



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## PŘÍSTAVNÍ KONTEJNEROVÁ PŘEKLADIŠTĚ - PŘEHLED PŘÍSLUŠENSTVÍ JEŘÁBŮ

PORT FACILITIES - CONTAINER CRANES ACCESSORIES OVERVIEW

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PAVEL DOLEŽEL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PŘEMYSL POKORNÝ, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Pavel Doležel

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

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Přístavní kontejnerová překladiště - přehled příslušenství jeřábů**

v anglickém jazyce:

#### **Port facilities - container cranes accessories overview**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je zpracování přehledu jeřábů používaných ve velkých evropských námořních přístavech pro nakládku kontejnerů.

Cíle bakalářské práce:

Vytvoření přehledu příslušenství jeřábové techniky používané ke kontejnerové nakládce lodí ve velkých námořních přístavech.

Seznam odborné literatury:

ZÁLEŽÁK, Milan. Technológia v prístavoch a prekladiskách.

vyd. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině, 2004. ISBN 80-8070-200-4

Hoffmann, K., Krenn, E., Tanker, G.: Fördertechnik 1, ed. Oldenbourg Industriererla, 2005, s.

240, ISBN-10: 3-8356-3059-8, ISBN-13: 978-3-8356-3059-8

firemní literatura

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 8.2.2012

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Práce vypracovaná v rámci bakalářského studia předkládá rešerši na téma přístavní kontejnerová překladiště – přehled příslušenství jeřábů. Dále pojednává o vývoji kontejnerové přepravy a kontejnerových terminálů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

jeřáb, přístavní překladiště, kontejnerový terminál, automatizace

## **ABSTRACT**

This work developed in terms of baccalaureate study is presenting background research focused on topic of port facilities - container cranes overview. It also deals with the development of container transport and cranes themselves.

## **KEYWORDS**

crane, port facilities, container terminal, automation



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

DOLEŽEL, P. *Přístavní kontejnerová překladiště – přehled příslušenství jeřábů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2012

.....

Pavel Doležel



## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji panu Ing. Přemyslu Pokornému, Ph.D. za cenné rady při tvorbě bakalářské práce. Dále děkuji rodině a přítelkyni za velkou podporu při studiu.



## OBSAH

Úvod .....	7
Cíle bakalářské práce .....	7
1 Vývoj kontejnerové přepravy .....	8
2 Kontejnery .....	9
2.1 Normalizace kontejnerů .....	9
2.2 Přehled kontejnerů ISO pro lodní dopravu .....	10
2.2.1 Kontejnery pro všeobecné náklady .....	10
2.2.2 Kontejnery pro speciální účely .....	11
3 Kontejnerové lodě .....	13
4 Přístavy .....	15
5 Kontejnerové terminály .....	17
5.1 Funkční plochy kontejnerového terminálu .....	17
5.1.1 Plocha pro překládku lodí .....	18
5.1.2 Skladovací komplex .....	18
5.1.3 Plocha pro pozemní operace .....	19
5.2 Problémy logistiky kontejnerových terminálů .....	19
5.3 Globální a regionální terminály .....	20
6 Základní typy přístavních jeřábů pro překládku lodí .....	21
6.1 Nábřežní portálový jeřáb .....	21
6.2 Mobilní přístavní jeřáb .....	22
6.3 Jeřáb s širokým rozpětím .....	24
7 Zařízení pro horizontální transport .....	26
7.1 Pasivní dopravní prostředky .....	26
7.1.1 Tahač s přívěsem .....	26
7.1.2 Automaticky řízená vozidla (AGV) .....	27
7.2 Aktivní dopravní prostředky .....	29
7.2.1 Čelní vidlicové a výložníkové vozíky .....	29
7.2.2 Rozkročné portálové vozíky (Straddle carrier) .....	30
8 Zařízení pro stohování kontejnerů .....	32
8.1 Portálový jeřáb s pojezdem na pneumatikách (RTG) .....	32
8.2 Portálový jeřáb s kolejovým pojezdem (RMG) .....	33
9 Spreadery .....	35
9.1 Základní rozdělení spreaderů Bromma .....	35
9.1.1 Single lift .....	35
9.1.2 Twin lift .....	35





---

9.1.3 Tandem .....	36
10 Automatizace v terminálech .....	37
10.1 Automatizace příslušenství .....	37
10.2 Omezení provozu automatizovaného vybavení .....	37
Závěr .....	39
Seznam použitých zkratek a symbolů .....	42



## ÚVOD

V polovině 20. století vznikl nový koncept přepravy materiálu, který usnadnil a zrychlil manipulaci použitím kontejnerů. Nižší přepravní náklady se projeví na ceně dopravovaného zboží a zvýšila se tak poptávka. Následkem byl prudký vzestup námořní dopravy a rostoucí objem přepraveného nákladu. Přístavy byly rozšířeny a pro odbavení se budovaly nové terminály, které měly dopad na infrastrukturu pozemní dopravy. S rozvojem globální kontejnerové přepravy byly zavedeny normalizované jednotky. Další snížení nákladů si vyžádalo větší lodě a lepší přístavní techniku. Zvyšování produktivity jednotlivých článků v řetězci celosvětové dopravy je od počátku kontejnerizace základním problémem. Tato práce pojednává o přístavních terminálech, které jsou zásadním uzlem v síti globální dopravy nákladu.

## CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

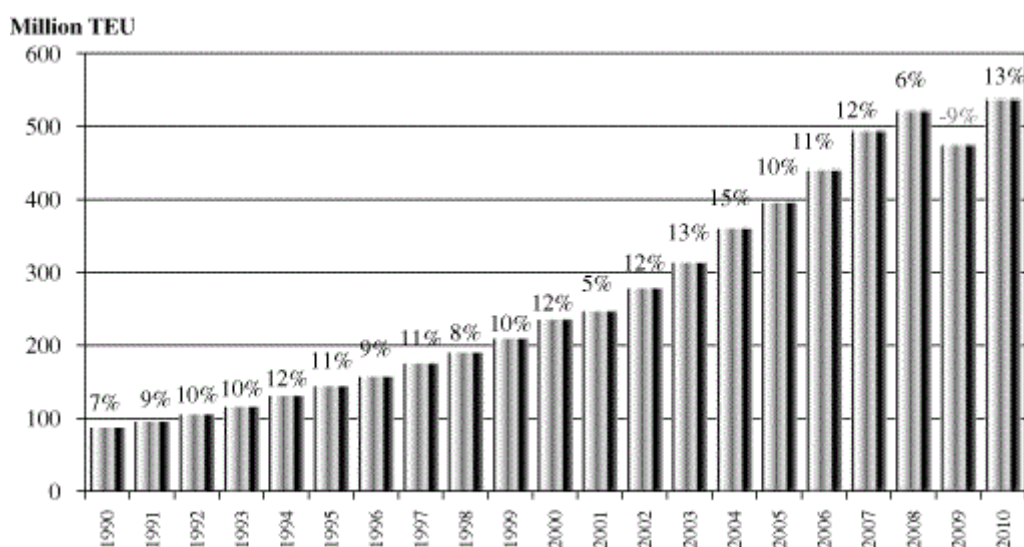
Vytvoření přehledu příslušenství jeřábové techniky používané ke kontejnerové nkládce lodí ve velkých námořních přístavech.



## 1 VÝVOJ KONTEJNEROVÉ PŘEPRAVY

V roce 1955 Malcolm McLean, tehdejší vlastník společnosti pro silniční přepravu, pracoval spolu s inženýrem Keithem Tantlingerem na vývoji moderního kontejneru pro kombinovanou přepravu. Jejich cílem bylo navrhnout lodní kontejner, který by mohl být efektivně naložen a bezpečně zajištěn na lodi při dlouhých plavbách. Výsledkem byl 8' vysoký 8' široký a 10' dlouhý box vyrobený z vlnité oceli o tloušťce 2,5 mm. Kontejner byl opatřen v každém horním rohu otvorem pro trny, které umožnily jednoduchou a bezpečnou manipulaci jeřábem. [16]

O rok později McLean přepravil 58 kontejnerů z přístavu Newark v New Jersey na speciálně upravené lodi Ideal-X do přístavu Houston v Texasu. Nový způsob manipulace nákladu byl pozorně sledován konkurenčními dopravci a vládními úředníky a tato událost se považuje za zrození civilního kontejnerového přepravního průmyslu. McLeanův čin byl první realizací celého transportního systému kompletně přizpůsobeného účelu rychlé přepravy a manipulace s kontejnery. Podstatné snížení času pro manipulaci na lodi a počtu dělníků potřebných při nakládání prokázalo jeho koncept jako mnohem výhodnější než konvenční manipulaci s nákladem. Kontejnerizace světového obchodu byla spuštěna. Brzy poté byly založeny pravidelné přepravní služby. Později také služby, které zajistily spojení všech přístavů světa. [3]



Obr. 1 Objem TEU přeloženého v přístavech světa [10]



## 2 KONTEJNERY

Kontejner je normalizovaný ocelový box, používaný v intermodální dopravě. Je konstruován tak, aby snášel zatížení při stohování a mohl být opakovaně použit pro různé typy dopravy, aniž by musel být otevřen a náklad přeložen. Neméně důležitým požadavkem je také snadná manipulace a možnost zajištění při transportu. [9]

Tab. 1 Specifikace kontejnerů ISO pro intermodální přepravu [15]

Parametry vybraných kontejnerů		TEU	FEU
Vnější rozměry	Délka [m]	6,06	12,19
	Šířka [m]	2,44	2,44
	Výška [m]	2,59	2,59
Vnitřní rozměry	Délka [m]	5,87	12,00
	Šířka [m]	2,33	2,33
	Výška [m]	2,35	2,35
Rozměry dveří	Šířka [m]	2,28	2,28
	Výška [m]	2,26	2,26
	Objem [m <sup>3</sup> ]	32,85	66,83
	Hmotnost prázdného kontejneru [kg]	2400	3600
	Užitečná hmotnost nákladu [kg]	21600	26420

### 2.1 NORMALIZACE KONTEJNERŮ

Během prvních 20 let kontejnerizace se používalo mnoho rozměrů kontejnerů. Mezinárodní námořní, železniční a silniční přepravní společnosti po řadě kompromisů začaly přijímat standardizované rozměry kontejnerů. Postupně byla vydána čtyři důležitá doporučení ISO pro kontejnerizaci:

- leden 1968: R-668 definice názvosloví a rozměrů,
- červenec 1968: R-790 definice identifikačních značek,
- leden 1970: R-1161 doporučení ohledně rohových upínacích prvků,
- říjen 1970: stanovení minimálních vnitřních rozměrů kontejnerů. [16]

Základní jednotkou je v dnešní době 20' dlouhý 8' široký 8'6'' vysoký kontejner, také známý jako TEU (Twenty-foot equivalent unit). Kontejnery převládající v námořní, silniční a železniční dopravě mají délku 40', sestávající z dvou TEU, ale také známé jako FEU (Forty-foot equivalent unit). Pro objemné náklady se používají speciální kontejnery větších rozměrů. Kontejnery používané v námořní, silniční a železniční dopravě se ovšem v letecké dopravě nepoužívají. Za tímto účelem si letecký přepravní průmysl vyvinul



specializované kontejnery značené jako ULD (Unit Load Devices), které jsou přizpůsobeny potřebám letadel. [3]

## 2.2 PŘEHLED KONTEJNERŮ ISO PRO LODNÍ DOPRAVU

### 2.2.1 KONTEJNERY PRO VŠEOBECNÉ NÁKLADY

#### a) PRO VŠEOBECNÉ POUŽITÍ

- Kontejner univerzální - nejrozšířenější plně zavřený kontejner odolný vůči povětrnostním vlivům. [15]



Obr. 2 Základní kontejner TEU [15]

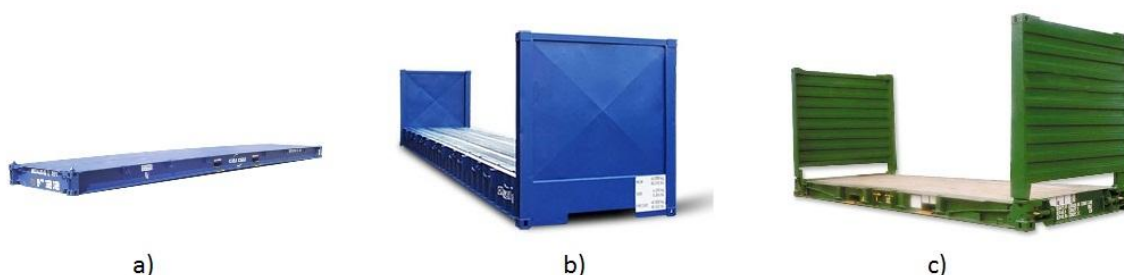
#### b) PRO SPECIFICKÉ POUŽITÍ

- Kontejnery s otevřenou horní částí (open top) - mají odnímatelnou střechu. Používají se především pro sypké substráty a velké kusové předměty, které je nutné nakládat otevřenou horní částí kontejneru. [15]



Obr. 3 Kontejner s otevřenou horní částí [15]

- Kontejnery s ventilací (ventilated) - vybaveny speciální ventilací pro přepravu zboží, které musí být chráněno proti vlhkosti. [15]
- Kontejnery plošinové (platform) - jsou ve 3 provedeních, prvním je rovná platforma, ve druhém případě je opatřena tuhými čely, která lze u třetího typu sklápět. [15]



Obr. 4 Plošinové kontejnery. a) platforma, b) s tuhými čely, c) se sklupnými čely [15]

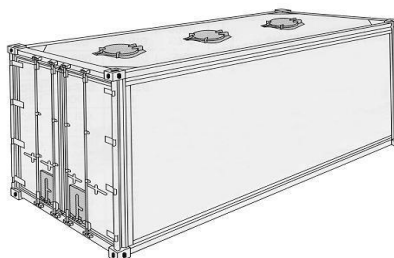
### 2.2.2 KONTEJNERY PRO SPECIÁLNÍ ÚČELY

- Termické kontejnery (thermal, reefer) - všechny části jsou tepelně izolovány, mohou být vybaveny vyhřívacím zařízením nebo chladícím. Použití pro zboží, které může rychle podléhat zkáze. [15]



Obr. 5 Termický kontejner [15]

- Kontejnery pro sypký materiál (bulk) - ve střeše mají tři násypné otvory. Jedno čelo kontejneru je opatřeno klasickými dvoukřídlými dveřmi a druhé výsypnou klapkou. Používá se pro sypké, zrnité, volně ložené substráty. [15]



Obr. 6 Kontejner pro sypký materiál [15]



- Nádržkové kontejnery (tank) - hlavní částí je válcová zpravidla tlaková nádoba. Používají se pro sypké substráty, kapaliny a stlačené plyny. [15]



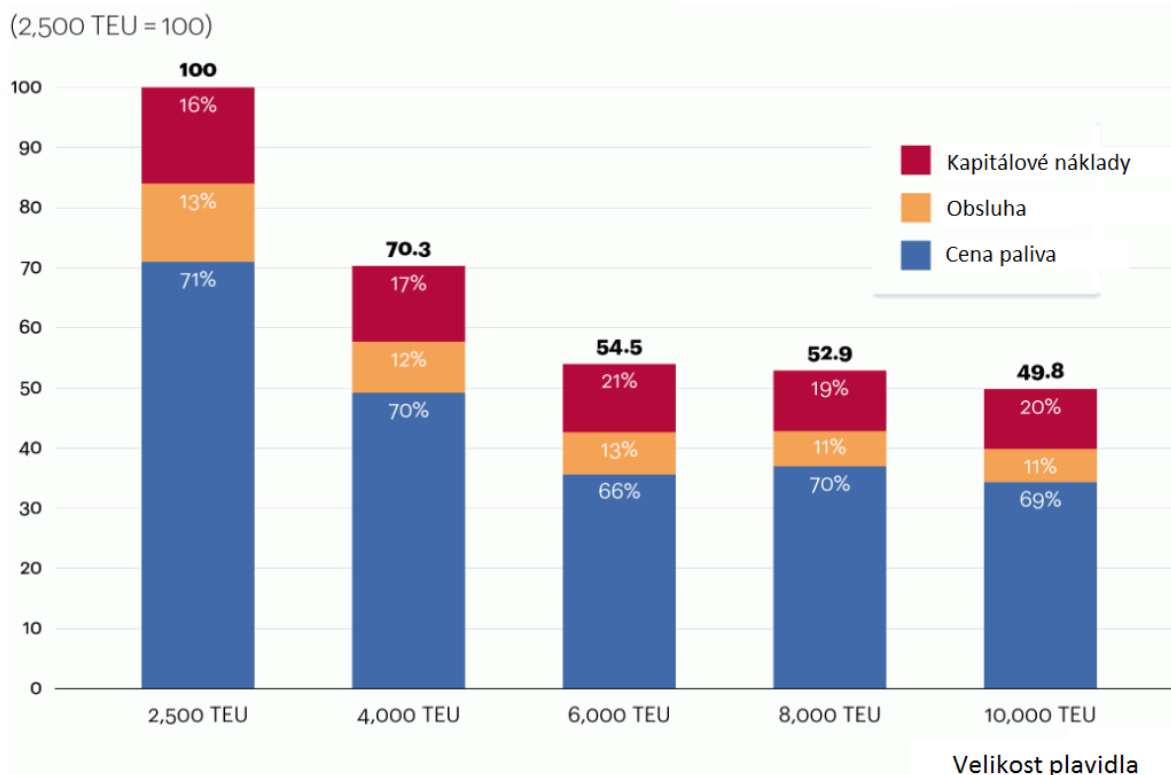
*Obr. 7 Nádržkový kontejner [15]*

- Kontejner pro jmenovitý náklad (named) - zahrnuje různé typy kontejnerů vyrobených výhradně například pro auta, živá zvířata atd. [15]



### 3 KONTEJNEROVÉ LODĚ

Rozvoj kontejnerizace byl doprovázen také rostoucí flotilou plavidel a to jak počtem, tak svými rozměry. V posledních letech tento růst stále pokračuje díky rozšiřujícímu se mezinárodnímu obchodu. Například počet kontejnerových lodí s hrubou hmotností více než 300 tun v roce 2000 dosahoval přibližně 2 500, v roce 2008 už bylo těchto plavidel více než 4 200. Ve stejném období ovšem vzrostl celkový objem přepravy ze 4,4 milionů TEU na 11 milionů TEU. Kontejnerové lodě členíme na základě jejich rozměrů do takzvaných generací. Přestože rozměry lodí jednotlivých generací nejsou standardizovány, přibližné rozměry jsou uvedeny v Tab. 2. Největší dnešní lodě mají kapacitu kolem 15 000 TEU. [3]






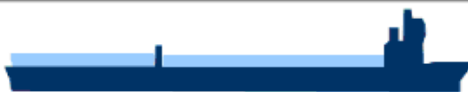


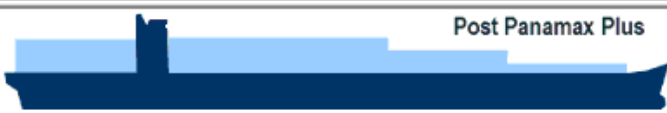

Obr. 8 Náklady na přepravu 2 500 TEU pro odlišné velikosti lodí [11]

Trend ve zvětšování plavidel stále pokračuje, ale použití takzvaných ULCS (Ultra Large Container Ship) se zdá být omezeno z několika důvodů. První – vhodná přepravní rychlost ULCS vyžaduje významné změny v konstrukci, například instalaci druhého motoru, což by příliš navýšilo konstrukční náklady. Snížení cestovní rychlosti je nepřijatelné, protože výhoda větší kapacity lodě by byla omezena nižším počtem cest za rok. Druhý – čím větší je loď, tím menší je počet přístavů a kanálů kudy může proplout. Taková omezení již existují pro lodě s šířkou přesahující 32,2 m, které nejsou schopny proplout Panamským průplavem a jsou proto označovány jako lodě třídy Post-Panamax. Třetí – počet tras, na kterých lze ULCS prospěšně využít je silně limitován na ty, které vykazují pro tak velký transport dostatečnou poptávku. [3]





Tab. 2 Přehled jednotlivých generací kontejnerových lodí [6]

		Length	Draft	TEU
First (1956-1970)	 Converted Cargo Vessel	135 m	< 9 m	500
	 Converted Tanker	200 m	< 30 ft	800
Second (1970-1980)	 Cellular Containership	215 m	10 m 33 ft	1,000 – 2,500
Third (1980-1988)	 Panamax Class	250 m	11-12 m	3,000
		290 m	36-40 ft	4,000
Fourth (1988-2000)	 Post Panamax	275 – 305 m	11-13 m 36-43 ft	4,000 – 5,000
Fifth (2000-2005)	 Post Panamax Plus	335 m	13-14 m 43-46 ft	5,000 – 8,000
Sixth (2006-)	 New Panamax	397 m	15.5 m 50 ft	11,000 – 14,500



## 4 PŘÍSTAVY

Postupný přechod od konvenčních přístavů s hromadným zbožím na kontejnerové terminály na počátku 60. let minulého století přinesl zásadní změny v umístění a rozložení terminálů. Před kontejnerizací byly dopravní lodě odbavovány v přístavech se skladišti, kde byl hromadný náklad za použití palubního jeřábu překládán mezi lodí a kolmými výběžky mola. Nové kontejnerové lodě byly navrhovány bez jeřábů na palubě, proto původní přístavy ve snaze stát se přístavy kontejnerovými musely investovat nejen do přístavních jeřábů, ale také do infrastruktury. Mola byla vyřazena a přístaviště byla přestavěna, aby mohly být lodě ukotveny podél pobřeží pro efektivnější odbavení. Skladiště byla odstraněna a nahrazena plochou pro volné uskladnění kontejnerů. [4] [13]

Kontejnerizace se stala základní funkcí pro globální provoz přístavů. Přístavní terminály operují s větším množstvím nákladu než jakékoliv jiné kombinované terminály. Staly se tak významnými dopravními uzly, ze kterých se poté odvíjely pozemní dopravní systémy, zejména železnice. [13]



Obr. 9 Moderní přístav [12]

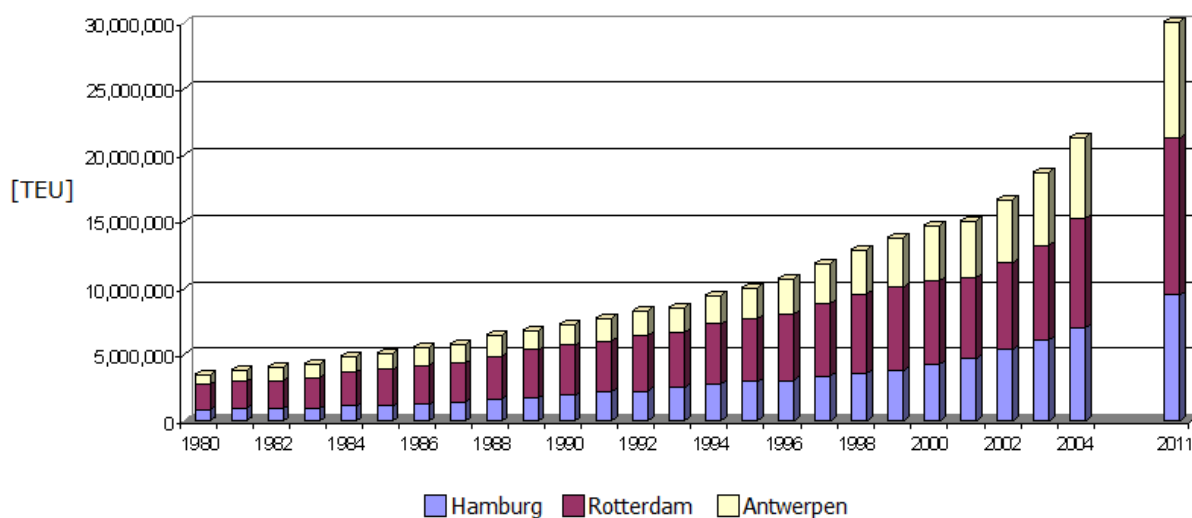
Faktory determinující postavení námořních přístavů, jejich konkurenceschopnost a možnosti rozvoje lze shrnout do několika základních bodů:

- infrastruktura přístavu,
- geografická poloha,
- velikost přístavu (celkový výkon na importu, exportu a překládce),
- propojenost s ostatními přístavy v okolí,
- kvalita a cena základních služeb,
- efektivnost managementu a správy přístavu, náklady s nimi spojené,
- dostupnost, kvalita a cena systémů, které slouží subjektům,
- bezpečnost v přístavu a celková spolehlivost služeb,
- dostupnost, kvalita a náklady logistických aktivit s vysokou přidanou hodnotou



- spolehlivost, kapacita, četnost a náklady návazných vnitrozemských oborů
- přístup správy přístavu k ochraně životního prostředí,
- image přístavu v regionu a ve světě.

Námořní přístavy neustále čelí změnám, jež vyplývají ze zvyšující se konkurence napříč logistickými systémy. Globální trh přepravních služeb, jež je charakterizován zvyšující se koncentrací ekonomických aktivit na poptávkové straně, klade čím dál vyšší nároky na přístavní management a jeho správu. [5]

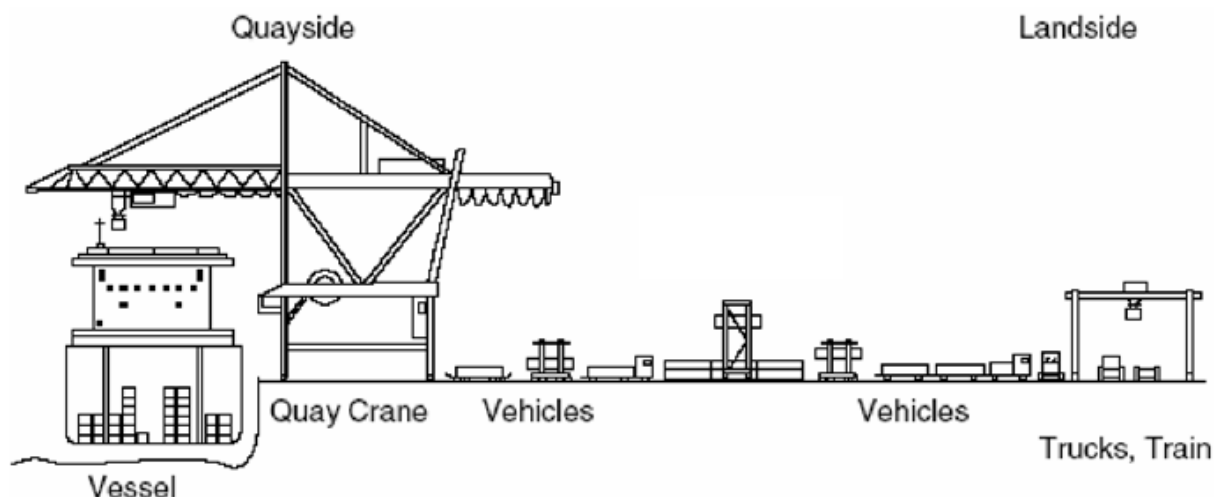


Obr. 10 Průchodnost 3 největších evropských přístavů [14]



## 5 KONTEJNEROVÉ TERMINÁLY

Obecně lze popsat kontejnerové terminály jako otevřené systémy toku materiálu s dvěma externími rozhraními. Tato rozhraní jsou nábřeží (quayside), kde se uskutečňuje nakládání a vykládání lodí, a plocha pro pozemní operace (landside), kde jsou odbavovány vlaky a tahače. [2]

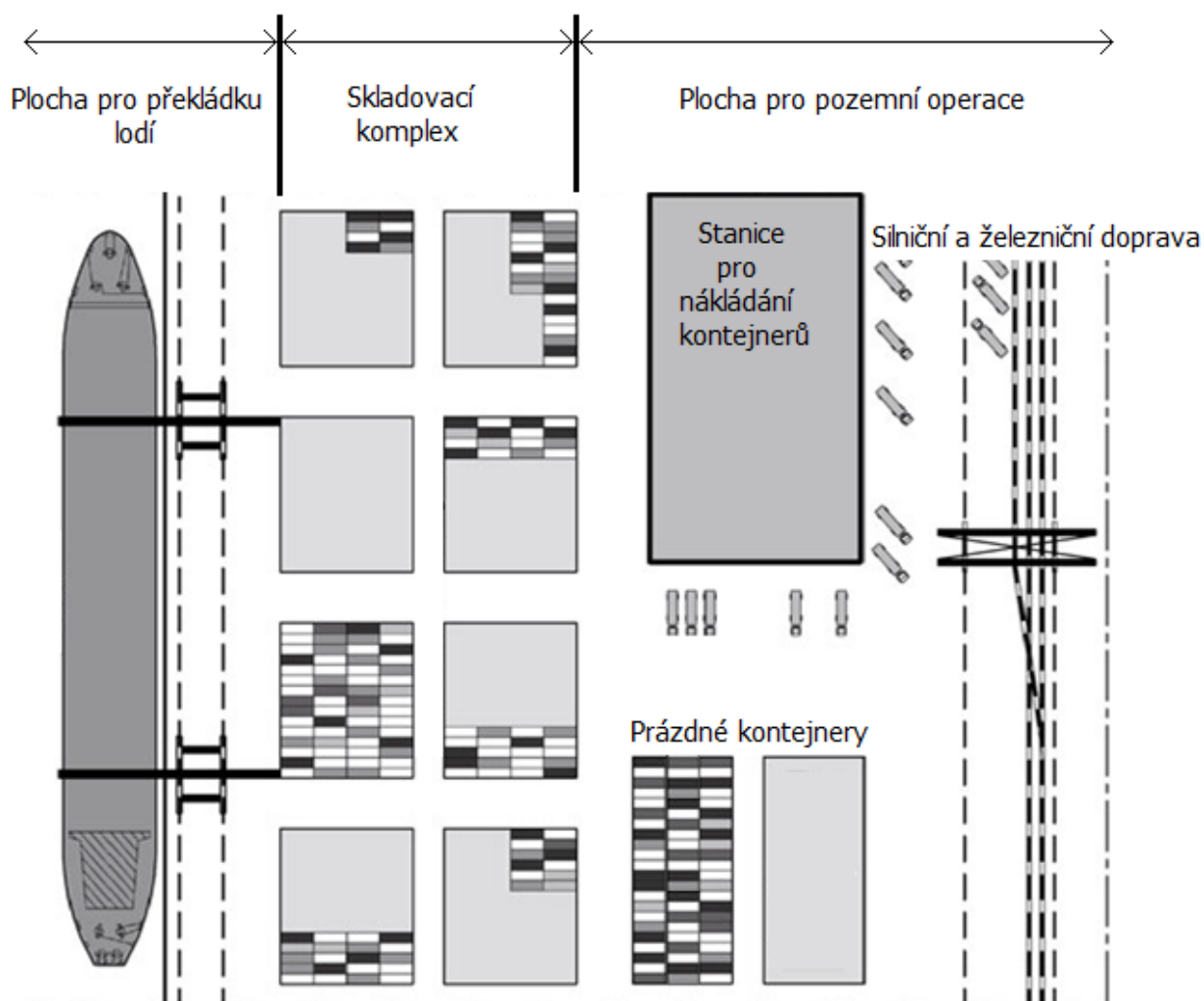


Obr. 11 Základní princip terminálu [6]

Aby bylo možné těžit z ekonomického hlediska, tak velikost kontejnerových lodí výrazně vzrostla během poslední dekády. Často proto potřebují velké lodě pro odbavení tisíce zdvihů kontejnerů během své zastávky v přístavu. Od doby, kdy kontejnerové lodě zahrnují hlavní investici kapitálu a významné denní operační náklady, se stal zákaznický servis důležitým problémem pro kontejnerové přístavní terminály a mnoho z nich se snaží zlepšit svou průchodnost a redukovat tak časy obratu plavidel a zákaznických nákladních vozidel. S rostoucí kontejnerizací značně stoupl celosvětově i počet kontejnerových terminálů a soutěživost mezi nimi stále stoupá. V akademickém světě byly problémy související s operacemi v kontejnerových terminálech docela dlouho zanedbávány. Teprve nedávno díky stále rostoucí důležitosti mezikontinentální přepravy nákladu a vyšší soutěživosti mezi kontejnerovými terminály tyto problémy zaujaly pozornost akademické komunity. [2]

### 5.1 FUNKČNÍ PLOCHY KONTEJNEROVÉHO TERMINÁLU

Jako každý jiný terminál je kontejnerový terminál komplexní systém, který funguje efektivně pouze, když je jeho rozvržení navrženo způsobem, kdy proces nakládání a vykládání plavidla probíhá plynule. Přemístění kontejnerů mezi lodí a překladištěm nebo mezi bránou a překladištěm je řetězec operací s provozní kapacitou danou svým nejslabším článkem. Proto jsou subsystemy mezi nábřežím a plochou pro pozemní operace navrhovány tak, aby měly přinejmenším stejnou maximální kapacitu. Tímto je zabráněno zahlcení a přetížení na rozhraní s klienty. Doprava kontejnerů mezi jednotlivými oblastmi je zajištěna manipulační technikou pro horizontální transport. Dispozice a volba vybavení pro výše zmíněná území a jejich rozhraní záleží mimo jiné na počtu kontejnerů k manipulaci, dostupné rozloze a druhu vnitrozemské dopravy. [3] [8]



Obr. 12 Rozmístění přístavního terminálu [8]

### 5.1.1 PLOCHA PRO PŘEKLÁDKU LODÍ

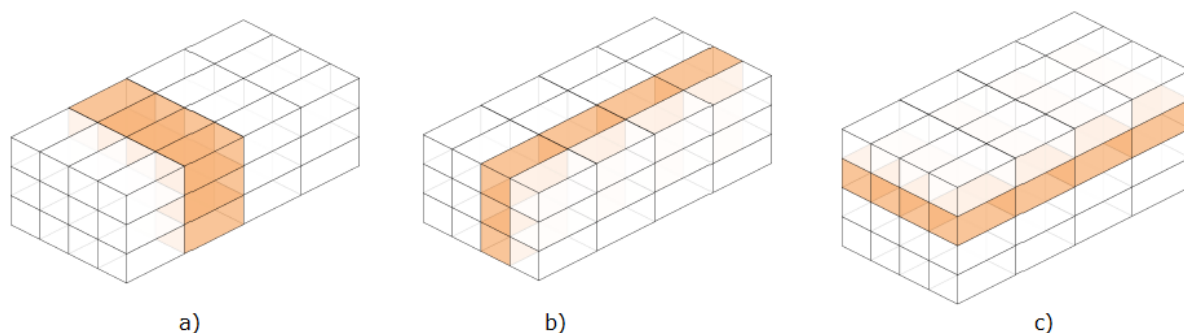
V prostoru pro odbavení probíhá nakládání a vykládání lodí za použití portálových jeřábů specializovaných k tomuto účelu. Kontejnerová plavidla jsou jediné lodě, na které lze nakládat a vykládat zboží zároveň. Nábřežní jeřáb vyloží kontejner na pevninu a při pohybu nazpět naloží jiný na loď. Tento manipulační proces vyžaduje dobré plánování techniky terminálu pro dodání kontejneru, stejně tak pro jeho uložení v terminálu a na loď. Přístavní jeřáby různých typů jsou nákladné a jejich výkon je zásadní pro dobrou organizaci jednotlivých operací v terminálu. Rozlišujeme tři základní typy: nábřežní portálový jeřáb (STS), mobilní přístavní jeřáb (MHC) a jeřáb s širokým rozpětím (WSC). [3] [6]

### 5.1.2 SKLADOVACÍ KOMPLEX

Pro manipulaci a stohování kontejnerů uvnitř skladovacího komplexu se používá různých typů portálových jeřábů. Tyto jeřáby jsou provedeny tak, aby bylo možné zvýšit hustotu skladiště a produktivitu. Nejčastěji se pracuje s následujícími třemi typy portálových



jeřábů: mobilní portálový jeřáb s pojezdem na pneumatikách (RTG), portálový jeřáb s kolejovým pojezdem (RMG) a automatický stohovací jeřáb (ASC). [6]Kontejnery jsou nejčastěji řazeny do bloků, jejichž struktura se liší dle používaného vybavení. Blok je definován počtem vrstev, řad a panelů. Některé bloky jsou rezervovány pro speciální kontejnery, které potřebují být připojeny ke zdroji elektrické energie, obsahují nebezpečné zboží nebo mají jiné rozměry a nemohou být proto uskladněny normálně. Obvykle bývají bloky rozděleny na oblasti pro import, export, speciální a prázdné kontejnery. [2]



Obr. 13 Jednotlivé části bloku. a) panel, b) řada, c) vrstva [15]

### 5.1.3 PLOCHA PRO POZEMNÍ OPERACE

V této části terminálu je zajištěno spojení s vnitrozemím prostřednictvím vlaků a externích tahačů. Tahače musí projet přes vstupní budovy, kde proběhne kontrola kontejnerů a zpracování přepravních dokumentů, než budou poslány do terminálu k odbavení. Pro překládku vlaků jsou do terminálu zavedeny koleje. Dále jsou zde vstupní brány, parkoviště, řídicí budovy, stanice pro plnění kontejnerů nákladem, skladiště prázdných kontejnerů, plochy pro údržbu a opravu kontejnerů atd. [6][3]

## 5.2 PROBLÉMY LOGISTIKY KONTEJNEROVÝCH TERMINÁLŮ

Kontejnerový terminál je komplexní systém s různými souvisejícími komponenty. Proto je zde mnoho obtížných rozhodnutí, které musí operátoři a plánovači dělat. Většinu existujících kontejnerových terminálů s tím dnes pomáhají počítače, protože jsou schopny pracovat s velkým množstvím dat a analyzovat je v krátkém čase. Jsou využívány pro plánování a kontrolování různých druhů manipulačních operací, pro asistování lidským expertům v provádění rozhodnutí v koncepci terminálů, v rozvíjení provozních plánů a podporování okamžitých rozhodnutí. [2]

Současným trendem v rozvoji uspořádání přístavních kontejnerových terminálů je používání automatizovaných manipulačních technologií, zejména v zemích s drahou pracovní silou. Toto vyžaduje mnohem více sofistikovanou řídicí strategii, aby bylo dosaženo požadované úrovně výkonnosti. Výsledkem je značný zájem kvantitativní metodiky o analýzu a podporu problémů, které nastanou v automatizovaných terminálech s řízením, rozložením a úkony. Logistika kontejnerových terminálů je proto výzvou pro mnoho výzkumných disciplín, například průmyslové inženýrství, automatizace, výzkum provozu a management. Proto díky nedávnému rozvoji informačních technologií, automatizovaného vybavení



pro manipulaci a transport, optimalizačních algoritmů a modelovacích nástrojů, může být značně zvýšena celková produktivita kontejnerových terminálů. [2]

### 5.3 GLOBÁLNÍ A REGIONÁLNÍ TERMINÁLY

Na hlavních lodních linkách provozují velmi velké kontejnerové lodě mezikontinentální služby. Kontejnerové terminály na těchto linkách mají roční kapacitu přes 500 000 TEU. Většina z těchto terminálů je vlastněna a provozována takzvanými globálními terminálovými operátory. Regionální a pobřežní služby mezi regionálními a menšími přístavy na okrajích sítě obstarávají menší lodě. Tyto terminály obvykle provozují soukromí operátoři, často s velkým zapojením veřejného sektoru. Námořní linky vyvíjí nátlak na větší i menší terminály pro zvýšení úrovně nabízených služeb při současném snížení manipulačních nákladů. Přitom velkou část z manipulačních nákladů tvoří mzdové výlohy. Velkým terminálům se tak automatizace manipulace s kontejnery prokázala jako spolehlivý a efektivní způsob pro snížení provozních nákladů. Naproti tomu flexibilní trasy regionálních služeb dělají rozvoj obchodu nejistým a investice do přístavního průmyslu jsou kapitálově náročné, protože se provádějí pro období od 15 do 25 let. Proto operátoři bývají konzervativní a skeptičtí proti automatizaci. [8]

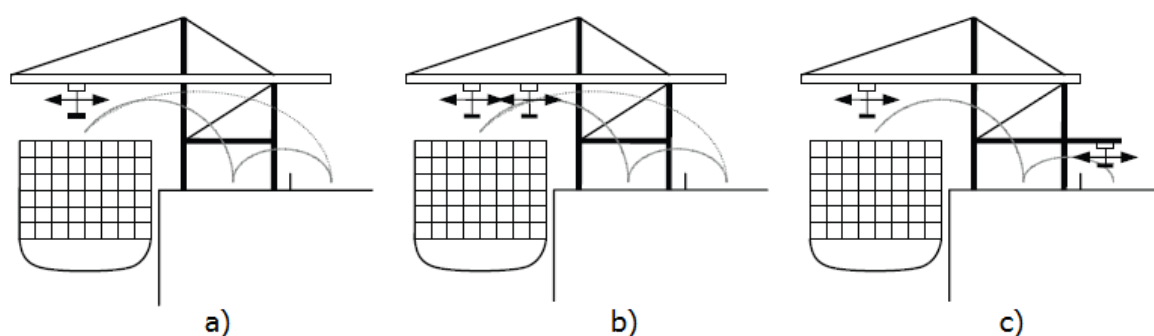




## 6 ZÁKLADNÍ TYPY PŘÍSTAVNÍCH JEŘÁBŮ PRO PŘEKLÁDKU LODÍ

### 6.1 NÁBŘEŽNÍ PORTÁLOVÝ JEŘÁB

STS je speciální verzi portálového jeřábu vyráběného v různých velikostech. Je tvořen tuhou strukturou pro manipulaci s kontejnery mezi lodí a pobřežím v přímém směru. Tyto jeřáby dále dělíme dle toho, zda jsou s jednou nebo dvěma kočkami. Systém kočky je lanový systém pohybující se po výložníku jeřábu a je opatřen hlavní kladkou a dvěma řetězovými kladkami (spreadery). Jeřáby s jednou kočkou přemísťují kontejnery z lodi rovnou na pobřeží na příslušenství pro horizontální transport a naopak. Tyto jeřáby vyžadují zkušenou obsluhu, která je podporována poloautomatickým systémem. V moderních překladištích vede neschopnost terminálového příslušenství držet krok s jeřáby k vytvoření zácpy a omezení produktivity. Jeřáby se dvěma kočkami jsou alternativou k jeřábům s jednou kočkou pro zvýšení produktivity. Jedním řešením je umístění dvou koček na společný výložník a jejich pohyb je automatický, přičemž operátor je zodpovědný pouze za uchopení a pokládání kontejnerů. Druhou možností je rozdělení překládky na dva krátké cykly, kde hlavní kočka pohybuje kontejnery z lodi do přístavu, zatímco druhá kočka kontejnery nakládá na vybavení pro horizontální transport. [6]



Obr. 14 Nábřežní portálový jeřáb a) s jednou kočkou, b) s dvojitou kočkou, c) s duální kočkou [8]

Maximální výkonnost přístavních jeřábů závisí na mnoha parametrech, jako jsou rychlost navíjení a spouštění a rychlost pojezdu kočky. Například rychlost pojezdu může být mezi 45 m/min (Panamax) a 240 m/min (Super-Post Panamax). Předpokládaná výkonnost je přibližně 50 až 60 kontejnerů za hodinu, ovšem často se dosahuje při provozu pouze 22 až 30 kontejnerů za hodinu. Nedávná studie uvádí, že produktivita jeřábů vzroste na 36 až 42 kontejnerů za hodinu se čtvrtou a pátou generací STS portálových jeřábů. [6]

Mezi výhody STS jeřábů patří jejich vysoká výkonnostní kapacita a možnost blízkého uspořádání více jeřábů. Nevýhody jsou vysoká počáteční investice a provozní náklady, omezená pohyblivost a obrovské zatížení pobřežní plochy. [6]





Tab. 3 Technické parametry nábrežních portálových jeřábů [8]

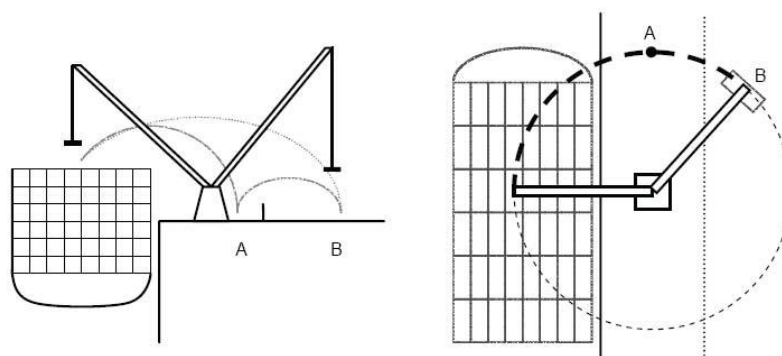
Rozpětí nad lodí [m]	40 – 65
Rozteč kolejí [m]	15 – 35
Rozpětí na pevninu [m]	25
Nosnost [tun]	40 – 100
Hmotnost jeřábu [tun]	800 – 1 600
Rychlost pojezdu kočky [m/min]	120 – 240
Rychlost zdvihu nákladu [m/min]	75 – 90
Rychlost zdvihu naprázdno [m/min]	150 – 180
Rychlost pojezdu jeřábu [m/min]	45 – 60
Produktivita [TEU/hodinu]	25 – 30
Kapacita překládky [TEU/rok]	70 000 – 120 000
Cena jeřábu [€]	4 500 000 – 7 000 000



Obr. 15 Nábrežní portálový jeřáb [8]

## 6.2 MOBILNÍ PŘÍSTAVNÍ JEŘÁB

MHC jsou opatřeny koly pro pojezd a mohou být vybaveny různými typy spreaderů. Tato flexibilita nabízí praktické řešení rozmanitým potřebám zákazníků v odlišných segmentech trhu, kdy umožňuje kromě manipulace s kontejnery také operace s veškerým nákladem. Ačkoliv produktivita MHC je menší než u STS, tak ojedinělé technické vlastnosti dělají z MHC levnou alternativu pro STS. Mezi tyto vlastnosti patří koncept optimalizovaného podvozku, kapacity zdvihu od 40 do 100 tun a otočný pohyb jeřábu. Předpokládaná výkonnost mobilního přístavního jeřábu je přibližně 15 kontejnerů za hodinu, avšak pro novější MHC bylo oznámeno zajištění operační rychlosti 25 až 28 kontejnerů za hodinu. [6]



Obr. 16 Operace mobilního přístavního jeřábu [6]

Klíčovou vlastností MHC je velký zadní dosah, který umožňuje umístit kontejner během vykládání z lodi přímo do oblasti skladování. Tímto také klesá počet příslušenství, které je potřeba pro horizontální transport kontejnerů v terminálu. Mezi další výhody patří jeho poměrně nízké pořizovací náklady a flexibilita. Nevýhody jsou pak nízká překladní kapacita, mnoho prostoru potřebného k činnosti a menší přesnost způsobená kýváním nákladu. [6]

Tab. 4 Technické parametry mobilních přístavních jeřábů [8]

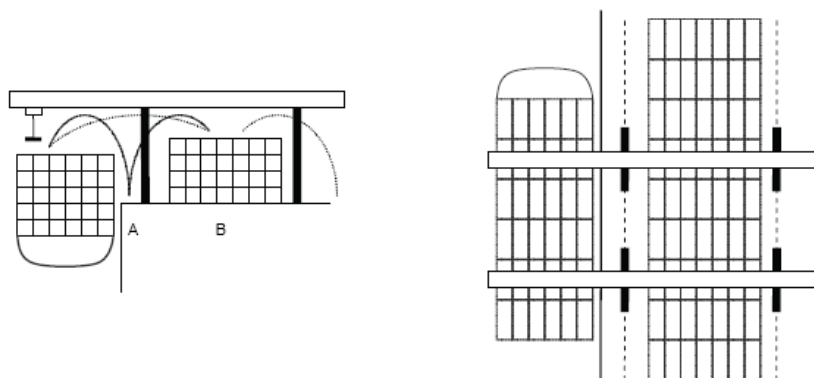
Maximální rozpětí [m]	48
Rychlost otáčení ramene [ot. /min]	0 – 1.6
Nosnost [tun]	40 – 100
Hmotnost jeřábu [tun]	200 – 350
Rychlost zdvihu nákladu [m/min]	50
Rychlost zdvihu naprázdno [m/min]	100
Rychlost pojezdu jeřábu [m/min]	0 – 90
Produktivita [pohyby/hodinu]	15
Kapacita překládky [TEU/rok]	50 000 – 75 000
Cena jeřábu [€]	2 600 000 – 3 500 000



Obr. 17 Mobilní přístavní jeřáb [6]

### 6.3 JEŘÁB S ŠIROKÝM ROZPĚTÍM

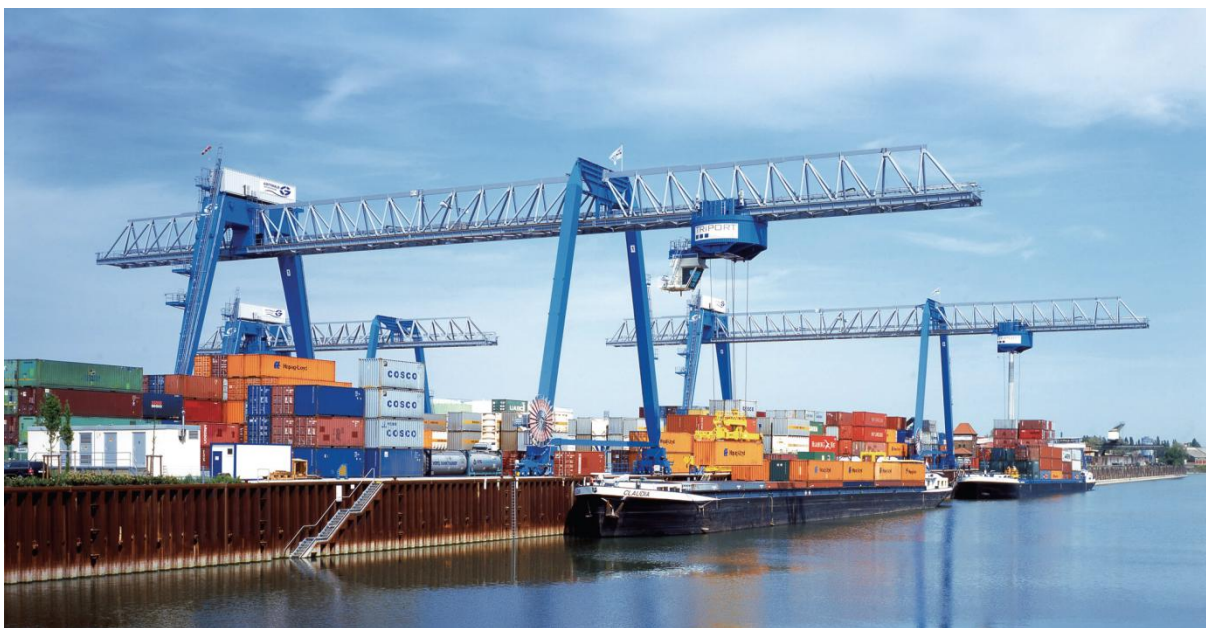
Při manipulaci s kontejnery ve středních a malých terminálech, kde je omezený prostor pro uskladnění kontejnerů, může jeřáb s širokým rozpětím navýšit kapacitu skladiště zvýšením hustoty stohování kontejnerů. WSC jsou značně širší než ostatní typy jeřábů a mají schopnost stohovat kontejnery pod rozpětím jeřábu. Proto není nutný další transport mezi pobřežím a skladištěm kontejnerů a je možné dosáhnout více kompaktní hustoty terminálu. Druhou výhodou je kratší pracovní cyklus díky eliminaci horizontální přepravy ze systému, což zvyšuje během odbavení lodi produktivitu jeřábů. Nevýhody toho typu jeřábu jsou jeho omezená flexibilita, nevhodnost pro budoucí rozšíření terminálu a vysoké zatížení pobřeží. [6]



Obr. 18 Operace jeřábu s širokým rozpětím [6]

*Tab. 5 Technické parametry jeřábů s širokým rozpětím [8]*

Rozpětí nad lodí [m]	40
Rozteč kolejí [m]	35 – 70
Rozpětí na pevninu [m]	25
Nosnost [tun]	40
Rychlost pojezdu kočky [m/min]	150 – 180
Rychlost zdvihu nákladu [m/min]	50 – 75
Rychlost zdvihu naprázdno [m/min]	100 – 150
Rychlost pojezdu jeřábu [m/min]	45 – 120
Produktivita [pohyby/hodinu]	20 – 25
Kapacita překládky [TEU/rok)	50 000 – 10 000
Cena jeřábu [€]	3 500 000 – 4 000 000

*Obr. 19 Jeřáb s širokým rozpětím [8]*



## 7 ZAŘÍZENÍ PRO HORIZONTÁLNÍ TRANSPORT

V terminálech s vysokou kapacitou je využíváno různých dopravních prostředků pro přemístění kontejnerů mezi pobřežím a prostorem pro skladování. Zvolení vhodné varianty záleží na velikosti a na hodnotě výkonnosti kontejnerového terminálu. Používané vybavení může být rozděleno do dvou typů jako pasivní a aktivní dopravní prostředky. [6]

### 7.1 PASIVNÍ DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY

Tento typ vozidel nemá schopnost zvedat samostatně kontejnery, a proto je nakládání/vykládání prováděno jiným příslušenstvím, například jeřáby nebo rozkročným portálovým vozíkem. Do této kategorie spadají dvě typická vozidla – tahač a automaticky řízené vozidlo. [6]

#### 7.1.1 TAHAČ S PŘÍVĚSEM

Na přívěsy mohou být na pobřeží jeřábem naloženy kontejnery, které jsou potom odvezeny tahačem do prostoru pro uskladnění. V praxi se v malých terminálech často setkáváme s tím, že jsou přívěsy použity pro uskladnění kontejnerů. Pro navýšení kapacity se využívá systému vícenásobných přívěsů, kdy jich může být až šest za sebou taženo jedním tahačem. Přívěsy jsou navrženy pouze pro použití v terminálech, což se projeví na levnější výrobě. Mezi přednosti tahačů patří nízké pořizovací náklady, vysoká kapacita výkonnosti a nízké provozní náklady, nevýhodou je nízká flexibilita při činnosti. [6][8]

*Tab. 6 Technické parametry portálových tahačů [8]*

Cestovní rychlost [m/s]	10
Hmotnost tahače [tun]	10
Hmotnost přívěsu [tun]	5
Počet jednotek vybavení na jeden jeřáb	5
Cena tahače [€]	105 000
Cena přívěsu [€]	25 000





Obr. 20 Terminálový tahač s vícenásobným přívěsem [6]

### 7.1.2 AUTOMATICKY ŘÍZENÁ VOZIDLA (AGV)

AGV od firmy Gottwald jsou transportní vozidla s užitečným zatížením 60 tun schopné operovat 24 hodin denně v přístavech a terminálech. Vozidlo bez řidiče následuje stanovenou dráhu sestávající z elektrických vodičů nebo transpondérů v chodníku terminálu. Může pojmout dva 20' nebo jeden 40', případně 45' kontejner. AGV se může pohybovat rychleji než tahače a jejich přesnost polohování je velmi dobrá, ale kvůli bezpečnosti je jejich cestovní rychlost snížena. AGV je mnohem těžší než traktor s návěsem a pohybuje se stále po stejné trajektorii, což má za následek rychlejší poškození povrchu a tvorbu kolejí. V současnosti vyrábí AGV několik dodavatelů a někteří z nich používají pro navádění GPS systémy, které jsou výhodnější než dražší elektrické vodiče pod povrchem. AGV má velmi dobré výsledky, ale požadavky vysokých pořizovacích investic a provozních nákladů omezují vhodnost jejich nasazení především tam, kde je drahá pracovní síla. Nevýhodou také je, že se jedná o komplikované a choulostivé zařízení. [6][8]



Obr. 21 AGV v přístavu Rotterdam [8]



## ZVEDACÍ AGV

Jde o vyvinutý model existující AGV technologie. Zvedací AGV umí ze stojanu zvednout kontejner a umístit jej automaticky do stojanů před stohovací jeřáby, případně do stojanů pod přístavní jeřáby. [6]



Obr. 22 Zvedací AVG [6]

## ELEKTRICKÉ AGV

Gottwald Port Technology si stanovil za cíl vývoj vozidla, které bude mít nulové emise, stejnou výkonnost a podobné nebo nižší provozní náklady proti vozidlu s dieselovým motorem. Pro tento účel si zvolil elektricky poháněné bateriemi napájené AGV, které vychází z osvědčených diesel-elektrických vozidel. Dobíjení baterií pro pohon může trvat několik hodin, což by mohlo mít negativní dopad na produktivitu celého systému. Proto jsou vozidla vybavena systémem pro výměnu baterií, který umožňuje jejich výměnu, proces nabíjení a samotnou přepravu kontejnerů plně automatizovat. Pro uskladnění energie jsou použity olověné baterie, které jsou ve srovnání s jinými novějšími typy baterií podstatně levnější a plně recyklovatelné. Baterie váží přibližně 10 tun a jsou umístěny ve středu vozidla pro lepší rozložení hmotnosti. Jejich kapacita je monitorována a při poklesu na stanovenou hodnotu je AGV posláno do stanice na výměnu baterií, kde během 5 minut proběhne výměna za plně nabitě články. Tento systém nabízí proti konvenčním dieselovým AGV snížení emisí CO<sub>2</sub> přibližně o 30%. [8]

Tab. 7 Parametry zařízení AGV [8]

Maximální nosnost [tun]	60
Hmotnost [tun]	25
Cestovní rychlost [m/s]	6
Počet jednotek vybavení na jeden jeřáb	5
Cena [€]	400 000



## 7.2 AKTIVNÍ DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY

Mezi aktivní dopravní prostředky patří příslušenství, které umí samostatně zvedat kontejnery. Do této kategorie spadají čelní vidlicové vozíky (Forklift), čelní výložníkové vozíky (Reach stacker) a rozkročné portálové vozíky (Straddle carrier). Výhodou tohoto vybavení je především zrušení vazby mezi cykly stohovacích a pobřežních jeřábů. Redukuje se zde trvání cyklu eliminací čekacího času předávky mezi pobřežním a stohovacím příslušenstvím. [6]

### 7.2.1 ČELNÍ VIDLICOVÉ A VÝLOŽNÍKOVÉ VOZÍKY

Díky vysoké flexibilitě je čelní vidlicový vozík vhodný pro použití při libovolné manipulaci s kontejnery v překladišti. Navíc, díky nízké ceně, se jedná ekonomické řešení pro malé a univerzální terminály. Ve velkých přístavech se vidlicové vozíky užívají pro manipulaci s prázdnými kontejnery. Moderní vidlicové vozíky jsou vybaveny speciálními spreadery, díky kterým lze uskladnit a zpět vyzvednout kontejnery umístěné ve výšce osmi na sobě položených kontejnerů. [6]



Obr. 23 Čelní vidlicový vozík [6]

Výložníkové vozíky jsou podobné vidlicovým, ale liší se v metodě operace. Výložníkový vozík pohybuje s kontejnery výhradně prostřednictvím spreaderu. Moderní výložníkový vozík dosahuje vysoké hustoty uskladnění, lze s ním stohovat ve třech řadách až osm kontejnerů do výšky. Tyto vozíky mohou být snadno přemístěny mezi terminály a lze je využít pro práci s mnoha typy nákladu, což znamená, že jsou vhodné pro malé, střední a víceúčelové terminály. Slabé stránky obou výše zmíněných vozíků jsou malá výkonnostní kapacita a potřeba velkého pracovního prostoru. [6]





Obr. 24 Výložníkový vozík [6]

### 7.2.2 ROZKROČNÉ PORTÁLOVÉ VOZÍKY (STRADDLE CARRIER)

Rozkročné portálové vozíky jsou jedním z nejoblíbenějších exemplářů vybavení terminálu. Tyto vozíky umí provést různé druhy manipulačních operací, například nakládání, vyložení, stohování a transport kontejnerů terminálem. Jsou oblíbené především pro svou flexibilitu a efektivní využití prostoru. Umožňují pohyb kontejnerů z pobřeží přímo do prostoru pro skladování (a nazpět) a pokrývají všechny druhy horizontální a vertikální manipulace. Portálovým vozíkem lze zvednout kontejner nad dva až tři další kontejnery, které jsou stohovány v řadách s mezerami pro kola vozíku. Vysoká výkonnostní kapacita, flexibilita a pokrytí celého terminálu jsou kladné stránky. Velké pořizovací náklady, nákladný provoz, potřeba vysoce kvalifikovaných pracovníků a skutečnost, že se jedná o komplikované zařízení, jsou nevýhody portálových vozíků. [6]

Tab. 8 Parametry rozkročných portálových vozíků [8]

Nosnost [t]	40 – 50
Cestovní rychlost [m/s]	5
Výška zdvihu [počet kontejnerů]	4 – 5
Hmotnost [t]	60
Počet jednotek vybavení na jeden jeřáb	5,5
Cena [€]	800 000



### AUTOMATIZOVANÝ ROZKROČNÝ PORTÁLOVÝ VOZÍK

Na počátku roku 2006 byly automatizované rozkročné portálové vozíky (AutoStrad) poprvé nasazeny do provozu v terminálu. V každém jeřábu jsou umístěny diferenciální GPS systémy a radar, čímž je zajištěna bezpečná a přesná navigace pro pohyb terminálem bez potřeby transpondérů pod povrchem. Proto lze AutoStrad provozovat v terminálu na libovolném místě, kde je povrch vhodný pro rozkročné portálové vozíky. Podobně jako u ostatních automatizovaných zařízení je produktivita AutoStrad nižší v porovnání s lidsky řízeným. Je to způsobeno občasnou ignorací bezpečnostních předpisů lidskou obsluhou jeřábů. [8]



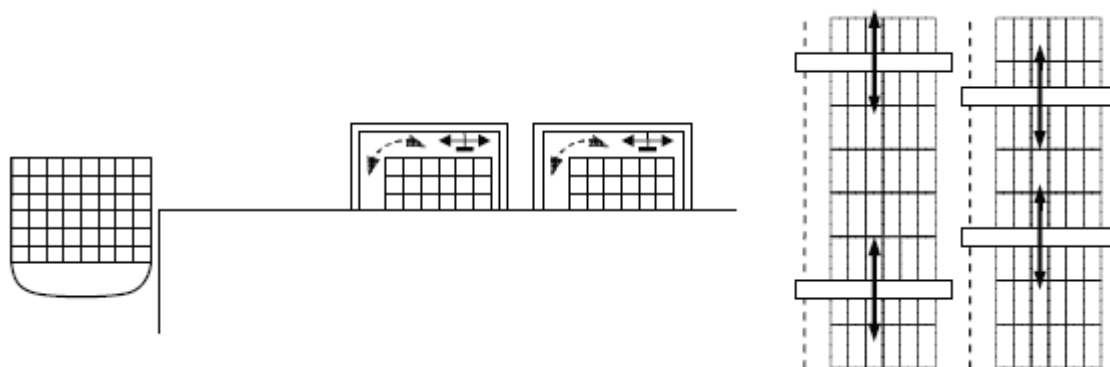
Obr. 25 Rozkročný portálový vozík [8]



## 8 ZAŘÍZENÍ PRO STOHOVÁNÍ KONTEJNERŮ

### 8.1 PORTÁLOVÝ JEŘÁB S POJEZDEM NA PNEUMATIKÁCH (RTG)

RTG jsou velmi oblíbené ve středních a velkých terminálech především díky své flexibilitě. Lze s nimi dosáhnout vysoké hustoty skladovaných kontejnerů a snadno je přemísťovat tam, kde je zrovna nejvíce potřeba. Pneumatiky umožňují manipulovat s kontejnery nejen po skladovacím komplexu, ale také po zbytku zázemí terminálu. Avšak kvůli relativně vysokému zatížení kol je potřeba dobré podloží. Pomocí RTG lze skladovat kontejnery do bloků o šířce 8 řad kontejnerů a do výšky 4 až 8 kontejnerů nad sebe. Za účelem snížení dráhy pohybu v terminálech využívajících RTG je společné rozložení bloků souběžně s pobřežím. Při tomto uspořádání však nejsou zřetelně odděleny operace pro pozemní a lodní překládku, proto je daná struktura méně vhodná pro automatizaci. RTG jeřáby se vyznačují vysokou flexibilitou, produktivitou a nízkými nároky na pracovní prostor. Jejich nevýhodou je potřeba dvou procesů překládky než dojde k vyložení a uskladnění kontejneru a také je nutná častější údržba. Dálkově ovládané RTG používá především Japonsko a Jižní Korea. [6][8]



Obr. 26 Provoz RTG jeřábu [6]

Tab. 9 Parametry portálového jeřábu s pojezdem na pneumatikách [8]

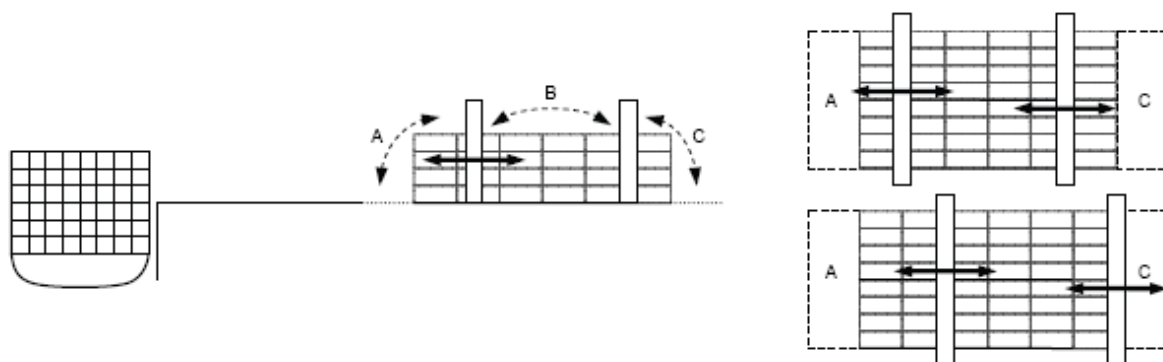
Rozpětí [m]	20 – 30
Výška zdvihu [počet kontejnerů]	7
Maximální výška zdvihu [m]	21
Produktivita [TEU/hodinu]	20
Rychlost pojezdu kočky [m/min]	70
Rychlost zdvihu nákladu [m/min]	26
Rychlost zdvihu naprázdno [m/min]	52
Rychlost pojezdu portálu [m/min]	135
Cena [€]	1 200 000



Obr. 27 RTG jeřáb firmy Kalmar [6]

## 8.2 PORTÁLOVÝ JEŘÁB S KOLEJOVÝM POJEZDEM (RMG)

Koncept RMG je velmi oblíbený v největších přístavech díky své rychlosti a schopnosti skladovat do více řad na rozdíl od RTG jeřáb. Skladovat lze do bloků 12 kontejnerů širokých a do výšky 4 až 6 kontejnerů, což umožňuje tomuto jeřábu využít plochu pod sebou více efektivně. Bloky s kontejnery jsou uspořádány v řadách kolmých na nábřeží a zřetelně tak oddělují operace pro lodní a pozemní překládku. Protože rozložení zatížení je na kolejích lepší než u pneumatik, jsou RMG vhodné tam, kde není ideální stav podloží. Výhodami jsou vysoká produktivita a vhodnost k automatizaci. Mnoho terminálů se rozhodlo pro RMG s plánem automatizovaného provozu v budoucnu. Automatizovaný RMG potom bývá označován jako ASC (Automated Stacking Crane). Všechny 3 automatizované evropské terminály jej používají spolu s AGV. Nevýhodami jsou omezená flexibilita, náročnější údržba a nutnost vybavit terminál kolejemi. [6][8]



Obr. 28 Provoz jeřábu RMG [6]

Tab. 10 Parametry RMG jeřábů [8]

Rozpětí [m]	20 – 50
Výška zdvihu [počet kontejnerů]	7
Maximální výška zdvihu [m]	19
Produktivita [TEU/hodinu]	20-25
Rychlost pojezdu kočky [m/min]	150
Rychlost zdvihu nákladu [m/min]	30
Rychlost zdvihu naprázdno [m/min]	60
Rychlost pojezdu portálu [m/min]	240
Cena [€]	2 500 000



Obr. 29 Automatizovaný jeřáb RMG [8]





## 9 SPREADERY

Nejvíce používaná součást na terminálových jeřábech je spreader. Jelikož je jedinou komponentou, která se fyzicky spojí s kontejnerem, má největší citlivost na poškození z nárazu při nakládání, na špatný odhad operátora a hrubé zacházení.

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. Pro zvýšení efektivity samotné nakládky a vykládky kontejnerů z velkých kontejnerových lodí se začaly používat speciální spreadery, které umožňují uchopit najednou více kontejnerů. [7]

### 9.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SPREADERŮ BROMMA

#### 9.1.1 SINGLE LIFT

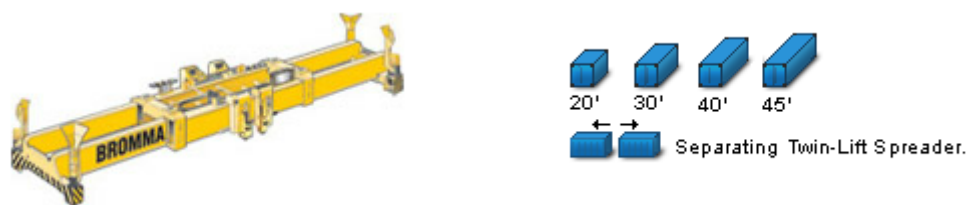
Jde o základní druh spreaderu, který lze použít pro zdvih jednoho kontejneru. Teleskopická konstrukce umožňuje délku rámu přizpůsobit vybraným normalizovaným kontejnerům. Po dosednutí spreaderu na střešou kontejneru je automaticky připevněn za pomoci rohových prvků Twist-lock. Pohyby spreadru jsou kontrolovány z kabiny obsluhy jeřábu, včetně indikace dosednutí a polohy Twist-lock prvků. Řízení vlastních pohybů může být hydraulické nebo elektrické. Elektricky ovládaný spreader se vyznačuje nižší spotřebou energie a bezhlučným provozem díky absenci hydraulického čerpadla. [17]



Obr. 30 Single lift spreader a velikosti zvedaných kontejnerů [17]

#### 9.1.2 TWIN LIFT

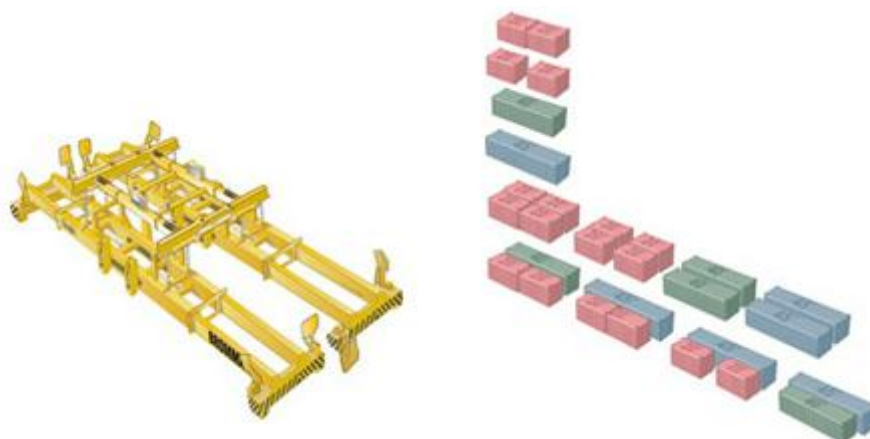
Vychází z koncepce Single Lift spreaderu a liší se tím, že je vybaven uprostřed rámu dalšími dvěma páry Twist-lock prvků, které umožňují zvednutí dvou krátkých kontejnerů. V nejnovější modifikaci umožňuje zdvih dvou 20' kontejnerů a plynulou změnu jejich rozestupu na vzdálenost až 160 cm pod plným zatížením. Vyrábí se v hydraulickém i plně elektrickém provedení. [17]



Obr. 31 Spreader Twin lift a varianty zvedaných kontejnerů [17]

### 9.1.3 TANDEM

V nejjednodušším provedení s pevným rozpětím jsou určeny pro zdvih jednoho nebo dvou 40' kontejnerů. Ostatní provedení tvoří dvojice Single Lift nebo Twin Lift spreaderů a lze je použít pro mnoho kombinací kontejnerů. [17]



Obr. 32 Tandemový spreader a kombinace zvedaných kontejnerů [17]



## 10 AUTOMATIZACE V TERMINÁLECH

V roce 1988 v ECT (European Container Terminal) byl přístav Rotterdam prvním, který se rozhodl udělat krok k automatizaci vlastních manipulačních operací. Stejně jako pro mnoho konkurentů, obchod vrůstal stabilně a služby a efektivita byly stále zlepšovány přes mechanizaci a automatizaci. I přes to však zůstaly příjmy skromné a mzdové náklady se z 60% podílely na nákladech pro manipulaci s kontejnery. Automatizace manipulačních operací se zdála být jediným řešením jak snížit náklady a zvýšit příjmy. Proto byl terminál Delta/Sealand navržen a konstruován pro plně automatické řízení již od svého uvedení do provozu v roce 1993. Celý systém a každý kus manipulačního zařízení musel být vyvinut od začátku, což obnášelo vývoj všeho, od operačního systému terminálu, až po bezpilotní vybavení pro manipulaci s kontejnery v překladišti. Tento odvážný průkopnický projekt byl pozorně sledován konkurencí. [8]

Dnes můžeme v terminálovém provozu identifikovat tři úrovně automatizace, které mohou být aplikovány. První úroveň je výměna informací. Na této úrovni automatizace znamená elektronickou správu a výměnu informací mezi odesílatelem, doručovatelem, dopravcem a obsluhou terminálu. Na druhé úrovni jsou kontrolovány a plánovány procesy v terminálu. Při tomto stupni jsou veškeré informace zpracovány a použity pro správu a plánování operací. Automatizace na této úrovni znamená použití informačních systémů pro rozhodování o plánování a řízení operací v terminálu. Vlastní manipulace s kontejnery je konečný stupeň automatizace. U této úrovně je provoz vybavení terminálu částečně nebo plně robotizován. [8]

### 10.1 AUTOMATIZACE PŘÍSLUŠENSTVÍ

Automatizovaná manipulace s kontejnery je posledním krokem při automatizaci procesů v terminálu. Přestože se dá využít mnoho elektronických systémů, které obsluhu vybavení velmi usnadní práci, tak pouze když je řidič odebrán a příslušenství pracuje samostatně, lze mluvit o plně automatizovaném vybavení. Zařízení pracuje dle instrukcí z operačního systému terminálu a díky transpondérům vložených pod povrch a polohovacím systémům. Pro bezpečný pohyb terminálem se dále využívá radarů a senzorů objektů. Automatizované jeřáby a obkročné portálové vozíky se spoléhají na optické rozpoznání objektů a systémů na polohu zatížení, pro přesné zvedání a spouštění kontejnerů. [8]

Kromě plně automatizovaných operací existují ještě různá částečně automatizovaná zařízení. Například dálkově ovládané portálové jeřáby s kolejnicovým pojezdem nebo pneumatikami, používané především v Asii. Tyto systémy umožňují jednomu člověku řídit více jeřábů při zachování kontroly nad bezpečností a komplikovanými částmi manipulačního cyklu, například připojení spreaderu ke kontejneru a určení polohy. [8]

### 10.2 OMEZENÍ PROVOZU AUTOMATIZOVANÉHO VYBAVENÍ

Většina automatizovaného vybavení je velmi podobná zařízením řízených člověkem a vykonávají stejnou operaci. Ovšem existuje pár specifických komplikací souvisejících s provozem automatizovaného vybavení. Bezpečnostní nařízení komplikují některé části procesu překládky, jenže neschopnost improvizace a míra bezpečnosti v operačním systému





může rozšířit vliv malých nesrovnalostí. Pro zajištění hladkého provozu se proto musí brát v úvahu každá možná situace a její vliv na operace. [8]

Největším omezením automatizovaného provozu je striktní oddělení plně automatizovaného vybavení od zbytku provozu v terminálu, které bylo vynuceno bezpečnostními a zdravotními předpisy. Žádná osoba nebo zařízení s lidskou posádkou nemůže pracovat ve stejné oblasti jako automatizované zařízení. Proto obvykle automatizované vybavení pracuje na oploceném území se zákazem vstupu. V místech, kde probíhá překládka mezi různými druhy vybavení, jsou terminálové procesy komplikovány. S dalším vývojem bezpečnostních systémů může nastat diskuze o nutnosti tohoto opatření, ovšem v blízké budoucnosti se žádný průlom neočekává. [8]



## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracovat rešeršním způsobem přehled příslušenství jeřábů používaných ve velkých evropských námořních přístavech pro nakládku lodí. Tato technika je dodávána na trh od mnoha výrobců a jejich jednotlivé parametry a technické prvky se mohou výrazně lišit. Rozdělení je uvedeno dle funkce vybavení v typických přístavních terminálech, které jsou částečně automatizovány. Plná automatizace vybavení je nutností pro velké terminály pro zachování konkurenceschopnosti. S neustále rostoucím světovým trhem kontejnerové přepravy lze očekávat další vývoj jeřábů a jejich příslušenství za účelem zvýšení efektivity přístavů, aby byly přizpůsobeny pro budoucí generace kontejnerových lodí.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] BÖSE, Jürgen W. Handbook of terminal planning. New York: Springer, c2011, 433 p. Operations research/computer science interfaces series, ORCS 49. ISBN 14-419-8408-9.
- [2] EDS, Hans-Otto Günther ... Container terminals and automated transport systems: logistics control issues and quantitative decision support. 11, 1. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2005. ISBN 35-402-2328-2.
- [3] MEISEL, Frank. Seaside operations planning in container terminals. New York: Physica-Verlag, c2009, xix, 168 p. ISBN 9783790821918-.
- [4] TALLEY, Wayne Kenneth. Port economics. New York: Routledge, 2009, xx, 208 p. ISBN 02-038-8006-4.
- [5] Seaport Competition and Hinterland Connections. In: The relationship between seaports and the intermodal hinterland in light of global supply chains - European challenges [online]. 2008 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/discussionpapers/DP200810.pdf>
- [6] SHARIF MOHSENI, Nima. Developing a Tool for Designing a Container Terminal Yard [online]. University of Technology, 2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3A020efc36-c130-4429-a1b6-7028235400ab/>. Master thesis. University of Technology.
- [7] ŠIROKÝ, Jaromír. Portálové jeřáby s tandemovými spreadery a jejich provozně-ekonomická výhodnost. In: Perner's Contacts [online]. 2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/21\\_2011/Siroky.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/21_2011/Siroky.pdf)
- [8] W.C.A., RADEMAKER. Container Terminal Automation: feasibility of terminal automation for mid-sized terminals [online]. University of Technology, 2007 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3Aa8cc2962-c6c1-4695-bc24-2f2a7f27a2dd/>. Master thesis. University of Technology.
- [9] Description of freight container. Container Transportation [online]. 1995 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.container-transportation.com/freight-container.html>
- [10] Diana Containerships Inc. Edgar online - sec filings [online]. 2011 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: [http://google.brand.edgar-online.com/EFX\\_dll/EDGARpro.dll?FetchFilingHTML1?ID=7917123&SessionID=eiFsFCg1k6v7-s7](http://google.brand.edgar-online.com/EFX_dll/EDGARpro.dll?FetchFilingHTML1?ID=7917123&SessionID=eiFsFCg1k6v7-s7)
- [11] Importers and Exporters Can See Doubled Freight Rates by 2015 Worldwide. More Than Shipping [online]. 2012 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://morethanshipping.com/importers-exporters-see-doubled-freight-rates-by-2015/>



- [12] International Freight chart- Air,Sea,& Road & Rail. Standard Goods, Hazardous Goods, Valuable Goods, Perishable Goods, OOG Goods, Containers, ULD's, Cargo Aircraft, Air Cargo Terminal, Container Terminal & more. [online]. 2012 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.freightcharts.net/>
- [13] Port Terminals. The Geography of Transport System [online]. 2010 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/ch4c3en.html>
- [14] Sheet on maritime transport global trends. ABC Home [online]. 2008 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: [http://dev.ulb.ac.be/ceese/ABC\\_Impacts/glossary/sheet\\_maritime\\_trends.php](http://dev.ulb.ac.be/ceese/ABC_Impacts/glossary/sheet_maritime_trends.php)
- [15] Shipping Containers 24 - Intermodal Sea & Cargo Containers 2012 [online]. [2012] [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.shippingcontainers24.com/#axzz1vQOmK2Jq>
- [16] Wikipedia contributors: Containerization. In: Containerization [online]. Wikipedia: The Free Encyclopedia, 2001 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Containerization>
- [17] World leader in spreaders | Bromma Conquip [online]. 2012 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.bromma.com/>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AGV	Automatic Guided Vehicle (automaticky řízené vozidlo)
ASC	Automatic Stacking Crane (automatický stohovací portálový jeřáb)
ECT	European Container Terminal
FEU	Fourty Feet equivalent Unit (40 stop dlouhý kontejner)
GPS	Global Positioning Systém (globální družicový polohovací systém)
ISO	International Organization for Standardization (mezinárodní organizace pro normalizaci)
MHC	Mobile Harbour Crane (mobilní přístavní jeřáb)
RMG	Rail Mounted Gantry crane (portálový jeřáb s kolejovým pojezdem)
RS	Reach Stacker (čelní výložníkový vozík)
RTG	Ruber tyred gantry crane (mobilní portálový jeřáb s pojezdem na pneumatikách)
SC	Straddle Carrier (rozkročný portálový vozík)
STS	Ship-to-shore crane (nábřežní portálový jeřáb)
TEU	Twenty Feet equivalent Unit (20 stop dlouhý kontejner)
TT	Terminal Tractor (tahač přívěsů na kontejnery)
ULCS	Ultra Large Container Ship (velmi velká kontejnerová loď)
WSC	Wide Span Crane (jeřáb s širokým rozpětím)