

# PORTALOVÉ JEŘÁBY S TANDEMOVÝMI SPREADERY A JEJICH PROVOZNĚ-EKONOMICKÁ VÝHODNOST

## THE PORTAL CRANES WITH TANDEM SPREADERS AND THEIR COST ADVANTAGES

Jaromír Široký<sup>1</sup>

---

*Anotace: Příspěvek popisuje inovativní systém překládky kontejnerů. Jedná se o tandemové spreadery, které jsou součástí portálových jeřábů pohybujících se na nabřežní hraně kontejnerového terminálu námořního přístavu. Díky jeho konstrukci je možno překládat až čtyři kontejnery řady ISO 1 C najednou, čímž dochází nejen k úspoře času překládky, ale také ke zvýšení překládací kapacity terminálu. V příspěvku jsou uvedeny i ekonomické aspekty zavádění těchto nových spreaderů.*

*Klíčová slova: spreader, tandemový spreader, portálový jeřáb, kontejner, překládka*

*Summary: This paper deals with new system of reloading of container portal cranes in container terminals. For industry-leading terminals that seek to turn container ships as rapidly as possible, the Tandem spreader offers dynamic and unmatched loading and unloading capacity. The Tandem spreader has the capacity and the flexibility to handle all possible combinations of 20 foot, 40 foot, and 45 foot containers both quickly and efficiently. It can also handle four 20 foot containers simultaneously and separate the two 20 foot containers longitudinally between 0 and 1,5 metres.*

*Key words: spreader, tandem, portal crane, container, reload*

### ÚVOD

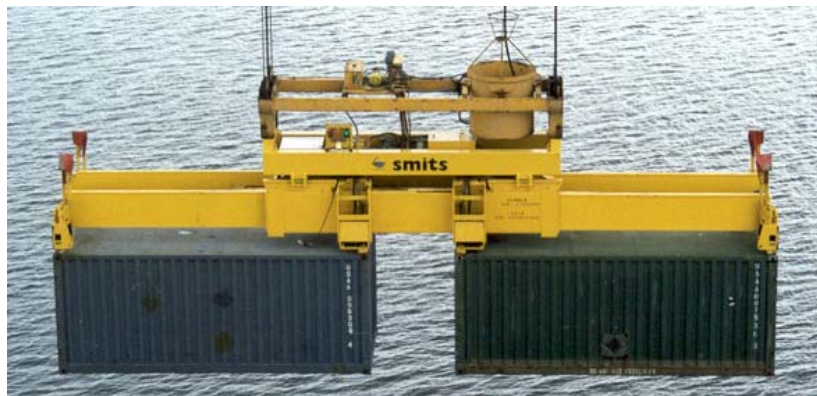
Pro nakládku a vykládku kontejnerů „do“ nebo „z“ námořních kontejnerových lodí se v kontejnerových terminálech z převážné části využívají portálové jeřáby. Jejich pracovní plocha je prostorově vymezená (velikosti nábrežní hrany, délkou kolejové dráhy, dostupnosti výložníku jeřábu, apod.). Podle velikosti mohou tyto jeřáby obsluhovat i větší počet silničních jízdních pruhů a železničních kolejí, případně i úložných pruhů (řad) na zemi. Jeřáby jsou konstruovány podle požadavků provozovatele a parametrů v námořním přístavu. Nosnost jeřábů je zpravidla v rozpětí od 40 do cca 70 t a umožňují podle výšky konstrukce stohování kontejnerů až do šesti vrstev (největší kontejnerové přístavní jeřáby mají rozpětí 60 m a jsou schopné provádět překládku největších námořních kontejnerových lodí, které mají šířku až pro 22 řad kontejnerů vedle sebe). Samotná překládka kontejnerů není časově příliš náročná. Významnou časovou složkou je vedle samotné jízdy spreaderu s kontejnery mezi nábrežní hranou a kontejnerovou lodí i samotné uchycení jednotlivých kontejnerů. V současnosti se nejvíce využívají klasické spreadery pro uchycení jednoho kontejneru.

---

<sup>1</sup> doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Tel.: +420 603 6199, E-mail: [Jaromir.Siroky@upce.cz](mailto:Jaromir.Siroky@upce.cz),

Pro urychlení samotné nakládky a vykládky kontejnerů z velkých námořních kontejnerových lodí se začaly používat speciální zdvojené spreadry, které umožňují uchopit najednou více kontejnerů:

- Twin-lift pro dva kontejnery ISO řady 1 C (viz Obr. 1);
- Zdvojený (tandemový) pro 2 kontejnery ISO řady 1 A nebo čtyři kontejnery ISO řady 1 C (viz Obr. 2).



Zdroj: [www.vdlcontainersystemen.com](http://www.vdlcontainersystemen.com)

Obr. 1 - Spreader systému Twin-Lift pro dva kontejnery 20stopé



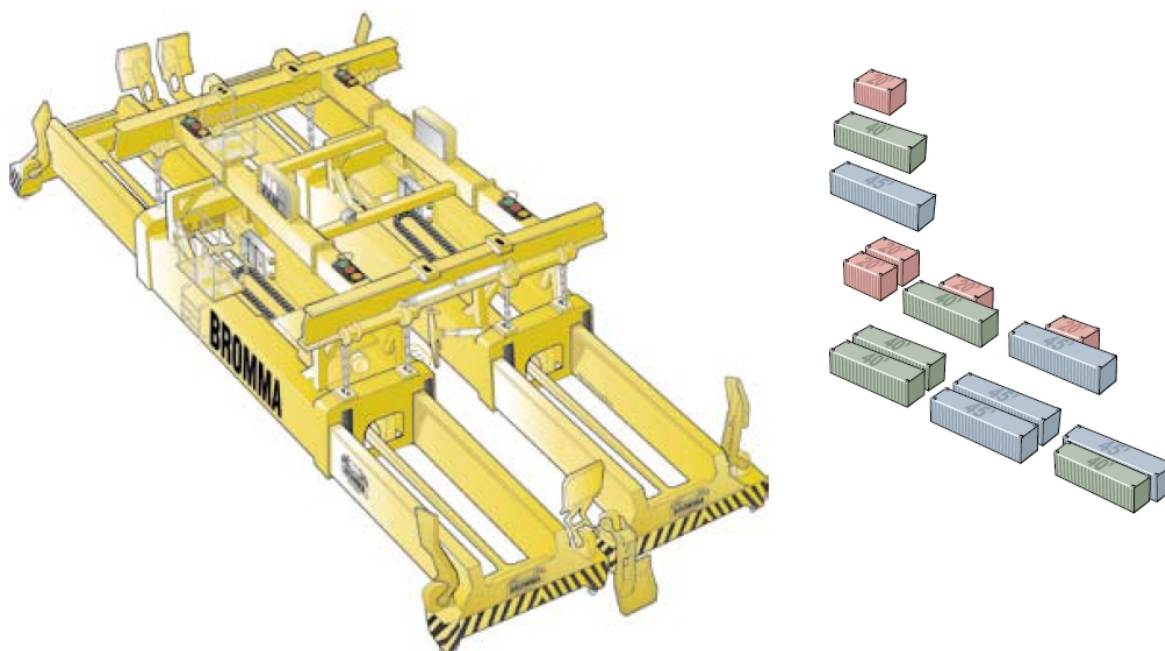
Zdroj: [www.dpworld.ae](http://www.dpworld.ae)

Obr. 2 - Zdvojený spreader pro dva 40' kontejnery

## 1. TANDEMOVÉ SPREADERY

Pro překládku kontejnerů na portálových jeřábech vybavených tandemovými spreadery se využívají různé typy těchto spreaderů. Tyto spreadery mohou být konstruovány jako teleskopické či s pevným rozpětím. Umožňují tak podle daného typu použití přeložit jak 20' kontejner, tak i 40' a 45' kontejner anebo jejich vzájemnou kombinaci. V následujícím přehledu jsou uvedeny 4 základní typy těchto tandemových spreaderů.

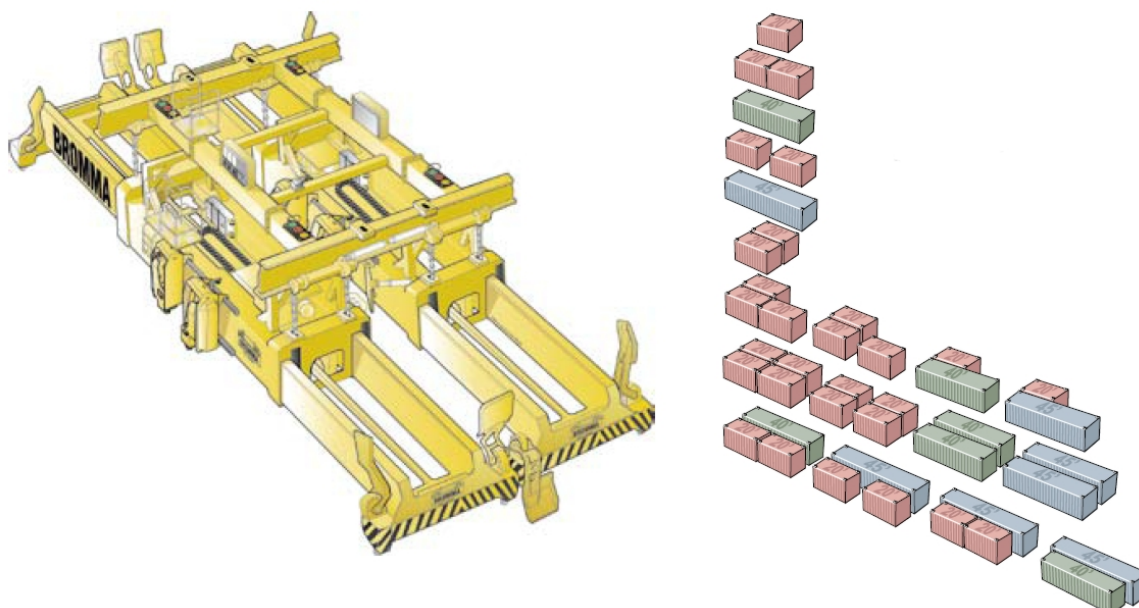
- Teleskopický tandem 40'/45' umožňující překládku max. dvou kontejnerů velikosti 20', 40' a 45' v rámci jednoho překládkového cyklu (viz Obr. 3). Kapacita spreaderu je závislá od kombinace naložení jednotlivých typů kontejnerů a může dosahovat až 82 t.



Zdroj: [www.bromma.com](http://www.bromma.com)

Obr. 3 - Teleskopický tandem 40'/45' a kombinace uložení kontejnerů

- Teleskopický tandem 45' umožňující překládku max. čtyř kontejnerů velikosti 20', 40' a 45' v rámci jednoho překládkového cyklu (viz Obr. 4). Teleskop umožňuje roztažení překládaných 20' kontejnerů od sebe do vzdálenosti až 1,5 m. Kapacita spreaderu je závislá od kombinace naložení jednotlivých typů kontejnerů a je v rozmezí 100-130 t.

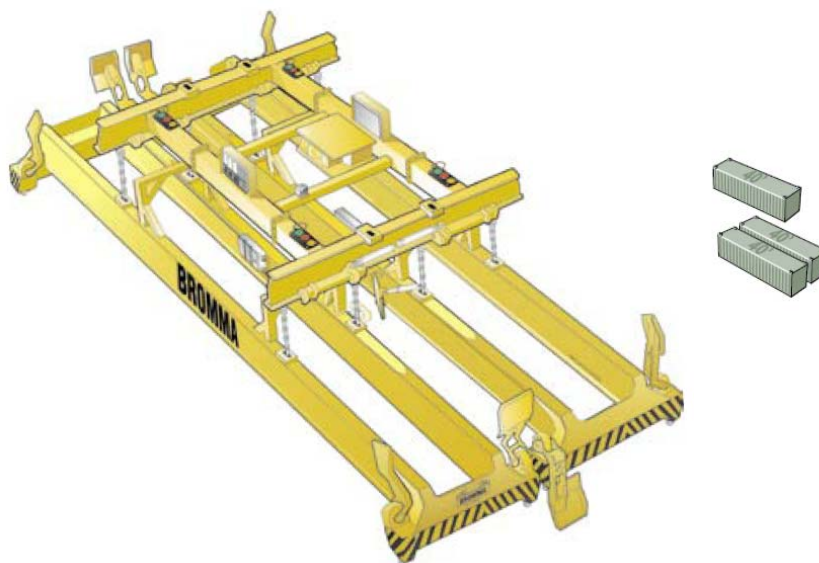


Zdroj: [www.bromma.com](http://www.bromma.com)

Obr. 4 - Teleskopický tandem 45' a kombinace uložení kontejnerů



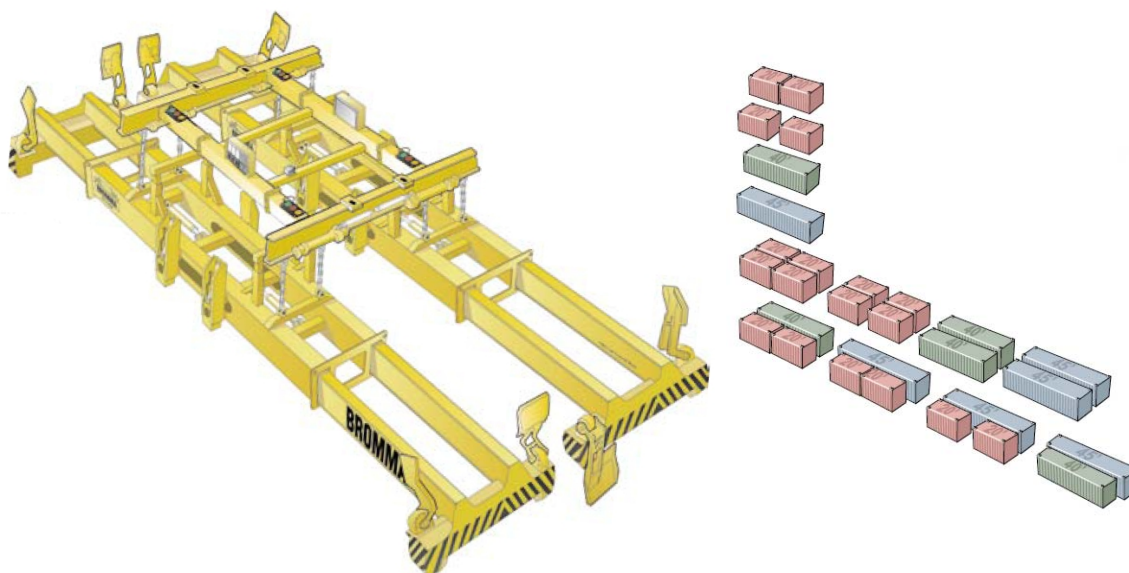
- Teleskopický tandem Fix 40' umožňující překládku max. dvou kontejnerů velikosti 40' a 45' v rámci jednoho překládkového cyklu (viz Obr. 5). Jeho variantnost je značně omezená pevným rozpětím spreaderu. Spreader má kapacitu 77 t.



Zdroj: [www.bromma.com](http://www.bromma.com)

Obr. 5 - Teleskopický tandem Fix 40' a kombinace uložení kontejnerů

- Teleskopický tandem Quatro umožňující překládku max. čtyř kontejnerů velikosti 20', 40' a 45' v rámci jednoho překládkového cyklu (viz Obr. 6). Díky své zjednodušené konstrukci neumožňuje překládat samotný 20' kontejner (vždy jen dvojici kontejnerů). Kapacita spreaderu je obdobná jako u typu tandemu 45' 100-130 t v závislosti na kombinaci uložení kontejnerů).







Zdroj: [www.bromma.com](http://www.bromma.com)

Obr. 6 - Teleskopický tandem Quatro a kombinace uložení kontejnerů

Všechny uvedené typy tandemových spreaderů se liší svou konstrukcí a tím i možností uchycení jednotlivých variant kontejnerů. Z hlediska užitečnosti se nejvíce využívá typ teleskopického tandemového spreaderu 45', který umožňuje veškeré kombinace uložení uvedených typů kontejnerů. Kromě podélného roztažení ramene spreaderu pro uchycení 20' a 40' kontejneru je možno roztáhnout tento spreader i v příčném směru. Tím je možno plynule přeložit dva kontejnery podélným směrem na přistavené terminálové nosiče, jak je to zobrazeno na obr. 2. Další výhodou tohoto typu spreaderu je i výškový posun obou nosičů, čímž je možno nakládat i kontejnery různých výšek (8', 8'6'', 9'6''). Použití daného typu tandemového spreaderu také závisí na nosnosti daného portálového jeřábu. Díky dispozicím nosnosti výložníku jeřábu je pak možno volit mezi těmito uvedenými typy spreaderů.

Technické parametry jednotlivých typů tandemových spreaderů jsou uvedeny v následujícím tabulkovém přehledu (viz Tab. 1).

Tab. 1 – Technické parametry tandemových spreaderů

Technické parametry	Tandem 40'/45'	Tandem 45'	Tandem Fix 40'	Tandem Quatro
				
Ložná kapacita spreaderu	2x41 t	2x51 t 4x32,5 t	2x35 t	2x51 t 4x32,5 t
Hmotnost spreaderu	23,2/25 t	31 t	16 t	24 t
Celková výška spreaderu	2800/2900 mm	2900 mm	2400 mm	2900 mm
Separování tandemu	1000 mm / 10 sekund	1000 mm / 10 sekund	1000 mm / 10 sekund	1000 mm / 10 sekund
Posun naváděcí lišty spreaderu	180° / 3-5 sekund	180° / 3-5 sekund	180° / 3-5 sekund	180° / 3-5 sekund
Posun zámku spreaderu	90° / 1 sekundu	90° / 1 sekundu	90° / 1 sekundu	90° / 1 sekundu

Zdroj: www.bromma.com, úprava autor

V současné době většina portálových jeřábů v kontejnerových terminálech zvládne až 30 překládek za hodinu. Nově vyráběné portálové jeřáby s výložníkem dlouhým 60 m a více a opatřené tandemovými spreadery s použitou technologií Twin-lift umožňují překládku až 40 operací za hodinu. Tím se pak nejen denní, ale i roční kapacita jeřábu a tím i kontejnerových terminálů zvýší (viz Obr. 7).

	2010-2015	Současnost
Dosažitelná překládka	5000 cyklů/24 hod	
Dosažitelná překládka portálovými jeřáby	40 cyklů/hod	20-30 cyklů/hod
Využití pracovní doby jeřábu	90 %	
Průměrný počet portálových jeřábů	6	3-4
Roční výkonnost jeřábu (kontejnery)	1000000 kontejnerů/rok	
Roční výkonnost jeřábu (TEU)	1500000 TEU/rok	
Roční výkonnost jeřábu na metr hrany (TEU)	3500-4500 TEU/rok	1000 TEU/rok



Zdroj: Autor

Obr. 7 - Terminálové operace – portálové jeřáby

## 2. EKONOMICKÉ POSOUZENÍ TANDEMŮVÝCH SPREADERŮ

Jak již bylo uvedeno v předcházející části příspěvku, použitím tandemových spreaderů s technologií Twin-lift dochází k vyšší produktivitě překládkových operací. Mezi další výhody vyplývající z použití tohoto systému pro provozovatele kontejnerového terminálu patří:

- efektivnější využití pracovních sil, čímž se snižují personální náklady (na jeřábníky, pomocný personál) či náklady na samotný provoz jeřábů.
- zvýšení provozní kapacity nábrežní hrany a tím i snížení nákladů jednu překládkovou operaci na nábrežní hraně.
- zkrácení času, který stráví plavidla v přístavu, a snížení nákladů souvisejících s pobytem plavidla (umožní tak operátorovi změnit liniové dopravy a nabídnout více nadstandardních služeb spojených se zvýšením počtem spojů – plavidel).

Je třeba uvést, že zapojením těchto spreaderů se provozní kapacita terminálu z hlediska překládkových operací nezdvoujnásobí. Studie společnosti AECOM dokazují, že při použití klasických spreaderů je hodinová kapacita jeřábu 30 překládkových operací, kdežto při použití tandemových spreaderů je možno dosáhnout 40 (max. 45) překládkových operací za hodinu (při 100 % využití kapacity tandemového spreaderu a při předpokládaných 5000 překládkových operací za den). Tento nárůst je ovlivněn řadou faktorů jako např. uložení kontejnerů na lodi, jejich uchycení sprejerem či připravenost a vybavenost terminálovými nosiči při překládce. Je třeba uvést, že díky nasazení tandemových spreaderů dojde sice ke zvýšení počtu operací, ale také se zvýší počet používaných terminálových nosičů (tahač s návěsem) pro následný přesun kontejnerů z nábrežní hrany k jednotlivým blokům terminálu, kde dochází k následně k překládce pomocí portálových jeřábů.

V následující tabulce (Tab. 2) je uvedeno porovnání celkových nákladů na překládkové operace při použití klasického a tandemového spreaderu u portálového jeřábu. Vyplývá z něj,

že při použití tandemového spreaderu dojde k úspoře 11 dolarů na jednu překládkovou operaci.

Tab. 2 – Porovnání celkových nákladů na překládkové operace (v dolarech)

	klasický spreader	tandemový spreader
Přidělené terminálové nosiče (traktory s návěsy) pro jednotlivé jeřáby	6	10
Celkové náklady na nakládku a vykládku za hodinu (v dolarech)	2 560	3 370
Počet obsluhujících terminálových jeřábů v blocích	1,5	3
Produktivita jeřábu (počet překládkových operací za hodinu)	30	45
Přepočtené náklady na jednu překládkovou operaci (v dolarech)	85,34	74,15

Zdroj: www.cargosystems.net, úprava autor

Výhody spojené s použitím tandemových spreaderů jsou zřejmé i pro rejdaře. V sledující tabulce (Tab. 3) je ukázán potenciální rozdíl v nákladech plavidla v přístavu. Předpokládá se použití velké kontejnerové lodě s denními provozními náklady 40 000 dolarů. Tato cena zahrnuje nájem lodi v přístavu, náklady na posádku, náklady na energii v přístavu a náklady na inventarizaci přepravovaného zboží na palubě. Při stanovení nákladů se předpokládá s pracovním fondem 16 hodin za den. Z hlediska velikosti kontejnerové lodě se předpokládá s počtem 6 000 překládkových operací. Tabulka ukazuje, že v nejlepším případě může tandemový spreader ušetřit zhruba 7 dolarů na jednu překládkovou operaci v nákladech operujícího plavidla v důsledku kratší doby trvání pobytu v přístavu. Je zřejmé, že při větším počtu překládkových operací může dojít ke znatelné úspoře provozních nákladů operátora plavidla.

Tab. 3 – Porovnání celkových nákladů na pobyt plavidla v přístavu (v dolarech)

	klasický spreader	tandemový spreader
Denní provozní náklady plavidla	40 000	40 000
Předpokládaný počet překládkových operací	6 000	6 000
Počet obsluhujících portálových jeřábů na nábrežní hraně	4	4
Produktivita jeřábu (počet překládkových operací za hodinu)	30	45
Denní pracovní fond překládky (v hodinách)	16	16
Počet dnů strávených plavidlem v přístavu	3,13	2,08
Provozní náklady plavidla	125 000	83 333
Přepočtené provozní náklady plavidla na jednu překládkovou operaci	20,83	13,89

Zdroj: www.cargosystems.net, úprava autor

Velmi zajímavé je posouzení náklady vztaženou na infrastrukturu kontejnerového terminálu (viz Tab. 4). Nasazením tandemových spreaderů dojde k navýšení i provozní kapacity terminálu. U modelového terminálu lze předpokládat roční provozní kapacitu 300 000 překládkových operací na jedno kotviště lodi při použití standardních spreaderů. Pro jednu pozici je možno počítat s délkou lodi 400 m (cca 1 300 stop). Při výpočtu nákladů je možno předpokládat se životností 30 let a stanovena je i úroková sazba 6 %. Tab. 4 ukazuje, že v nejlepším případě může portálový jeřáb vybavený tandemovým spreaderem ušetřit přibližně 6 dolarů na jednu překládkovou operaci na nákladech na infrastrukturu terminálu.

Tab. 4 – Porovnání nákladů na infrastrukturu v přístavu (v dolarech)

	klasický spreader	tandemový spreader
Délka přístavní hrany pro loď v metrech (stopách)	400 (1 300)	400 (1 300)
Jednotkové náklady na 1 stopu přístavní hrany	60 000	60 000
Celkové náklady na přístavní hranu	78 000 000	78 000 000
Přepočtené roční náklady na přístavní hranu	5 666 615	5 666 615
Překládková kapacita nábrežní hrany (počet operací za rok)	300 000	450 000
Přepočtené náklady na přístavní hranu na překládkovou operaci	18,89	12,59

Zdroj: www.cargosystems.net, úprava autor

Není ale zcela zřejmé, že by terminál byl schopen dosáhnout nejlepší hodnoty u produktivity překládkových operací (45 operací za hodinu) při použití tandemového spreaderu. Aby bylo možné zhodnotit případné výhody či nevýhody potenciálních nákladů, přišla AECOM na základě simulací jednotlivých technologických operací při překládce s rozdělením přínosu použití tandemového spreaderu v rozmezí 30 až 45 operací za hodinu (výsledky byly vztaženy na hodnoty od 0 do 15 překládkových operací) s ohledem na výkonnostní výhodu oproti portálovým jeřábům vybaveným standardními spreadery.

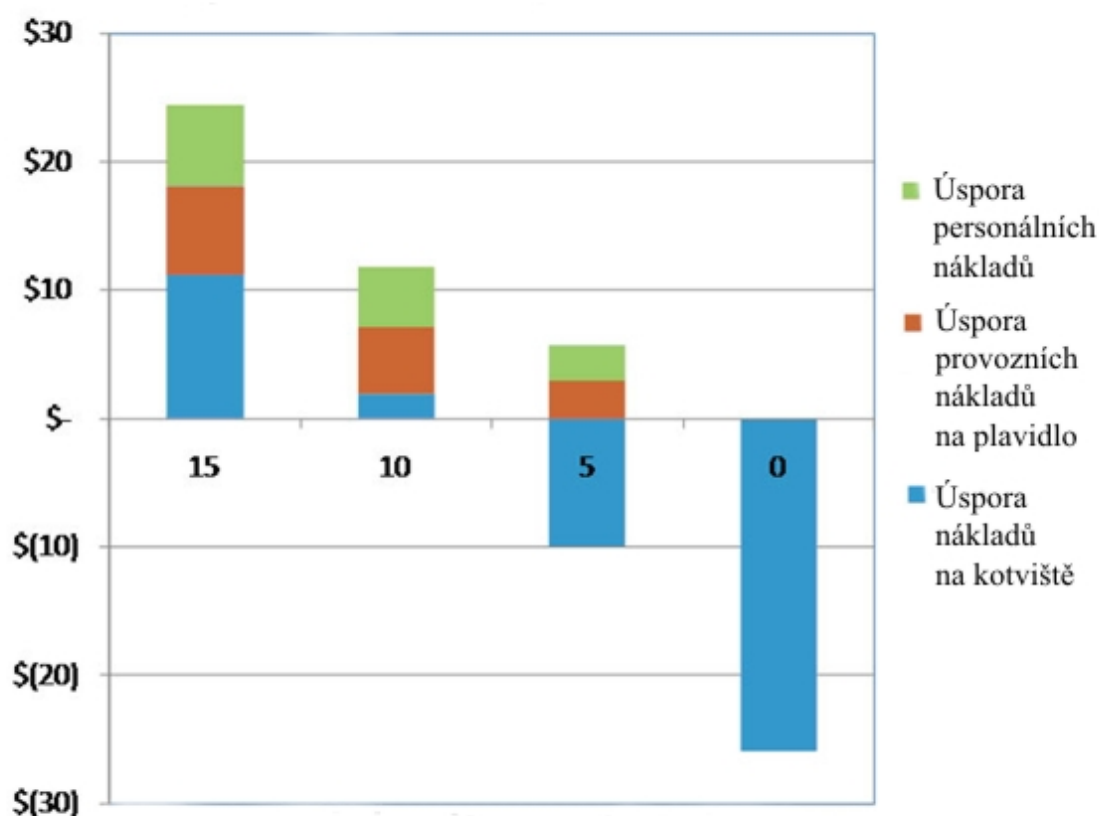
Tab. 5 – Porovnání přínosů nárůstu překládkových operací vzhledem k jednotlivým provozním nákladům v přístavu (v dolarech)

Přínos překládkových operací	Úspora personálních nákladů	Úspora provozních nákladů na plavidlo	Úspora nákladů na kotviště	Celková úspora
15	11,19	6,94	6,30	24,43
10	1,92	5,21	4,72	11,85
5	- 10,00	2,98	2,70	- 4,32
0	- 25,89	---	---	- 25,89

Zdroj: www.cargosystems.net, úprava autor



Tabulka 5 a grafické porovnání celkových úspor (viz Obr. 8) plynoucích z použití tandemových spreaderů ukazují, že bod zlomu s ohledem na rentabilitu je přibližně při počtu sedmi překládkových operací, tedy při použití tandemové spreaderu, jehož provozní hodinová překládková kapacita je alespoň 37 operací. Jinými slovy lze tedy konstatovat, že jestliže překládka v terminále dosáhne navýšení o 7 překládkových operací za hodinu, bude terminál profitovat ze zavedení tandemových spreaderů u portálových jeřábů. Samozřejmě je tato analýza vztažena k modelovému terminálu. Je třeba uvést, že v různých oblastech světa jsou některé hodnoty sledovaných nákladů různé (zejména personální náklady, použití terminálových nosičů). Proto je potřeba danou analýzu provést v podmínkách daného konkrétního terminálu.



Zdroj: [www.cargosystems.net](http://www.cargosystems.net), úprava autor

Obr. 8 – Grafické vyjádření úspor nákladů při navýšení překládkové kapacity v rozmezí 0, 5, 10 a 15 překládkových operací za hodinu

Použití technologie Twin-lift ovšem podmiňuje i následný rozvoj kontejnerů do jednotlivých bloků terminálu a rozšíření překládky v jednotlivých blocích. S vyšším počtem překládaných kontejnerů vzniká potřeba na vyšší počet mobilních vozidel. U následného rozvozu kontejnerů se využívá řada technologií od použití terminálových tahačů s návěsy přes obkročné překladače (Straddle carrier) až po automatizované vozíky (AGV). Vždy jde ale o potřebu navýšení počtu obsluhovaných vozidel v řádu několika kusů. Tento nárůst počtu vozidle není tak významný v celkovém procesu překládky kontejnerů v terminálu.

## ZÁVĚR

Příspěvek se věnoval přínosům, zejména ekonomickým, které souvisí se zavedením tandemových spreaderů s technologií Twin-lift. Bylo dokázáno, že při jejich použití dojde nejen ke zvýšení kapacity překládky, ale při daném počtu překládkových operací dojde i k většímu profitu z použití zmiňovaného systému překládky. Na základě velkých úspěchů se tandemovými spreadery vyvinula ZPMC (Shanghai Zhenhua Port Machinery Co. Ltd ) trojité spreadery. Ty mohou přeložit jak jeden, dva a i dokonce tři kontejnery ISO řady 1 A. Samozřejmostí je, že každý spreader je vybaven technologií Twin-Lift, která umožňuje naložit na jeden spreader 2 kontejnery ISO řady 1 C. Tím je dána kapacita 6 kontejnerů ISO řady 1 C. Ve srovnání s dvojitým spreaderem dochází k urychlení překládky o 15-20 %. Systém byl odzkoušen a je plně funkční v Ma Wan kontejnerovém terminálu v Shenzhen (Čína).

*Příspěvek vznikl za podpory projektu Institucionálního výzkumu MSM 0021627505  
„Teorie dopravních systémů“.*

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) CEMPÍREK, V., ŠIROKÝ, J., Komplexní automatizace překládkových operací v kontejnerovém terminálu, In *Zborník prednášok Medzinárodná konferencia EUROKOMBI - INTERMODAL 2007 - Intermodálna preprava – infraštruktúra, logistika, marketing*, Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 12.–13.6.2007, str. 38-46, ISBN 80-967358-6-0.
- (2) *Intermodal Transport, From a Dutch perspective* [online]. c2009 [cit. 2009-06-22]. Dostupné z <[http://www. http://hollandintermodal.com](http://www.hollandintermodal.com)>.
- (3) NOVÁK, J., CEMPÍREK, V., NOVÁK, I., ŠIROKÝ, J. *Kombinovaná přeprava*, Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., leden 2010, druhé rozšířené vydání, 322 str., ISBN 978-80-86530-59-8.
- (4) SISSON, M., *Cranes: Tandem 40 cost advantages* [online]. c2010 [cit. 2010-12-13]. Dostupné z <<http://www.cargosystems.net>>.
- (5) *Bromma conquip: Word leader in spreaders* [online]. c2011 [cit. 2010-01-14]. Dostupné z <<http://www.bromma.com>>.
- (6) ŠIROKÝ, J. *Progresivní systémy v kombinované přepravě*, Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., leden 2010, první vydání, 184 str., ISBN 978-80-86530-60-4.
- (7) ŠIROKÝ, J. Kontejnerová přeprava ve světovém kontextu, In *Sborník příspěvků CZ INTERMODAL 2010, 13. konference s mezinárodní účastí*, Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., 27. dubna 2010, str. 103-110, ISBN 978-80-86530-66-6.
- (8) CEMPÍREK, V., ŠIROKÝ, J. Moderní technologie zvyšují výkony přístavů, časopis *Logistika – měsíčník hospodářských novin*, Praha: Economia 2010, ročník XVI, číslo 7-8, str. 30-32, ISSN 1211-0957.
- (9) JAGELČÁK, J., DÁVID, A., ROŽEK, P. *Námorné kontejnery*, Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2010, 199 stran, ISBN 978-80-554-0207-9.