



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 JEŘÁBŮ

PORT FACILITIES - CONTAINER CRANES OVERVIEW

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN MOŽNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. PŘEMYSL POKORNÝ, PH.D.

BRNO 2011

# ZADÁNÍ BAKALÁRSKÉ PRÁCE 1.strana

## ZADÁNÍ BAKALÁRSKÉ PRÁCE 2.strana



## **ABSTRAKT**

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

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

jeřáb, manipulátor, portálový, přístavní, nábřežní

## **ABSTRACT**

This work developed in terms of baccaluate 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, handler, gantry, harbour, quay



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

MOŽNÝ, Jan. *Přístavní kontejnerová překladiště – přehled jeřábů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 57 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 26. května 2011

.....

Jan Možný



## **PODĚKOVÁNÍ**

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



## OBSAH

Úvod .....	10
1 Vývoj kontejnerové přepravy .....	11
2 Kontejnerové lodě.....	13
3 Přístavy .....	15
4 Kontejnerové terminály .....	17
4.1 Funkce.....	17
4.2 Rozdělení plochy .....	18
4.3 Řízení .....	18
4.4 Vybavení.....	18
4.5 Srovnávání kontejnerových terminálů (CTQI) .....	19
4.6 Způsoby překládky lodí a interakce přístavní techniky .....	20
4.6.1 Jednostranná .....	20
4.6.2 Oboustranná v bazénu .....	20
4.6.3 Pomocí jeřábové lodi .....	21
4.6.4 Koncept budoucího kontejnerového terminálu .....	22
4.6.5 Přehled terminálů v přístavu Rotterdam.....	22
5 Jeřáby pro překládku kontejnerových lodí .....	26
5.1 Vývoj .....	26
5.2 Základní popis jeřábu.....	27
5.3 Základní druhy konstrukce jeřábů .....	28
5.3.1 Jeřáb profilu „A“ se sklápěcím výložníkem .....	28
5.3.2 Jeřáb profilu „A“ s kloubovým skládacím výložníkem.....	29
5.3.3 Jeřáb profilu „A“ s výškově stavitelným výložníkem .....	29
5.3.4 Nízkoprofilový jeřáb.....	30
5.4 Výložníky.....	31
5.4.1 Základní typy výložníků .....	31
5.5 jeřábové kočky .....	31
5.5.1 Kočka tažená lany.....	31
5.5.2 Kočka s vlastním pohonem .....	31
5.5.3 Srovnání.....	32
5.6 Výkon a způsoby jeho zvýšení .....	32
5.6.1 Minimální možná trajektorie materiálu .....	34
5.6.2 Jeřáb s jednou kočkou a zdvihem .....	34
5.6.3 Dvojitý zdvih s jednou kočkou a pevnou překladní plošinou .....	35
5.6.4 Dvojzdvih s jednou kočkou a polohovatelnou plošinou: .....	35





5.6.5	Dvě kočky s polohovatelnou překladní plošinou: .....	35
5.6.6	Paceco Překládací plošina: .....	36
5.6.7	Srovnání produktivity: .....	37
5.7	Koncepty budoucích jeřábů .....	37
5.7.1	Lineární trajektorie nákladu.....	37
5.7.2	Paceco Supertainer: .....	38
5.7.3	CreaTech Technotainer: .....	39
5.7.4	Delft University Carrier Crane: .....	41
5.7.5	Liftech SuperCrane.....	42
6	Rozpěrné rámy (Spreadery).....	44
6.1	Ovládání.....	44
6.1.1	Manuální.....	44
6.1.2	Poloautomatické .....	44
6.1.3	Automatické .....	44
6.2	Základní druhy.....	44
6.2.1	Single-Lift.....	44
6.2.2	Twin-Lift .....	45
6.2.3	Tandem.....	45
	Závěr.....	46
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	50
	Seznam příloh.....	52



## ÚVOD

Cílem mé bakalářské práce je zpracovat rešeršním způsobem přehled jeřábů používaných ve velkých evropských námořních přístavech pro nakládku lodí a udělat stručný přehled používané jeřábové techniky.

Z počátku budu mluvit o vývoji samotné kontejnerové přepravy a shrnu generace kontejnerových lodí, které mají nemalý vliv na jeřáby sloužící k jejich překládce. Rozebereme si největší kontejnerové přístavy v Evropě a vysvětlíme si funkci a strukturu kontejnerových terminálů. Uděláme si krátký přehled terminálů v přístavu Rotterdam a popíšeme si spolupráci přístavní techniky pro překládku kontejnerových lodí a její rozdělení. Dále se zaměříme na samotné portálové kontejnerové jeřáby. Stručně shrneme jejich vývoj, základní konstrukční typy a popíšeme si obecně některé jejich části. Poté si rozebereme výkon jednotlivých typů jeřábů a způsoby zvýšení jejich produktivity. V neposlední řadě si představíme několik konceptů budoucích jeřábů pro překládku kontejnerových lodí a na závěr shrneme jednotlivé typy rozpěrných rámců (spreaderů).



## 1 VÝVOJ KONTEJNEROVÉ PŘEPRAVY

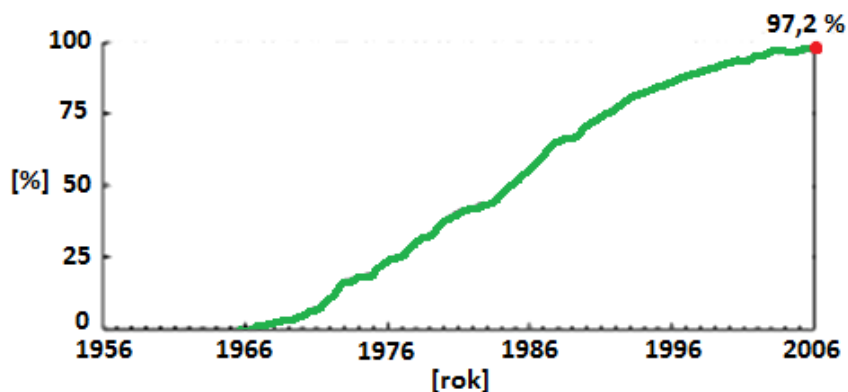
V roce 1956 nákladní dopravce Malcolm McLean přepravil 58 speciálně navržených kontejnerů na lodi Ideal-X. Tato událost se považuje za počátek průmyslové kontejnerové přepravy. Zatímco dříve již byly pokusy o kontejnerizaci jak ve vojenské či civilní sféře, McLeanův úspěch je první realizací zahrnující celý systém vedoucí k rychlé přepravě a snadné manipulaci s materiálem. [1]



Obr. 1 Zjednodušený model kontejnerové přepravy:

- 1) plný kontejner je dopraven do přístavu;
- 2) naložen na loď;
- 3) přepraven do cílového přístavu;
- 4) kontejnery jsou přeloženy na vlak, automobil nebo uskladněny pro pozdější expedici;
- 5) v cílové destinaci jsou vyloženy a připraveny k dalšímu použití [2]

Rapidní snížení času potřebného k manipulaci s kontejnery a snížení počtu dělníků, dokázalo, že tento koncept je daleko výhodnější, než doposud běžná manipulace s materiálem. Zanedlouho byly zavedeny pravidelné lodní linky určené k zásobování. Jako první, byly linky, které spojovaly přístavy na východním pobřeží Spojených Států Amerických s přístavy v karibské oblasti a Střední Americe. Později se přidaly linky spojující přístavy po celém světě. Například do přístavu Hamburg dorazila první kontejnerová loď v roce 1967. Kvůli řízení vývoje rozdílných kontejnerových systémů bylo v roce 1964 normalizováno několik základních velikostí, což sjednotilo používané příslušenství a hlavně velikost nákladních prostor lodí. Základní kontejnerovou jednotkou je dnes 20' dlouhý, 8' široký a 8'6'' vysoký také známý jako TEU (Twenty-foot equivalent unit). Velikost převládajících kontejnerů v námořní, cestovní a železniční dopravě je 40' dlouhá a představují dva TEU za sebou. Tyto kontejnery jsou nazývány FEU (Fourty-foot equivalent unit). [1]



Obr. 2 Průběh kontejnerizace v přístavu Hamburg [1]

Pro náklad, který přesahuje normalizované rozměry jsou určeny speciální kontejnery, které mohou mít jiné rozměry. Kontejnery používané v námořní, silniční a železniční dopravě mohou být použity i v letecké dopravě, ale není tomu tak, protože pro leteckou dopravu je vyvinut specializovaný kontejnerový systém známý jako ULD (Unit Load Devices) přizpůsobený potřebám leteckého průmyslu. [1]

Tab. 1 Normalizované rozměry kontejnerů [3]

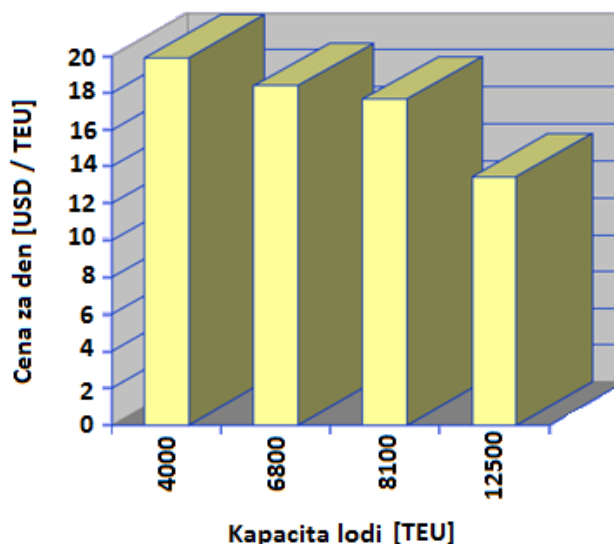
Základní rozměry kontejnerů dle ISO 668 z roku 1979		
Rozměry	[stopa / palec]	[m]
délka	10 / 00	3,05
	20 / 00	6,1
	30 / 00	9,14
	40 / 00	12,19
Výška	08 / 00	2,44
	08 / 06	2,59
šířka	08 / 00	2,44

Limit maximální hrubé hmotnosti (naložený kontejner) kontejneru je 23 t/TEU a 28 t/FEU. Skutečné průměrné hodnoty dle údajů z přístavu Rotterdam tuto hranici většinou zdaleka nedosahují. Průměrná hrubá hmotnost kontejneru je asi 16 t/TEU. [3]



## 2 KONTEJNEROVÉ LODĚ

V průběhu několika dekád se stává kontejnerová doprava dominantní. Tato změna byla doprovázena růstem počtu kontejnerových lodí a stejně tak i jejich velikosti. Všeobecně lze říct, že lodě o větší kapacitě TEU snižují náklady na přepravu jednoho kontejneru. [1]











Graf 1 Náklady na přepravu TEU v roce 2007 vzhledem k velikosti lodi [4]

Díky velkému nárůstu mezinárodního obchodu tento růst stále pokračuje. Například v roce 2000 bylo asi 2 500 lodí o hmotnosti minimálně 300 tun, kdežto v roce 2008 jich už bylo přes 4 200. Za tu dobu celková přepravní kapacita vzrostla ze 4,4 milionů TEU na asi 11 milionů TEU. Trend zvětšování kapacity lodí přetrvává, nicméně použití těchto takzvaných ULCS (Ultra-Large Container Ship) je omezen z několika důvodů. První je jejich vlastní rychlost, což vyžaduje vážné konstrukční změny jako je například přidání druhého motoru a to má za následek velký skok pořizovací ceny. Snížení cestovní rychlosti lodí je nepřijatelné, výhoda velké kapacity se zruší, protože loď uskuteční menší počet plaveb za rok. Druhý důvod je, že čím větší loď je, tím méně přístavů a kanálů má dostatečnou hloubku případně šířku pro její odbavení. Takové omezení již existuje pro lodě s rozměry přesahující šířku 32,2 metrů a délku 289,56 metrů. Nemohou proplout Panamským průplavem a proto byly pojmenovány jako lodě třídy Post-Panamax. Třetí důvod je počet cest, kde mohou být ULCS použity se ziskem. Jde hlavně o plavby s poptávkou po velkých transportních kapacitách a vzdálenostech. Ve vývoji již jsou lodě větší než uvedené v tabulce [1]



Tab. 2 Generace vývoje kontejnerových lodí [5]

		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 36-40 ft	3,000
	 Panamax Class	290 m		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

Technické parametry jeřábů vzhledem k velikosti lodí – viz. P1.



### 3 PŘÍSTAVY

Přístav je uzel dopravního řetězce, kde se střetávají všechny druhy doprav zúčastněných na přepravě surovin, osob, výrobků atd. z místa A do místa B. Může mít jednu, nebo více poloh (terminálů), s přilehlým územím a vodní plochou, v kterém probíhá překládka. Pro obsluhu lodí, vlaků a nákladních automobilů disponuje parkem překládních strojů, zařízení, dopravními a technickými plavidly, komplexní inženýrskou sítí, příjezdovými a interními železničními kolejemi, silničními komunikacemi, otevřenými a krytými skládkami a obslužnými či pomocnými budovami. Vzhledem k tomu, že je takřka nemožné sladit pozemní dopravu s vodní, dochází k tomu, že materiál musí mnohdy čekat na přeložení. Tudíž musí přístav zajistit dostatečnou plochu pro uskladnění materiálu a také z toho vyplývá, že se musí provést více operací s jedním nákladem. Počet tzv. tun-operací je v podstatě váha, která se v přístavu přeloží a může být buď stejná jako reálný příjem materiálu, nebo větší. Tato závislost se nazývá koeficient zpracování (rovnice 1) a vyjadřuje poměr vyprodukovaných tun-operací ku množství přeloženého materiálu v tunách. [6]

$$k_s = \frac{t_{oo}}{t}, \quad (1)$$

Koeficient zpracování charakterizuje plynulost přepravního procesu daného návazností různých druhů dopravy a zároveň je východiskem pro stanovení potřebné překládkové a skladovací kapacity. V neposlední řadě ukazuje kolik práce je potřeba vykonat pro konkrétní druh a množství materiálu v rámci technologického procesu. [6]

S ohledem na další rozvoj přístavu se musí brát v potaz jeho kompaktnost, aby se zamezilo celkovému zahlcení a nelogické manipulaci s plavidly a materiálem, protože do nákladů za přepravu patří i náklady za jeho překládku, skladování a služby s tím spojené. Jde o optimalizování vlastních nákladů za překládní práce v zájmu konkurenceschopnosti zvyšováním úrovně technologického vybavení technickými prostředky, zdokonalováním řízení, technologie a organizace tak, aby i prostoje plavidel v přístavu byly kratší a aby se v zájmu vlastníka využívali plavidla co nejproduktivněji. Racionální využívání nákladních plavidel je úplná nakládka hned po vykládce. To snižuje pohyb prázdných a prodlužuje plavbu naložených plavidel s materiálem v opačném směru, a tím docílíme zvýšení produktivní doby jejich užívání. Čas potřebný k překládce lodí se charakterizuje rovnoměrností postupování plavidel na obsluhu na terminál s ohledem na čas jejich příjezdu a odjezdu. [6]

Velikost a struktura přeloženého materiálu a obratu plavidel v přístavu závisí na propustnosti terminálů charakterizované překládní kapacitou přístavů danou organizací všech úkonů v přístavu a technologickým vybavením. Vytížení přístavu lze vyjádřit různými způsoby jako doba pobyt vagónů, plavidel, produktivitou práce, obratem materiálu v tunách nebo v kusech atd. [6]

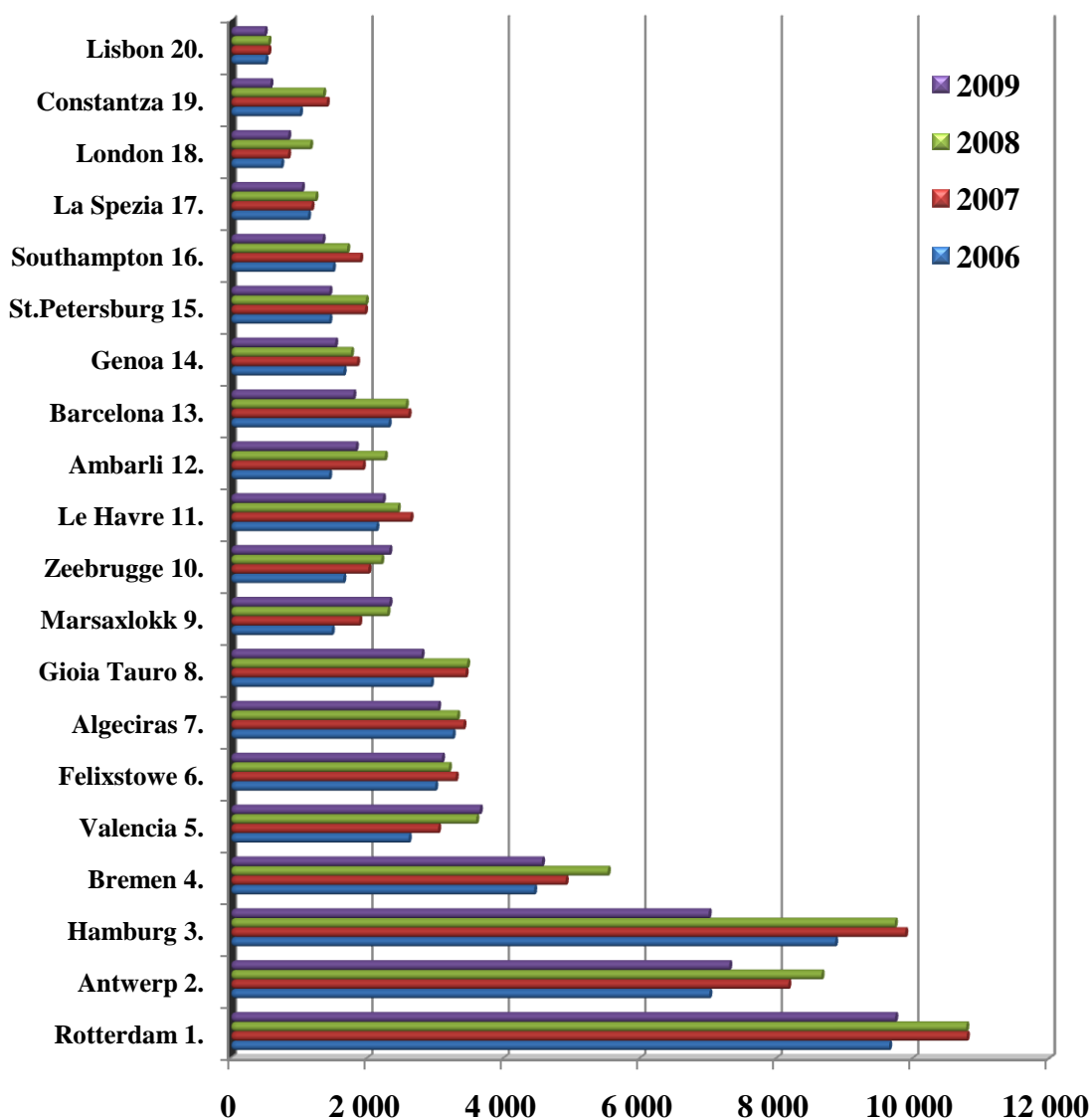
$$P_n = \frac{t_d \cdot n_s \cdot k_{vp}}{\frac{1-\alpha}{P_1} + \frac{\alpha}{P_2} + \frac{\beta}{P_3}}, \quad (2)$$

Přes přístavy prochází v Evropě asi 90 % veškerého obchodu se zbožím. Tento objem z důvodu snížení ekologického zatížení a relativně příznivým nákladům neustále roste. Obchodní a námořní doprava se v posledních 40 letech zvýšila čtyřnásobně a od roku 2000 hodně vzrostla i kontejnerová lodní doprava, u které se do roku 2020 předpokládá ztrojnásobení jejího objemu. Mnoho z evropských přístavů se stalo velkými logistickými



centry příjmu, skladování a zpracování materiálu a k tomu přidružených služeb. Nejlépe jsou na tom přístavy, z kterých je snadný přístup do širokého okolí. To znamená, že mají vybudovanou kvalitní infrastrukturu, která je spojuje s okolními státy. Ty přístavy, které splňují tyto požadavky se staly významnými centry ekonomiky a vytváří velké množství pracovních příležitostí. Rychlý růst objemu přepravovaného zboží všeobecně vede k tomu, že jsou některé přístavy v současné době již blízko svých limitů. Proto musí analyzovat prognózy vývoje, aby si neustále udržovaly dostatečně velkou překladní produktivitu a skladovací kapacitu. [7]

Který přístav je největší nebo nejlepší, závisí na tom, podle jakých kritérií je posuzujeme. Podle množství přeloženého materiálu v tunách je největší na světě Shanghai a v Evropě Rotterdam, dle počtu přeložených TEU je největší na světě Singapore a v Evropě opět Rotterdam. Nicméně toto hodnocení se každý rok může měnit. [6]



Graf 2 Největší kontejnerové přístavy Evropy v tisících [TEU/rok] [9]

Mapa – největší kontejnerové přístavy Evropy –viz. P2

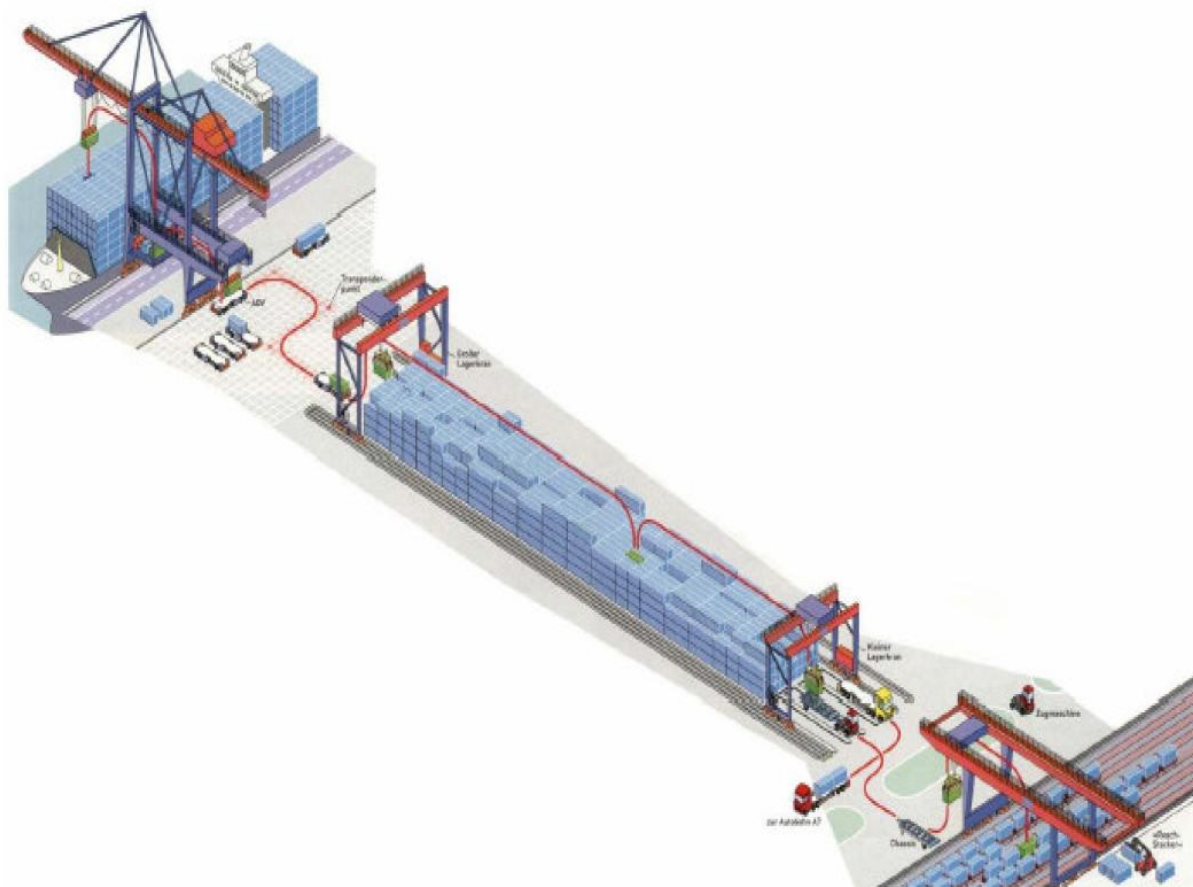




## 4 KONTEJNEROVÉ TERMINÁLY

### 4.1 FUNKCE

Kontejnerové terminály se od sebe navzájem liší velikostí, funkcí a geometrickým tvarem, ale v podstatě všechny pracují na stejném principu. Na jedné straně kontejnery přijímá případně skladuje a na straně druhé je zase odesílá po moři, silnici, nebo železnici. Kotviště pro kontejnerovou loď je vybaveno nábrežním portálovým jeřábem (QC nebo STS) pro nakládku a vykládku lodí. Importované stejně jako exportované kontejnery jsou stohovány na přilehlém území (yard), které je rozděleno na jednotlivé oblasti „bloky“. V kontejnerovém terminálu jsou například prostory se zdrojem elektřiny na chlazení, prostory vyhrazené pro nebezpečný materiál, pro prázdné kontejnery atd. Některé terminály používají zastřešené prostory pro údržbu a opravu kontejnerů a pro další logistický servis jako je oblast vyhrazená nákladním automobilům a vlakům pro export kontejnerů. [10]



Obr. 3 Schéma interakce technického parku terminálu [8]



## 4.2 ROZDĚLENÍ PLOCHY

Řetěz operací pro export kontejnerů lze popsat následovně. Po příjezdu do terminálu po železnici, nebo silnici je kontejner identifikován a zaregistrován pomocí jeho označení (cílová lokace, exportní loď, dopravní společnost, vlastní obsah) a uskladněn do požadovaného bloku interním dopravním systémem. Přesné umístění uskladnění kontejneru je dáno řadou, stupněm, oddílem a blokem a to hned při příjezdu do terminálu. Pro uskladnění kontejneru na přidělené místo jsou používány speciální jeřáby a zvedací stroje. Na konec po příplutí požadované lodi je kontejner vyzvednut z bloku a dopraven k nábřežnímu portálovému jeřábu, který ho naloží na předem určené místo na lodi. V případě importu kontejneru je tento cyklus reverzní. [10]



Obr. 4 Rozdělení plochy kontejnerového terminálu [10]

## 4.3 ŘÍZENÍ

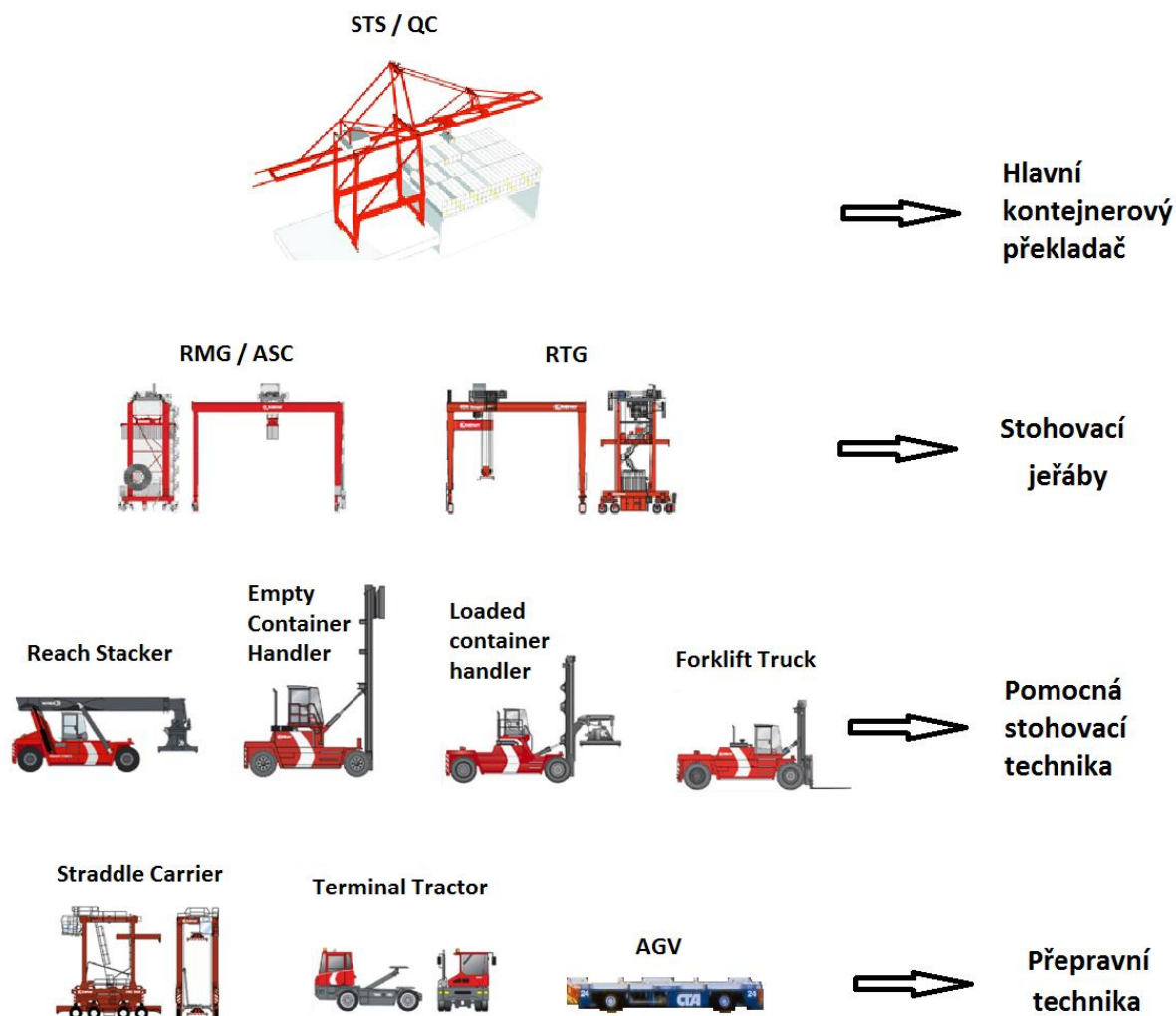
Plánování tak velkého množství různých operací s rozdílnými druhy dopravní a manipulační techniky je extrémně komplexní úkol. Když vezmeme v úvahu, že každý terminál má jiné podmínky a omezené možnosti předpokládání událostí a jejich načasování, tak je jasné, že ovládání a řízení terminálu musí být řešeno v reálném čase. Proto potřebují v rostoucí míře výkonnou dopravní a manipulační techniku a vyspělé informačně komunikační systémy, které dokážou rychle a přesně informovat konkrétní operátory případně vyslat dálkově ovládané vozidlo (AGV) pro daný kontejner na konkrétním místě. [10]

## 4.4 VYBAVENÍ

Kontejnerové terminály se zásadně liší druhy používané dopravní a manipulační techniky. Je velmi důležité, aby druh a způsob provozu terminálové techniky nesnižoval výkon, případně aby poruchy nenarušovaly plynulost překládky která je prioritou. Co se týká nábřežních jeřábů, používají se s jednou nebo dvěma kočkami na pojezdové dráze. Později se objevila pomocná plošina k překládání kontejnerů. Nejběžnější druhy dopravní a manipulační techniky uvnitř terminálu jsou portálové jeřáby s kolejovým pojezdem (Rail Mounted Gantry - RMG), mobilní portálové jeřáby s pojezdem na pneumatikách (Rubber Tyred Gantry - RTG), rozkročný portálový vozík (Straddle Carrier - SC), automaticky řízené vozidlo



(Automatic Guide Vehicle - AGV), vozidlo s automatickým zdvihem kontejneru (Automatic Lifting Vehicle - ALV), čelní výložníkový vozík (Reach Stackers – RS), tahač (Terminal Tractor - TT), čelní vidlicový vozík (ForkLift - FL). O této dopravní a manipulační technice bude pojednáno níže. Ze všech těchto jeřábů je nejlépe možné plně automatizovat pouze jeřáb RMG, který se potom nazývá automatický stohovací jeřáb (Automatic Stacking Crane - ASC). [10]



Obr. 5 Rozdělení manipulačního parku kontejnerového terminálu [11]

#### 4.5 SROVNÁVÁNÍ KONTEJNEROVÝCH TERMINÁLŮ (CTQI)

Rozmáhající se kontejnerová přeprava má průměrný roční růst asi 7-10 %. Terminály jsou čím dál víc zatěžovány a přepravní společnosti i majitelé zboží potřebují standardizovaný systém srovnání jednotlivých terminálů. Začátkem roku 2008 byl oficiálně přijat CTQI (container terminal quality index) jako kritérium pro výběr terminálu. Obsahuje asi 70 základních přesných ukazatelů, dle kterých se může jak dopravní společnost nebo majitel materiálu rozhodnout, který terminál je pro něj ten nejvhodnější. CTQI zahrnuje hlavně zhodnocení výkonu terminálu a další faktory ovlivňující kvalitu překládky materiálu, jako je například struktura terminálu, organizace procesů, logistika manipulace s materiálem,

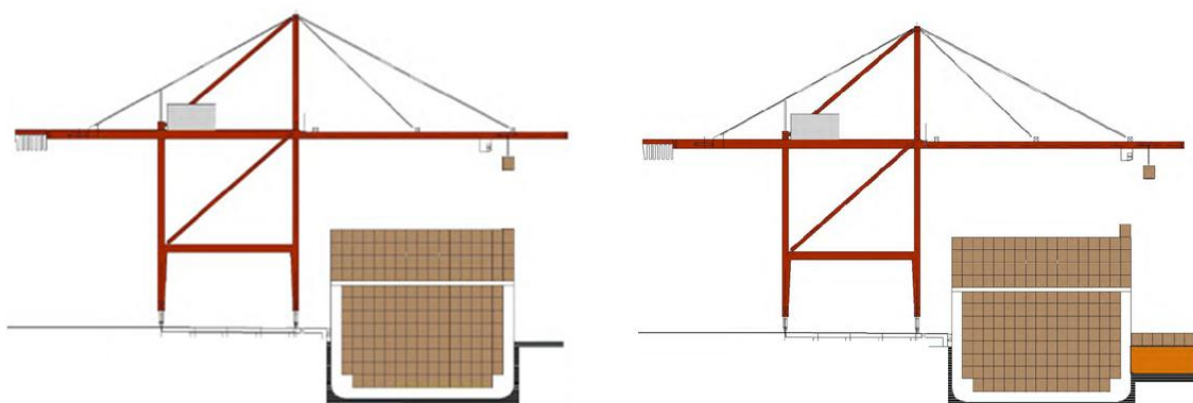


dostupnost dalších navazujících systémů dopravy silničních a železničních. Dále hraje roli i dostupnost terminálu z volného moře, vzdálenost od cílových lokací celé skupiny přepravovaného materiálu a mnoho dalších. [4]

## 4.6 ZPŮSOBY PŘEKLÁDKY LODÍ A INTERAKCE PŘÍSTAVNÍ TECHNIKY

### 4.6.1 JEDNOSTRANNÁ

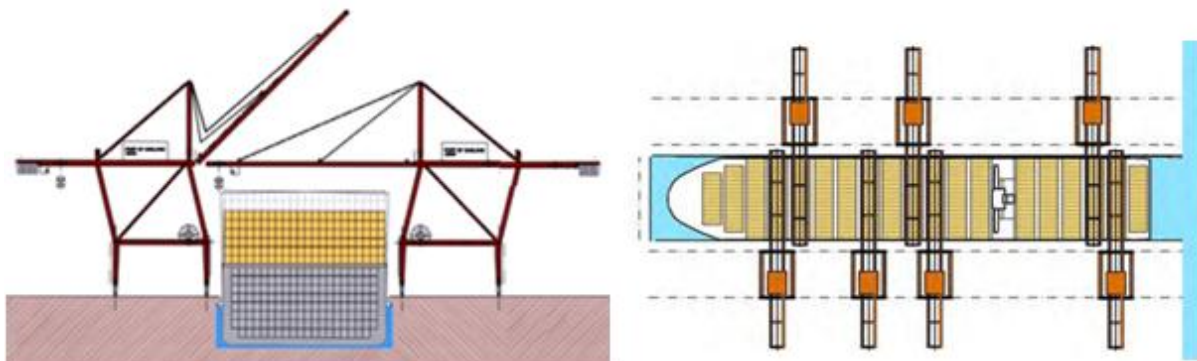
Překládka kontejnerů z jedné strany je nejrozšířenější ze všech. Jde v podstatě o to, že kontejnerová loď po navedení do přístavu je pomocí remorkérů dotlačena ke kontejnerovému terminálu, kde jsou připraveny kontejnerové jeřáby a tam zakotví. Poté jeřáby začnou s překládkou kontejnerů buď přímo na nábreží, nebo na přistavený nákladní člun a naopak. [12]



Obr. 6 Jednostranná překládka kontejnerů: vlevo - přímo na břeh; vpravo – na přistavený nákladní člun [13]

### 4.6.2 OBOUSTRANNÁ V BAZÉNU

Je to jednoduchý způsob, který je založen na tom, že loď vjede do bazénu, kde jsou po obou stranách připraveny kontejnerové jeřáby, které po zakotvení lodi začnou s překládkou. Tím se poměrně jednoduše zdvojnásobí výkon překládky. Jeřáby však musí být vybaveny bezpečnostním systémem, který zajišťuje, že se nesrazí. Počet jeřábů je omezen pouze délkou nábreží a jejich samotnou šířkou. Jeřáby můžou objet bazén kolem dokola díky kolejm po obvodu bazénu. [12]



Obr. 7 Oboustranná překládka kontejnerů na lodi v bazénu [12]

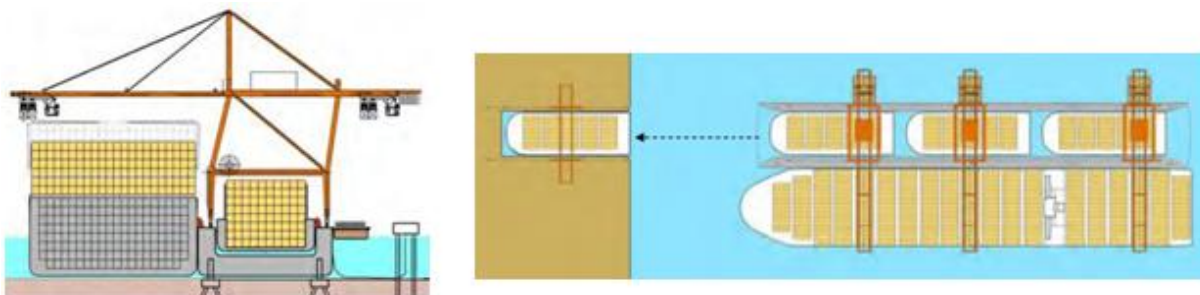


### 4.6.3 POMOCÍ JEŘÁBOVÉ LODI

Koncept je založen na zvýšení produktivity současných terminálů a úspoře místa na nábřeží. Mezi hlavní výhody jeřábové lodi patří mobilita a bezpečnost z hlediska zvýšené hladiny vody, kdy může dojít k zaplavení celého terminálu. Je to v podstatě velká loď s palubou přizpůsobenou k pojezdu jeřábů (s koleje). Jeřábová loď může mít příčný průřez profilu „U“ (s doky), nebo obdélníkový (s manipulační plochou). Aby nedocházelo k jejímu rozhoupání při pojezdu koček jednotlivých jeřábů, je v podpalubí plně automatický vyvažovací mechanismus, který podle polohy jednotlivých koček eliminuje náklon lodi. Pro ustálení lodi proti vlnám je navíc stabilizována pomocí nohou zapuštěných do dna. Tuto loď je možné přistavit ke kontejnerové lodi zakotvené u nábřeží, nebo přistavit z každé strany jednu jeřábovou loď a tím docílit zvýšení překládkového výkonu jako u lodi v bazénu. Cena takové lodi je srovnatelná s cenou nábřeží o stejné délce. Tento koncept má potenciální využití v těch přístavech, kde již není možnost dalšího rozšíření kvůli nedostatku místa, nebo všude tam, kde je žádoucí zvýšení produktivity terminálu. [14]

#### A) JEŘÁBOVÁ LOĎ S DOKY

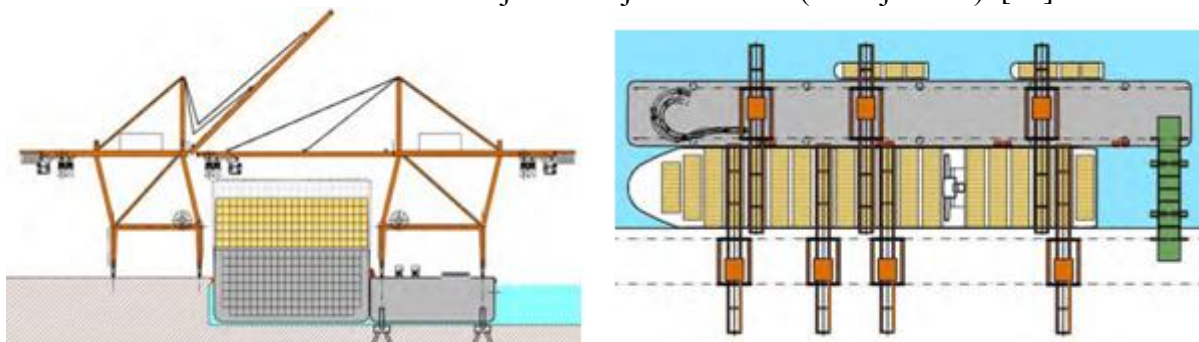
Příčný profil „U“ jeřábové lodi je navržen tak, aby vytvořil doky pro několik nákladních člunů, které po přeložení odjedou ke břehu, kde budou opět přeloženy a najedou zpět k jeřábové lodi a cyklus se opakuje. [12]



Obr. 8 Jeřábová loď příčného profilu „U“ s doky [12]

#### B) JEŘÁBOVÁ LOĎ S MANIPULAČNÍ PLOCHOU

Po zakotvení kontejnerové lodi ke klasickému rovnému břehu je přistavena jeřábová loď s manipulační plochou. Na propojení terminálu s jeřábovou lodí se použije nadnášený most, který tak učiní z této lodi plně funkční nábřeží. Tím docílíme oboustranné překládky jako v bazénu. Po mostu má na jeřábovou loď přístup přepravní a manipulační technika terminálu. Optimální je, položit most na obou stranách lodi, aby se nemusela přepravní technika otáčet. Počet mostů však závisí na délce kontejnerové i jeřábové lodi (která je delší). [14]

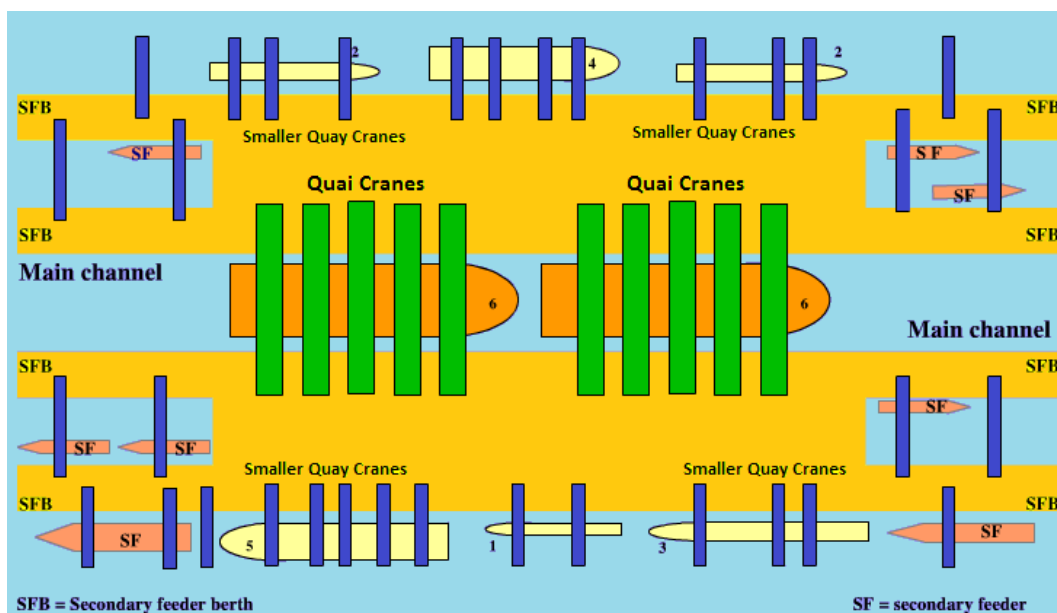


Obr. 9 Jeřábová loď obdélníkového příčného profilu s manipulační plochou doky [12]



#### 4.6.4 KONCEPT BUDOUČÍHO KONTEJNEROVÉHO TERMINÁLU

Tento návrh zobrazuje ostrovní terminál s hlavním kanálem pro překládku obřích lodí. Na obrázku můžeme vidět několik kotvišť pro menší překládací lodě, které zajišťují přepravu kontejnerů na pobřeží, kde jsou dále překládány, nebo přímo vyplouvají do cílové destinace po řece či moři. Koncept vypadá jako poměrně dobrá varianta rychlé překládky obřích lodí, ale je zde mnoho aspektů, které zatím tento návrh posouvají do budoucnosti. Jeden z hlavních důvodů jsou náklady na stavbu tohoto terminálu a dále docílit dobré konektivity s intermodální dopravou. [4]



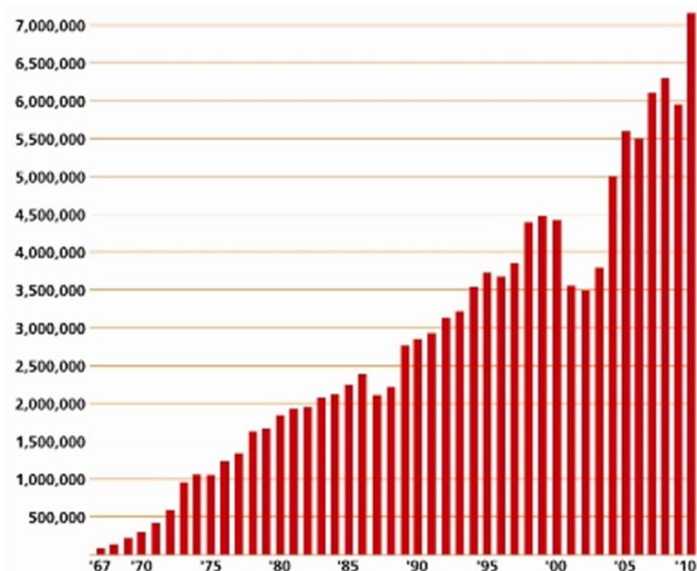
Obr. 10 Uspořádání terminálu pro lodě o kapacitě 15 000 TEU a větších [4]

#### 4.6.5 PŘEHLED TERMINÁLŮ V PŘÍSTAVU ROTTERDAM

Rotterdam se nachází na pobřeží Severního moře, dobře přístupný přístav a je dobře propojen s vnitrozemskou infrastrukturou celé Evropy. Je to největší přístav v Evropě v přeloženém množství v tunách i v TEU. Jen v roce 2010 do přístavu připlulo o 340 lodí víc, při čemž 10 % z toho měly kapacitu přes 10 000 TEU. Dále přeložil 172 ULCS [15][18]



Obr. 11 Mapa přístavu Rotterdam [16]



Graf 3 Největší kontejnerové přístavy Evropy v tisících [TEU/rok] [15]

#### ECT DELTA TERMINAL:

Tento terminál je v Rotterdamu doposud největší. Dosah nábrežních jeřábů do 22 řad šířky lodí a kapacity 10 000 TEU. Je moderní a vysoce automatizovaný. Plně automatizovaná překládka lodí až po uskladnění. Dále se dělí na terminály Východ, Západ a Sever. [15]

Tab. 3 ECT Delta Terminal – technické specifikace [15]

ECT Delta Terminal - Technické specifikace			
Základní parametry		Vybavení	[ks]
Plocha [ha]	265	QC	36
Délka nábreží [km]	3,6	Vnitrozemský QC	2
Hloubka [m]	max. 16,6	SC	38
<b>Vnitrozemí</b>		Přívěsný vozík k tahači	28
Plocha [ha]	7,2	Přípojný vagón	145
Délka nábreží [km]	0,37	TT	9
<b>Železnice</b>		RS	3
Plocha [ha]	18	AGV	265
RMG	4	ASC	137

**EUROMAX TERMINAL:**

Částečná automatizace. Ne jako v ECT Delta Terminal. Nábřežní jeřáby mají maximální zdvih 46 m, dosah nad vodu 64 m (23 kontejnerů široké lodě) a zdvih 100 t. Samotná váha každého z jeřábů cca 2 400 t. [15][17]

*Tab. 4 Euromax Terminal – technické specifikace [15]*

<b>Euromax Terminal - Technické specifikace</b>			
<b>Základní parametry</b>		<b>Vybavení</b>	<b>[ks]</b>
Plocha [ha]	84	QC se dvěma kočkami	12
Délka nábřeží [km]	1,5	Přívěsný vozík k tahači	130
Hloubka [m]	16,8	RMG (6x750m)	2
Kapacita [mil. TEU]	5	TT	18
		RS	3
		AGV	96
		ASC	58

**ECT CITY TERMINAL:**

Zvládá odbavovat lodě do kapacity 5 500 TEU. Tento terminál je z hlediska odbavovaných lodí nejmenší. Je vybaven velmi pokročilou automatizací. Například systém AutoGate, který snímá označení kontejnerů a automaticky odbavuje nákladní automobily a otvírá bránu. [15]

*Tab. 5 Euromax Terminal – technické specifikace [15]*

<b>ECT City Terminal - Technické specifikace</b>			
<b>Základní parametry</b>		<b>Vybavení</b>	<b>[ks]</b>
Plocha [ha]	59,3	QC	9
Délka nábřeží [km]	1,4	SC	32
Hloubka [m]	14,15	TT	30
		RS	1
		Empty Handler	1
		Přívěsný vozík k tahači	149





### Maasvlakte 2 Terminal:

Momentálně se buduje poloostrov Maasvlakte 2. Jde o rozšíření celého přístavu asi o 20 % (1 000 ha). Bude se stavět ve dvou fázích. První je 2008-2015 jde o větší část celého projektu, kdy přístav bude mít nových 700 ha. Druhá část 2015-2030 o rozloze 300 ha se dostaví, když nebude první část splňovat všechny požadavky. Bude plně automatizovaný. Částečně by se měl uvádět do provozu asi od roku 2014 a úplné dokončení by mělo být někdy v roce 2030. Předpokládaná kapacita kolem 16 mil.TEU. Překládka lodí o kapacitě 15 500 TEU a větších. [18]



*Obr. 12 Rozšíření přístavu Rotterdam – Maasvlakte 2 [19]*



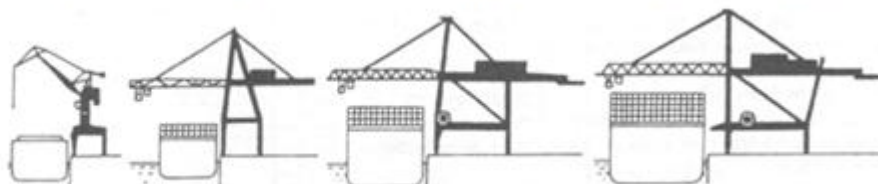
## 5 JEŘÁBY PRO PŘEKLÁDKU KONTEJNEROVÝCH LODÍ

### 5.1 VÝVOJ

První kontejnerové lodě byly pro nakládku a vykládku materiálu vybaveny palubním pojízdným portálovým jeřábem. První nábrežní portálový kontejnerový jeřáb byl vyroben v roce 1959 a snížil dobu odbavení lodí v přístavu na asi 18 hodin, což bylo na tehdejší dobu nevídané. Tento jeřáb měl nosnost 22,7 tun, zdvih do výšky 15,6 m nad nábreží a dosah 23,8 m nad vodou. Velkou zásluhu na zvýšení výkonu jeřábů má na starost rozvoj informačních technologií. [20]

Tab. 6 Evoluce nábrežních kontejnerových jeřábů k překládce lodí [3]

Generace překladače :	1	2	3	4	5
Rok :	1955	1965	1975	1985	1995
Kapacita lodí, TEU :	300-800	800-1700	1700-3000	3000-6800	6000-9000
Nosnost jeřábu, t :	25	40	50	67	67
Dosah nad vodou, m:	24	35	40	50	50



Dnes vyráběné jeřáby mají vysoký stupeň automatizace, která zkracuje pracovní časy a ulehčuje manipulaci s materiálem. Příkladem je třeba Anti Sway systém, který snižuje velikost výchylky nákladu od pohybu jeřábové kočky, nebo náporů větru. Ovšem zkušeného a zručného operátora nenahradí žádný stroj. Novým operátorům Anti Sway systém velmi pomáhá, ale zkušení operátoři ho raději vypnou a pracují bez něj, protože zatím dokážou náklad ustálit lépe. [3][20]



Obr. 13 Srovnání současného a prvního kontejnerového jeřábu v historii [21]

Srovnání starých a současných kontejnerových jeřábů –viz. P3



## 5.2 ZÁKLADNÍ POPIS JEŘÁBU

Tyto jeřáby jsou unikátní hned z několika důvodů. Jsou namáhány excentrickým zatížením, mají vysoké rychlosti zdvihu i pojezdu a velké každodenní cyklické vytížení. Kvůli velmi vysokým pořizovacím nákladům a důsledkům (velké penále za zdržení lodí v přístavu) jejich i krátkodobého výpadku se klade velký důraz na spolehlivost a dlouhodobou životnost jeřábů (i 30 let). Proto musí být zvážena všechna kritéria vymezující požadavky každého terminálu a důsledně se simulují všechny možné varianty zatížení, které mohou nastat v reálném provozu. [25][26]

Kontejnerové jeřáby mají portálovou konstrukci, která zaručuje vysokou tuhost celé struktury. Obecně platí, čím tužší je celá konstrukce, tím menší jsou výchylky od zatížení a tím lépe se operátorovi manipuluje se spreaderem. Tužší konstrukce je také těžší a to zvyšuje zatížení nábreží, které musí být dostatečně pevné. Proto se při samotné konstrukci kladou vysoké nároky na optimalizaci obou těchto kritérií. [20]

Pro zjednodušení lze o celém jeřábu říct, že hlavní část tvoří kostra kvádrů, která je postavena na výšce na kolejové dráze pro pojezd podél břehu. Na této portálové konstrukci je velmi dlouhý výložník (přes 100 m) s větším přesahem nad vodou (asi 1/2), uzpůsobený pro pojezd jeřábové kočky. Kvůli jeho délce je navíc z hora podpořen ocelovou konstrukcí, která tvoří spolu s výložníkem rovnoramenný trojúhelník s vrcholem nad hranou nábreží. Tento tvar se blíží písmenu „A“ podle něhož se tyto jeřáby označují (konvenční kontejnerový jeřáb profilu „A“). [25][26]

Délka podvozku (měřeno podél nábreží) portálu s nárazníky kontejnerových jeřábů bývá většinou od 22 do 35 m, ale obecně platí, čím menší délku má jeden jeřáb, tím víc jich může současně spolupracovat na překládce jedné lodi. Vlivem zkrácení ale roste zatížení břehu od tíhy jeřábu, nemohli bychom přeložit delší kontejnery mezi jeho nohama a proto se do budoucna moc nepočítá se zkrácením pod 20 m. Šířka jeřábu se odvíjí od požadovaného výkonu. Když má jeřáb dosahovat velkého výkonu překládky a měl by příliš malý rozvor mezi nohama, došlo by k tomu, že manipulační technika terminálu by měla malý prostor pro odebrání tolika kontejnerů a brzdila by tak překládku. [3]

Pořizovací náklady se pohybují od 5 milionů \$. Dodací lhůta bývá v rozmezí 12 až 24 měsíců podle konkrétních požadavků a náročnosti konstrukce. Do terminálu se dopravují v celku se zdviženým nebo zasunutým výložníkem na nákladní lodi, aby mohly být brzy uvedeny kompletně do provozu a nezastavovaly provoz nábreží na moc dlouhou dobu, což znatelně zvyšuje cenu. [22]

Špičkové hodnoty rychlostí : [3]

- |                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| - Pojezd jeřábové kočky       | 180 – 210 m/min |
| - Zdvih spreaderu s nákladem  | 60 – 80 m/min   |
| - Zdvih spreaderu na prázdnou | 110 – 130 m/min |

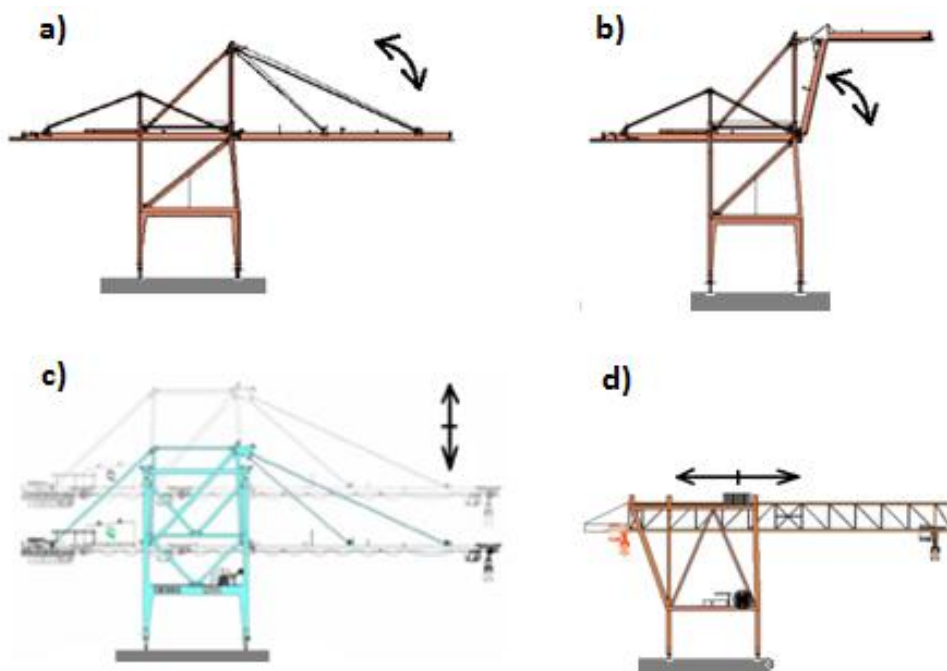
Popis částí kontejnerového portálového jeřábu profilu „A“ – viz. P4

Technické parametry některých kontejnerových jeřábů – viz. P5



### 5.3 ZÁKLADNÍ DRUHY KONSTRUKCE JEŘÁBŮ

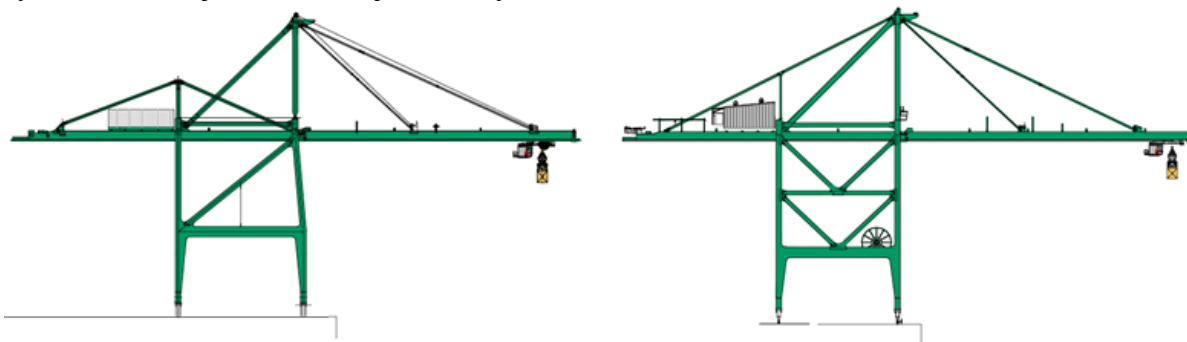
Každý přístav má specifické podmínky, které ovlivňují základní provedení jeho konstrukce. ať už jde o velikost překládaných lodí, maximální zatížení nábřeží od váhy jeřábu, povětrnostní podmínky (výskyt tornád a hurikánů), pravděpodobnost zemětřesení a mnoho dalších zásadních kritérií. Proto je v každém terminálu unikátní jeřáb navržený přímo pro tyto konkrétní podmínky. Při výběru jeřábu se vždy jako první zaměříme na výběr základního provedení konstrukce na základě našich limitujících požadavků. Všechny konstrukce jsou profilu „A“ s výjimkou úzkoprofilového typu. [25][26]



Obr. 14 Základní druhy konstrukce jeřábů: a) se sklápěcím výložníkem; b) s kloubným skládacím výložníkem; c) s výškově stavitelným výložníkem; d) nízko-profilový [25][26]

#### 5.3.1 JEŘÁB PROFILU „A“ SE SKLÁPĚCÍM VÝLOŽNÍKEM

Jeřáby profilu „A“ jsou základním provedením kontejnerových jeřábů. Mají poměrně jednoduchou konstrukci, která je ověřena léty praxe. Kladou nejvýhodnější požadavky na nábřeží, protože dosahují nejnižší celkové hmotnosti a jsou cenově nejdostupnější. Jsou zastoupeny snad ve všech kontejnerových terminálech na světě, ale postupem času je začínají vytlačovat novější a modernější modely. [22]



Obr. 15 Dvě varianty nosné konstrukce sklápěcího výložníku jeřábů profilu „A“ [23]

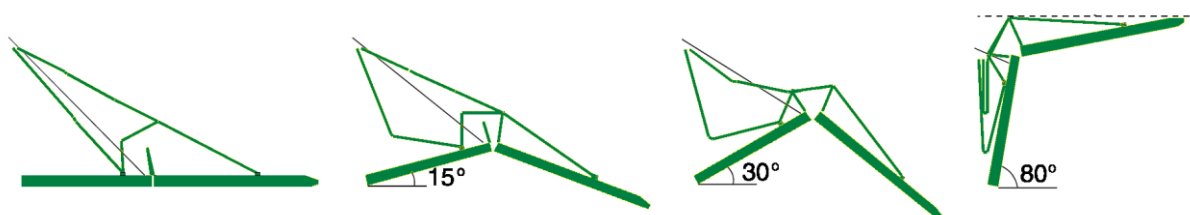


### 5.3.2 JEŘÁB PROFILU „A“ S KLOBOVÝM SKLÁDACÍM VÝLOŽNÍKEM

Tyto jeřáby jsou vybaveny kloubem na výložníku pro snížení celkové výšky při zvedání ramene. Jejich pořizovací cena je oproti modelům se sklápěcím výložníkem vyšší, protože mají složitější konstrukci. Kloubový mechanismus byl vyvinut kvůli snížení celkové výšky jeřábu při zvednutém rameni, aby se daly použít i tam, kde je z nějakého důvodu (letecký provoz) omezena celková výška staveb a konstrukcí. [22][23][25][26]



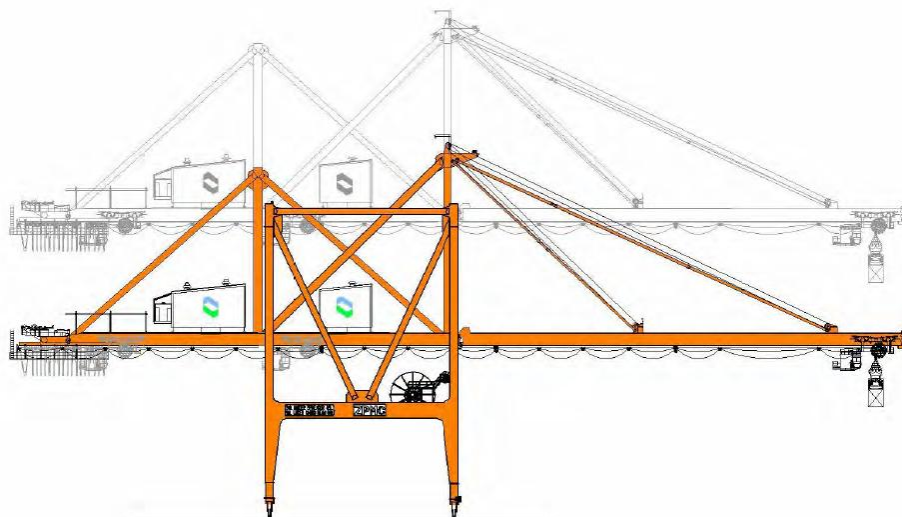
Obr. 16 Jeřáb profilu „A“ s kloubovým sklápěcím výložníkem [23]



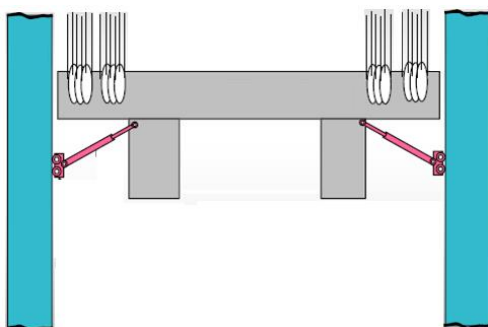
Obr. 17 Průběh sklápění kloubového výložníku [24]

### 5.3.3 JEŘÁB PROFILU „A“ S VÝŠKOVĚ STAVITELNÝM VÝLOŽNÍKEM

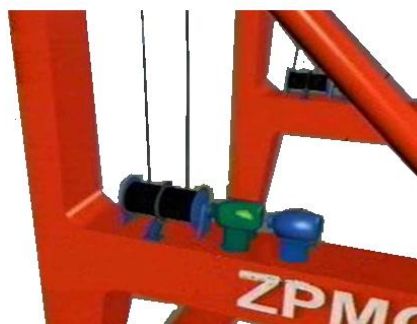
Tento typ jeřábu je shodný s běžnými jeřáby s portálovou konstrukcí tvaru A s jednou výjimkou. Byl to první jeřáb na světě, který se přizpůsobí velikosti lodi v určitém rozsahu. Výložník lze ustavit buď libovolně, nebo do přednastavených poloh. Tak se sníží vzdálenost kočky od spreaderu a náklad se stane lépe ovladatelným, protože se zároveň sníží výchylka houpání. Rychlost zvedání výložníku je cca 0,5 m/min. Výkon proti jiným jeřábům díky polohovacímu výložníku vzrůstá víc, čím menší loď obsluhuje. V rozmezí 5-21 %. Zvýšení produktivity oproti jiným překladačům je v rozsahu 2-8 TEU/h. Má vysoké náklady na údržbu a většina z nich vyžaduje speciálně školeného operátora. Nejlépe se hodí do terminálů, které překládají lodě o velkém rozsahu kapacity v TEU od říčních až po lodě třídy Post-Panamax. [12][14][22]



Obr. 18 Jeřáb s výškově stavitelným výložníkem [23]



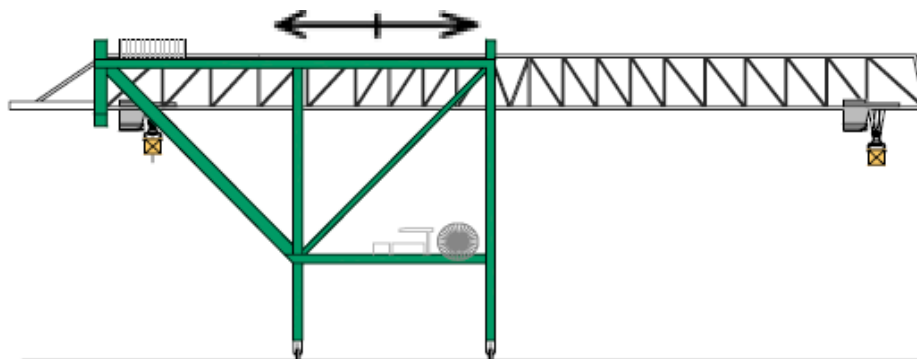
Obr. 19 Vodící kolečka s hydraulickými válci, které vymezují polohu výložníku [24]



Obr. 20 Naviják s brzdou zdvihového mechanismu [24]

#### 5.3.4 NÍZKOPROFILOVÝ JEŘÁB

Tato konstrukce má maximální dosažitelnou výšku zdvihu při omezené celkové výšce. Mají nejvyšší hmotnost a pořizovací náklady z výše uvedených typů jeřábů, proto se používají, jen když je to nevyhnutelné (v blízkosti letišť). Má nakloněnou portálovou konstrukci dále do vnitrozemí, aby se tak snížilo už tak vysoké zatížení hrany nábřeží. [22][24][25][26]



Obr. 21 Nízkoprofilový jeřáb [23]



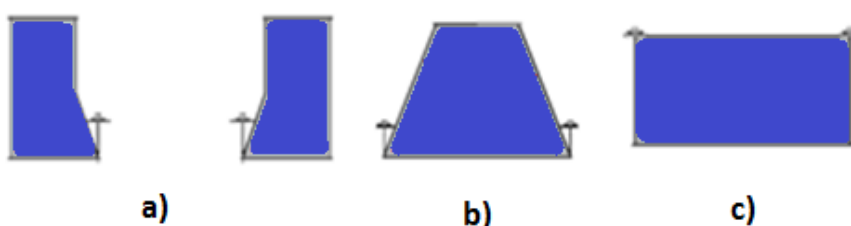
## 5.4 VÝLOŽNÍKY

Výložník je hlavní nosník, který nese váhu zvedaného nákladu. Je vybaven kolejnicemi pro pojezd jeřábové kočky. Jeho délka určuje maximální akční rádius jeřábu. Délka výložníku je vždy vhodnější volit delší než minimální nezbytná, protože při pohybu jeřábové kočky na konci výložníku je z důvodu bezpečnosti snížena rychlost pojezdu (tzv. slow down zone). [23]

### 5.4.1 ZÁKLADNÍ TYPY VÝLOŽNÍKŮ

#### SKŘÍŇOVÉ VÝLOŽNÍKY

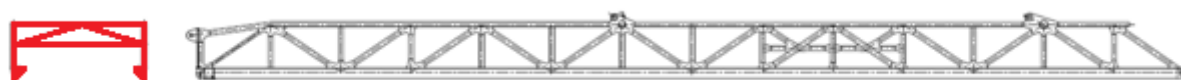
Mají jednoduchou konstrukci. Základní průřezy jsou lichoběžníkový a obdélníkový. U dvojitých nosníků je to pak kombinace obdélníkového průřezu s trapézovým úkosem z vnitřní strany obou nosníků. [23]



Obr. 22 Skříňové výložníky: a) dvojité; b) lichoběžníkový; c) obdélníkový [23]

#### PŘÍHRADOVÉ

Jejich nespornou výhodou, je velké snížení váhy proti skříňovým výložníkům. Proto se používají při nezbytném snížení celkové váhy jeřábů. A to buď v kombinaci se skříňovými, nebo je nahradí po celé délce. Mezi hlavní nevýhody patří složitější konstrukce a navrhování. [23]



Obr. 23 Příklad výložníku příhradové konstrukce [23]

## 5.5 JEŘÁBOVÉ KOČKY

### 5.5.1 KOČKA TAŽENÁ LANY

S kočkou taženou lanem je řízení, hlavní zdvih a zdvih výložníku ve strojovně na portálovém rámu. Pojezd kočky a hlavní zdvihové lana jdou ze strojovny podél výložníku skrz kočku až na konec pojezdové dráhy. Toto uspořádání umožňuje zkonstruovat kočku tak, že je hodně nízká a lehká. Malá výška kočky umožňuje vyšší zdvih a relativně malá váha zase klade nižší nároky na konstrukci výložníku, takže je lehčí. [27]

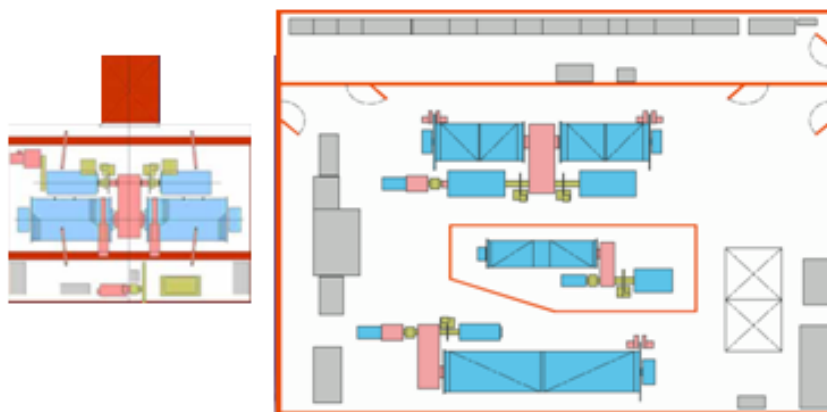
### 5.5.2 KOČKA S VLASTNÍM POHONEM

Kočka se strojovnou na výložníku má jednodušší konstrukci hlavního zdvihu. Ve strojovně je mechanismus pojezdu i zdvihu, takže ve strojovně na rámu už je jen zdvihový mechanismus výložníku a tudíž je strojovna na rámu menší. Také není potřeba tak dlouhých lan jako u tažené kočky. [27]



### 5.5.3 SROVNÁNÍ

Výběr kočky je důležité jak z hlediska konstrukce kvůli zatížení kol, tak kvůli údržbě. Musíme pečlivě zvážit všechna pro a proti. Když srovnáme celý jeřáb s taženou kočkou a jeřáb s kočkou se strojovnou na výložníku, pak je zásadní rozdíl ve váze celého jeřábu. Jeřáb s kočkou se strojovnou je asi o 25 % těžší. Na údržbu je snazší kočka se strojovnou, má kratší lana, méně kladek, menší olejové znečištění prostředí a lepší ovládání nákladu. Oproti tomu tažená kočka je zase nižší, takže umožňuje vyšší zdvih při zachování stejné výšky výložníku, je lehčí a tudíž neklade tak vysoké nároky na výložník a nemá tak velkou setrvačnost, takže má lepší ovladatelnost a rychlejší reakci na řízení. [27]



Obr. 24 Srovnání velikosti strojoven: vlevo - kočka s vlastním pohonem; vpravo - tažená kočka [28]

### 5.6 VÝKON A ZPŮSOBY JEHO ZVÝŠENÍ

Výkonnost jeřábů byla vždycky kritickou částí výkonnosti celého terminálu. Ale jeřáb je samozřejmě jen jeden z manipulačně-technického vybavení, které se podílí na celkovém výkonu. Nyní s kontejnerovými loděmi o neustále se zvětšující kapacitě TEU se může brzy stát, že tyto jeřáby se stanou limitujícím prvkem výkonnosti celého terminálu. Zvyšování výkonu je vždy vhodné, ale pro ULCS je to nezbytné. Trvá asi 4 dny přeložit 75 % celkové kapacity 12 000 TEU při použití šesti překladačů o produktivitě 30 zdvihů za hodinu. Zvýšení výkonu na 55 zdvihů do hodiny zkrátí dobu nutnou k zdržení lodi v přístavu na necelé dva dny. [14]

$$P_t = 3600 \cdot \frac{n_{kc}}{t_{ct}} \cdot n_p \cdot k_{vc} \cdot k_{pr} \cdot k_{ps}, \quad (3)$$



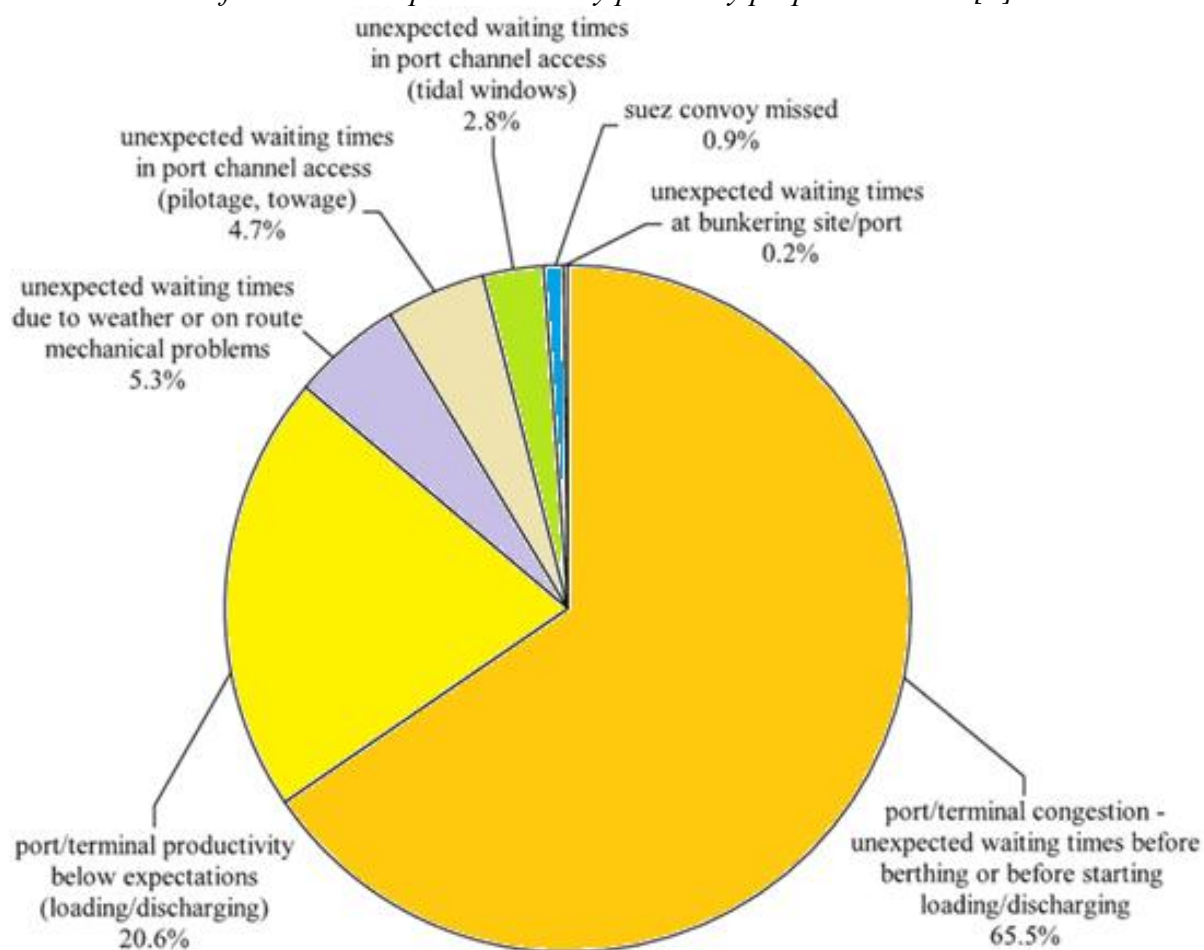


Tab. 7 Rychlost přeložení lodí vzhledem k jejich kapacitě a zdvihcích za hod. bez omezujících faktorů [14]

Vessel Size TEU	6,000	8,000	10,000	12,000
Cranes	4.0	5.0	6.0	6.0
Lifts per Hour	Vessel Turnaround Time, Hours			
20	96	103	107	129
30	64	69	71	86
40	48	51	54	64
50	39	41	43	51
60	32	34	36	43

Parameters: 1.75 TEU per lift. Turnover 75%. Two eight hour shifts/day.

Graf 4 Ztrátové neplánované časy překládky přepravních lodí [1]





Některé inovace zvyšují výkon o pár procent, kdežto jiné o několik desítek procent. Proto je důležité se rozhodnout pro správnou alternativu pro jeřáb i terminál. [14]

Teoretický pracovní čas nebo teoretický čas cyklu kontejnerového překladače určuje hlavně: [3]

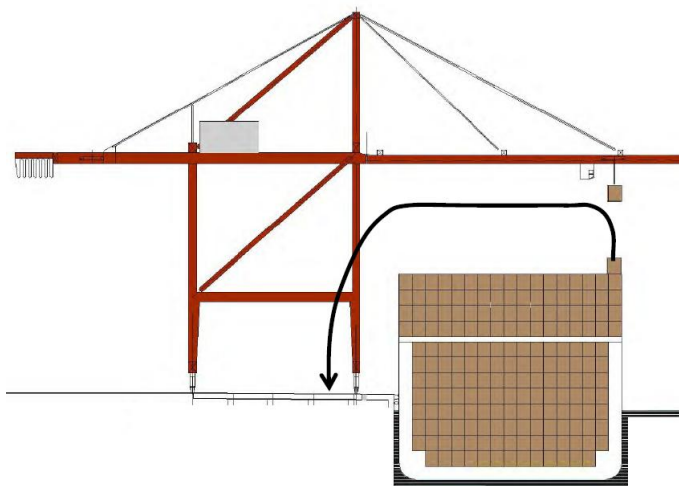
- obousměrná délka horizontální a vertikální dráhy při překládce
- horizontální rychlost pohybu vozíku
- rychlost svislého pohybu spreaderu
- schopnost potřebného zrychlení či zpomalení a také překrývání horizontálního a vertikálního pohybu

### 5.6.1 MINIMÁLNÍ MOŽNÁ TRAJEKTORIE MATERIÁLU

Doposud všechny uvedené jeřáby mají minimální, dalo by se říci optimální či nejvýhodnější dráhu překládaného materiálu. Při tomto pohybu však dochází k velkému rozhoupání nákladu, které poměrně hodně snižuje výhodu nejkratší možné dráhy. Tyto kmity se musí tlumit, protože rozhoupaný kontejner se nedá jen tak položit na přesně specifikované místo (vlečku). Doba nutná k ustálení jakéhokoliv břemene je ztrátová. [14]

### 5.6.2 JEŘÁB S JEDNOU KOČKOU A ZDVIHEM

Jsou to klasické základní kontejnerové jeřáby profilu „A“. Toto provedení je jednoduché, levné a v minulosti hojně používané. K ovládání stačí jeden operátor. Výkon těchto jeřábů nedosahuje nijak závratných hodnot cca 25-30 cyklů/h. V současnosti se už moc nepoužívají, nebo jsou modernizovány. [13] [23]

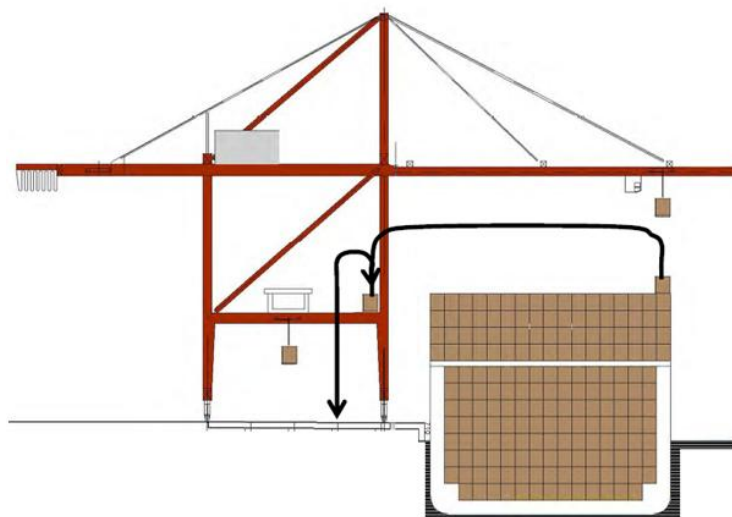


Obr. 25 Jeřáb s jednou kočkou a jedním zdvihem [13]



### 5.6.3 DVOJITÝ ZDVIH S JEDNOU KOČKOU A PEVNOU PŘEKLADNÍ PLOŠINOU

Jde o jeřáb profilu „A“ s druhým zdvihovým mechanismem nad nábrežím. To zvyšuje produktivitu až o 50 %, pořizovací náklady o 30-50 % vyšší, vzroste i váha, z počátku kladl požadavek na druhého operátora, ale to již bylo odstraněno moderní automatizací. Má vyšší náklady na provoz. V případě že je požadována vyšší výkonnost, vyplatí se do tohoto provedení investovat. Během vykládky jeřábová kočka zvedne kontejner z lodi a přenesse ho na překládací plošinu, ta zajede pod druhý zdvihový mechanismus a ten kontejner spustí na AGV, TT, nebo na zem, kde jej odebere SC. Dosahuje výkonu 35-40 zdvihů/h [13] [22][23]



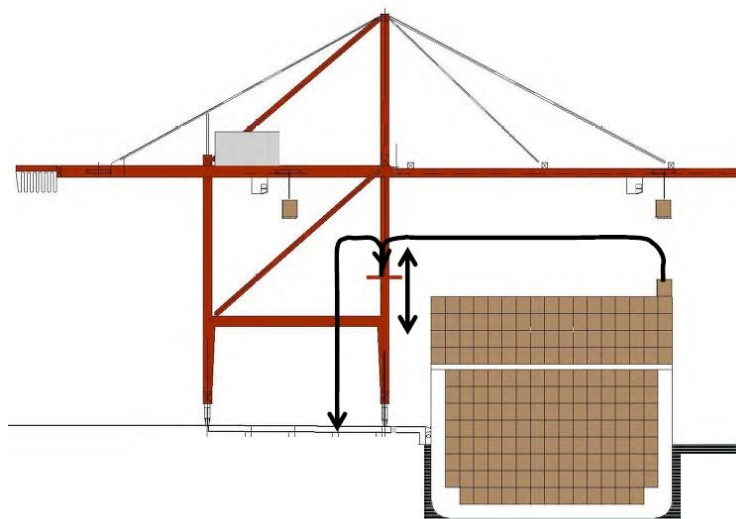
Obr. 26 Jeřáb s jednou kočkou, dvojitým zdvihem a pevnou překládací plošinou [13]

### 5.6.4 DVOJZDVIH S JEDNOU KOČKOU A POLOHOVATELNOU PLOŠINOU:

Jeřáby se dvěma kočkami a polohovatelnou překládací plošinou jsou dvoj-zdvihové s jednou kočkou s výjimkou toho, že je polohovatelná překládací plošina. Stojí víc než dvoj-zdvihové. Mají vyšší produktivitu. Kabina operátora není na kočce, ale na oddělené dráze vedle pojezdové dráhy kočky. To zvyšuje operátorovi pohodlí a tím částečně i výkon, protože unavený operátor již nedokáže tak rychle ustavovat houpání kontejnerů jako na začátku směny. [20][22]

### 5.6.5 DVĚ KOČKY S POLOHOVATELNOU PŘEKLADNÍ PLOŠINOU:

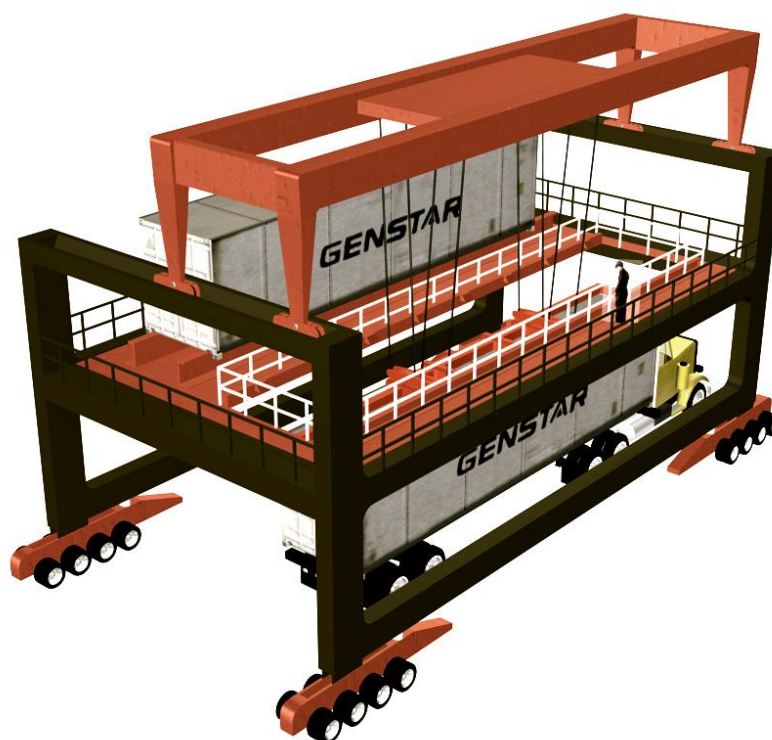
Z počátku byly jeřáby vybaveny jednou kočkou a později měla být přidána druhá. K tomu však prve nedošlo, protože nosnost břehu to nedovolila. Na základě tohoto omezení byly provedeny opatření pro snížení hmotnosti jeřábu a konstrukce byla optimalizována pro použití druhé kočky. Druhá kočka potřebuje druhého operátora. Pro manipulaci s kontejnerem nad zemí to není příliš šťastné řešení, protože kočka je hodně vysoko a dochází k velkým výkyvům. Dnes už jsou jeřáby s dvojitým zdvihem výkonnější než jeřáby se dvěma kočkami. Počáteční a provozní náklady na tyto dvě varianty jeřábů jsou srovnatelné ne-li stejné. Jeřáb se dvěma kočkami nemá žádnou zásadní výhodu proti dvoj-zdvihovým jeřábům a proto se od něj již upouští. Dosahuje výkonu cca 35-40 zdvihů/h [13][23]



Obr. 27 Jeřáb se dvěma kočkami a polohovatelnou překladní plošinou [13]

#### 5.6.6 PACECO PŘEKLÁDACÍ PLOŠINA:

Plošina má portálovou konstrukci s kolovým pojezdem po pneumatikách. Jeřábová kočka položí kontejner na tuto plošinu a její vlastní zdvihací mechanismus ji spustí na TT nebo AGV. Tato překladací plošina v podstatě změní jedno-zdvihový běžný jeřáb na dvoj-zdvihový včetně nezbytnosti druhého operátora. Simulace ukázaly, že plošina zvýší výkon jeřábu stejně jako použití dvoj-zdvihového jeřábu. Výhoda je, že je mobilní a tak se může kdykoliv přesunout k jinému jeřábu. Jako nevýhoda se dá brát to, že částečně blokuje prostor pod jeřábem a přepravní technika terminálu musí manévrovat přesně pod ni. [13]



Obr. 28 Paceco překladní plošina pod jeřáb [13]



### 5.6.7 SROVNÁNÍ PRODUKTIVITY:

Je to hlavní faktor při rozhodování který překladač je definitivně zvolen. Produktivita je relativní, protože závisí na tom, v kterém logistickém systému je měřena, jak je měřena a která kritéria pro ni považujeme za rozhodující. Liší se terminál od terminálu. Významné snížení času manipulace s materiálem je optimalizace trajektorie, po které se kontejner pohybuje, což vyplývá z logistiky manipulace s nákladem. Pro výpočet produktivity je používána konkrétní a velmi přesná simulační analýza ověřená praxí. Spočítaná teoretická produktivita ale nezohledňuje rozdílné podmínky jednotlivých terminálů, ztrátové časy a prostoje, které tuto produktivitu snižují, ve skutečných podmínkách na odkrývání nákladních prostor lodí, přemístění překladače při obsluze lodí a čekání na dělníky, operátory a další. Skutečná produktivita při aktivní účasti všech pracovníků dosáhne asi 70 % teoretické produktivity. Produktivita však nezávisí výhradně na druhu a rychlosti překladače, protože při špatné organizaci práce a logistiky manipulace s materiálem, nezáleží jak výkonný překladač je k dispozici a výsledná produktivita nebude nikdy dosahovat konkurenceschopných hodnot. [14]

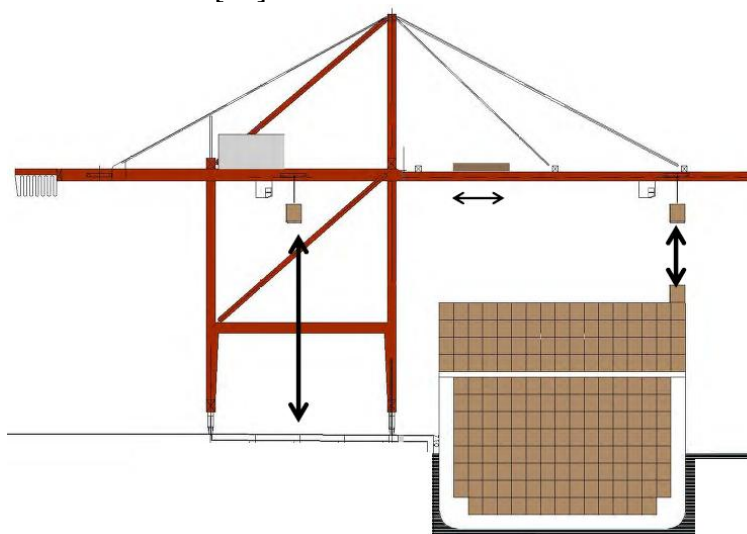
Srovnání výkonnosti jednotlivých konstrukčních provedení jeřábů – viz. P6

## 5.7 KONCEPTY BUDOUČÍCH JEŘÁBŮ

### 5.7.1 LINEÁRNÍ TRAJEKTORIE NÁKLADU

Všechny předchozí druhy jeřábů manipulují s materiálem po co nejkratší trajektorii. To znamená, že kočka akceleruje sotva se kontejner zvedne z místa. Některé koncepty používají pouze lineární trajektorii. Vertikální a horizontální posun je nezávislý. Jeřáb vždy zvedne kontejner do maximální výšky a naloží jej na horizontálně se pohybující vozík. Ten přesune kontejner k druhé kočce, která jej zase spustí na zem. Když se kočka při zdvihu nepohybuje, tak se náklad daleko lépe ovládá. Delší trajektorie pohybu kontejneru prodlouží čas manipulace, ale doba potřebná pro tlumení kmitů je větší. [13]

Všechny návrhy jsou zajímavé. Ke zjištění přesné produktivity a dopadů na konkrétní terminálový systém je za potřebí důkladná simulace. Všechny jeřáby založené na principu lineární trajektorie budou mít kratší cyklus než jakýkoliv jiný současný jeřáb s nejkratší trajektorií pohybu s kontejnerem. Měly by dosahovat výkonu asi 60-80 zdvihů/h. Jeřáby budou dle očekávání znatelně dražší. [13]



Obr. 29 Schéma lineární dráhy manipulace s kontejnery [13]



### 5.7.2 PACECO SUPERTAINER:

Supertainer je vybaven dvěma kočkami a jedním horizontálním vozíkem na výložníku. Jeřáb může provádět operace s cyklem dvoj-zdvihu, ale to nepříjemně zvýší délku cyklu tak, že kočka nad lodí musí čekat na kočku nad nábřežím, než odebere druhý kontejner a vozík přijede pro další kontejnery. Hlavní faktory ovlivňující délku cyklu jsou zdvih z lodi, pohyb vozíku a zdvih nad nábřežím. [13]

Pracovní cyklus se skládá z doby potřebné pro nalezení kontejneru na palubě, prověření možnosti kolize jeřábové kočky s vozíkem při přesunu nad kontejner, uchopení kontejneru a konečně jeho samotný zdvih. V ten moment, kdy je kontejner maximálně zdvižen, vozík najede pod něj a jeřábová kočka ho na něj položí. Vozík přejezdí pod jeřábovou kočku nad nábřežím, ta kontejner uchopí, zdvihne, vozík se vrací k první kočce druhá ho mezi tím spouští buď na zem pro SC, nebo na AGV či TT. [13]

Vozík je dostatečně široký pro přepravu kontejnerů o maximální délce 16,1 m, což je výhoda pro přepravu nadměrných kontejnerů, ale nevýhoda z hlediska jeho hmotnosti, zatížení výložníku a setrvačných sil. Jeřáb bude celkově poměrně široký a těžký. Jeho váha by přetížila většinu současných nábřeží. Obvyklá používaná šířka výložníku 9,1 m bude překročena a jeřáb nebude schopen přiblížit se k řídicímu můstku lodi tak blízko jako současné jeřáby. [13]

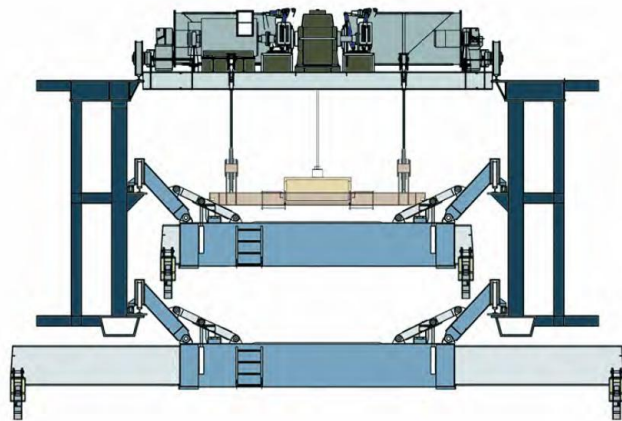


Obr. 30 Paceco Supertainer [13]



### 5.7.3 CREATeCH TECHNOTAiNER:

Koncept jeřábu CreaTech je založen na dopravníkovém systému. Tento jeřáb má dvě kočky na příhradovém výložníku, na kterém jsou tři kolejové dráhy. Jedna (ta nejvyšší) slouží pro pojezd obou jeřábových koček a druhá a třetí (uprostřed a na spodní hraně) jsou určena pro oběh speciálně upravených teleskopických\* spreaderů s pojezdovými koly. [13]



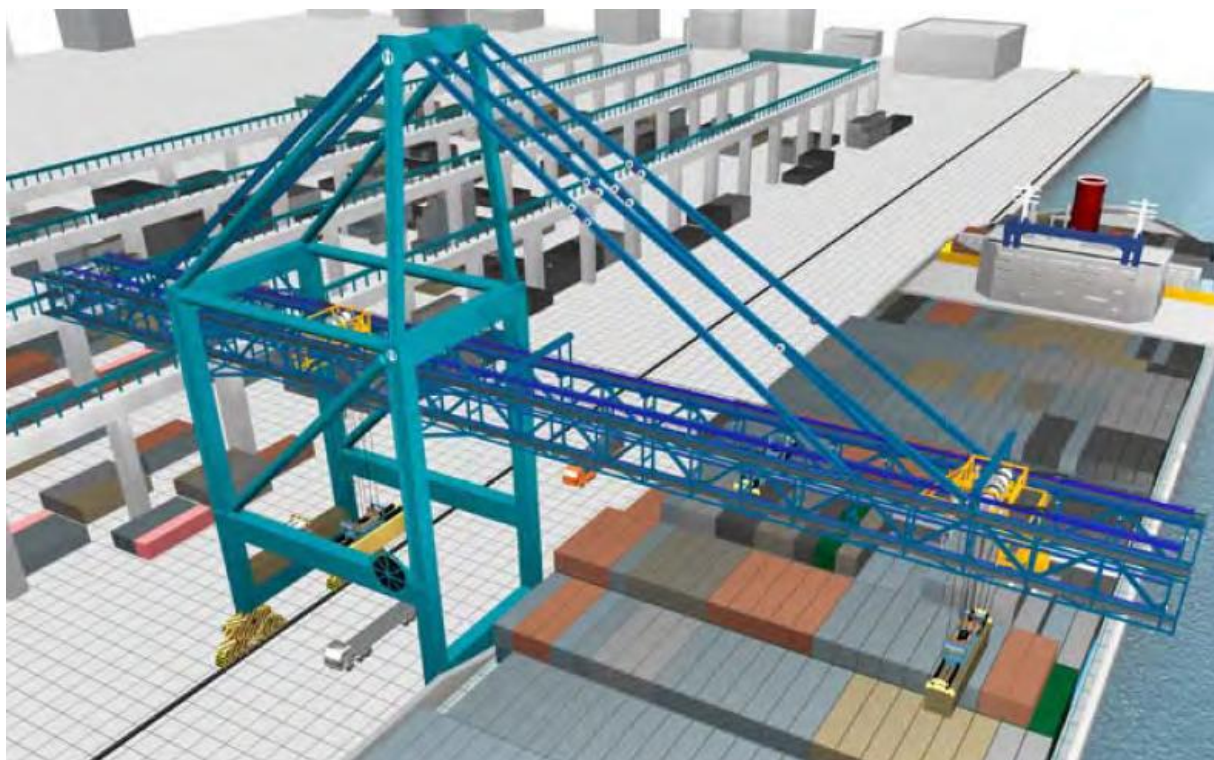
Obr. 31 CreaTech Technotainer – příčný řez výložníkem [13]

Princip činnosti jeřábu je, že Kontejner je zvednut kočkou nad lodí do maximální výšky, spreader s kontejnerem zavěsí na spodní dráhu ve výložníku, kde je po uvolnění spreaderové hlavy tažen ke kočce nad nábřežím. Kočka nad lodí v zápětí uchopí volný spreader ze střední dráhy a cyklus opakuje. Druhá jeřábová kočka nad nábřežím po příjezdu spreaderu s kontejnerem ho uchopí, zvedne z dráhy, a spustí na zempro SC nebo na AGV nebo TT. Po té spreader zase zdvedne a zavěsí ho na střední kolej. Pak uvolní sprejerovou hlavu, spreader se stáhne a je tažen zase k lodi. Kočka nad nábřežím uchopí další spreader s kontejnerem a cyklus se opakuje. [13]

Stejně jako u Supertaineru je doba cyklu závislá nejvíce na zdvihu kontejneru z lodí, zavěšení na dráhu a úchopu prázdného spreaderu, nebo na uchopení spreaderu s kontejnerem kočkou nad nábřežím, spustit, a vrátit prázdný spreader na vyšší dráhu. [13]

Stejně jako všechny dopravníkové systémy i tento koncept odstraňuje čas potřebný pro posun vozíku od jedné kočky ke druhé. Doba cyklu je nejvíce ovlivněna delším zdvihem jedné z koček. Vzhledem k tomu, že prázdný spreader je dopravován ke kočce nad lodí uvnitř výložníku, šířka výložníku není nijak přehnaná. Předpokládá se cca 9,5 m. To umožňuje jeřábu přiblížit se i k lodnímu řídicímu můstku a také se vejde více jeřábů vedle sebe při spolupráci na překládce jedné lodi. Také celková váha je přijatelná, bude asi o 25 % vyšší než u běžných jeřábů a to by měla většina nábřeží unést bez větších úprav. Hlavní nevýhodou tohoto návrhu je složitost spreaderů. [13]

\*Zda jsou spreadery teleskopické, nebo jsou otáčeny o 90° není ve zdroji uvedeno. Osobně se přikláním k výsuvným, protože jinak by se nedaly zvedat kontejnery různých délek.



*Obr. 32 CreaTech Technotainer [13]*





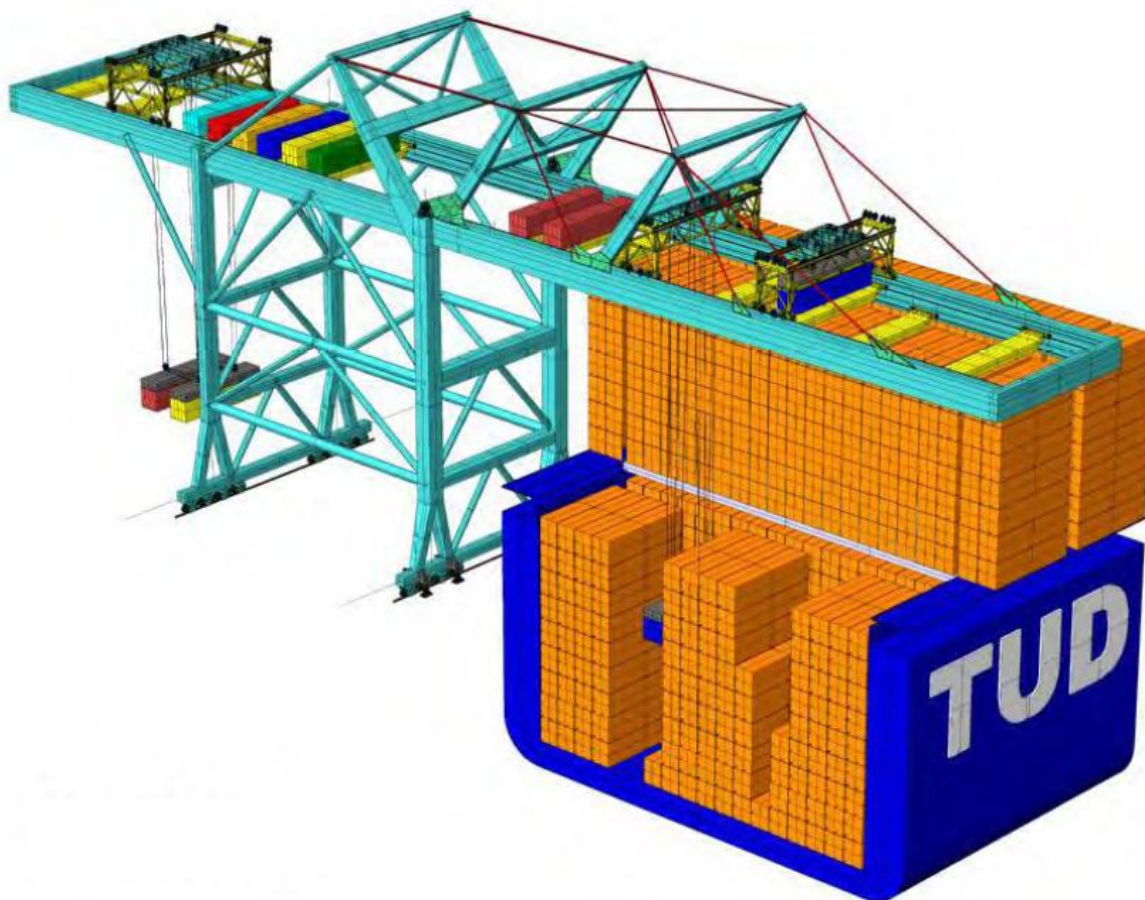
#### 5.7.4 DELFT UNIVERSITY CARRIER CRANE:

Tento poněkud mohutný jeřáb je také založen na dopravníkovém systému. Je vybaven dvěma jeřábovými kočkami nad lodí a třetí dvojitou nad nábřežím na dvojitém skříňovém výložníku, který je rovněž vybaven třemi dráhami (vrchní pro jeřábové kočky, a spodní dvě opět pro oběh vozíků s tím rozdílem, že prostřední dráha teď slouží jako ta nosná spodní jako zpětná). V tomto případě jsou vozíky na pevno ve výložníku a slouží jako překládací plochy stejně jako u Paceco Supertaineru. [13]

Pracovní cyklus jeřábu spočívá v tom, že obě kočky nad lodí nejlépe současně (není podmínkou) zvednou kontejnery, pod ně přijedou vozíky, kočky je položí na vozíky, které se okamžitě posouvají ve směru třetí kočky nad nábřežím. Kočky nad lodí spustí spreadery pro další kontejnery a cyklus se opakuje. Třetí kočka vyčká na příjezd nejlépe obou kontejnerů a zvedá je. Vozíky se posunou, aby nezavazeli spouštění a kočka je pokládá. Po zdvihu prázdných spreaderů opět přijedou dva vozíky s kontejnery a při jejich uchopování zatím první dva vozíky projedou pod nimi ve spodní dráze a vrací se k lodi. [13]

Na obrázku vidíme dvě kočky nad lodí. To je možné aplikovat na všechny jeřáby s přímočarou trajektorií. Při aplikaci dopravníkového systému nemá doba potřebná k dopravě kontejneru mezi kočkami vliv na celkovou dobu cyklu. Stejně jako u Supertaineru a Technotaineru je doba cyklu ovlivněna pouze dobou zdvihu a spouštění kontejnerů. [13]

Jeřáb má velmi robustní konstrukci, díky čemuž zvládne posílat do fronty více kontejnerů než předchozí koncepty (lze vidět i na modelu), to má však za následek daleko větší rozměry a samozřejmě i hmotnost celého jeřábu, pro který by se jistě muselo speciálně upravit nábřeží. Celková váha jeřábu bude asi o 30 až 50 %. Pořizovací a provozní náklady budou při nejmenším navýšeny stejně jako váha. [13]



Obr. 33 Delft University Carrier Crane [13]

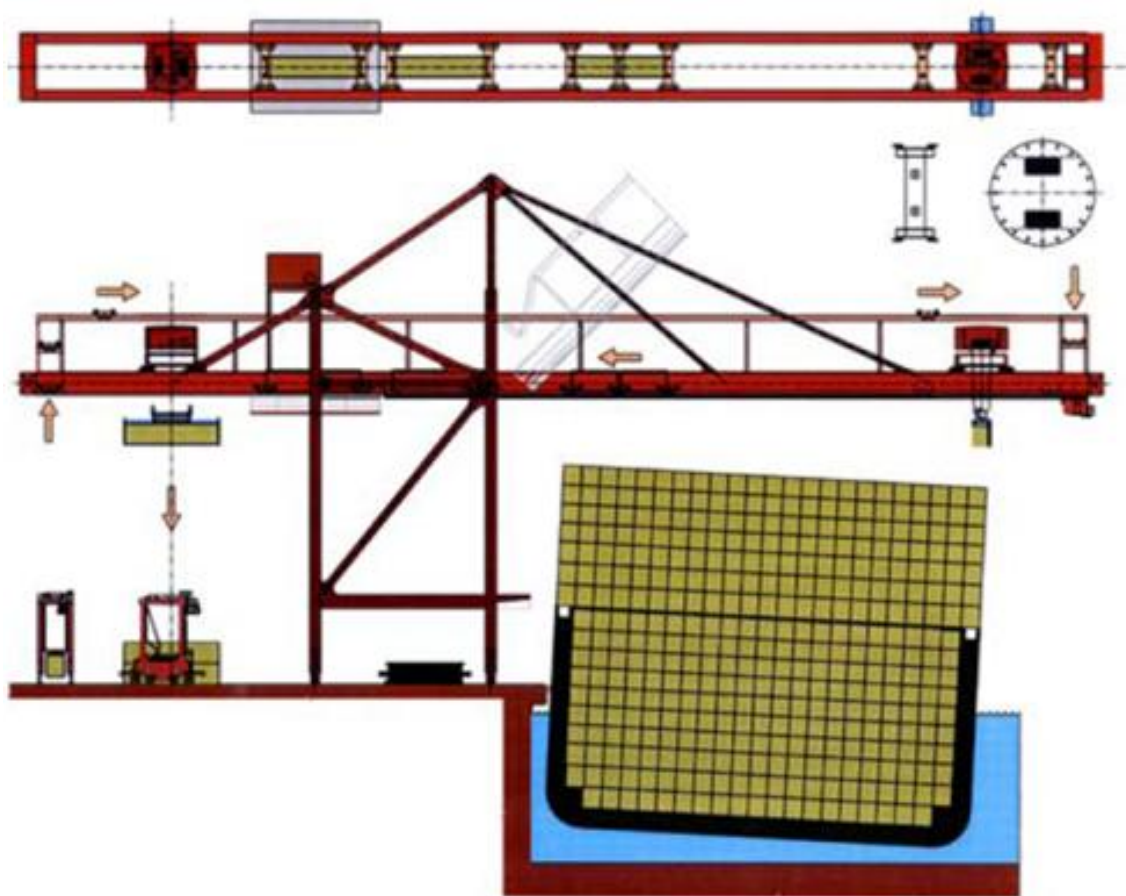


### 5.7.5 LIFTECH SUPERCRAPE

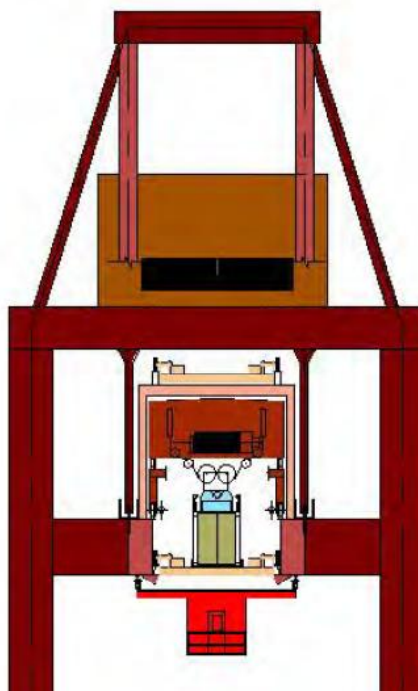
Jako předchozí jeřáby je i tento založen na principu dopravníku. Je vybaven dvěma otočnými jeřábovými kočkami (jedna nad lodí, druhá nad nábřežím) a poměrně zajímavě řešenými vozíky pro dopravu kontejnerů od jedné kočky ke druhé. Vozíky jsou asi 1 m dlouhé a slouží jen pro nesení kontejneru na obou jeho koncích (případně i uprostřed pro delší a těžší kontejnery). Výložník je dvojitý skříňový, ale ne tak robustní jako u „Delfu“. Výložník má znovu tři dráhy pro pojezd koček i vozíků, s tím rozdílem že dvě jsou přímo na nosném profilu (spodní pro dopravu kontejnerů mezi kočkami a horní určenou pro pojezd jeřábových koček) a třetí je na zvláštní konstrukci nad oběma kočkami, která je na obou koncích doplněna výtahy. [13]

Postup práce je takový, že kontejner je zvednut jeřábovou kočkou nad lodí do maximální výšky, otočen o 90° souběžně s výložníkem, vozíky se ustaví do polohy každý na jednom konci kontejneru, kontejner je spuštěn a vozíky s vlastním pohonem přepravují kontejner ke druhé kočce. Kočka nad lodí zatím otočí spreader zpět o 90° a opakuje svůj cyklus. Druhá kočka čeká na příjezd kontejneru už v pootočeném stavu, zdvihne ho, vozíky pokračují směrem k výtahu, který je vytáhne na kolejovou dráhu nad kočku, kudy se po zvednutí vrací k první kočce, kde je výtah zase spustí na pracovní dráhu. Druhá kočka zatím spustí kontejner v libovolném pootočení a vrací se zpět do maximálního zdvihu již otočena v podélném směru výložníku. [13]

Díky otočení kontejneru o 90° nesou vozíky poměrně malou zátěž v porovnání s předchozími návrhy a proto můžou být odlehčeny a navíc se dají použít na libovolnou délku kontejneru. Kruhová konstrukce koček umožňuje poměrně malou výšku výložníku. Jeřáb by měl být srovnatelně těžký jako CreaTech Tainer a Neměl by být nijak široký, takže bude dobře zvládat překládku jedné lodi ve větším počtu jeřábů. [13]



Obr. 34 Liftech SuperCrane [13]



Obr. 35 Liftech SuperCrane - [13]



## 6 ROZPĚRNÉ RÁMY (SPREADERY)

Každý kontejner má normalizované rohové prvky s otvory pro uchycení ať už z horní čelní nebo boční strany. Spreader je v rozích vybaven excentrickými trny, které se po dosednutí spodní hrany spreaderu na střešku kontejneru zasunou do normalizovaných otvorů a pootočí se. Tím dojde k tvarovému styku, který zajistí pevné uchycení kontejneru. Spreadery velmi zvyšují výkon jeřábů. Jejich samotná hmotnost může být až 35 t a nosnost až 130 t podle typu spreaderu. [30]

### 6.1 OVLÁDÁNÍ

#### 6.1.1 MANUÁLNÍ

Vyžadují dělníka, který při dosednutí spreaderu na kontejner musí zajistit trny ve všech rozích zvlášť. Tyto spreadery se používaly v počátcích kontejnerizace, nebo jsou používány pro malé počty překládaných kontejnerů (v rámci jednotek). Postupně však byly nahrazeny poloautomatickými a automatickým. [30]

#### 6.1.2 POLOAUTOMATICKÉ

Poloautomatické spreadery již byly vybaveny dělníkem ovládaným mechanismem, který zajistil všechny trny jedním pohybem. Většinou šlo o páku spojenou s excentrickými trny lanovým nebo řetězovým převodem. [30]

#### 6.1.3 AUTOMATICKÉ

Automatické spreadery jsou již vybaveny řídicím systémem, který ovládá přímo operátor jeřábu stiskem tlačítka. K signalizaci dosednutí kontejneru a zajištění trnů je vybaven světelnými signály, které jsou z kabiny operátora dobře vidět. Dnes již se k překládce kontejnerů používají výhradně automatické spreadery. [30]

### 6.2 ZÁKLADNÍ DRUHY

#### 6.2.1 SINGLE-LIFT

Umožňuje zvednutí jednohokontejneru. Je to základní typ od kterého se později začali odvíjet ostatní druhy. Dříve byly spreadery bez možnosti nastavení délky. V současnosti se spreader může přizpůsobit jakékoliv délce kontejneru v rozsahu normalizovaných délek. [30]



Obr. 36 Single-lift a varianty velikostí zvedaných kontejnerů [30]



### 6.2.2 TWIN-LIFT

Proti Single-Lift je navíc vybaven trny ve střední části jeho délky. Může tak zvednout buď jeden dlouhý kontejner, nebo dva krátké za sebou. Krajní i střední trny jsou polohovatelné ve směru délky spreaderu tudíž může zvedat kontejnery o libovolných délkách. [30]



Obr. 37 Twin-lift a varianty velikostí zvedaných kontejnerů [30]

### 6.2.3 TANDEM

Tandem je v podstatě spojení dvou Twin-Liftů vedle sebe. Umožňují zvednout dva dlouhé kontejnery vedle sebe, nebo dva krátké za sebou ve dvou řadách takže celkem čtyři kontejnery. [30]



Obr. 38 Tandem a varianty velikostí zvedaných kontejnerů [30]



## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracovat rešeršním způsobem přehled jeřábů používaných ve velkých evropských námořních přístavech pro nakládku lodí a udělat stručný přehled používané jeřábové techniky. Úvod této práce se věnoval počátkům kontejnerizace, vlivu zvyšující se poptávky po rychlé a jednoduché manipulaci s materiálem ve světě, což mělo za následek prudký vzestup nákladní lodní přepravy. S potřebou čím dál většího přepravovaného množství na delší vzdálenosti se stavěly větší lodě, s kterými se vyvíjely jak přístavy, kontejnerové terminály i samotné portálové kontejnerové jeřáby. Byl vypracován přehled největších kontejnerových terminálů v Evropě, byla popsána struktura kontejnerových terminálů a interakce zásadních činitelů při překládce kontejnerových lodí. Byly popsány jejich základní parametry a jeřábová technika kontejnerových terminálů přístavu Rotterdam a základní způsoby překládky kontejnerových lodí. Další část se zaměřila na portálové kontejnerové jeřáby (překladače), jejich vývojové stupně, konstrukce, základní rozdělení dle stavby, bylo pojednáno o výkonu těchto jeřábů a možnostech jeho zvýšení. Byla srovnána produktivita jednotlivých konstrukčních provedení, bylo představeno několik konceptů budoucích kontejnerových překladačů a na závěr rozdělení rozpěrných rámců a spreaderů.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] MEISEL, F., *Seaside Operations Planning in Container Terminals*. Physica-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. ISBN 978-3-7908-2190-1.
- [2] America on the move [cit. 2011-05-14].  
[http://americanhistory.si.edu/onthemove/collection/object\\_953.html](http://americanhistory.si.edu/onthemove/collection/object_953.html)
- [3] ZÁLEŽÁK, M., *Technológia v prístavoch a prekladiskách 8 – Kontajnerové terminály*, Žilinská univerzita v EDIS- vydavateľstvi ŽU v Žilíně, 2001. ISBN 80-7100-867-2.
- [4] G. De Monie Policy Research Corporation [cit. 2011-05-14].  
<http://www.docstoc.com/docs/40244068/CURRENT-AND-EMERGING-CHALLENGES-FOR-CONTAINER-TERMINAL-OPERATIONS>
- [5] Georgia Institute of Technology [cit. 2011-05-14].  
[http://etd.gatech.edu/theses/available/etd-11172008-000611/unrestricted/ak\\_aykagan\\_200812\\_phd.pdf](http://etd.gatech.edu/theses/available/etd-11172008-000611/unrestricted/ak_aykagan_200812_phd.pdf)
- [6] ZÁLEŽÁK, M., *Technológia v prístavoch a prekladiskách 1 – Prístavy*, Žilinská univerzita v EDIS- vydavateľstvi ŽU v Žilíně, 2000. ISBN 80-7100-761-7.
- [7] Evropská komise [cit. 2011-05-15]  
[http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/pdf/thematic\\_factsheets/ports\\_cs.pdf](http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/pdf/thematic_factsheets/ports_cs.pdf)
- [8] Faculty of Electrical Engineering and Computing [cit. 2011-05-15].  
[http://bib.irb.hr/datoteka/204932.IL-03\\_Slutej\\_Kolonic\\_EDPE2005.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/204932.IL-03_Slutej_Kolonic_EDPE2005.pdf)
- [9] Port of Rotterdam - Statistic [cit. 2011-04-10].  
[http://www.portofrotterdam.com/en/Port/port-statistics/Documents/Port\\_Statistics\\_2009\\_tcm26-64785.pdf](http://www.portofrotterdam.com/en/Port/port-statistics/Documents/Port_Statistics_2009_tcm26-64785.pdf)
- [10] KAP HWAN KIM, GÜNS, H.O. *Container Terminals and Cargo Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2007.. ISBN 978-3-540-49549-9.
- [11] Kalmarind [cit. 2011-05-17].  
<http://www.kalmarind.com/show.php?id=605>
- [12] Liftech consultant [cit. 2011-05-19].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/The%20Floaterm%20Concept%20Reducing%20Terminal%20Congestion%20with%20Water%20side%20Cranes%20Presentation.pdf>
- [13] Liftech consultant [cit. 2011-05-19].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Increasing%20Crane%20Productivity%202002.pdf>
- [14] Liftech consultant [cit. 2011-05-18].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Quality%20Crane%20Productivity%20Paper.pdf>



- [15] Europe Container Terminal [cit. 2011-05-22].  
<http://www.ect.nl/Terminals/rotterdamterminals/Pages/default.aspx>
- [16] Europe Container Terminal [cit. 2011-05-22].  
<https://eservices.ect.nl/services/objectStatusServc/terminalOverview.asp?terminal=rdam>
- [17] TBA [cit. 2011-05-22].  
[http://www.tba.nl/uploads/files/euomax,\\_a\\_new\\_standard\\_in\\_container\\_handling.pdf](http://www.tba.nl/uploads/files/euomax,_a_new_standard_in_container_handling.pdf)
- [18] Port of Rotterdam Annual report [cit. 2011-05-23].  
<http://www.portofrotterdam.com/en/Port-authority/finance/annual-report/Documents/annual-report-2010-%20PortofRotterdam-Authority.pdf>
- [19] Miesta [cit. 2011-05-22].  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Toekomstbeeld\\_Maasvlakte\\_2\\_2\\_G\\_tcm81-32520.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Toekomstbeeld_Maasvlakte_2_2_G_tcm81-32520.jpg)
- [20] Liftech Consultant [cit. 2011-05-21].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/The%20Future%20of%20Quayside%20Container%20Cranes.pdf>
- [21] Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade [cit. 2011-05-21].  
[http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/biblioteka/publikacije/Transactions\\_FME/Volume34/4/3.%20Zrnica%20193-198.pdf](http://www.mas.bg.ac.rs/istrazivanje/biblioteka/publikacije/Transactions_FME/Volume34/4/3.%20Zrnica%20193-198.pdf)
- [22] Liftech Consultant [cit. 2011-05-21].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Dockside%20Container%20Cranes.pdf>
- [23] Liftech consultant [cit. 2011-05-19].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/A%20Few%20Facts%20about%20Jumbo%20Cranes.pdf>
- [24] Liftech Consultant [cit. 2011-05-21].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/New%20Container%20Crane%20Concepts.pdf>
- [25] Liftech consultant [cit. 2011-05-18].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Low%20Profile%20Cranes.pdf>
- [26] Liftech consultant [cit. 2011-05-18].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Masterclass%20on%20Crane%20Procurement,%20Modernization,%20and%20Maintenance.pdf>
- [27] Liftech Consultant [cit. 2011-05-21].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/The%20Future%20of%20Quayside%20Container%20Cranes.pdf>





- [28] Liftech Consultant [cit. 2011-05-21].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Dockside%20Container%20Crane%20Workshop%20Mechanical.pdf>
- [29] Liftech Consultant [cit. 2011-05-16].  
<http://liftech.net/Publications/Cranes/Procurement%20and%20New%20Development/Supplier%20Cranes.pdf>
- [30] Bromma [cit. 2011-05-22]. <http://www.bromma.com/>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\beta$	[-]	Koeficient druhotné překládky materiálu nábrežními překladači ve variantě skládka-vagon nebo naopak
AGV		Automatic guide vehicle (automaticky řízené vozidlo)
ASC		Automatic stacking crane (automatický stohovací portálový jeřáb)
FEU		fourty feet equivalent unit (40 stop dlouhý kontejner = cca 12 m)
$k_s$	[-]	Koeficient zpracování
$k_{vp}$	[-]	Koeficient časového využití terminálu při překládce plavidel
$n_s$	[ks]	Počet překládních strojů stejného typu v terminálu
$P_1$	[t/h]	Výkon konkrétního nábrežního stroje při interakci plavidlo-vagon nebo naopak
$P_2$	[t/h]	Výkon konkrétního nábrežního stroje při interakci plavidlo-skládka nebo naopak
$P_3$	[t/h]	Výkon konkrétního nábrežního stroje při interakci skládka-vagon nebo naopak
$P_n$	[t/den]	denní propustnost nábrežních překládních strojů
QC		Quay crane (nábrežní portálový jeřáb)
RMG		Rail mounted gantry crane (portálový jeřáb s kolejovým pojezdem)
RTG		Ruber tyred gantry crane (mobilní portálový jeřáb s pojezdem na pneumatikách)
SC		Stradle carrier (portálový obkročný vozík s vlastním zdvihem )
STS		Ship-to-shore crane (nábrežní portálový jeřáb)
$t$	[t]	reálná hmotnost veškerého materiálu
$t_{00}$	[t]	tuna-operace (součet hmotností všech zdvihů)
$t_d$	[h/den]	odpracované doba bez vyčleněných přestávek
TEU		twenty feet equivalent unit (20 stop dlouhý kontejner = cca 6 m)
ULCS		ultra large container ship
$\alpha$	[-]	Koeficient průchodu materiálu skládkou
ALV		Automatic lifting vehicle (automatické vozidlo s vlastním zdvihem)
RS		Reach hacker (čelní výložníkový vozík)
TT		Terminal tractor (tahač přívěsů na kontejnery)
CTQI		Container terminal quality index (index pro posouzení výkonu)



kontejnerového terminálu)

$P_t$	[TEU/h]	Výkon jeřábu
$n_{kc}$	[ks]	Počet kontejnerů přeložených jedním cyklem
$t_{ct}$	[s]	Teoretický čas cyklu
$n_p$	[ks]	Počet kontejnerových jeřábů
$k_{vc}$	[-]	Koeficient využití teoretického času cyklu
$k_{pr}$	[-]	Koeficient času překládky
$k_{ps}$	[-]	Koeficient provozní schopnosti



## SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Technické parametry jeřábů vzhledem k velikosti lodí
- P2 Mapa- největší kontejnerové přístavy Evropy
- P3 Srovnání starých a současných kontejnerových jeřábů
- P4 Popis částí kontejnerového portálového jeřábu profilu „A“
- P5 Technické parametry některých kontejnerových jeřábů
- P6 Srovnání výkonnosti jednotlivých konstrukčních provedení jeřábů


**P1 TECHNICKÉ PARAMETRY JEŘÁBŮ VZHLEDEM K VELIKOSTI LODÍ**

<i>Typical values</i>	Panamax APL C9	Post Panamax C10	Regina Maersk	New Maersk Standard	Suez-max	Malacca - max
<i>Containers across deck</i>	13	16	17	22	23	24
<i>Ship Draft, m</i>	11.6	12.5	13.7	15.2	17.1	21.0
<i>Ship Beam, m</i>	32.0	39.3	41.8	54.3	50.3	54.9
<i>Outreach, m</i>	35.8	45.7	51.6	64.2	66.7	69.2
<i>Setback, m</i>	4.3	4.3	7.6	7.6	7.6	7.6
<i>Gage, m</i>	15.24	30.48	30.48	30.48	30.48	30.48
<i>Backreach, m</i>	9.1	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
<i>Wheels per Corner/ spacing</i>	8 / 1.5					
<i>Out-to-Out distance between bumpers, m</i>	27.0					
<i>Capacity, LT</i>	30	40	50	60	65	65

**P2 MAPA- NEJVĚTŠÍ KONTEJNEROVÉ PŘÍSTAVY EVROPY**


**P3 SROVNÁNÍ STARÝCH A SOUČASNÝCH KONTEJNEROVÝCH JEŘÁBŮ**

<b>Vintage</b>	<b>1965 to 1985</b>	<b>1996 to present</b>
<b>Capacity</b>	30 to 40 LT	50 to 65 LT (twin lift)
<b>Rail gage, m</b>	10-30.5	15.2-36.5
<b>Outreach, m</b>	29-38	53-69
<b>Backreach, m</b>	8-24	9-16
<b>Clearance between legs, m</b>	12-14	16-19
<b>Lift height</b>	18-27	32-37
<b>Hoist speed, m/min</b>	22-53	60-90
<b>Trolley speed m/min</b>	120-150	240



## P5 TECHNICKÉ PARAMETRY NĚKTERÝCH KONTEJNEROVÝCH JEŘÁBŮ

<b>Manufacturer</b>	ZPMC	2004	Dubai	A-frame	Twin box	RT	80.0	100.0	90	250	68	30.48	23	41.0	1440	46.0	35	3.0
<b>Delivered Date</b>	IMPSA	Design		A-frame	Twin box	RT	81.5	89.6	90	240	63	30.48	24	41.0	1165	40.0	30	4.0
<b>Location</b>	ZPMC	2004	VPA	A-frame	Twin box	RT	66.2	80.0	90	244	71	30.48	23	40.0	1590	35.0	21	2.0
<b>Description</b>	ZPMC	2003	YICT	A-frame	Twin box	RT	61.1	70.0	70	240	65	30.00	22	42.2	1440	26.8	18	4.0
<b>Girder Type</b>	Liftech Concept	Design	POLA	Low Profile	Twin box	RT	61.1	100.0	75	244	62	30.48	23	36.6/ 42.8	1850	37.0	18	4.0
<b>Machinery or Rope Trolley</b>	Noell	2001	POLA- Pier 400	A-frame	Single box	MT	61.1	84.0	90	240	64	30.48	23	40/ 47.5	1280	74.4	17	2.0





**P6 SROVNÁNÍ VÝKONNOSTI JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKČNÍCH PŘÍJEMŮ JEŘÁBŮ**

