náročný úsek.

Pro praxi by bylo nezbytné připočítat ještě další časovou složku, která by představovala rezervu. S časovou položkou T_{vlak} již dále autor nepracuje, je zde pouze pro úplnost. Pro stanovení denního překládacího výkonu vlastního terminálu není podstatná.

1.7.2 Překládání návěsů

Překládka návěsů se rozdělí na dvě časově mírně odlišné skupiny. Jsou to nakládka a vykládka vlaku. Rozdělení je nutné, protože během vykládky je proces rychlejší. Naložené návěsy na vlaku nejsou zabrzděné a tím odpadá odbrzdění návěsu. Pro určení jednotkových časů manipulace a výpočtu výkonu překládacích mechanismů budou použity následující vztahy: (1)

$$t_{man} = t_j + t_{NA} + t_U + t_V + t_S \text{ [s]} \quad (2)$$

kde:

t_{man} – jednotková doba manipulace mechanismu

t_j – doba manipulační jízdy

t_{NA} – doba najetí překladače nad jednotku

t_U – uchycení jednotky

t_V – vyzdvižení jednotky

t_S – spuštění jednotky.

$$HWf = \frac{60}{t_{man}} \text{ [man/hod]} \quad (3)$$

kde:

HW_f – hodinový výkon mechanismu

$$T_{NV} = n_v * t_{man} \text{ [min]} \quad (4)$$

kde:

T_{NV} – teoretická nakládka nebo vykládka vlaku,

n_v – počet jednotek na vlaku.

Vykládka vlaku

Vykládání vlaku probíhá postupně - uchopením návěsu překladačem, vyzvednutím z vlaku, spuštěním nad zem, vytažení opěrných nohou, spuštění na zem a odvozem na odstavnou plochu. Bude použit vztah (2) a zjištěna jednotková manipulace, která bude v tomto případě **210 s**, (t_j – 45 s, t_{NA} – 15 s, t_U – 20 s, t_V – 40 s, t_S – 90 s).

Uvedený čas se týká vždy jednoho návěsu. Během této doby odváží traktor návěs na odstavnou plochu a vrací se pro další kus. Tahač není závislý na překladači a jeho práce se může mírně prodloužit kvůli např. složitějšímu parkování nebo delší vzdálenosti k odstavné ploše. Vykládá se v pořadí od jednoho konce vlaku ob jeden návěs, protože ty jsou na kapsovém článkovém voze uloženy vždy po dvojicích čelem k sobě. Obsluhovaná polovina vlaku se tedy vyloží směrem tam a zpět. Jestliže na jednom vlaku je naloženo 34 vozů, vykládka bude podle jednoduchého výpočtu (4) trvat **119 minut**.

K tomuto času je nutné ještě připočítat přírážku za posun vlaku, kdy se musí v půlce překládky vyměnit obsluhovaná skupina vozů. Tento čas je průměrně 30 minut. V praxi se ovšem rozpůlený vlak vykládá a rovnou nakládá, takže přírážka se počítá pouze jedna za celé odbavení vlaku (páru vlaku), tedy vykládku i nakládku.

Nakládka vlaku

Nakládka vlaku probíhá oproti vykládce delší dobu. Důvodem je jak závislost práce překladače na práci terminálového tahače, kdy jeho zdržení při přistavování návěsu k vlaku má za následek prostoje překladače, tak složitější umístění návěsu do vlaku. Strojník musí dbát na správné usazení návěsu do přesné polohy.

Nakládka probíhá opět v několika krocích. Připojení návěsu za traktor, odbrzdění návěsu, přistavení k hraně, vyzvednutí ze země, zatočení nohou a umístění do kapsového vozu. Pro výpočet času jednotkové nakládky se využije vztah (2), ze kterého získáme hodnotu **285 s**, ($t_j - 50$ s, $t_{NA} - 15$ s, $t_U - 40$ s, $t_V - 90$ s, $t_S - 90$ s).

Celková doba nakládky je podle vztahu (4) **162 minut**. Uvedené časy jsou realizovatelné opět za ideálních podmínek, kdy všechny návaznosti fungují a nevznikají zdržení. Tyto rozborů časových návazností platí pro překládku sedlových návěsů. Personální náročnost při překládce návěsů představují následující pozice: 1 strojník, 1 řidič tahače, 1 manipulant. Bezpodmínečně jsou nutné celkem tři osoby v procesu překládky návěsů. Strojník obsluhuje překladač, řidič tahače přistavuje návěsy z parkoviště na hranu a manipulant připravuje točnici na vlaku, stahuje/vytahuje podpěrné nohy návěsu, navádí strojníka.

Největší časové položky jsou při překládce návěsů samotné manipulace s návěsem. Zejména uchycení a spouštění je náročné na přesnost. Vyžaduje precizní práci strojníka a jeho zkušenosti. S nákladem se musí manipulovat pomalu, aby nedošlo k jeho poškození.

1.7.3 Překládka kontejnerů

Kontejnery se překládají mírně odlišným technologickým způsobem. Vzhledem k povaze překládané jednotky jsou kontejnery skládány nepřímou do úložiště nebo přímo na přistavený návěs za tahačem. Jízda do úložiště prodlužuje jednotkovou manipulaci. V porovnání s překládkou návěsů se zkracuje doba vyzdvižení a spouštění jednotky z vlaku na zem, kdy není zapotřebí žádných dodatečných manipulací jednotky. Vlak se překládá stacionární metodou překládky. V praxi to znamená, že vlak stojí v terminálu delší dobu,

překladač pracuje podle priority konkrétního kontejneru a pojíždí tak náhodně po celé manipulační ploše. Jakmile se celá polovina vlaku vyloží, začnou se nakládat kontejnery na vývoz. Tím vzniká odlišnost od překládky návěsů, protože manipulační jízdy zde jsou náhodné a zabírají nejvíce času. Délku jedné manipulační jízdy lze stanovit podle maximální rychlosti jízdy naloženého překladače, tj. 19 km/h a průměrné ujeté vzdálenosti, která je 150 m. Časová náročnost přejezdu je potom na základě vztahu $t = \frac{s}{v}$ [s] průměrně 29 s. Při zpáteční neložené jízdě může jet překladač vyšší rychlostí, ale kvůli stavu povrchu bude rychlost stejná. Při překládce kontejnerů jsou časy nakládky a vykládky podobné, budou uvedeny ve stejném vzorci. Odlišnost vzniká v případě, že se kontejner neumístí na skladovací místo, ale nakládá se přímo na návěs přistaveného nákladního automobilu. Potom lze spočítat jednotkovou manipulaci bez jízdy - t_j . Pro určení jednotkové doby překládky kontejnerů se znovu využije vztah (2), a na jeho základě je pro jednotkovou dobu manipulace spočten čas **170 s** ($t_j - 29$ s, $t_{NA} - 15$ s, $t_U - 30$ s, $t_V - 35$ s, $t_S - 60$ s).

Výsledek ukazuje délku jednotkové manipulace pro kontejnery včetně manipulační jízdy. Lze stanovit, že průměrně polovina kontejnerů z vlaku se uskladní (počítá se časová položka t_j) a polovina přímo naloží (bez t_j). Takto vznikne průměrná hodnota t_{kont} , která je **155 s**. Z toho lze snadno vypočítat hodinovou výkonnost mechanismu podle vztahu (3), kdy $HW_f = 23$ a následně dobu potřebnou k vyložení vlaku podle vztahu (4), která je **88 minut**. Doba naložení vlaku je stejná.

Značné položky v překládce kontejnerů tvoří manipulační jízdy, ať už ložené, nebo neložené. Jedním z důvodů je stav povrchu ploch v terminálu, který neumožní překladači vyvinout vyšší rychlost. V současnosti by způsobila nebezpečné naklání překladače i s kontejnerem a otřesy, které by mohly způsobit poškození přepravovaného zboží. Dalším důvodem je poměrně velká vzdálenost a řada překážek mezi překládací hranou a skladovacím prostorem. Překážkami se rozumí kolej od portálového jeřábu, kterou musí překladač s každým kontejnerem objet a nekvalitní stav povrchu, který neumožní jet maximální rychlostí. Náročnou časovou položku také představuje samotná manipulace s kontejnerem. Jedná se zejména o uchycení a spouštění, které je náročné na přesnost a pečlivost. Při celkovém vyhodnocení je nutné brát ohled na to, že v terminálu operuje pouze jeden překladač, což výrazně prodlužuje čas překládky vlaku. Při použití více překladačů by se potřebný čas mohl výrazně zkrátit.

1.7.4 Propustnost terminálu

Teoretická propustnost

Na základě výše uvedených výpočtů lze stanovit maximální denní propustnost terminálu. Nejdříve je stanovena teoretická propustnost. Předpokládá se třísměnný – nepřetržitý provoz, který v současnosti zaveden není, ale pro maximální využití terminálu a tedy efektivní vrácení investovaných prostředků je to nezbytná položka. Pro teoretickou propustnost terminálu je nominální pracovní fond (T_{nom}) 24 hodin bez jakýchkoliv přestávek, v podobě střídání řidičů, servisu strojů, atd. Výsledek je založen pouze na jednotkové době manipulace.

Na základě jednotkových časů manipulace z podkapitoly 1.7 získáme hodnoty do vztahu (5), který určí celkovou dobu potřebnou k odbavení vlaku. Využije se vztah (3) pro výpočet nakládky nebo vykládky vlaku. U každého odbavení vlaku se připočítá časová rezerva na výměnu skupin vozů u překládací hrany v délce 30 min.

Výpočet se skládá z:

$$T_{odb} = (t_{NV} * 2) + t_V \text{ [min]} \quad (5)$$

kde:

t_V – výměna skupin vozů u manipulační koleje,

T_{odb} – doba potřebná k odbavení jednoho vlaku.

Pro kontejnery tedy na základě výpočtu (5) dostáváme hodnotu **206 minut** na odbavení jednoho vlaku. Jde o vyložení a naložení vlaku. Denní propustnost kontejnerových vlaků určíme podle jednoduchého výpočtu:

$$P = \frac{T}{T_{odb}} \text{ [vlaků/24 hod]} \quad (6)$$

kde:

P – denní propustnost vlaků,

T – výpočetní období.

Jedná se o množství vlaků, které mohou na základě rychlostí manipulačních prostředků projít terminálem během jednoho dne.

Z výpočtu získáme hodnotu propustnosti **6 párů vlaků za 24 hodin** pro kontejnerové vlaky.

Pro vlaky se sedlovými návěsy se hodnota spočítá analogicky. Rozdílem zde bude odlišný časový vstup pro nakládku a vykládku vlaku. Podle upraveného vzorce (4), se dosadí 119 min pro vykládku a 162 min pro nakládku vlaku. S přírážkou na posun vznikne hodnota **311 minut** na jeden vlak. Denní propustnost je potom **4 páry vlaků za 24 hodin**. V potaz není brána kapacita vlečky a dalších navazujících prostředků, ale pouze kolik jednotek přeloží překladač v čase.

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že jestliže je na vlaku naloženo 34 kontejnerů nebo návěsů, terminál je teoreticky schopen odbavit 816 TEU v kontejnerech, nebo 272 návěsů za den.

Provozní propustnost

Pro případ praktické (provozní) propustnosti je nutno definovat všechny omezující faktory, které zkracují celkový nominální fond pracovní doby. Omezující faktory jsou:

A) neproduktivní časy mechanismů

B) koeficienty poruch, oprav a prohlídek

V následujícím vztahu (7) je stanoven neproduktivní čas mechanismů: (1)

$$T_{nepr} = t_s + t_z + t_p \text{ [min]} \quad (7)$$

kde:

T_{nepr} – neproduktivní čas mechanismů

t_s – doba sociálních přestávek

t_z – doba uvedení překládacího mechanismu do a z provozu, zahrnuje i dobu výměny obsluhy při provozu na směny (30 minut/směna)

t_p – doba prostojů mechanismu. Jedná se o dobu, kdy nemůže překladač pracovat z důvodu obsluhy kolejí, ztížených klimatických podmínek.

Dále je nutné stanovit využitelný fond pracovní doby (8) a efektivní fond pracovní doby (9).

$$F_{vz} = t_{nom} * k_{op} - T_{nepr} \text{ [min]} \quad (8)$$

kde:

F_{vz} – využitelný fond pracovní doby,

k_{op} – koeficient oprav a prohlídek, stanovený z minimálních dob potřebných na údržbu a prohlídky (denně $k_{op} = 0,99$).

$$F_f = F_{vz} * 0,95 \text{ [min]}$$

kde: (9)

F_f – je využitelný fond pracovní doby ponížený o 5% z titulu nepravidelných poruch mechanismů.

Důležité je při plánování směn a provozu také zohlednit nehomogenní přísun vlaků do terminálu, který může způsobit další snížení efektivní pracovní doby mechanismu.

Použitelnou pracovní dobu F_f získáme po dosazení do výše uvedených vzorců, a získáme tak $T_{nepr} = 210 \text{ min}$ ($T_s = 90 \text{ min}$, $T_z = 90 \text{ min}$, $T_p = 30 \text{ min}$). Hodnota T_s je určena na základě toho, že každá směna musí mít přestávku na jídlo a oddech podle zákona č. 266/2006 Sb. Zákoník práce, § 88. Podobně také hodnotu T_z ovlivňuje fakt, že každá směna musí převzít stroje a po ukončení činnosti je opět odstavit. Hodnota T_p pak ukazuje možný prostoj, kdy stroje nemohou pracovat.

Potom dále podle vztahu (8) je $F_{vz} = 1215 \text{ min}$, a vztahu (9) je $F_f = 1154 \text{ min}$. Nominální pracovní fond v délce 1440 minut je tak zkrácen o **286 minut**. Propustnost potom bude vypočtena analogicky jako výše podle vzorce (6), výpočetní období pak nebude T , ale F_f . Pro návěsy se vypočítala hodnota **3 vlaky za 24 hodin**, pro kontejnery potom **5 vlaků za 24 hodin**. Shrnutí v Tabulce 3.

Tabulka 3 Porovnání teoretické a praktické propustnosti

	Překládka návěsů		Překládka kontejnerů
	nakládka	vykládka	nakládka/vykládka
Doba jednotkové manipulace [s]	285	210	155
Celková doba manipulace [min]	162	119	Σ 196
Hodinový výkon [man/hod]	12	17	23
Teoretická propustnost (1440 min)	4		6
Praktická propustnost (1154 min)	3		5

Zdroj: autor

2 NÁVRH MOŽNOSTÍ ROZVOJE A ÚPRAV TERMINÁLU

Možnosti, jak terminál modernizovat jsou značně rozmanité. Jde například o moderní technologie⁶ typu *Cargobeamer*, nebo *Modalohr*, kdy se terminál jistým způsobem stavebně upraví a kde potom překládka probíhá horizontálně. Mezi další možnosti by se dalo zařadit například prodloužení překládací koleje, pořízení portálových jeřábů nebo přesun terminálu do jiné polohy. Některé tyto úpravy však s sebou přinášejí obrovské investiční náklady. Takto rozsáhlé investice je možné realizovat pouze za předpokladu jisté efektivnosti, kdy lze očekávat výrazný rozvoj KD a nárůst přeprav v tomto režimu. Není jisté, jako měrou bude stát kombinovanou dopravu podporovat, a pro kolik dopravců tak tento režim v budoucnu bude zajímavý. Respektive zda by došlo k takovým přepravním objemům, které by tyto obrovské investice zaplatily.

Základní rámec pravidel a minimální požadavky na infrastrukturu stanovuje dohoda *AGTC* o Kombinované dopravě. Dohoda se týká hlavních železničních tratí v Evropě, potažmo v ČR, ale také stanovuje parametry, podle kterých by měly být terminály budovány, nebo modernizovány. Autor se proto v práci věnuje návrhům, které odrážejí skutečný stav překladiště a jeho postavení v ČR a Evropě a respektuje zmíněnou dohodu. Uvedené rozsáhlé přestavby a změny jsou zařazeny také, zejména pro srovnání.

V kapitole bude uvedeno několik variant, které by modernizovaly nebo upravily překladiště pro získání větší propustnosti a vyššího překládacího výkonu. Mezi navrženými úpravami je zvýšení počtu překladačů, nové portálové jeřáby, úprava stávajících ploch, rozšíření plochy mimo současné území terminálu, atd.

2.1 Model práce více překladačů operujících současně

Vzhledem k možnosti zapojení dalšího překladače do činnosti a očekávanému vysokému přínosu ve zvýšení výkonu překládky, bude porovnána práce jednoho, dvou a tří překladačů. Výsledkem bude porovnání překládacího výkonu mezi více operujícími překladači a zjištění propustnosti terminálu při různých režimech. Předpokladem pro tento výpočet je bezchybný stav strojů, které fungují na 100 %, bez jakéhokoliv omezení.

⁶ Mezi alternativní systémy překládky se řadí také výrobci *Megaswing*, a *ISU*. Tyto systémy však nejsou v běžném provozu. Autorem vybrané systémy mají největší pravděpodobnost na skutečné zapojení do provozu.

Jak bylo uvedeno výše, v překladišti v současnosti operuje pouze jeden překladač. Při daných objemech zvládá odbavit všechny požadavky. Po navýšení objemu překládky, nebo za účelem zisku dalších zákazníků, by ale bylo zapotřebí navýšit počet těchto překladačů. Bude provedeno srovnání práce jednoho, dvou a tří překladačů a stanoven očekávaný přínos z pořízení těchto dalších prvků překládací technologie.

Používané překladače *Kalmar*, jsou v ČR nejrozšířenější značkou výsuvných stohovačů. Pro účely tohoto srovnání bude porovnáváno zapojení stejného překladače Kalmar, jaký již dnes v terminálu operuje. Jde o překladač s krátkým rozvorem, umožňujícím stohování do pěti vrstev o nosnosti 40 t.

Práce překladačů je závislá na práci terminálového traktoru. Přesněji na schopnosti a rychlosti přisouvat v potřebných intervalech návěsy k odbavení. Počet traktorů tedy úzce souvisí s počtem překladačů. Podle (1) se přínos při zapojení druhého samostatného čelního překladače počítá nebo určuje na maximálně 80 %. Zde však lze předpokládat, že při zapojení dvou překladačů se tyto, díky tvaru a rozložení funkčních ploch terminálu, navzájem nebudou omezovat v činnosti. Zapojení druhého překladače tak bude mít 100% přínos a zkrátí teoretickou dobu odbavení vlaku o polovinu. Zapojení třetího překladače už nebude tak efektivní a tato skutečnost bude vyjádřena koeficientem k_{RV} . K jeho zapojení je také nutné pořízení dalšího traktoru, což představuje další zvýšený nárok na zaměstnance.

Pro porovnání práce jednoho a dvou překladačů na odbavení vlaku bude využit vztah (3) pro hodinový výkon mechanismu a porovnání bude provedeno na překládce vlaků se sedlovými návěsy.

Pro modelový příklad je $t_{man} = 3,5$ min (viz. kapitola 1.7), potom podle vztahu (3) je $HW_f = 17$ (man/hod). Při počtu 34 návěsů na vlaku a zapojení dvou překladačů vychází, že za hodinu oba překladače vykonají dohromady 34 manipulací. Pro kompletní složení vlaku je tedy potřeba **60 minut**. Při stanovení délky celého odbavení, tedy vykládky a nakládky, je třeba připočítat ještě délku nakládky. Zde je jednotkový čas manipulace $t_{man} = 4,75$ min, potom $HW_f = 12$ (man/hod). Podle vztahu (4) je celková doba nakládky **85 minut**. K těmto hodnotám se připočte čas jednoho posunu vlaku v délce 30 minut, vyložení a naložení vlaku s návěsy tak trvá celkem **175 minut**. Názorné srovnání různého počtu překladačů pracujících na odbavení vlaku je uvedeno v Tabulce 4.

V případě, že by se do práce zapojily 3 překladače, budou se jejich pohyby a manipulace vzájemně rušit a stejně tak se budou rušit i traktory, přistavující návěsy. Tento jev se vyjádří koeficientem rušivých vlivů. Podle dostupných zdrojů se vyjádří tento koeficient využití každého ze tří překladačů $k_{RV} = 0,8$. Tato hodnota je stanovena z poměru času, ve kterém překladač operuje bez rušivých vlivů spolupracujících strojů. Díky nezávislému pohybu je možné koeficient stanovit takto, protože v délce celé manipulační hrany se překladače rozloží rovnoměrně vedle sebe. Během překládky sedlových návěsů se běžně pohybují pouze od jednoho návěsu k dalšímu a tím odpadají kolizní jízdy v celé ploše terminálu.

Hodinová výkonnost strojů bude stejná i pro práci tří překladačů, jen ponížená koeficientem rušivých vlivů. Pro nakládku je podle vztahu (3) $HW_f = 10$ (man/hod), pro vykládku potom $HW_f = 13$ (man/hod).

Za hodinu vykládání překladače vykonají společně 39 manipulací. Z toho vyplývá, že vlak obsahující 34 návěsů bude vyložen za **53 minut**. Při nakládce překladače vykonají společně za hodinu 30 manipulací, vlak tedy bude naložen za **68 minut**. K tomu se připočítá jedna přírážka na výměnu skupin vozů, v délce **30 minut**. Doba potřebná k odbavení páru vlaku je tedy suma uvedených hodnot - **168 minut**. V takovémto režimu terminál denně odbaví 9 párů vlaků.

Jistý přínos zde je patrný, ovšem s tím, že vzniká požadavek na další dva stroje a kvůli tomu by bylo zapotřebí zapojení dalších zaměstnanců. To by následně zvedlo náklady na provoz při velmi malém nárůstu výkonu terminálu, proto zapojení třetího překladače není vhodná volba. Značně výhodnější variantou se jeví pořízení pouze jednoho dalšího překladače. Tato investice přináší zdvojnásobení rychlosti odbavení a zdvojnásobení propustnosti.

Tabulka 4 Porovnání výkonu více překladačů

Počet překladačů	1	2	3
Doba vykládky [min]	119	60	53
Doba nakládky [min]	162	85	68
Hodinový výkon [man /hod]	17	34	39
Posun [min]	30	30	30
Σ odbavení vlaku [min]	311	175	151
teoretická propustnost [vlaků/24 hod]	4	8	9

Zdroj: autor

Zapojení dalších překladačů s sebou přináší zvýšené požadavky na personální obsazení. Při práci tří překladačů zároveň, by na překládací hraně muselo být minimálně 9 pracovníků současně - strojník, řidič, manipulát pro každý překladač. Je nutné srovnat přínos v rychlosti odbavení vlaku s náklady na provoz takového způsobu překládky. Při práci jednoho překladače jsou náklady na všechny zaměstnance na ploše celkem přibližně 900 Kč/hod. Při zapojení dvou překladačů už je to 1800 Kč/hod, a při třech překladačích 2700 Kč/hod. Podle tabulky 4 potom budou náklady na zaměstnance na odbavení jednoho vlaku, podle časové náročnosti odbavení, postupně 4 770 Kč, 5 220 Kč, 6 750 Kč. Je evidentní, že vyšší počet překladačů s sebou nutně nese zvýšené náklady na zaměstnance. Při procentuálním porovnání mezi různými počty překladačů je to 9% nárůst nákladů při pořízení druhého překladače a 41% nárůst nákladů při rozšíření na celkem 3 překladače. Při třech překladačích ale také vzroste kapacita o 125 %. Tyto údaje je nutné zohlednit při rozhodování o počtu pořízených strojů. V závislosti na tržbách, které překladače umožní dosáhnout, je možné stanovit ekonomicky nejvýhodnější variantu.

Ke zvýšené finanční náročnosti provozu při vyšším počtu zaměstnanců je nutné samozřejmě připočítat vyšší náklady na odpisy za pořízení dalších strojů. Stroje není nutné pořizovat do vlastnictví terminálu, ale lze využít operativní leasing, nebo pronájem. Cena nového Kalmaru se pohybuje kolem 8 mil. Kč, a cena traktoru závisí na jeho provedení, od 500 tis. do 2 mil Kč. Tyto částky se projeví postupně v měsíčních nákladech na odpisech, nebo částkách za pronájem.

2.2 Rozšíření počtu terminálových traktorů

V případě, že by došlo k rozšíření počtu překládacích mechanismů, je nezbytné také navýšit počet traktorů operujících v součinnosti s překladačem. Počet nově pořízených strojů musí odpovídat rychlosti práce překládacích mechanismů a zároveň respektovat průměrnou přepravovanou vzdálenost. Požadavkem je, aby překladač neměl prostoje, zejména při nakládce. Určení správného počtu traktorů závisí od počtu překládacích mechanismů, a průměrné délce obratu traktoru. Potřebný počet terminálových traktorů je zjištěn výpočtem. Pro efektivní překládku vlaku je také nutné zvážit použití proudové⁷ a stacionární⁸ metody překládání. V případě dostatečného počtu traktorů lze zapojit i metodu proudovou,

⁷ Proudová metoda překládky – odbavení vlaku probíhá překládkou kus za kus. Za jeden složený návěs se ihned naloží jiný, určený na vývoz.

⁸ Stacionární metoda překládky – vlak stojí v terminálu delší dobu. Vlak se vykládá a nakládá podle jízdních silničních vozidel, odvázejících intermodální jednotky.

kdy se za jeden vyložený návěs hned přistaví další, který je naložen na stejné místo na vlaku. Pro tyto účely je zapotřebí oddělit od sebe skladovací plochy pro cílové návěsy a počáteční návěsy. Po rekonstrukcích plochy terminálu by tato možnost byla dostupná. Naprostá většina návěsů se překládá nepřímou, tedy z vlaku putují na parkoviště, a až posléze je externí dopravce odváží z terminálu. (Přímá překládka naopak znamená, že překládaný návěs je ihned odvážen externím dopravcem na místo určení a není nikde předtím uložen.)

Pro určení správného počtu traktorů je třeba vycházet z provozovaného počtu překladačů a rozložení funkčních ploch. Předpokladem je, že jestliže budou v terminálu operovat dva překladače, musí zde být minimálně dva tahače. Je nezbytné určit průměrnou vzdálenost ujetou tahačem během jedné jízdy. Potom lze stanovit délku jednoho obratu a porovnat s délkou cyklu překladače. Vztah (10).

$$T_{obr} = t_{Jl} + t_z + t_o \text{ [min]} \quad (10)$$

kde:

T_{obr} – doba obratu vozidla

t_{Jl} – doba jízdy

t_z – čas potřebný k zapojení návěsu

t_o – čas potřebný k odpojení návěsu.

Průměrná ujetá vzdálenost je 380 m. Průměrná rychlost tahače v terminálu je 22 km/h. Z toho lze zjistit, že délka jízdy je 63 s. Střední doba zapojení návěsu je 120 s, a odpojení 90 s. Podle vztahu (10) je vypočtena doba obratu $T_{obr} = 273$ s. Z výpočtů jednotkové manipulace výše byla zjištěna hodnota $t_{man} = 285$ s pro nakládku návěsu. Při porovnání těchto dvou hodnot je hodnota obratu tahače nižší, takže jeden tahač bude stíhat přisouvat návěsy k nakládkě bez prodlevy. V případě rozšíření terminálu do dalších ploch při zachování stejné organizace překládky, je nutné očekávat prodloužení jízdní doby a tím i prodloužení doby obratu.

2.3 Překladače pro nakládání do druhé řady

Pro navýšení překládacího výkonu je možné použít překladače, které umožní nakládat a vykládat kontejnery také z druhé koleje od překládací plochy. Ušetří se tím čas nutný k posunu a výměně manipulované skupiny vozů. Obě poloviny vlaků tak mohou

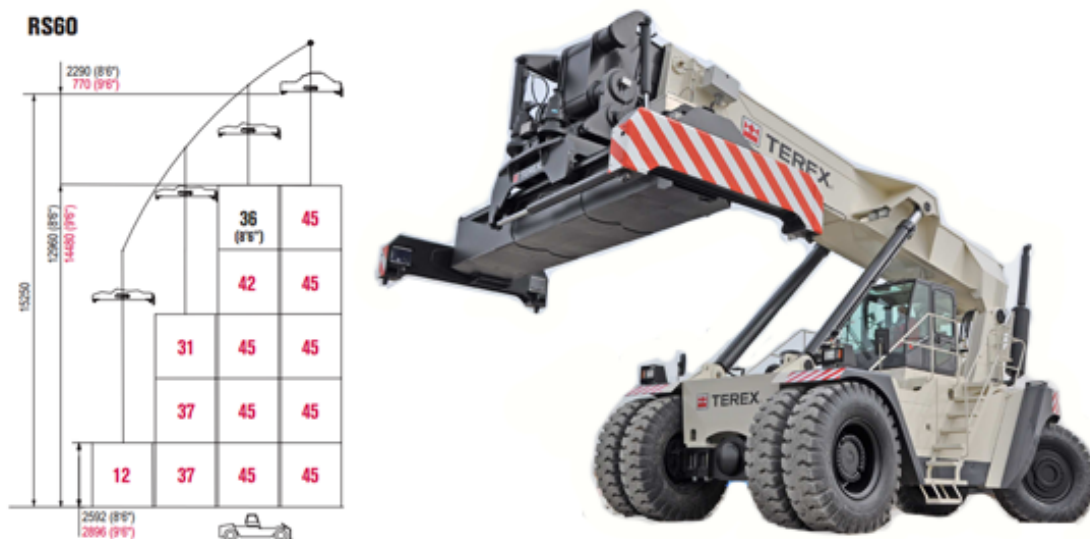
být odbaveny najednou. Takto upravená organizace překládky musí probíhat za předpokladu splnění několika podmínek:

- Rekonstrukce celé manipulační plochy, kvůli najetí překladače k vlaku
- Absolutní využití délky koleje
- Dodržení maximální povolené hmotnosti návěsu.

Úprava celé plochy terminálu je nezbytné zejména z toho důvodu, že překladač s vyšší nosností má delší rozvor a potřebuje pro svůj pohyb a manipulace větší plochu. Standardní překladač potřebuje u koleje plochu širokou min. 13 m, překladač s větším rozvorem potřebuje alespoň 15 m. Další důvod nutnosti rekonstrukce plochy je, že překladač do druhé řady používá výsuvné hydraulické stabilizační podpěry z čela vozu, které musejí být umístěny na pevný podklad. Tyto podpěry se operativně vysouvají a zasouvají při překládce do druhé řady, kvůli bezpečnosti a omezení vysokého zatížení přední nápravy. Omezí se tím riziko převážení překladače a také se dosáhne stabilní polohy vysunutého ramena. Osová vzdálenost druhé koleje od hrany zpevněné plochy je 6 450 mm. Při vysunutí zatíženého výložníku vodorovně až na tuto vzdálenost od čelních kol, by se mohl výložník a jím uchycený návěs začít houpat kvůli pružení předních pneumatik překladače. Hydraulické podpěry proto zaručí stabilní polohu ramene. Nevýhodou takovéto manipulace je navýšení jednotkového času překládky, který vzniká právě používáním podpěr a také pomalejšími pohyby ramene. V porovnání s klasickým modelem překládky, kdy se musí obsluhovaná skupina vozů u překládací hrany posunem vyměnit, se ušetří čas potřebný k manipulaci s vlakem a také prostoje při povolávání posunovačů ČD Cargo a.s. Omezí se tím závislost na práci cizích zaměstnanců a vlak se kompletně odbaví při jednom posunu.

Překladače, které umožní překládat i druhou kolej vyrábí řada společností. Při výběru je nutno brát ohled na maximální nosnost stroje, pořizovací cenu, servisní intervaly a dostupnost servisu. Pro porovnání bude uveden překladač *Terex RS60* (dále jen Terex). Tento stroj je nejvýkonnější z nabídky firmy Terex. (12) Nabízí vysokou užitečnou hmotnost. Je určen pro překládku plných kontejnerů a sedlových návěsů, a umožňuje zatížit výložník vysunutý 6 500 mm vpřed až 37 tunami nákladu ve výšce 4 370 mm nad zemí. Překladač je vybaven spreadrem s multimodální funkcí⁹ a teleskopickým mechanismem pro nakládání ISO kontejnerů 20 nebo 40 stop. Překladač umožňuje stohovat kontejnery až do 6-ti vrstev. Je vybaven posuvnou kabinou pro lepší přehled strojníka.

⁹ Multimodální funkce – možnost překládání kontejnerů pomocí rohových prvků, nebo sedlových návěsů pomocí kleštin



Obrázek 7 Překladač Terex (ilustrační foto), zátěžový diagram v tunách

Zdroj: (12)

Základní parametry stroje jsou uvedeny v Tabulce 5. Nosnost je uvedena pro řady kontejnerů za sebou, podle Obrázku 7.

Tabulka 5 Parametry překladače Terex RS 60

Parametr	Hodnota
Délka [mm]	13 200
Šířka [mm]	5 000
Výška [mm]	5 500
Rozvor [mm]	7 500
Nosnost 1. řada kont. [kg]	45 000
Nosnost 2. řada kont. [kg]	45 000
Nosnost 3. řada kont. [kg]	37 000
Stohování (vrstvy)	6

Zdroj: (12), autor

Pro tento překladač je také vypočítána jednotková doba manipulace, a zjištěna hodinová výkonnost stroje. Pro získání této hodnoty bude využit vztah (2), který se upraví o časové položky spuštění a vytažení hydraulických podpěr. Polovina překládky bude probíhat ve standardním režimu bez podpěr - 1.kolej a polovina překládky s podpěrami-druhá kolej.

Po dosazení do vztahu (2) se jednotková manipulace při vykládce z druhé koleje rovná $T_{manV} = 235 \text{ s}$ ($t_j = 45 \text{ s}$, $t_{NA} = 20 \text{ s}$, $t_U = 20 \text{ s}$, $t_V = 60 \text{ s}$, $t_S = 90 \text{ s}$). Do doby najetí překladače

je započítán také pojezd po ploše od jednoho návěsu k dalšímu. Z výpočtu vyplývá, že vykládka je jednotkově delší o 25 s oproti překládce na první koleji.

Pro nakládku je nutné určit znovu hodnotu T_{manN} na základě vztahu (2) na str. 25, a tím se získá hodnota jednotkové manipulace pro nakládku na druhou kolej $T_{\text{manN}} = 315 \text{ s}$. ($t_j = 50 \text{ s}$, $t_{\text{NA}} = 30 \text{ s}$, $t_U = 40 \text{ s}$, $t_V = 90 \text{ s}$, $t_S = 105 \text{ s}$).

Po součtu a vytvoření průměrných hodnot je možné určit hodinový výkon mechanismu. Dosazované hodnoty představují průměrný čas pro nakládku a vykládku na první koleji, které jsou $T_{\text{man1}} = 248 \text{ s}$, a průměrný čas pro nakládku a vykládku na druhé koleji, který je $T_{\text{man2}} = 275 \text{ s}$. Na základě těchto hodnot jednotkových manipulací lze vypočítat hodinový výkon na první a druhé koleji. Pro hodinový výkon stroje se použije vztah (3), ze kterého získáme hodnotu pro první kolej, která je $HW_f = 14 \text{ (man/hod)}$, pro druhou kolej potom $HW_f = 13 \text{ (man/hod)}$. Vyložení a naložení poloviny vlaku (34 návěsů) bude trvat na druhé koleji 157 min, na první koleji potom 139 min. Podle vztahu (6) je propustnost překladiště při zapojení překladače *Terex* 4 páry vlaků/ 24 hodin. Shrnutí v Tabulce 6.

Tabulka 6 Porovnání výkonu překladačů při překládce návěsů

Překladač	Počet manipulací	T_{manN} [s]	T_{manV} [s]	Přirážky [min]	Celkem odbavení [min]	Propustnost
Kalmar	68	285	210	30	310	4
Terex	68	275	248	-	296	4

Zdroj: autor

Hodnoty propustnosti zůstaly stejné s tím, že při opakujícím se cyklu by dosáhl překladač *Terex* mírně vyšší propustnosti. Před zaokrouhlením totiž jeho propustnost převyšovala výkon překladače *Kalmar* o cca 0,2 vlaku za den. Odstranění posunu by nepřineslo očekávaný užitek ve významném nárůstu překládacího výkonu terminálu.

Pro úplnost je proveden výpočet při překládce kontejnerů, protože kontejnery se překládají v mírně odlišném režimu. Pro kontejnery v první řadě se zjistilo z předchozích výpočtů z kapitoly 1.7, že $t_{\text{man}} = 170 \text{ s}$ ($t_j - 30 \text{ s}$, $t_{\text{NA}} - 15 \text{ s}$, $t_U - 30 \text{ s}$, $t_V - 35 \text{ s}$, $t_S - 60 \text{ s}$). Tato hodnota se uvážením přímé a nepřímé překládky upraví na $t_{\text{man}} = 155 \text{ s}$. Výpočet je stejný, jako byl proveden pro současný překladač *Kalmar*.

Pro manipulace z druhé řady se využije opět upravený vztah (2). Na jeho základě se zjistí, že $t_{\text{man}} = 190 \text{ s}$ ($t_j - 30 \text{ s}$, $t_{\text{NA}} - 15 \text{ s}$, $t_U - 40 \text{ s}$, $t_V - 45 \text{ s}$, $t_S - 60 \text{ s}$). Opět

lze předpokládat, že polovina vlaku se přeloží přímo, takže odpadne časová položka t_j . Po této úpravě se získá pro kontejnery ve druhé řadě hodnota $t_{\text{man}} = 175 \text{ s}$. Při zprůměrování hodnot z první a druhé řady vznikne průměrná hodnota jednotkové manipulace $t_{\text{man}} = 165 \text{ s}$. Na základě této hodnoty lze snadno dopočítat podle vztahu (3) hodinovou výkonnost $\text{HW}_f = 21$ (man/hod), a podle vztahu (5) dobu potřebnou k odbavení vlaku, která je $t_{\text{odb}} = 194 \text{ min}$. Potom bude propustnost terminálu podle vztahu (6) **7 párů vlaků/24 hod.** Porovnání výkonu s překladačem Kalmar je uvedeno v Tabulce 7.

Tabulka 7 Porovnání výkonu překladačů při překládce kontejnerů

Překladač	Počet manipulací	T_{man} [s]	Přirážky [min]	Celkem odbavení	Propustnost
Kalmar	68	155	30	206 min	6
Terex	68	165	-	187 min	7

Zdroj: autor

Podle uvedené tabulky je překládací kapacita překladače do druhé řady nepatrně vyšší. Nevýhody při pořízení překladače do druhé řady jsou - vyšší pořizovací cena, nízký nárůst překládacího výkonu, vyšší zatížení povrchu terminálu nebo menší hodinový výkon. Pořízení překladače *Terex* by znamenalo jistý přínos. Vzhledem k dalším možnostem rozvoje, které přinášejí více užítku, ale nemá pořízení takového překladače logické opodstatnění.

2.4 Portálové jeřáby

Možností, jak zásadním způsobem zvýšit rychlost překládky, je pořízení portálových jeřábů. Jedná se o poměrně nákladnou investici ve srovnání s pořízením výsuvného stohovače, nicméně přináší velký užitek a při velkém objemu překládky i rychlou návratnost prostředků. Při práci portálového jeřábu prvoplánově odpadá manipulace s vlakem během překládky. Jeřáb umožňuje obsluhu všech kolejí a přemísťuje jednotky buď rovnou na místo uložení, nebo je skládá do meziskládky, odkud je odváží traktor nebo překladač na skladovací plochu. Délka cyklu jednotkové překládky je kratší, výkon překládky vyšší. Pořízení jeřábu s sebou také přináší ušetření nákladů na zaměstnance a krátké zdržení vlaku v překladišti. Nevýhodou je vysoká cena, omezená dostupnost v překladišti a nejisté využití do maximální kapacity jeřábu. Přínosem je vysoká překládací kapacita, obsluha všech kolejí a velkých ploch najednou a v neposlední řadě ekologičnost provozu. V případě Terminálu Brno by bylo díky jeho velikosti a rozmístění funkčních ploch, možné pořídit dva portálové jeřáby. Po výpočtu

propustnosti a kapacity upraveného terminálu se dá porovnat s různým počtem kolových překladačů, která varianta je nejefektivnější. V případě instalace jeřábu by v terminálu určitý počet překladačů musel operovat i nadále kvůli obsluze úložišť mimo dosah jeřábu.

V terminálu Brno by se použil portálový jeřáb *Künz*, který je v ČR použit například v terminálech v Praze Uhříněvsi nebo České Třebové, od společnosti Metrans. (14) Výrobce má zkušenosti s instalací jeřábů v českém prostředí a 75ti leté zkušenosti celkově. Jedná se o model jeřábu z řady „*Kontejnerové jeřáby*“. Spreader je uzpůsoben překládce 20' a 40' ISO kontejnerů a může být vybaven multimodální funkcí, takže jsou instalovány i kleštiny pro překládku sedlových návěsů. Technické parametry jeřábu jsou uvedeny v Tabulce 8.

Tabulka 8 Parametry portálového jeřábu

Položka	Hodnota	Položka	Hodnota	Položka	Hodnota
Rozchod [m]	27	Zvedací výška[m]	12,5	Pojezd jeřábu [m/min]	100
Délka L krakorce [m]	8	Délka kolejí[m]	300	Výkon zvedací [kW]	180
Délka P krakorce [m]	12	Zdvih- plné zatížení [m/min]	18	Výkon pojezdový [kW]	24x13
Nosnost [kg]	37 000	Zdvih- část. zatížení [m/min]	36	Výkon kočky[kW]	4x16

Zdroj: (14)

V terminálu Brno by se použily dva tyto jeřáby. Rozchod vodící koleje by závisel na zamýšleném počtu manipulačních kolejí. Rozchod portálu by byl 27 m s přesahujícím krakorcem na západ 10 m, na východ až 12 m. Bylo by zapotřebí změnit režim obsluhy v terminálu. V současné manipulační ploše by vzniklo úložiště kontejnerů. Další kontejnerové úložiště by vzniklo v severní části terminálu a další vedle administrativní budovy. V celé upravené ploše terminálu by vznikla parkovací stání pro odstavené návěsy. Manipulační koleje by obsluhoval výhradně jeřáb. Kolové překladače by sloužily pouze k manipulacím s návěsy a kontejnery pouze mimo dosah jeřábu.

V případě záměru instalace jeřábu do terminálu by bylo vhodné, vybudovat další 3 manipulační koleje, aby se maximálně využil potenciál jeřábu i celého terminálu. Dvě koleje by se vybuovaly vedle současného kolejiště směrem k západní hranici pozemku terminálu a jedna kolej by vznikla v současné zpevněné ploše. Přesahujícími krakorci by bylo možné obsloužit všechny nově vzniklé koleje. Najednou by v terminálu mohly stát 3 vlaky. Překládka návěsů by probíhala do polohy na zemi na zpevněné ploše pod východním

krakorcem jeřábu, odkud by návěsy byly rozváženy na odstavná parkoviště. Nově navržené úložiště kontejnerů by nabídlo kapacitu až 490 TEU. Varianta vybudování dalších kolejí by zásadním způsobem zvedla kapacitu terminálu a částečně nahradila absenci 700 m dlouhé koleje. Vodicí kolej jeřábu a jedna manipulační kolej v současné zpevněné ploše by musely být zapuštěny do povrchu tak, aby byly pojízdné pro tahače i překladač. Plánek rozmístění ploch k tomuto návrhu je v příloze B. Pro tuto variantu je vypočítána jednotková manipulace a zjištěno, kolik vlaků by byl terminál schopný odbavit. Výpočet je založen na délce nakládacího cyklu jeřábu. Pro určení průměrné jednotkové délky cyklu se použije vztah (12):

$$T_{cyk} = t_n + t_{sp} + t_u + t_z + t_d \text{ [s]} \quad (12)$$

$$T_{cyk} = 150$$

kde:

T_{cyk} - délka cyklu,

$t_n = 45\text{s}$ - doba najetí nad jednotku,

$t_{sp} = 15\text{s}$ - doba spuštění spreadru,

$t_u = 25\text{s}$ - doba uchycení jednotky spreadrem,

$t_z = 25\text{s}$ - doba zdvihu,

$t_d = 30\text{s}$ - doba spuštění nad zem, usazení jednotky

$t_s = 10\text{s}$ vytažení spreadru.

Je evidentní, že doba cyklu je kratší než doba jednotkové manipulace u kolového překladače (kapitola 1.7). Na základě této hodnoty je zjištěna hodinová výkonnost stroje a propustnost za 24 hodin. Pro stanovení délky cesty najetí nad jednotku je nutné znát délku dráhy, kde se jeřáb pohybuje a stanovit tak průměrnou ujetou vzdálenost. Vzhledem k současné práci dvou jeřábů je operativní délka pojezdové dráhy 150 m. Průměrná ujetá vzdálenost jednoho jeřábu je 75 m. Z toho lze snadno zjistit podle Tabulky 8, že doba najetí nad jednotku je průměrně 45 s. Hodnota je střední, od skutečnosti se může lišit. Na Obrázku 8 je fotografie portálového jeřábu od společnosti *Künz*.



Obrázek 8 Portálový jeřáb Künz v Praze - Uhřetěvesi

Zdroj: (11)

Hodinová výkonnost jednoho jeřábu je podle vztahu (3) $HW_f = 24$ (man/hod). Pro získání propustnosti terminálu je nutné ještě upravit hodnotu na dva pracující jeřáby. $HW_f = 48$ (man/hod) - (24x2). Jestliže je na vlaku 34 vozů, jeden vlak bude teoreticky složen za **42,5 minut**. S nakládkou je potom odbavení celého vlaku rovno délce **85 minut**. Teoretická denní propustnost potom je podle vztahu (6) **16 párů vlaků/24 hodin**. Ve srovnání s čelními překladači, které dosáhly při dvou operujících strojích současně propustnosti 8 párů vlaků/24 hodin, je tato hodnota výrazně vyšší. Opět se jedná o teoretickou propustnost, které v praxi nebude možno dosáhnout. Celkový denní čas zde budou zkracovat faktory jako pracovní fond zaměstnanců, posun vlaků, výluky z důvodů technických prohlídek a kontrol, nečekaných poruch.

Získaná teoretická propustnost byla zjištěna na základě průměrných hodnot délky trvání jednoho cyklu. Propustnost je stanovena jako teoretický ukazatel výkonnosti jeřábu. Ve skutečnosti může nabývat hodnot vyšších i nižších v závislosti na podmínkách a typu překládaných jednotek. Pořízení portálového jeřábu znamená zásadní investici na řadu let do budoucna, která musí být správně zhodnocena z hlediska efektivity a návratnosti. Přináší však velký užitek a dobrou reklamu terminálu.

2.5 Technologie Modalohr

Technologie *Modalohr* od stejnojmenného Francouzského výrobce, poskytuje alternativu k vertikálnímu - nejrozšířenějšímu systému překládky návěsů. Jedná se o horizontální překládku ve speciálně upraveném terminálu, na speciální vozy. Systém nabízí rychlou překládku sedlových návěsů na vlak bez použití dalších strojů. Podstatou systému jsou specifické kapsové železniční vozy, které umožňují část vozu vytočit z osy koleje a dovolují tak najetí tahače i s návěsem do vozu. Následně je tahač odpojen a návěs samotný se na vytáčecí části vozu vrátí zpět do osy koleje a zafixuje. (15) Pro tuto překládku je nutné vybudovat speciální nájezdové rampy. Rampy nemusí být nutně betonové a pevně spojené se zemí. Můžou se použít ocelové nájezdy, které se dají v případě potřeby přesunout, nebo odstranit.

S touto technologií odpadá vícenásobná manipulace s jednotkou a závislost na překládacích mechanismech. Negativem zůstávají vysoké investiční náklady a jednoúčelovost technologie. Tato technologie se instaluje v terminálech s velkým objemem překládky a velkým počtem vypravených vlaků. Čas potřebný k přeložení vlaku je za jistých předpokladů cca 30min. Tím se denní kapacita překládky v terminálu dostává do desítek vlaků za den.

Systém *Modalohr* by se do Terminálu Brno mohl instalovat za splnění několika podmínek. Vzhledem k délce manipulačních kolejí, které dosahují pouze 300 m by bylo vhodné terminál přesunout a umožnit tak vybudování jedné 700 m dlouhé koleje, kde by mohla být technologie instalována. (O možnostech rozšíření pojednává podkapitola 2.8). Teoreticky by se dal systém aplikovat i do současného prostředí, avšak s tímto návrhem by se neodbourala potřeba posunu a překládka vlaku by se zdržovala tímto úkonem. Další faktor je poměrně omezená plocha uvnitř současného terminálu, kde by pravděpodobně nebylo místo pro instalaci technologie a zachování určité části současné metody překládky. Prostorová náročnost je jednou z nevýhod systému. Od osy manipulační koleje zabírají pevné součásti překládky 8 m na každou stranu.

Druhou podmínkou je zajištění provozu ucelených vlaků v určité relaci s pravidelným obratem. Není rentabilní budovat nákladnou technologii, jestliže by nebyla poptávka po přepravě do jiného takto upraveného terminálu. Podmínka je nutná, protože takto převážené návěsy se z vlaku mohou zejména kvůli konstrukci vozů složit opět pouze v terminálu *Modalohr*.

Třetí podmínkou je zajištění dostatečného kapitálu k dokončení stavby a její uvedení do provozu. Finanční náročnost se odvíjí od velikosti terminálu. Ten se dá postavit ve třech typových velikostech, Type 1-3, s počtem překládacích míst 40, 20 nebo 10. Od počtu míst se odvíjí i cena. Nevýhodou upraveného terminálu pouze pro *Modalohr* je také možnost překládky pouze sedlových návěsů. Mezi největší výhody systému patří:

- velmi krátká doba potřebná k přeložení vlaku
- možnost přeložit jakýkoliv návěs
- nízké náklady na provoz terminálu

Mezi nevýhody naopak patří:

- speciální jednoúčelová úprava terminálu
- potřeba speciálních vozů
- náročnost na prostor
- nákladné vybudování a pořízení železničních vozů

2.6 Technologie Cargobeamer

Technologie *Cargobeamer* nabízí podobnou alternativu jako výše uvedený *Modalohr*. Jedná se o německou technologii, která nabízí horizontální překládku návěsů do speciálních vozů, ve speciálně upraveném terminálu. Zde je podstatou systém válečkových dopravníků, po kterých se z železničního vozu vysune plošina, do které najíždí tahač s návěsem. Tahač je následně odpojen, a návěs na plošinu nasunut na vlak. Je nutné dodržovat přesnou polohu vagonu vůči pozemnímu zařízení (16). Překládka opět probíhá ve velké rychlosti a existuje možnost, že nosné koše jsou v terminálu přistaveny dříve než vlak, a postupně se na ně během dne nakládají návěsy. Po přistavení vlaku proběhne pouze výměna nosných plošin a vlak může být velmi rychle vypraven. Tuto možnost zaručuje takový systém, který má posuvné dopravníky z obou stran koleje. Jednotkové místo překládky, kde se nakládá jeden návěs do jednoho železničního vozu, se nazývá modul. Tyto moduly mohou být instalovány v terminálu v libovolném počtu. Není proto nutné budovat celý terminál pouze za tímto účelem, ale je možné jej pouze doplnit o několik těchto modulů. I nízký počet modulů umožní odbavení celého vlaku. To s sebou však přináší zvýšenou časovou náročnost, zejména kvůli několikanásobnému posunu. Při instalaci koleje délky 700 m je možné dosáhnout času překládky uceleného vlaku v délce **10 minut**. To následně ukazuje teoretickou propustnost

v řádu desítek vlaků za den. Navýšení kapacity překládky je oproti konvenčním systémům značné.

Výstavba probíhá z velké části z prefabrikovaných betonových dílů, které se použijí jak do kolejiště, tak do okolní plochy. Nutné jsou ale i stavební úpravy kolem koleje. Okolní plocha totiž musí být o 25 cm výše nad temenem kolejnice. Prostorová náročnost jednoho modulu, který obsluhuje kolej z obou stran je 19,3 m délka x 22 m šířka. Tento modul je nutný k obsluze jednoho železničního vozu. Použití nakládacích výsuvných plošin také mírně snižuje užitečnou hmotnost vozu.

Mezi hlavní výhody systému patří:

- velmi rychlá doba překládky
- modulovitost, možnost postupné výstavby
- překládka jakýchkoliv návěsů

Mezi nevýhody naopak patří:

- pořizovací cena
- nutnost použití speciálních vozů
- možné problémy provozu v zimním období¹⁰

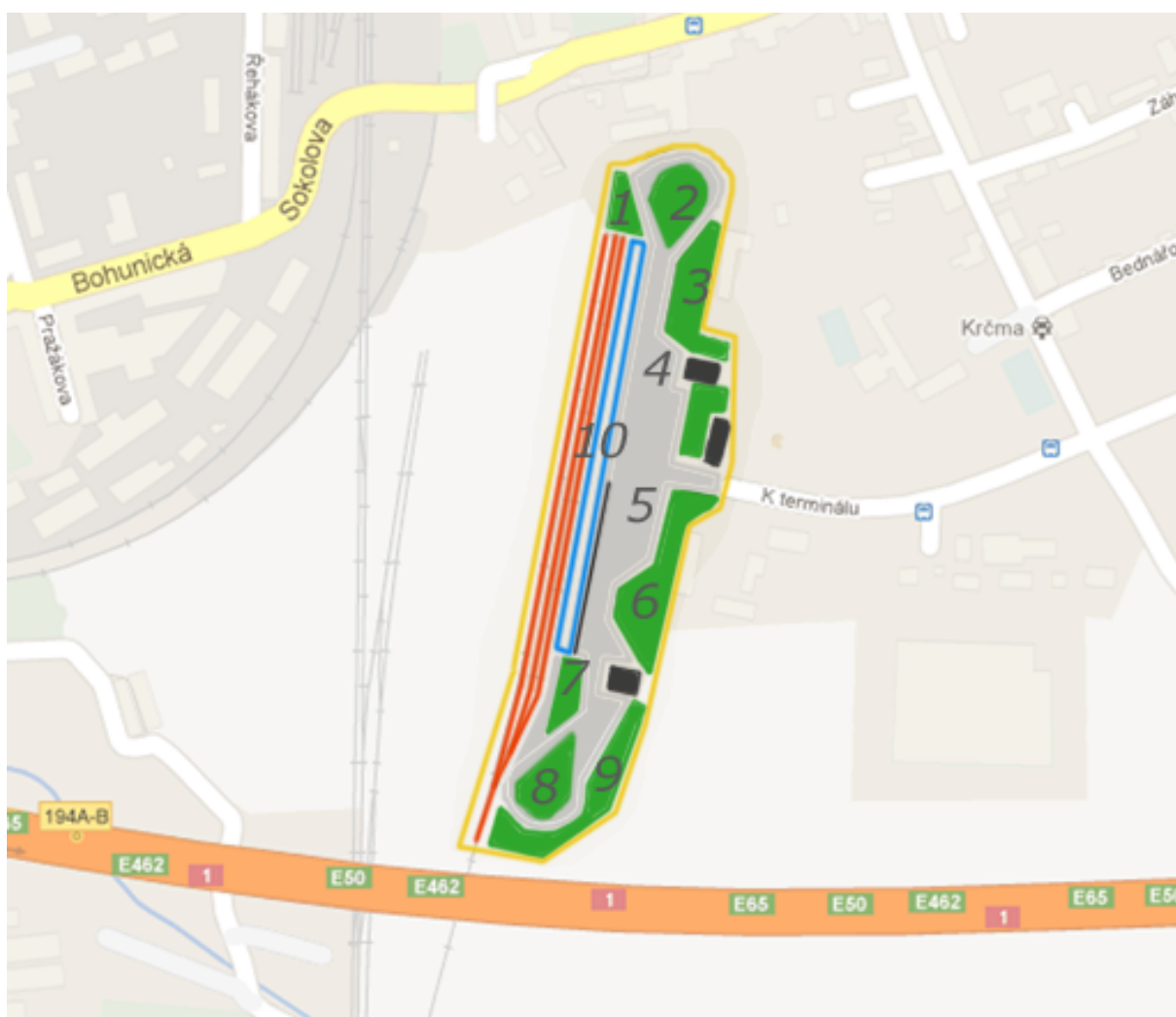
System je v provozu od roku 2010 zatím pouze v Německu a v Nizozemsku. Postupně vznikají linky mezi terminály, kde se v tomto režimu překládá. Očekává se, že systém osloví dopravce svojí efektivitou a bude se rozšiřovat do dalších zemí za vzniku dalších linek.

2.7 Návrh rozvržení ploch a organizace provozu v současné poloze terminálu

Autor navrhuje nové rozmístění funkčních ploch a organizace provozu jednotlivých dopravních prostředků. Současná skladová kapacita nabízí **100 TEU a 85 návěsů** najednou. (17) Pro orientaci v prostoru je uveden Obrázek 9, kde je možné identifikovat jednotlivé plochy a jejich nový účel využití. Pro plochy 1-3 a 6-9 je navržena stavební úprava ve formě zpevnění, za účelem vybudování nové skladové kapacity. Pro plochy 4 a 5 se jedná o opravu současného povrchu, na kterém je nutné opravit výtluky. V ploše 10, která představuje manipulační plochu, je třeba dokončit modernizaci povrchu, která je z poloviny hotová. Dále jsou v celé nově vzniklé zpevněné ploše navrženy dopravně-organizační opatření. Jde o vymezení skladových ploch pro kontejnery a návěsy bílými čarami, vymezení

¹⁰ Zejména zapadávání vodících kolejí pro koše sněhem, a zamrzání vody v pohyblivých částech

dopravních cest uvnitř terminálu a stanovení jednosměrných komunikací. Pro maximální efektivitu a bezpečnost jsou tyto opatření nezbytná, protože se v terminálu pohybuje řada dopravních a manipulačních prostředků najednou. Tato úprava také umožňuje snazší a rychlejší orientaci zúčastněných osob.



Obrázek 9 Rozdělení ploch do sektorů

Zdroj: (18), autor

Základním návrhovým principem organizace provozu je oddělení manipulační plochy 10 od ostatních komunikací v terminálu. Tuto přirozenou bariéru vytvoří úložiště kontejnerů, které je umístěno paralelně s celou manipulační plochou 10. Do manipulační plochy zajíždí pouze překladač a terminálový traktor, který přistavuje návěsy. Externí dopravci zajíždějí po oddělených jednosměrných komunikacích v sektorech 4 a 5 pouze k parkovištím návěsů.

Pro tyto účely je určena právě plocha 4, 5 mezi parkovištěm návěsů a úložištěm kontejnerů. Uprostřed terminálu, mezi úložišti kontejnerů (mezi sektory 4 a 5) je vymezeno území, kde dopravci přistavují tahače s návěsy pro nakládku kontejnerů. Aby se zamezilo vjezdu cizích nákladních vozidel do manipulační plochy, je nakládka a vykládka kontejnerů řešena tímto způsobem. Vymezená plocha pojme dva nákladní automobily za sebou, takže mohou být odbavovány zaráz. Nevýhodou takového řešení je prodloužení manipulačních jízd překladačů. Ty se musejí obracet pro každý kontejner zvlášť. Značná část překládky probíhá nepřímou, tedy, že kontejnery se z vlaku umístí do úložiště a až následně na návěs s tahačem. Při současných objemech překládky kontejnerů proto není nutné toto opatření zavést, protože se v celém areálu pohybuje poměrně málo vozidel. V případě nárůstu přepravy kontejnerů a zvýšení podílu přímé překládky je nutné toto opatření uvést do praxe. Očekávané objemy by však musely mnohonásobně překročit dnešní výkony v terminálu. Účel využití a rozměry jednotlivých sektorů jsou uvedeny v Tabulce 9.

Autor navrhuje více ploch pro parkování návěsů a méně pro kontejnery. Tyto plochy ale nejsou nijak účelově ošetřeny a umožňují jak parkování návěsů, tak i uložení kontejnerů. Konkrétní organizace a rozvržení vychází z aktuální potřeby. Návrh vychází ze současného poměru překládky mezi návěsy a kontejnery. Skladová kapacita by potom narostla až na **160 TEU** v kontejnerech a **214 návěsů** současně. Propustnost v této variantě závisí od počtu překladačů, které v terminálu operují. Grafický návrh navrženého stavu je uveden v příloze B.

Tabulka 9 Úprava ploch terminálu

Plocha	Účel původní	Nový účel	Rozloha [m²]	Nutná úprava
1	Zelená plocha	úložiště	496	zpevnění
2	Zelená plocha	úložiště	1450	zpevnění
3	Zelená plocha	úložiště	1820	zpevnění
4	vnitřní komunikace	úložiště/komunikace	2890	oprava povrchu
5	vnitřní komunikace	úložiště/komunikace	2305	oprava povrchu
6	Zelená plocha	úložiště	2250	zpevnění
7	Zelená plocha	úložiště/komunikace	800	zpevnění
8	Zelená plocha	úložiště	1680	zpevnění
9	Zelená plocha	úložiště	2170	zpevnění
10	Manipulační plocha	Manipulační plocha	4800	oprava povrchu

Zdroj: autor

2.8 Možnosti rozšíření terminálu

Rozvoj terminálu v současných hranicích

Pro variantu rozvoje terminálu uvnitř stávajícího území je zpracováno zapojení dvou portálových jeřábů a rozšířený počet manipulačních kolejí. Autor navrhuje vybudování 6 kolejí po 320m, s obsluhou portálovým jeřábem. Jednu kolej z toho je možno obsluhovat také kolovým překladačem. Při tomto řešení naroste výrazně kapacita i propustnost terminálu. K současnému kolejišti je tak navrženo vybudování dalších tří manipulačních kolejí. Dvě koleje leží v západní části terminálu paralelně se současnými kolejemi. Třetí kolej je zavedena do současné zpevněné asfaltové plochy, kde je dostupná jak pro jeřáb, tak pro překladač. V maximální míře je v současných zelených plochách navrženo zpevnění, za účelem rozšíření úložišť. Současná manipulační plocha je nahrazena úložištěm kontejnerů, které obsluhuje výhradně portálový jeřáb. Do této plochy se vejde až 490 TEU ve třech vrstvách. Další skladovací plocha pro kontejnery je umístěna podélně s vodící kolejí portálového jeřábu a nabízí dalších 90 TEU. Další skladovací plocha je rozprostřena v celém areálu terminálu a je určena zejména pro prázdné kontejnery. Parkoviště návěsů v tomto případě nabídne až 180 míst. Varianta počítá s využitím pouze stávajících pozemků terminálu.

Stavební úpravy jsou nezbytné pro zavedení tohoto návrhu. Ve stávajících pozemkových hranicích terminálu se jedná zejména o úpravy nezpevněných ploch, podobně jak uvádí předchozí kapitola a také o vybudování nových kolejí. Celkem se jedná o tři nové koleje, z toho dvě na rostlé zemině, třetí v současné zpevněné ploše, kde by muselo předcházet upravení zpevněného povrchu. Další stavební úpravy se týkají instalace kolejového portálového jeřábu, pro který je nezbytné vybudovat nové vodící koleje a zavést zdroj napájení.

Varianta přináší přínos ve zvětšení kapacity až na **580 TEU** v kontejnerech a až **180 parkovacích míst** zároveň. Současně můžou být v terminálu tři ucelené vlaky, každý rozdělen na dvě skupiny vozů. Tyto skupiny vozů mohou být odbavovány současně. Propustnost terminálu je teoreticky až 16 párů vlaků za 24 hodin. Grafické znázornění je provedeno v příloze C.

Rozšíření terminálu mimo současné hranice

V případě rozšíření terminálu za stávající hranice se jedná o rozšíření do bezprostředně sousedících pozemků. Jde zejména o využití pozemků před branou terminálu, kde je v současnosti zatravněná volná plocha, pozemků východně od jižní části terminálu kde probíhá zemědělská činnost nebo pozemky směrem k železničnímu koridoru na západě terminálu, kde je v současnosti nevyužitá plocha - Obrázek 10, Tabulka 10.

Tabulka 10 Pozemky k rozšíření

Číslo	Počet pozemků v území	rozloha [m ²]	Popis
1	9	31 360	Možnost rozšíření
2	10	22 375	Možnost rozšíření
3	4	8 387	Možnost rozšíření
4	1	49 555	Současný terminál

Zdroj: (10), autor



Obrázek 10 Pozemky k možnému rozšíření

Zdroj: (10), úprava autor

Při využití všech těchto ploch naroste skladovací kapacita terminálu podle Tabulky 10 celkem o přibližně 60 000 m². (10) Podle trendu aktuální poptávky lze určit tyto skladovací plochy jako parkoviště návěsů nebo úložiště kontejnerů. Kapacita potom záleží na tom, který druh jednotek se upřednostní. Při využití všech tří navržených ploch je možno docílit nové skladové kapacity až 820 TEU a 320 návěsů najednou. Přibližné rozvržení ploch je uvedeno v příloze C.

Za tímto účelem je nutné vykoupit tyto pozemky, což může být v některých případech problém. Pozemky před branou vlastní statutární město Brno, kde by byl výkup pozemků možný. V jižní ploše je celkem 9 pozemků a každý má jiného soukromého majitele. Zde by mohla nastat situace, kdy majitel vymyslí vysokou cenu, nebo nebude ochotný pozemek prodat vůbec. Může se tak vést dlouhá dohoda o koupi. Je třeba tak počítat s časovou rezervou. Využití těchto pozemků nabízí především skladovací účel, protože výstavba vlečky není prostorově reálná. Důvodem je bariera v podobě dálnice D1, kvůli které se mohou vybudovat další koleje pouze v délce 350 m. Nevýhodou zůstává, že by se prodloužil obrat tahače, který by zde návěsy odstavoval. S tím souvisí vysoká pravděpodobnost pořízení dalších tahačů. Výhodou je naopak velmi rozsáhlá plocha, která by zajistila bezproblémové uložení velkého počtu jednotek a tím zvýšení kapacity terminálu. Tyto plochy by ale musely být vybudovány současně se zavedením portálového jeřábu, jak je uvedeno výše, aby byl zajištěn adekvátní výkon překládky. Kolové překladače samotné a jedna obsluhovaná kolej v celém terminálu by neumožnily plné využití nových skladových ploch.

Přesun terminálu

Poslední variantou je přesunutí celého terminálu asi 500 m na jih, vedle železniční stanice Brno-Jih. Jednalo by se o výstavbu zcela nového překladiště na zelené louce. Zde by existovala možnost vybudování 700 m dlouhých kolejí a výstavba rozlehlé skladovací plochy. Dotčené pozemky zde jsou velmi rozsáhlé a je možné postavit např. 6 paralelních kolejí, kde by mohlo být odbavováno až 6 ucelených vlaků najednou. Existuje také možnost vybudování terminálu *CargoBeamer* nebo *Modalohr*. Tato varianta by mohla mít smysl zejména v tom, že by se jednalo o první takový terminál v ČR. Díky tomu by se kombinovaná doprava v tomto režimu mohla začít rychle rozšiřovat. Také je potřeba uvážit zda v novém terminálu preferovat překládku návěsů nebo kontejnerů. Překládka kontejnerů v současnosti v terminálu mírně zaostává. Důvodem může být fakt, že terminál Brno nebyl určitý

čas v provozu a dopravci vstupující do režimu kombinované dopravy tak musely využít operátory v jiných městech. V Brně by se však začala rozvíjet právě přeprava návěsů, která má v rámci Evropy nadějnou budoucnost a v České republice nemá zatím tato forma překládky příliš silnou konkurenci. Od zavedení překládky návěsů v roce 2011 vzrostl počet přeložených jednotek o 35 % do poloviny roku 2012 a o dalších 33 % do roku 2013. (17)

Za účelem výstavby by bylo nutné odkoupit současnou zemědělskou půdu. Ta je v územním plánu vedena jako návrhová stavební plocha a tak je pro účel výstavby nového terminálu vhodná. (4) Dostupná plocha nabízí až 200 000 m². Spojení se silniční sítí by proběhlo pravděpodobně přemostěním železničního koridoru a napojením do ulice K železnici, a následně Vídeňská. Bylo by zapotřebí vybudovat i nové víceúrovňové křížení s nájezdy do všech směrů. Možné napojení na silniční dopravní síť je také přes současný terminál. Varianta vybudování nového terminálu je nejnákladnější variantou ze všech. Orientační rozvržení nového terminálu je v příloze D.

3 ZHODNOCENÍ UVEDENÝCH NÁVRHŮ

Po výpočtech výkonnosti jednotlivých mechanismů z předchozí kapitoly je uvedena Tabulka 11 pro srovnání těchto možností. Je porovnána výkonnost strojů, jejich ceny a stanovena potřeba aplikace takového zařízení v terminálu. Je nutné vycházet z trendu vývoje poptávky po kombinované dopravě celkově a z finančních možností umožňujících aplikaci daného řešení.

Tabulka 11 Srovnání navržených úprav překládací technologie

Překládací prostředek	Počet [ks]	Cena [Kč]	Překládací kapacita [vlaků/24hod]	Nutný počet zaměstnanců na směně [ks]	Poznámka
Kalmar DRF400 60C5	1	8 mil.	4	5	
	2	8 mil.	8	8	
	3	8 mil.	9	11	
Terex RS 60	1	12 mil.	4	5	
RMG Künz¹¹	2	80 mil.	16	8	
Modalohr	-	od 35 mil. + vozy	24	4	1 vůz -9 mil.Kč
CargoBeamer	-	od 50 mil. + vozy	24	4	

Zdroj: (19), autor

Z tabulky vyplývá, že ekonomicky přijatelným řešením je zvýšení počtu překladačů. Provozně přijatelným řešením je investice do portálových jeřábů nebo do inovační technologie horizontální překládky.

Při porovnání práce více překladačů najednou přináší největší přínos pořízení druhého překladače. Tím se zdvojnásobí výkonnost strojů a přírůstek v kapacitě je největší. Při pořízení dalšího překladače již jeho využití není tak velké a investice nepřináší dostatečný užitek. Překladač do druhé řady se ukázal jako systém, který by nepřinesl v čase potřebném k odbavení vlaku výraznou úsporu. Jako negativum se ukázaly delší časy jednotlivých kroků při jednotkové manipulaci. Tyto nárůsty nevykompenzují ušetření času nutného pro posun vlaku. Z dlouhodobého hlediska tedy nepřináší tato varianta užitek. Vzhledem k vyšší ceně v porovnání se standardním překladačem se více vyplatí pořídit běžný překladač.

¹¹ RMG Künz – Rail Mounted Gantry, Kolejový portálový jeřáb. Künz je Rakouský výrobce těchto jeřábů.

Investice do portálového jeřábu se ukázala jako nejvýhodnější řešení. Ve srovnání ceny pořízení více překladačů a portálového jeřábu je sice tato varianta nákladnější, ale nabízí terminálu vysokou propustnost, nižší náročnost na zaměstnance a umožní další rozvoj. Při volbě této varianty by bylo nevyhnutelné ponechání několika kolových překladačů v terminálu, kvůli obsluze míst mimo dosah portálového jeřábu. Celkové náklady by se tak zvýšily. Při investice do jeřábu je možné terminál dále přestavět a dosáhnout kapacity úložiště až 580 TEU a 180 návěsů. Celkem může v terminálu fungovat 6 kolejí o délce 320 m, a tím umožnit přistavení až 3 souprav vlaků najednou.

Inovativní technologie horizontální překládky jsou obrovsky nákladné na vybudování základny v terminálu a stejně tak jsou velmi drahé i železniční vozy. Technologie má smysl v terminálu, který odbaví denně velký počet vlaků, kdy se nakládka a vykládka jednoho vlaku odehrává řádově v desítkách minut. Terminál Brno takovým překladištěm v současnosti není. Proto je nutné prvně oslovit dopravce a motivovat je k převážení nákladů v režimu kombinované dopravy. Po zvýšení objemu překládky a zajištění určitého množství kontraktů lze přistoupit k výstavbě nového terminálu s horizontální překládkou. Nevýhodami systémů je jednoúčelovost úpravy terminálu a omezená množina možných destinací.

Relace kombinované dopravy s přepravou návěsů se netýkají námořních přístavů, kde dominují kontejnery, ale spíše kontinentálních přeprav mezi velkými městy Evropy. Systémy nabízí velmi pohodlnou alternativu pro přepravu návěsů po Evropě. Oproti současné „standardní“ přepravě návěsů na vlaku, kdy je zapotřebí, aby dopravce vlastnil speciální manipulovatelné návěsy, se přeprava v režimu *CargoBeamer* a *Modalohr* týká absolutně všech návěsů. Můžou tak vznikat ucelené vlaky s přepravou cisteren, nebezpečného zboží, ale i běžného kusového zboží a potravin. Bylo by tak možné zavést pravidelné linky také v relativně krátkých úsecích. V prostředí ČR se jedná zejména o přesunutí části provozu z dálnice D1.

Systém přepravy návěsů v současné době není v České republice příliš rozšířen. Důvodem je nutnost vlastnit speciální návěsy, dalším pak relativně nízká poptávka po kombinované dopravě celkově a nízký počet terminálů umožňujících překládku návěsů. Terminály, které umožňují překládání návěsů, jsou v současnosti v ČR pouze dva - Terminál Brno, a překladiště ČD-DUSS Lovosice. Problémem může být závazek, který dopravce podstupuje, když podepisuje smlouvu s operátorem. Většinou se jedná o víceleté kontrakty o počtu vlaků v časovém období. Tyto vlaky pak musí dopravce každopádně zaplatit.

Je náročné odhadnout vývoj trhu a vývoj dopravy a zajistit dlouhodobé objemy nákladů. Z toho důvodu zatím v přepravě návěsů figurují pouze velcí dopravci, nebo je systém založen na jiné dohodě mezi operátorem a silničním dopravcem.

Terminál Brno je umístěn v poloze, kde je možný jeho další územní rozvoj. V úvahu přicházejí rozšíření do přímo sousedících pozemků v současné poloze, nebo úplný přesun terminálu do jiné polohy. Sousední pozemky nabízejí plochy velikosti až 60 000 m². Zde je navrženo vybudování nových úložišť kontejnerů a návěsů a tím dosažení větší kapacity celého terminálu. Rozšíření je možné realizovat postupně. Možnosti rozšíření terminálu mapuje Tabulka 12.

Tabulka 12 Charakteristiky rozšíření terminálu

Úprava	Cena [Kč]	Kapacita	Pravděpodobnost realizace
Bez úpravy – současný stav	-	90 TEU + 85 návěsů	-
Rozvoj v současných hranicích	300 mil.	580 TEU + 200 návěsů	0,5
Rozšíření do okolních pozemků	400 mil.	820 TEU + 310 návěsů	0,3
Přesun terminálu	Řádově mld.	2000 TEU + 500 návěsů	0,1

Zdroj: autor

Rozšíření terminálu je pochopitelně závislé na poptávce po kombinované dopravě, očekávaných objemech přepravy a samozřejmě na finanční situaci operátora – Terminálu Brno. Nejnákladnější variantou je přesun terminálu do nové polohy. Tato varianta s sebou však přináší možnost vybudovat zcela nový terminál a dimenzovat ho podle potřeby. Nabízí se zde možnost výstavby libovolného počtu kolejí nebo možnost částečně odděleného překladiště horizontální překládky a vybudování dalších prvků infrastruktury, jako servisní středisko kontejnerů, rozsáhlé parkoviště, úložiště kontejnerů, celní odbavení, konsolidace zásilek, balení a další logistické služby.

Pravděpodobnější varianta růstu však zůstává v mezích nebo blízkém okolí současného terminálu. Při zakoupení portálových jeřábů a investice do úprav plochy, nabídne tato varianta také značnou propustnost překládky a kapacitu úložišť. Pořízení portálových jeřábů je významný krok k dosažení vysokých hodnot propustnosti a je způsobem, jak terminál více prosadit a přilákat více dopravců. Při současném rozložení manipulačních ploch není možné zvyšovat propustnost nad mez, určenou výpočtem v kapitole 2.1. - Model práce více překladačů operujících současně. Překážkou zde je krátká překládací hrana,

a tím možnost obsluhy pouze jedné poloviny vlaku. Při zapojení více překladačů je možné dosáhnout dvojnásobné propustnosti oproti současnému stavu. Možností, jak tuto situaci bez portálového jeřábu dále zlepšit, je alespoň vybudování čtvrté manipulační koleje do současné zpevněné plochy tak, aby mohlo pracovat více překladačů současně a mohly tak být obsluhovány obě poloviny vlaku najednou.

Při plánování vysokých objemů překládky je také nutné provést výpočty kapacity vlečky do terminálu a také kapacity celého ŽU Brno. Stupeň obsazení je zde již v současnosti poměrně vysoký a není jisté, zda by existovala kapacitní rezerva tak, aby mohly být další překládané vlaky směrem na sever provezeny. Železniční uzel Brno je znázorněn v příloze E.

V záležitostech ohledně financování modernizace infrastruktury je možné využít řadu podpůrných programů. Pro rok 2013 byla opět vyhlášena výzva programu MarcoPolo II, ve které je možné získat přímo finanční prostředky na rozvoj a modernizaci terminálů. V další řadě také vláda ČR pro letošní rok vyhlásila podporu pro rozvoj Kombinované dopravy. V současnosti navrhuje adekvátní program na roky 2014 - 2020, který se spustí, až vyprší platnost současného Operačního programu doprava – Rozvoj a modernizace vleček, který končí v roce 2013.

ZÁVĚR

Přes všechny dostupné moderní technologie zůstává faktem, že se běžné překládkové operace neodehrávají v ideálních podmínkách. Počet strojů a zaměstnanců by nebyl schopný překládat větší než současné objemy dopravy. Situace se ovšem každým rokem lepší.

V práci se podařilo navrhnout několik inovačních způsobů překládky a stanovit jejich přínos v propustnosti terminálu. Byla stanovena propustnost současného stavu a dále vypočtena propustnost pro jednotlivé navrhované varianty. Navržené varianty byly porovnány mezi sebou a se současným stavem. Dále byly navrženy možné územně rozvojové varianty pro zvýšení kapacity skladování. Jednou z variant bylo i přesunutí terminálu do jiné polohy, kde by mohla vzniknout i kolej pro horizontální překládku v některém z moderních systémů.

Kapacitně terminál v současnosti vyhovuje poptávce. Dokud však nenabídne moderní zázemí, jako zejména plně funkční překládací plochu, rychlé odbavení vlaku, fungující skladový systém, kapacitní rezervu, atd., bude lákat nové dopravce jen stěží.

Lze očekávat, že v příštích letech objem dopravy stále poroste. Postupem času se sníží zásoby fosilních paliv, která podraží a vznikne tlak na alternativní způsoby dopravy. Kombinovaná doprava bezesporu takovou alternativu nabízí. S ohledem na to je třeba rozvoj terminálu Brno dimenzovat tak, aby veškeré očekávané budoucí nároky mohl s rezervou pokrýt.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) NOVÁK, Jaroslav. *Kombinovaná přeprava*. Vyd. 2., rozš. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2010, 319 s. ISBN 978-80-86530-59-8.
- (2) ŠIROKÝ, Jaromír. *Progresivní systémy v kombinované přepravě*. Vyd. 1. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2010, 173 s. ISBN 978-80-86530-60-4.
- (3) KRÁSENSKÝ, David. *Vědeckotechnický sborník ČD, č. 30/2010* [online]. 30. vyd. 2010 [cit. 2013-02-08].
- (4) NOVÁK, Jaroslav. *Dopravní politika* [online]. roč. 40, č. 2001 [cit. 2013-04-08]. Překladiště ČSKD Intans v Brně. Dostupné z: <http://www.dnoviny.cz/dopravni-politika/prekladiste-cskd-intrans-v-brne-slouzi-jiz-ctvrtst>
- (5) Územní Plán Města Brna. [online]. Brno, [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://gis.brno.cz/tms/uzemni_plan_a/index.php#c=-599957%252C-1160087&z=0&l=up_tiles,parcely_vnk,mc_tiles&p=&
- (7) Dohoda AGTC, Intermodálne promočné centrum. *Intermodal.sk* [online]. [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.intermodal.sk/dohovor-agtc/152s>
- (8) Dopravní noviny. *Týdeník pro dopravu a logistiku* [online]. [cit. 2013-02-29]. Dostupné z: <http://www.dnoviny.cz>
- (9) ČD CARGO. *Nákladní železniční doprava* [online]. 2012. vyd. Praha [cit. 2013-02-29]. Dostupné z: <http://www.cdcargo.cz>
- (10) Katastr nemovitostí a katastrální mapa. [online]. Praha, 2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.ikatastr.cz>
- (11) METRANS. *Metrans a.s.: Kontejnerové terminály a intermodální služby* [online]. 2012. vyd. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.metrans.cz>
- (12) TEREX. *Terex cranes: Reach stackers* [online]. 2012. vyd. 2013 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.terex.com/cranes/en/products/newequipment/terex-port-equipment/reachstacker/index.htm>
- (13) CARGOTEC. *Kalmar: Reachstackers* [online]. 2013. vyd. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.cargotec.com/en-global/kalmar/Products2/reachstacker/Pages/default.aspx>

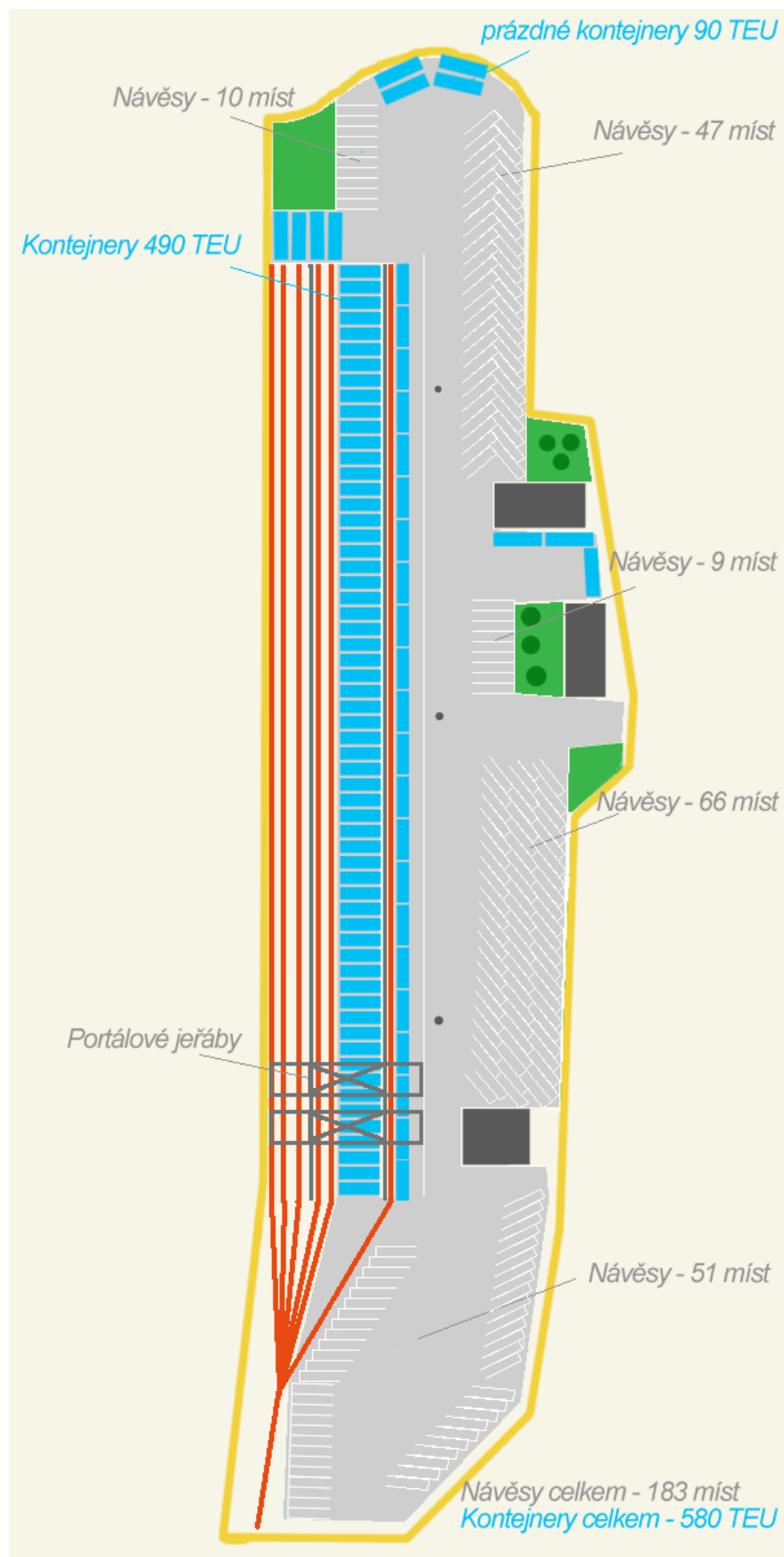
- (14) KÜNZ: Kontejnerové jeřáby pro společnost Metrans. *Künz* [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: http://www.kuenz.com/fileadmin/Kuenz_MAIN/Broschueren/ENGLISCH_Kran/Kuenz_Metrans.pdf
- (15) MODALOHR. [online]. 2012 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.modalohr.com/gb.htm>
- (16) CARGOBEMAER. *Höchste Eisenbahn* [online]. 2012 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: http://www.cargobeamer.com/public/795273_Homepage/
- (17) Interní zdroje firmy ERS Railways
- (18) GOOGLE. Mapy Google - ©2013 Google [online]. 2013 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://maps.google.cz>
- (19) ŠKRHA, Pavel. *Kombinovaná doprava jako alternativa k silniční dopravě - nové inovační technologie.*, Univerzita Pardubice - Dopravní fakulta Jana Pernera, Diplomová práce, Pardubice, 2011

SEZNAM PŘÍLOH

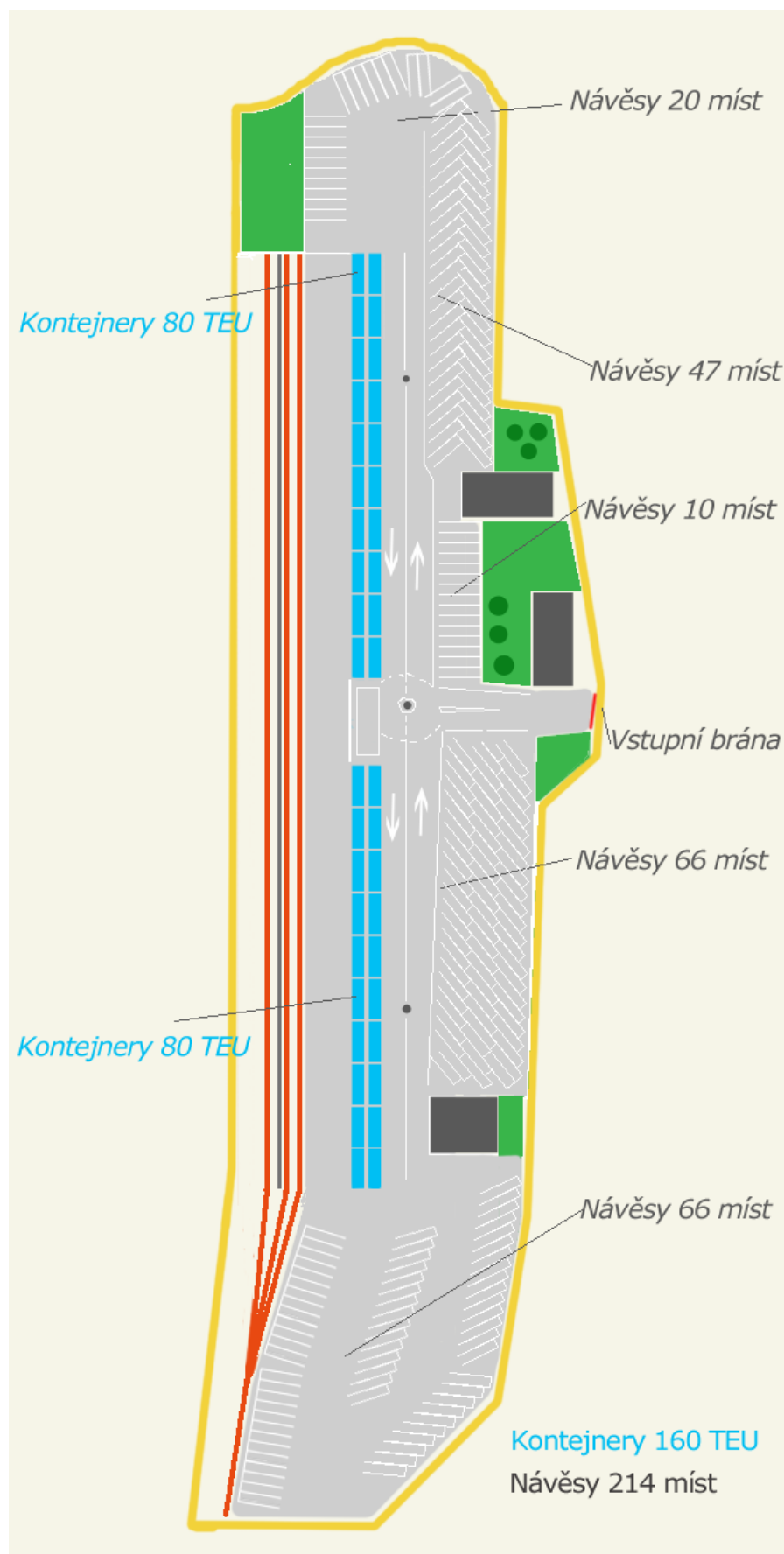
Příloha A	Plán překladiště při pořízení portálových jeřábů	1
Příloha B	Plán současného překladiště s novým rozvržením ploch	2
Příloha C	Plán rozšíření překladiště do sousedních pozemků	3
Příloha D	Plán nového terminálu	4
Příloha E	Začlenění Terminálu v ŽU Brno	5

P Ř Í L O H Y

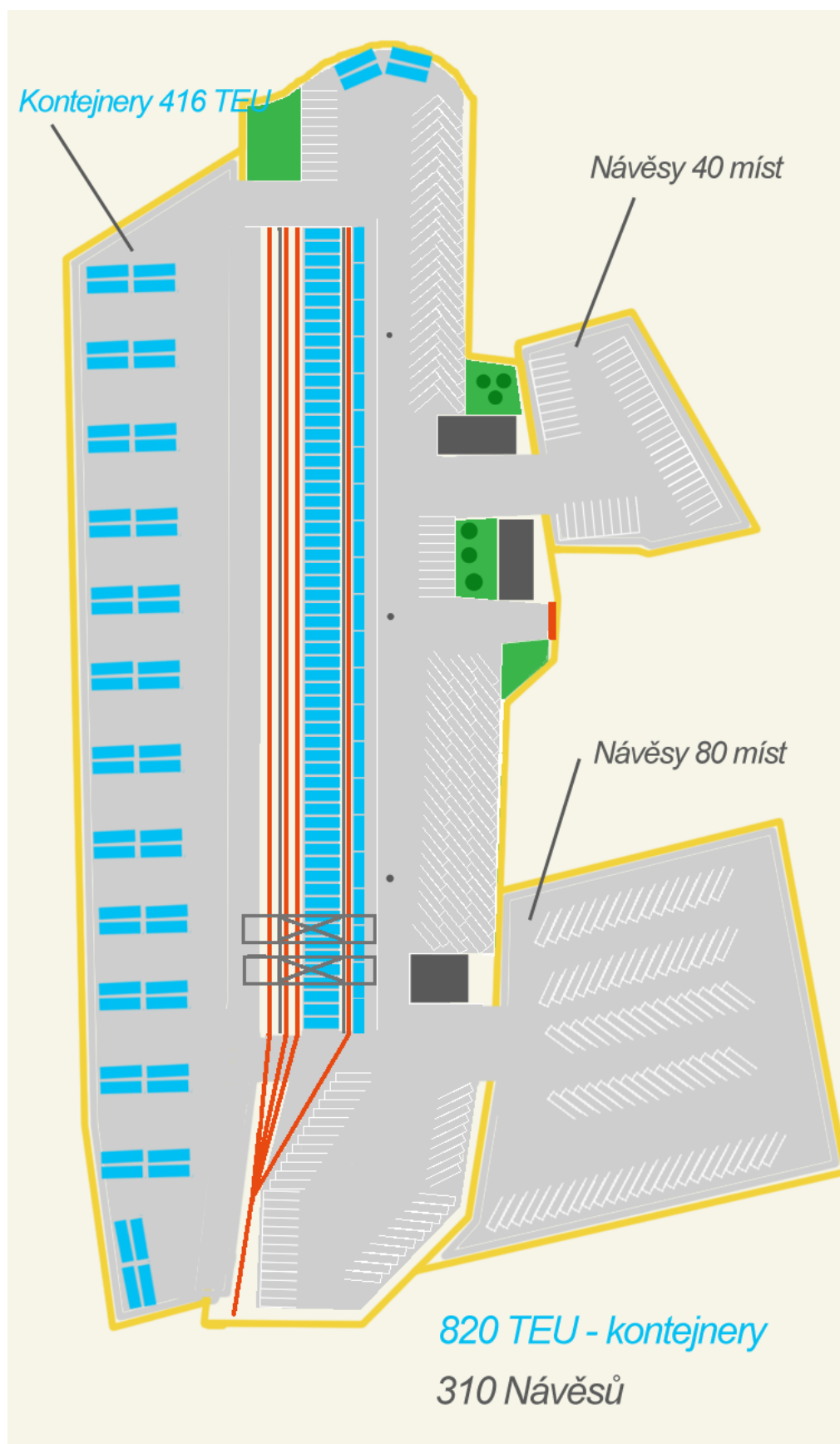
A- PLÁN PŘEKLADIŠTĚ PŘI POŘÍZENÍ PORTÁLOVÝCH JEŘÁBŮ



B - PLÁN SOUČ. PŘEKLADIŠTĚ S NOVÝM ROZVRŽENÍM PLOCH



C – PLÁN ROZŠÍŘENÍ PŘEKLADIŠTĚ DO SOUSEDNÍCH POZEMKŮ



D – NOVÝ TERMINÁL

