

TERMINÁL KOMBINOVANÉ PŘEPRAVY A JEHO MODULÁRNÍ ŘEŠENÍ

THE MODULAR SOLUTIONS OF INTERMODAL TERMINAL

Jaromír Široký¹, Miroslav Slivoně, Tomáš Černý, Pavel Frömmel²

Anotace: V příspěvku se autoři zabývají modulovým řešením návrhu nového terminálu kombinované přepravy se všemi dopady na používanou technologii překládky. Autoři pak dle navržených modulů terminálu provedli zhodnocení vlastních návrhů řešení, zejména po stránce technologické.

Klíčová slova: terminál, kombinovaná přeprava, modul, portálový jeřáb, mobilní překladač.

Summary: The first part of the paper analyzes several new proposals to modular terminal solutions and their influences to technology of transshipment. The aim is to compare the individual technologies, one of them selected and introduced to the modular intermodal terminal. In conclusion the author provides an evaluation of suggested proposal solutions, mainly focusing on technological.

Key words: terminal, intermodal transport, modular, portal crane, reachstacker.

ÚVOD

System kombinované přepravy (dále jen KP) ve vnitrozemské přepravě spočívá v přepravě zboží z přístavu k zákazníkovi a to takovým způsobem, že zásilka zpravidla nejprve směřuje po železnici do vnitrozemského terminálu, kde probíhá překládka nejčastěji na silniční tahač, který přepravní jednotku dopraví k zákazníkovi. V Evropě je vybudováno velké množství terminálů kombinované přepravy. Ty se od sebe liší po technické a technologické stránce svou velikostí, technickou základnou a druhy dopravy, které obsluhují. Smyslem tohoto příspěvku je představit samotné modulové řešení terminálů kombinované přepravy s návrhem několika variant modulů pro nově budovaný terminál. Každý modul se liší z hlediska technologie překládky, různých typů použitých překládacích zařízení a pořizovacích nákladů, v práci je pro každý modul navržena detailní podoba infrastruktury a technického zázemí. Při budování nového terminálu je důležité správně odhadnout předpokládané přepravní výkony v následujících letech, neboť při nevhodně zvoleném řešení nebo při neočekávaném rychlejším růstu podílu kombinované přepravy narazí terminál dříve či později na hranice svých kapacit (jak je tomu v současnosti například v České Třebové) a je nutné ho rozšířit. Zde se nejedná jen o pořízení nových překladačů, ale i o zvýšení kapacity kolejiště, složišť a odstavných ploch. Modulové řešení je vysoce efektivní způsob plánování rozvoje nového terminálu.

¹ doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, katedra technologie řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 466 036 199, jaromir.siroky@upce.cz.

² Ing. Miroslav Slivoně, Ing. Tomáš Černý, Ing. Pavel Frömmel, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Studentská 95, 532 10 Pardubice

1. MODULOVÉ ŘEŠENÍ TERMINÁLU KP

Modulové řešení terminálu KP je inovativní způsob, který se stále více využívá při výstavbě nových terminálů. Modul je samostatný oddíl s vlastním kolejíštěm a překládací technikou, který je spojen kolejemi s dalšími moduly, případně s vjezdovou, směrovou či odjezdovou skupinou kolejí. Existuje řada variant modulů, základním dělením může být to, zda obsahují kolejové portálové jeřáby, mobilní silniční překladače či například jejich kombinaci. V následující kapitole je představen návrh nového terminálu KP vybudovaného pomocí modulů, přičemž tento návrh obsahuje tři možné varianty modulů a jejich podrobné technologické a orientační ekonomické zhodnocení. (1)

Nespornou výhodou modulového řešení je to, že na základě podrobného propočtu lze poměrně přesně zjistit, pro jaký objem překládek je vhodný daný modul. Na základě tohoto propočtu lze navrhnout optimální modul či jejich kombinaci. Jednotlivé návrhy jsou řešeny jako modulové, tudíž je možno při nárůstu překládkových výkonů snadno vybudovat další modul a napojit ho na stávající infrastrukturu terminálu. Jedinou omezující podmínkou jsou prostorové rezervy v okolí terminálu, tzn. velikost pozemků pro stávající či nově budovaný terminál. To ovšem není cílem řešení tohoto příspěvku. V souvislosti s touto skutečností lze také modulové řešení lze nazvat skokové (překládkové kapacity nerostou lineárně, ale po skocích – modulech).

Modulové řešení využívají především v Německu, kde operuje jeden z největších operátorů, společnost DUSS (Deutsche Umschlaggesellschaft Schiene-Strasse). Společnost operuje na 24 terminálech, které jsou modulově řešeny. Prozatím jediným terminálem v ČR, u kterého lze najít prvky modulového řešení (v podobě 2 navazujících modulů) je terminál společnosti Metrans v Uhřetěvsi. V České Třebové, kde v současnosti uvažují o rozšíření terminálu, nelze přímo mluvit o modulovém řešení, půjde spíše o 2 terminály vybudované vedle sebe.

Z hlediska prostorového uspořádání lze modulové řešení rozdělit na paralelní a sériové. V případě paralelního modulového řešení jsou moduly umístěny vedle sebe, typickým příkladem je terminál Mnichov, který se skládá z 3 paralelně položených modulů. Vedle těchto modulů leží další svazky odstavných kolejí, toto řešení využívá s maximální efektivitou územní plochu, na které je terminál vybudován a i proto je mnohem více využíváno, než řešení sériové. (1)

U sériového řešení jsou jednotlivé moduly umístěny za sebou, typickým příkladem může být právě výše uvedený terminál Praha-Uhřetěves. U tohoto řešení se terminál podobá dlouhé úzké ploše a budovat takto více než 2 nebo 3 moduly je poměrně nepraktické.

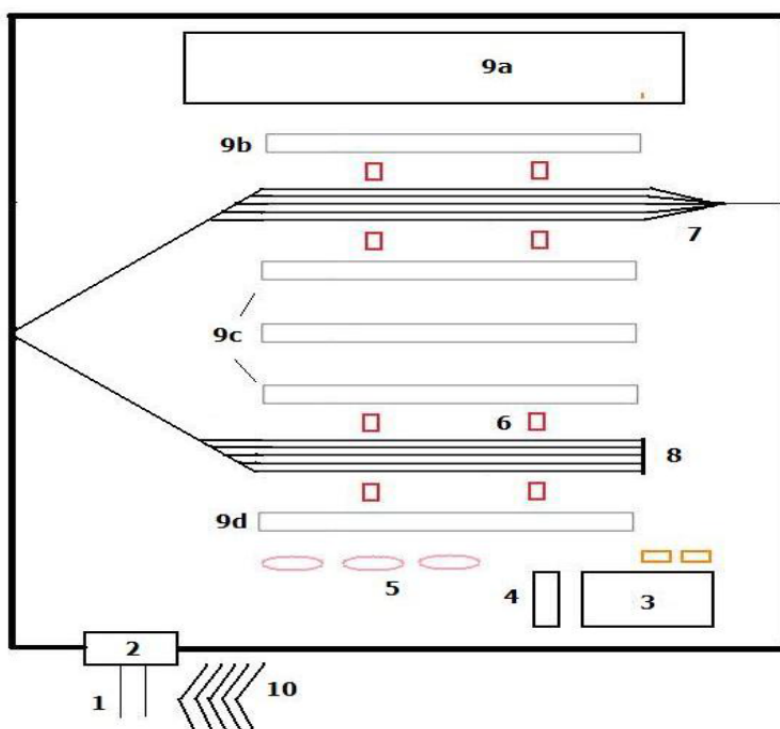
Při budování nového terminálu je nutné dodržet platnou českou a evropskou legislativu. Mimo dohody AGTC se jedná hlavně o Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 913/2010, č. 1315/2013 a č. 1316/2013. Nařízení č. 913/2010 se týká evropské železniční sítě pro konkurenceschopnou nákladní dopravu. Obsahuje například určení mezinárodních železničních koridorů pro konkurenceschopnou nákladní dopravu, způsob řízení těchto koridorů, kriteria pro výběr nových koridorů a plánování investic. (2) Nařízení č.1315/2013 řeší hlavní směry a cíle Evropské unie (EU) pro rozvoj transevropské dopravní sítě, projekty společného zájmu, spolupráci s třetími zeměmi a požadavky na železniční, leteckou, námořní a silniční dopravní infrastrukturu. (3) Nařízení č. 1316/2013 částečně mění nařízení č. 913/2010 a ruší nařízení 2007/680/ES a 2010/67/ES. Obsahuje například vytvoření nástroje pro propojení Evropy, problematiku grantů a finanční pomoci EU nebo pravidla pro zadávání veřejných zakázek. (4)

Každé navrhované řešení nového terminálu KP se skládá z 2 modulů, aby bylo možné porovnání kombinací s mobilními překladači a portálovými jeřáby. Varianta č. 1 se skládá z 2 modulů s mobilními překladači; varianta č. 2 z 2 modulů s portálovými jeřáby a varianta č. 3 z jejich kombinace (z 1 modulu s mobilními překladači a 1 s portálovými jeřáby). Součástí každého návrhu je technologické schéma terminálu (prostorové zobrazení všech jeho částí), příčný řez terminálem a výpočty překládkových kapacit. Ve schématech není uvedena vnější infrastruktura, jako napojení na silniční komunikace a odstavná parkoviště pro nákladní vozidla uvnitř terminálu. Ve většině terminálů je snaha o minimalizaci počtu čekajících silničních souprav v areálu z důvodu úspory prostoru, a proto jsou odstavná parkoviště budována mimo vlastní prostor terminálu. Uvnitř může být několik parkovacích míst pro vozidla čekající těsně před překládkou.

Modulové řešení s mobilními překladači

Základním problémem při výstavbě nového terminálu je předpoklad velikosti překládkového výkonu. Podle toho lze rozhodnout o vhodném vybavení překládacími mechanismy. Primárními překladači jsou u většiny velkých moderních terminálů portálové jeřáby. Mobilní silniční překladače u těchto terminálů tvoří častěji sekundární překládací sílu. Využívají se pro odvoz kontejnerů na vzdálenější složiště, do depa prázdných kontejnerů, do opravy poškozených kontejnerů nebo pro překládku kontejneru z/na silniční soupravy v případě, že jsou jejich sloty pod kolejovými jeřáby obsazené. (1)

Jako hlavní překládací mechanismy se mobilní překladače používají u menších terminálů, u kterých nebyla z důvodu malého množství překládek provedena investice do kolejových portálových jeřábů. V ČR to jsou například terminály Brno-Horní Heršpice, Praha-Žižkov nebo Zlín-Želechovice/Lípa.



Legenda:

1. Příjezdová komunikace
2. Vstupní brána (Gate)
3. Depo prázdných kontejnerů s lehkými překladači
4. Opravna poškozených kontejnerů
5. Překládkové sloty pro silniční soupravy
6. Mobilní překladače
7. 1. modul kolejíště
8. 2. modul kolejíště
9. Složiště kontejnerů (a-d)
10. Odstavné plochy pro silniční tahače

Zdroj: (1)

Obr. 1: Technologické schéma terminálu s mobilními překladači

Výsuvné stohovače mají teleskopický výložník s vrchním nebo bočním spreaderem, což jim umožňuje stohování kontejnerů do 4 vrstev. Mezi jejich další výhody patří například možnost stohování rovnoběžně podle manipulační uličky nebo možnost překládky z druhé rovnoběžné koleje. Možnou nevýhodou mohou být větší nároky na manipulační prostor, který musí mít šířku minimálně 14 m. To je nutné zohlednit při navrhování složiště, aby neleželo příliš blízko překládkových kolejí a vnitřních pojezdových komunikací překladiště. (1)

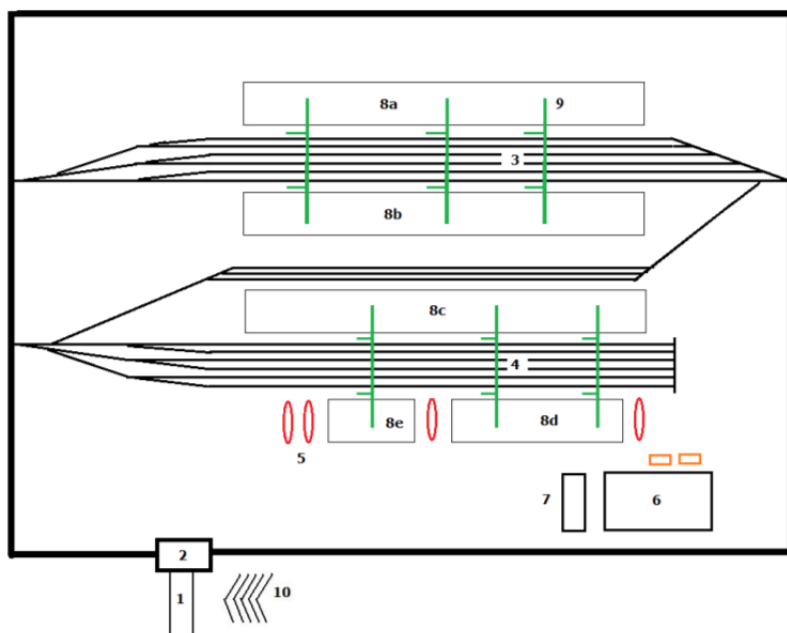
Návrh terminálu se skládá z 2 modulů obsluhovaných silničními mobilními překladači (viz. Obr. 1). Návrh se skládá z 8 mobilních překladačů s nosností 42-45 t (pro překládku ložených přepravních jednotek). Mimo těchto těžkých překladačů je dále uvažováno se 2 mobilními překladači Kalmar s nosností 12 t (pro překládku prázdných přepravních jednotek). Každý modul se skládá z 5 kolejí o délce 750 m, kde 4 koleje slouží jako překládkové a pátá (prostřední) jako odstavná. První modul je koncipován jako průjezdný, druhý jako koncový (ukončené kolejiště umožňuje snazší pohyb mobilních překladačů, aniž by hrozilo rozhoupaní převáženého kontejneru a koleje nejsou opotřebovávány přejížděním těžkých překladačů). Překladače mohou překládat vždy z první a z druhé koleje z obou stran kolejiště.

Modulové řešení s portálovými jeřáby

Portálové jeřáby slouží jako hlavní překládací mechanismy u všech velkých moderních terminálů. Zatímco vnitrozemská překladiště je možné provozovat pouze s mobilními silničními překladači, přístavní terminály si bez nich nelze představit. Překládku z námořních kontejnerových lodí nelze jinak realizovat než pomocí portálových jeřábů. Vnitrozemské portálové jeřáby umožňují stohování a překládku kontejnerů ISO 1 různých velikostí podle konstrukce vrchního spreaderu. Hlavní výhodou proti mobilním překladačům je snazší manipulace s kontejnery ve vertikálním směru. V případě složitější překládky (přesun kontejneru ve spodní vrstvě) provede jeřáb práci efektivněji a za kratší čas, než třeba mobilní překladač. Nezanedbatelný je také větší dosah jeřábu, díky čemuž může rychle ukládat kontejnery po obou stranách kolejiště, zatímco stohovač musí zdlouhavě přejíždět po terminálu. (1)

Existují 2 varianty jeřábů, a to jeřáby na pneumatikách (zkratka RTG, z anglického Rubber tyred gantry crane) a jeřáby kolejové (RMG, z anglického Rail mounted gantry crane). (5)

Pro navrhovaný terminál je zvoleno 6 kolejových portálových jeřábů. Terminál se skládá z 2 modulů, každý modul je obsluhován 3 portálovými jeřáby. V terminálu je kvůli jeřábům nutné vybudovat trafostanici se vstupním napětím 22 kV. Dále budou v terminálu působit 4 mobilní překladače (pro překládku prázdných přepravních jednotek), které budou sloužit pro odvoz prázdných kontejnerů do depa, případně pro jejich překládku ze silničních souprav. Oba moduly mají 6 překládkových kolejí o délce 750 m (mobilní překladače by vždy 2 prostřední koleje nedokázaly obsloužit kvůli nedostatečnému dosahu). Technologické schéma terminálu je uvedeno na obr. 2.



Legenda:

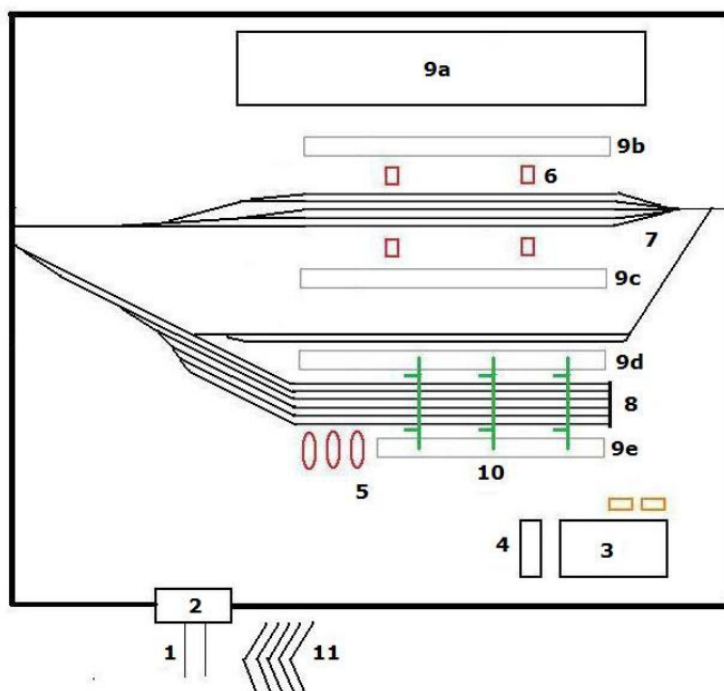
1. Příjezdová komunikace
2. Vstupní brána (Gate)
3. 1. modul kolejíště
4. 2. modul kolejíště
5. Překládkové sloty pro silniční soupravy
6. Depo prázdných kontejnerů s lehkými překladači
7. Opravna poškozených kontejnerů
8. Složiště kontejnerů (a-e)
9. Portálové jeřáby
10. Odstavné plochy pro silniční tahače

Zdroj: (1)

Obr. 2: Technologické schéma terminálu s portálovými jeřáby

Modulové řešení s portálovými jeřáby a mobilními překladači

Třetím navrhovaným řešením nového terminálu je kombinace předcházejících dvou, návrh se skládá z 1. modulu s kolejovými překladači a z 2. s mobilními překladači. První modul obsluhují 4 mobilní překladače a druhý 3 portálové jeřáby, mimo to jsou na překládce prázdných kontejnerů opět použity 2 lehké mobilní překladače. Podoba obou modulů je znázorněna na schématu terminálu na obr. 3. (1)



Legenda:

1. Příjezdová komunikace
2. Vstupní brána (Gate)
3. Depo prázdných kontejnerů
4. Opravna poškozených kontejnerů
5. Překládkové sloty pro silniční soupravy
6. Mobilní překladače
7. 1. modul kolejíště
8. 2. modul kolejíště
9. Složiště kontejnerů (a-e)
10. Portálové jeřáby
11. Odstavné plochy pro silniční tahače

Zdroj: (1)

Obr. 3: Technologické schéma terminálu s kombinací obou modulů

Oba moduly mají stejnou infrastrukturu jako ve výše uvedených návrzích, délka kolejí je 750 m, první modul se skládá z 5 kolejí a druhý z 6 kolejí. V návrhu terminálu je nutné počítat se širšími průjezdnými uličkami pro mobilní překladače a lze část složiště kontejnerů umístit dále od překládkových kolejí.

2. VÝPOČET PŘEKLÁDKOVÉ KAPACITY TERMINÁLU

V následující části je uveden výpočet překládkové kapacity terminálu, který je závislý na průměrném času překládky 1 kontejnerového vlaku. Dosazené hodnoty odpovídají skutečným hodnotám naměřených autory na kontejnerovém terminálu Česká Třebová. Jedná se o hodnoty průměrné, neboť doby trvání jednotlivých úkonů nejsou konstantní, ale závisí na mnoha faktorech - například na prostorovém uspořádání terminálu, přejezdových vzdálenostech mobilních překladačů, zkušenosti a šikovnosti řidičů překladačů, atd.

$$Q_c = P_d \cdot D_t \cdot t_n \text{ [TEU/rok]} \quad (1)$$

kde: Q_c ... teoretická překládková kapacita terminálu [TEU/rok],
 P_d ...počet zpracovaných vlaků za 24 h [-],
 D_t ...průměrné množství TEU na 1 vlaku [TEU],
 t_n ...navigační období (průměrná doba provozu terminálu) [den].

Kromě překládkové kapacity terminálu je důležitý technologický parametr a to kapacita složiště. Složiště je důležitým parametrem každého terminálu, neboť v případě, že nedostačuje pro překládané množství kontejnerů, mohou vznikat prostoje při překládce, případně může být negativně ovlivněna i celková překládková kapacita terminálu. Velikost složiště pro stanovené množství kontejnerů se vypočítá dle vztahu (2), kontejnery jsou stohovány do 3 vrstev, omezením je zde dosah mobilních překladačů a nosnost kontejnerů ve spodní řadě.

$$U_l = \frac{Q_{np} \cdot K_n \cdot S_k}{t_n \cdot p_v} \text{ [m}^2\text{]} \quad (2)$$

kde: U_l ...plocha složiště zaplněná kontejnery bez pojezdových uliček [m²],
 Q_{np} ...počet kontejnerů přeložených při nepřímé překládce [kontejnery],
 K_n ...koeficient nerovnoměrnosti přísunu nákladu [-],
 t_s ...doba skladování kontejneru (stanoveno dle teoretického předpokladu na 4 dny) [den],
 S_k ...plocha kontejneru ISO 1C včetně bezpečnostní mezery (17,54 m²) [m²],
 t_n ...navigační období (průměrná doba provozu terminálu – 330 dní) [den],
 p_v ...počet vrstev, ve kterých se stohují kontejnery (3 vrstvy) [vrstva].

V tab. 1 je uvedeno shrnutí vypočtených překládkových kapacit pro všechny 3 navržené moduly z hlediska překládky pouze kontejnerů, kontejnerů i IPJ (intermodálních přepravních jednotek – kontejnery, výměnné nástavby, intermodální návěsy) a specifického případu překládek pouze IPJ. Překládka IPJ je oproti kontejneru u všech překladačů jen o málo delší, avšak z pohledu roční překládkové kapacity to znamená rozdíl několika desítek tisíc TEU.

Tab. 1: Porovnání překládkových kapacit jednotlivých variant

Navržený modul terminálu	Překládka pouze kontejnerů (TEU/rok)	Překládka kontejnerů a IPJ (TEU/rok)	Překládka v terminálu specializovaném pouze na IPJ (TEU/rok)
č. 1	369 600	323 400	277 200
č. 2	688 430	520 129	351 830
č. 3	529 014	482 814	314 515

Zdroj: Autoři

V tab. 2 jsou shrnuty vypočtené velikosti ploch složiště. V případě překládky mobilními překladači lze složiště poměrně snadno zvětšit (pokud je na terminále volný prostor), avšak u varianty č. 2 je to složitější, neboť celé složiště se musí nacházet v dosahu portálových jeřábů. Na úkor IPJ je možné složit méně kontejnerů. To lze považovat za jeden z důvodů vyššího využívání mobilních překladačů na překládky IPJ.

Tab. 2: Porovnání ploch složišť jednotlivých variant při úpravě s IPJ

Navržený modul terminálu	Potřebné uskladnitelné množství (TEU)	Potřebná velikost složiště při překládce kontejnerů (m ²)	Potřebná velikost složiště při překládce kontejnerů a IPJ (m ²)
č. 1	1 900	112 050	138 704
č. 2	3 700	63 424	87 151
č. 3	2 800	87 737	114 392

Zdroj: Autoři

3. POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH MODULŮ TERMINÁLŮ KP

V následující tab. 3 jsou porovnány jednotlivé varianty návrhů nového terminálu KP. Nejvyšší teoretickou roční překládkovou kapacitu má varianta č. 2 s portálovými jeřáby. Je to dáno z hlavní části rychlejším procesem překládky (rychlejšími manipulacemi s kontejnery nad přepravními prostředky a také rychlejším pohybem na složišti. Výhodou portálových jeřábů je také nejmenší nutná plocha složiště, což vede k úspoře prostoru a nákladů.

Tab. 3: Porovnání modulů z technologického hlediska

Navržený modul terminálu	Počet a délka manipul. koleje (m)	Počet portálových jeřábů	Počet mobilních překladačů	Roční překládková kapacita (TEU/rok)	Plocha složiště ložených kontejnerů (m ²)	Velikost depa prázdných kontejnerů (m ²)
č. 1	5× 750 5× 750	0	8×42t 2×16t	369 600	112 050	4 380*
č. 2	6× 750 6× 750	6	4×16t	688 430	63 424	5 830*
č. 3	5× 750 6× 750	3	4×42t 2×16t	529 014	87 737	7 290*

Pozn: *zjištěno pomocí teoretického výpočtu dle plochy kontejneru, k této hodnotě je nutné připočítat rezervu cca dalších 30 % na vnitřní pojezdové komunikace v depu pro mobilní překladače

Zdroj: Autoři

ZÁVĚR

V příspěvku byly popsány 3 návrhy modulových řešení, a to varianta č. 1 s 2 moduly s mobilními překladači, varianta č. 2 s 2 moduly s portálovými jeřáby a varianta č. 3 s jedním modulem s mobilními překladači a s jedním s portálovými jeřáby. Dle provedených technologických výpočtů je jako nejefektivnější (s nejvyšší roční překládkovou kapacitou) možné vybrat navrženou variantu č. 2 s portálovými jeřáby. Tato varianta je však zároveň nejnákladnější, jak bylo představeno v kalkulaci pořizovacích nákladů. Dále s množstvím přeložených přepravních jednotek souvisí také velikost složiště, které je nutné na daném terminálu vybudovat, což však významně zasáhne do celkových vstupních investičních nákladů terminálu. Velikost složiště nejvíce ovlivnila náklady u varianty č. 1. Celkově nejnákladnější položkou jsou však portálové jeřáby, proto také dle této kalkulace jako cenově nejnižší vychází právě varianta č. 1 s moduly s mobilními překladači, avšak za předpokladu nejmenší roční překládkové kapacity z řešených návrhů.

Příspěvek vznikl za podpory řešení projektů CZ.1.07/2.3.00/20.0226 „Podpora sítě excelence výzkumných a akademických pracovníků v oblasti dopravy DOPSIT a CZ.1.07/2.4.00/17.0107 Podpora stáží a odborných aktivit při inovaci oblasti terciárního vzdělávání na DFJP a FEI Univerzity Pardubice. Tyto projekty jsou spolufinancovány Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) Černý, T. Modulové řešení terminálu kombinované přepravy, Univerzita Pardubice, 2015, 83 stran.
- (2) Úřední věstník evropské unie [online]. 2010 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:FULL:CS:PDF>
- (3) Úřední věstník evropské unie [online]. 2010 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/?uri=uriserv>
OJ.L_2013.348.01.0001.01.CES
- (4) Úřední věstník evropské unie [online]. 2010 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:348:0129:0171:CS:PDF>
- (5) Novák, J., Cempírek, V., Novák, I., Široký, J.: Kombinovaná přeprava, Institut Jana Pernera, o.p.s., 320 s., Pardubice, 2008, ISBN 978-80-86530-47-5.
- (6) Global Logistics for Central Europe. Metrans [online]. 2013 [cit. 2014-11-16]. Dostupné z: <http://www.metrans.eu/>

- (7) Kontejnerové jeřáby Künz přesvědčili i novou Evropu. [online]. 2013, s. 3 [cit. 2014-12-07]. Dostupné z: http://pdf.nauticexpo.com/pdf/kunz/success-story-metrans/30587-22576-_2.html
- (8) Pfeiffer, P. Německo - Veřejné i speciální terminály. Nebezpečný náklad [online]. 2010 [cit. 2014-12-14]. Dostupné z: http://www.nebezpecnynaklad.cz/inc/clanky/1201_terminaly.pdf
- (9) Deutsche Umschlaggesellschaft Schiene-Straße mbH. DB Netze [online]. 2014 [cit. 2014-12-14]. Dostupné z: https://www1.deutschebahn.com/ecm2-duss/start/unternehmen/daten_fakten.html
- (10) Intermodal terminals. Intermodal terminals in Europe [online]. 2013 [cit. 2014-12-15]. Dostupné z: <http://www.intermodal-terminals.eu/database/terminal/view/id/127>
- (11) Multimodální přepravní systémy. CVUT Fakulta dopravní [online]. 2014 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1mp/vn.html>