

N°	DATA	AGGIORNAMENTO

AUTORITÀ PORTUALE DI GIOIA TAURO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO TERMINAL
INTERMODALE DEL PORTO DI GIOIA TAURO

PROGETTO PRELIMINARE

oggetto		- AR - K
FORNITURE TECNOLOGICHE		
PROGETTISTA:	PROMOTORE:	
		SCALA
		DATA 28/03/13
		rif: gioia tauro bando di gara/disegni/ 01_bando gara/

QUESTO PROGETTO È DI PROPRIETÀ DELLO STUDIO ZACUTTI. È VIETATO RIPRODURRE, COPIARE O CEDERE A TERZI IL PROGETTO, ANCHE PARzialmente, SENZA PRELIMINARE AUTORIZZAZIONE

Forniture tecnologiche

Il progetto, per quanto riguarda le forniture tecnologiche prevede principalmente la messa in esercizio di gru a portale su binario “RMG” di scartamento variabile tra 43 mt. e 28 mt. con altezza sotto spreader di 12.50 mt.

Le macchine come da descrizione e da calcoli preliminari allegati saranno a basso impatto ambientale sia dal punto di vista acustico che di consumi energetici.

1. DISPOSIZIONI GENERALI

1.1 Caratteristiche generali

Gru a portale per movimentazione di containers da vagoni ferroviari a trailer e viceversa.

Le gru saranno operanti e atte a movimentare:

- Containers ISO da 20' e 40' in single lift
- Containers da 45' e 48' con attacchi a 40' in single lift
- N.2 containers da 20' contemporaneamente in twin lift
- Carrello rotante di 360°

Le gru configurate secondo le presenti specifiche saranno montate e messe in servizio sulle vie di corsa del Terminal Contenitori ed Intermodale, collaudate e funzionanti corredate dei seguenti componenti, accessori e documentazione:

- n°1 traversa a cambio rapido
- n°1 spreader telescopico 20'-40' twin lift espandibile
- n°1 sistema di pesatura omologato con rilascio scontrino fiscale
- n°1 piggy back
- n°1 dispositivo di antioscillazione spreader (antisway)
- n°1 avvolgicavo MT completo di cavo di alimentazione con fibre ottiche
- n°1 sistema di anticollisione
- n°1 gru di tipo a bandiera con paranco elettrico di piccola portata per gli smontaggi dei piccoli componenti ed il sollevamento dei pesi da terra. Le gru dovranno essere comandate tramite pulsantiere portatili
- adeguato impianto di lubrificazione centralizzato
- serie di attrezzature speciali necessarie allo smontaggio/rimontaggio di parti meccaniche non attuabili con attrezzature universali.
- parti di rispetto meccaniche, elettromeccaniche ed elettroniche valevoli per la gru secondo quanto richiesto nel Capitolato e dalle normative vigenti
- documentazione tecnica-contrattuale
- Manuale uso e manutenzione con elenco ricambi
- i piani di sicurezza al montaggio
- tutti i controlli di qualità previsti nel presente capitolato, e riportati sul piano controllo qualità

- tutti i collaudi necessari per l'accettazione delle macchine da parte dell'Appaltante e dagli Enti preposti per l'idoneità all'operatività nel Terminal
- periodo di garanzia

1.2 Caratteristiche dimensionali e prestazioni

1.2.1 Portate di lavoro

1	Portata alle funi twin lift	66	t
2	Portata allo spreader twin lift	50	t
3	Portata alle funi twin lift in opzione	76	t
4	Portata allo spreader twin lift in opzione	60	t

1.2.2 Caratteristiche dimensionali

1	Altezza massima della gru *		m
2	Scartamento binari di scorrimento gru	28,29-43mt	m
3	Luce minima libera orizzontale fra le stilate del portale min.	16	m
4	Altezza di posizionamento dei respingenti dal binario gru		m
5	Ingombro max trasversale gru *		m
6	Ingombro max delle carrelliere da respingente a respingente	24	m

1.2.3 Posizioni di lavoro e corse operative

1	Corsa totale carrello (minimo operativo)	---	m
2	Corsa carrello su entrambi gli sbalzi	Circa 8 mt	m
3	Corsa totale spreader sopra livello rotaie	12-12,5mt	m
4	Corsa massima traslazione gru dal punto di alimentazione M.T. Corsa totale	±250	m
5	Rotazione carrello	±135°	m

1.2.4 Velocità di lavoro

1	Sollevamento/discesa con max carico allo spreader m/min	25
2	Sollevamento/discesa con container vuoto m/min	50
3	Traslazione carrello (carico/vuoto) m/min	100

4	Scorrimento portale	m/min	120
5	Rotazione carrello	giri/min	1

1.2.5 Manovre contemporanee

1	Sollevamento / traslazione carrello / scorrimento portale	3
2	Sollevamento / traslazione carrello / rotazione carrello	3

1.2.6 Performance di ciclo

1	Ciclo di riferimento indicativo medio	mov./h	30
---	---------------------------------------	--------	----

senza considerare la traslazione portale e la rotazione del carrello

1.2.7 Principali parametri elettrici

1	Alimentazione elettrica generale	15-6.6kV c.a trifase 50Hz
2	Tensione alimentazione motori	400 / 500 V c.a.
3	Tensioni comando e controllo	220-110 V c.a. / 24 V c.c.
4	Tensioni impianto luce e f.e.m	400 -230 V c.a.

1.2.8 Azione del vento : condizioni limite

1	Condizioni limite di esercizio	20	m/s	72 km/h
2	Condizioni di fuori esercizio	46	m/s	166 km/h

1.2.9 Temperatura ambiente

1	Condizioni operative	- 5°C / + 45°C
---	----------------------	----------------

1.3.10 Vincoli di dimensionamento

1	Tipologia binario scorrimento portale	MRS 125
2	Carico per metro di rotaia con gru in esercizio e con gru fuori servizio	40± t/m

2. NORME TECNICHE DI CALCOLO

- 1 Le gru saranno conformi alla Direttiva Macchine e dovranno essere marchiate CE.
- 2 Il progetto ed il calcolo delle strutture e dei meccanismi, dovrà fare riferimento alle norme F.E.M. (terza edizione 1987 e successivi aggiornamenti) ed alla Normativa in vigore per il calcolo delle strutture metalliche secondo D.M. del 09/01/1996.
- 3 Il progetto e calcolo della parte elettrica risponderà alle norme CEI -IEC -UNEL

- 4 Il progetto della parte antinfortunistica risponderà alle norme ISPESL, nonché alle vigenti norme in materia di sicurezza (Decreto Legislativo n°626 del 19/04/94 e successive modificazioni ed integrazioni, D.P.R. 547 del 27/04/1955, D.P.R. 303, D.L 494, ecc).

2.1 CLASSIFICAZIONE DEGLI APPARECCHI E DEI SOTTOGRUPPI STRUTTURALI E MECCANICI

La gru ed i relativi meccanismi, saranno classificati per servizio continuo, in accordo alle citate norme F.E.M., secondo i seguenti indici :

Rif.	Descrizione	Classe di carico		Classe di utilizzazione		Gruppi di classificazione
1	Strutture portanti	Q3	U8	A8		
2	Meccanismi sollevamento	L2	T8	M8		
3	Meccanismi traslazione carrello		L2	T8	M8	
4	Meccanismi scorrimento portale		L2	T7	M7	
5	Rotazione carrello	L2	T5	M5		

2.2 VERIFICHE

Le verifiche a fatica saranno effettuate secondo le Norme F.E.M., sulla base di 4.000.000 di cicli complessivi. La verifica sarà effettuata ripartendo tali cicli in riferimento alle possibili condizioni di sollecitazione, intese come combinazione di valore carico / posizione del carrello.

2.3 CONDIZIONI LIMITE PER IL CALCOLO STRUTTURALE E LA STABILITA' AL RIBALTAMENTO /TRASCINAMENTO GRU

Le gru saranno calcolate per sopportare, con i coefficienti di sicurezza prescritti dalla normativa di calcolo, le spinte massime generate dal vento, secondo le sotto riportate condizioni limite:

1. Condizione limite di esercizio : 72 km/h (20 m/s)
Entro tale limite le gru permetteranno il regolare svolgimento dell'operatività, soddisfacendo tutte le performance necessarie comprese le accelerazioni e le decelerazioni e garantendo la sicurezza al ribaltamento / trascinamento, attraverso i soli freni di servizio senza l'ausilio di dispositivi accessori.
2. Condizione limite di vento di fuori esercizio : 166 km/h (46 m/s)
Entro tale limite le gru dovranno garantire, in condizioni di riposo, la stabilità al ribaltamento ed al trascinamento, attraverso i freni di servizio attivati e con l'ausilio di

dispositivi accessori (tenaglie per il portale, blocco meccanico per il carrello) e perni di stazionamento se necessari dal calcolo.

3. QUALITÀ DEL PRODOTTO

3.1. Generalità

Le gru dovranno essere costruite a perfetta regola d'arte, intendendo con questo una esecuzione accurata e robusta, sia nelle parti principali, sia in quelle secondarie.

Il funzionamento e la costruzione delle macchine saranno atte a soddisfare i sottoriportati requisiti generali :

- 1 Essere dolci nei movimenti
- 2 Presentare vibrazioni e rumorosità ridottissime
- 3 Presentare contenuti cedimenti elastici (frecce), sotto i carichi massimi di lavoro previsti
- 4 Garantire precise e stabili tolleranze di forma geometrica delle strutture portanti
- 5 Garantire, dove richiesto, il perfetto sincronismo dei movimenti
- 6 Utilizzare tutti gli accorgimenti tecnici e progettuali, per minimizzare l'usura di parti soggette ad attrito volvente e radente con particolare riferimento alle ruote, riduttori e binari del portale e del carrello.
- 7 Garantire la guida di elementi scorrevoli, senza brandeggiamenti / oscillazioni laterali
- 8 Garantire una risposta, del tutto ripetitiva, alle varie situazioni di manovra
- 9 Garantire l'agevole e rapido riposizionamento di parti soggette a 1 smontaggio / rimontaggio
- 10 Minimizzare gli interventi di regolazione e manutenzione
- 11 Escludere rotture o danneggiamenti, anche in caso di possibili errori di manovra, non dovuti a dolo da parte dell'operatore
- 12 Sopportare, senza conseguenze per ogni parte della macchina, tutti i sovraccarichi / urti usualmente riscontrabili su gru portuali
- 13 Garantire tutti i gradi di protezione previsti contro la penetrazione di acqua, umidità e polvere.
- 14 Adottare tutti gli accorgimenti necessari per rendere agevoli, sicure e veloci, tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.
- 15 Le macchine nella progettazione ed esecuzione perseguiranno il raggiungimento dei più bassi livelli di rumorosità, nei vari ambienti ed all'esterno.

4. RISPARMIO ENERGETICO

Le gru verranno realizzate con la massima attenzione alla riduzione dei consumi energetici con l'adozione di idonee apparecchiature in grado di garantire nel ciclo delle operazioni il recupero di energia come meglio evidenziato negli schemi preliminari allegati.

	RMG INTERMODAL CRANE				author	check	approval
					CL	MR	
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION					12-04-2013	
1. LOADS FOR HOIST POWER CALCULATION							
The needed loads are the suspended load (the weight of the hoisted container) and the weight of headblock, ropes and spreader, and the weight of the hook beam, if present.							
		1st cycle (empty container)				2nd cycle 50%SWL	3rd cycle 100%SWL
suspended load	L1 =	3480	kg =	34138,8	N	25000	35000
headblock+ ropes	L2 =	5500	kg =	53955	N	5500	5500
spreader twinlift or singlelift	L3 =	9000	kg =	88290	N	9000	9000
Hook beam	L4 =		kg =	0	N	0	0
total load =	Ltot =	17980	kg =	176383,8	N	39500	49500
average hoisted load	L av =	22994,7	kg				
spectrum factor	k _p =	0,305	$k_p = \sum_{i=1}^r \left(\frac{mL_i}{mL_{\max}} \right)^3 \frac{n_i}{n_{\max}}$				
1.1 HOIST							
HOIST SPEED	the hoist speed with load is proportional to the weight of the suspended load						
with load	v _f =	49,7	m/min		full load	26	m/min
empty	v _e =	52,0	m/min		max load	40000	kg
ACCELERATION TIMES	the acceleration ramp is always the same, so the acceleration time is proportional to the suspended load						
with load	t _f =	2,870	s =>	a _f =	0,289	m/s ²	
empty	t _e =	3,000	s =>	a _e =	0,289	m/s ²	
DECELERATION TIMES							
with load	t _f =	2,870	s =>	a _f =	0,289	m/s ²	
empty	t _e =	3,000	s =>	a _e =	0,289	m/s ²	
EFFICIENCIES							
reduction gear	η _r =	0,960					
drum	η _t =	0,985		drum diameter	0,55	m	
number of sheaves	np =	3,0		reducer ratio	28		
sheaves	η _p =	0,990	0,970				
total efficiency =	η _{tot} =	0,918					
SPEED		r.p.m.					
with load	n _f =	1.875	rpm	base speed ω _f =	196,32	rad/sec	
empty	n _e =	1.960	rpm	max speed ω _e =	205,25	rad/sec	
INERTIA							
		quantity	kg*m ²				
motor	J1=	2	3,30	6,60	kg*m ²		
brakes	J2=	2	1,75	3,50	kg*m ²		
gear reducer	J3=	2	0,25	0,50	kg*m ²		
drums	J4=	2	0,25	0,50	kg*m ²		
total	J tot =			11,10	kg*m ²		
decelerant inertia due to loads							
inertia with full load	Jp _f = Ltot*v _f ² /ω _f ² =		0,321	kg m ²			

	RMG INTERMODAL CRANE			author	check	approval	
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION			CL	MR	12-04-2013	
inertia with empty	$J_{p_e} = L_{empty} \cdot v_e^2 / \omega_e^2 =$	0,259	kg m ²				
1.2 HOISTING POWER WITH LOAD							
The power due to hoisting the suspended load has a steady state power (max rated power) and a power due to accelerating the rotating parts and the load							
			$L_{tot} \cdot v_f$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
Max rated power	Ph1 =	-----	=	159,4	251,6	258,0	
		$1000 \cdot 60 \cdot \eta_{tot}$		kW	kW	kW	
		$J \cdot (2 \cdot \pi \cdot n_f / 60)^2$					
power due to accelerate rotating parts	Ph2 =	-----	=	149,1	107,2	87,7	
		$1000 \cdot t_f$		kW	kW	kW	
		$m_{tot} \cdot v_f^2$					
power due to accelerate load	Ph3 =	-----	=	4,7	7,4	7,6	
		$1000 \cdot t_f \cdot \eta \cdot 60^2$		kW	kW	kW	
1.3 HOISTING POWER WITHOUT LOAD							
			$L_{tot} \cdot v_f$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
Max rated power	Ph1 =	-----	=	134,4	134,4	134,4	
		$1000 \cdot 60 \cdot \eta_{tot}$		kW	kW	kW	
		$J \cdot (2 \cdot \pi \cdot n_f / 60)^2$					
power due to accelerate rotating parts	Ph2 =	-----	=	155,9	155,9	155,9	
		$1000 \cdot t_f$		kW	kW	kW	
		$m_{tot} \cdot v_f^2$					
power due to accelerate load	Ph3 =	-----	=	4,0	4,0	4,0	
		$1000 \cdot t_f \cdot \eta \cdot 60^2$		kW	kW	kW	
1.4 LOWERING							
LOWERING SPEED							
with load	$v_f =$	49,7	m/min	full load	26	m/min	
empty	$v_e =$	52,0	m/min	max load	30000	kg	
ACCELERATION TIMES							
the acceleration ramp is always the same, so the acceleration time is proportional to the suspended load							
with load	$t_f =$	2,870	s =>	$a_f =$	0,289	m/s ²	
empty	$t_e =$	3,000	s =>	$a_e =$	0,289	m/s ²	
DECELERATION TIMES							
with load	$t_f =$	2,870	s =>	$a_f =$	0,289	m/s ²	
empty	$t_e =$	3,000	s =>	$a_e =$	0,289	m/s ²	

	RMG INTERMODAL CRANE				author	check	approval
					CL	MR	
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION					12-04-2013	
EFFICIENCIES							
reduction gear	$\eta_r =$	0,960					
drum	$\eta_t =$	0,985			drum diameter	0,5	m
number of sheaves	$n_p =$		3,0		reducer ratio	25	
sheaves	$\eta_p =$	0,990		0,97			
total efficiency =	$\eta_{tot} =$	0,918					
SPEED							
		r.p.m.					
with load	$n_f =$	1.875	rpm	base speed $\omega_f =$		196,32	rad/sec
empty	$n_e =$	1.960	rpm	max speed $\omega_e =$		205,25	rad/sec
INERTIA							
		quantity	kg*m ²				
motor	J1=	2	3,30	6,60	kg*m ²		
brakes	J2=	2	1,75	3,50	kg*m ²		
gear reducer	J3=	2	0,25	0,50	kg*m ²		
drums	J4=	2	0,25	0,50	kg*m ²		
total	J tot =			11,10	kg*m ²		
decelerant inertia due to loads							
inertia with full load	$J_{p_f} = L_{tot} * v_f^2 / \omega_f^2 =$		0,321	kg m ²			
inertia with empty	$J_{p_e} = L_{empty} * v_e^2 / \omega_e^2 =$		0,259	kg m ²			
1.5 LOWERING POWER WITH LOAD							
			$L_{tot} * v_f * \eta_{tot}$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
Max rated power	Ph1 =			=	134,2	211,8	217,2
			1000*60		kW	kW	kW
			$J * (2 * \pi * n_f / 60)^2$				
power due to accelerate rotating parts	Ph2 =			=	149,1	107,2	87,7
			1000*t _f		kW	kW	kW
			$m_{tot} * v_f^2 * \eta$				
power due to accelerate load	Ph3 =			=	4,0	6,2	6,4
			1000*t _f *60 ²		kW	kW	kW
1.6 LOWERING POWER WITHOUT LOAD							
			$L_{tot} * v_f * \eta_{tot}$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
Max rated power	Ph1 =			=	113,1	113,1	113,1
			1000*60		kW	kW	kW
			$J * (2 * \pi * n_f / 60)^2$				
power due to accelerate rotating parts	Ph2 =			=	155,9	155,9	155,9
			1000*t _f		kW	kW	kW
			$m_{tot} * v_f^2 * \eta$				
power due to accelerate load	Ph3 =			=	3,3	3,3	3,3
			1000*t _f *60 ²		kW	kW	kW

		RMG INTERMODAL CRANE			author	check	approval
					CL	MR	
		ENERGY CONSUMPTION CALCULATION				12-04-2013	
2. LOADS FOR TROLLEY POWER CALCULATION							
		1st cycle				2nd cycle	3rd cycle
trolley load	L trolley =	65000	kg =	637650	N	65000	65000
total load	L full =	17980	kg =	176383,8	N	39500	49500
total load empty	L empty =	14500	kg =	142245	N	14500	14500
2.1 TROLLEY							
TROLLEY SPEED							
with load	$v_f =$	80,0	m/min				
empty	$v_e =$	80,0	m/min				
ACCELERATION TIMES							
without wind	$t_f =$	6,000	s =>	$a_f =$	0,222	m/s ²	
with wind	$t_w =$	9,000	s =>	$a_e =$	0,148	m/s ²	
DECELERATION TIMES							
without wind	$t_f =$	6,000	s =>	$a_f =$	0,222	m/s ²	
with wind	$t_w =$	9,000	s =>	$a_e =$	0,148	m/s ²	
EFFICIENCIES							
total efficiency =	$\eta_{tot} =$	0,96					
wheel resistance	$r =$	5,50	N/kN				
wind area of trolley // trolley direction	$A' =$	89,00	m ²				
wind area of load // trolley direction	$A'' =$	35,00	m ²				
	$A_{tot} =$	124,00	m ²				
max operative wind speed	$w =$	44,44	Mph		20,0	m/s	
						72,0	km/h
wind speed without speed reduction	$w' =$	31,11	Mph		14,0	m/s	
						50,4	km/h
maximum railway difference in heighth	$i =$	0,100	%				
SPEED							
		r.p.m.					
with load	$n_f =$	1.750	rpm	base speed $\omega_f =$		183,26	rad/sec
empty	$n_e =$	1.750	rpm	max speed $\omega_e =$		183,26	rad/sec
INERTIAS							
		quantity	kg*m ²				
motor	J1=	4	0,171	0,68	kg*m ²		
brakes	J2=	4	0,27	1,08	kg*m ²		
gear reducer	J3=	4	0,03	0,12	kg*m ²		
wheel	J4=	4	0,04	0,16	kg*m ²		
total	J tot =			2,0480	kg*m ²		
with wind (C); without wind (S) =>							
		C					

					author	check	approval
					CL	MR	
						12-04-2013	
2.2 TROLLEY TRAVELLING POWER WITH LOAD							
			$L_{tot} \cdot v_f \cdot r$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
power due to rolling friction		Pt1 =	-----	=	6,2	7,8	8,6
			$1000 \cdot 60 \cdot \eta_{tot}$		kW	kW	kW
			$J \cdot (2 \cdot \pi \cdot n_f / 60)^2$				
power due to accelerate rotating parts		Pt2 =	-----	=	7,6	7,6	7,6
			$1000 \cdot t$		kW	kW	kW
			$m_{tot} \cdot v_f^2$				
power due to accelerate trolley		Pt3 =	-----	=	17,1	21,5	23,6
			$1000 \cdot t_f \cdot \eta \cdot 60^2$		kW	kW	kW
			$A_t \cdot q' \cdot v_f$				
power due to operative wind		Pt4 =	-----	=	42,24	42,2	42,2
wind pressure q' = 245,3	N/m ²		$1000 \cdot \eta \cdot 60$		kW	kW	kW
			$P \cdot v_f \cdot \sin(i/100)$				
power due to railway		Pt5 =	-----	=	1,13	1,4	1,6
difference in heigth			$60 \cdot \eta$		kW	kW	kW
2.3 TROLLEY TRAVELLING POWER WITHOUT LOAD							
			$L_{tot} \cdot v_f \cdot r$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
power due to rolling friction		Pt1 =	-----	=	6,0	6,0	6,0
			$1000 \cdot 60 \cdot \eta_{tot}$		kW	kW	kW
			$J \cdot (2 \cdot \pi \cdot n_f / 60)^2$				
power due to accelerate rotating parts		Pt2 =	-----	=	7,6	7,6	7,6
			$1000 \cdot t$		kW	kW	kW
			$m_{tot} \cdot v_f^2$				
power due to accelerate trolley		Pt3 =	-----	=	16,4	16,4	16,4
			$1000 \cdot t_f \cdot \eta \cdot 60^2$		kW	kW	kW
			$A_t \cdot q' \cdot v_f$				
power due to operative wind		Pt4 =	-----	=	30,32	30,3	30,3
wind pressure q' = 245,3	N/m ²		$1000 \cdot \eta \cdot 60$		kW	kW	kW
			$P \cdot v_f \cdot \sin(i/100)$				
power due to railway		Pt5 =	-----	=	1,08	1,1	1,1
difference in heigth			$60 \cdot \eta$		kW	kW	kW
3. LOADS FOR GANTRY POWER CALCULATION							
		1st cycle				2nd cycle	3rd cycle
total service weight	L RMG =	440000	kg =	4316400	N	440000	440000
total load	L full =	17980	kg =	176383,8	N	39500	49500
total load empty	L empty =	14500	kg =	142245	N	14500	14500
3.1 GANTRY							
GANTRY SPEED							
with load or with wind	$v_f =$	135,0	m/min		full load	135	m/min
empty	$v_e =$	135,0	m/min		max load	30000	kg

					author	check	approval
					CL	MR	
						12-04-2013	
ACCELERATION TIMES							
without wind	$t_f =$	6,000	s =>	$a_f =$	0,375	m/s ²	
with wind	$t_w =$	10,000	s =>	$a_e =$	0,225	m/s ²	
	$t =$	10,000					
EFFICIENCIES							
total efficiency =	$\eta_{tot} =$	0,96					
wheel resistance	$r =$	5,50	N/kN				
wind area of gantry // gantry direction	$A' =$	650,00	m ²				
wind area of load // gantry direction	$A'' =$	8,00	m ²				
	$A_{tot} =$	658,00	m ²				
max operative wind speed	$w =$	44,44	Mph		20,0	m/s	
					72,0	km/h	
wind speed without speed reduction	$w' =$	31,11	Mph		14,0	m/s	
					50,4	km/h	
maximum railway difference in heigth	$i =$	0,200	%				
SPEED	r.p.m.						
with load	$n_f =$	1.750	rpm	base speed $\omega_f =$		183,26	rad/sec
empty	$n_e =$	1.750	rpm	max speed $\omega_e =$		183,26	rad/sec
INERTIA							
		quantity	kg*m ²				
motor	$J_1 =$	16	0,140	2,24	kg*m ²		
brakes	$J_2 =$	16	0,109	1,74	kg*m ²		
gear reducer	$J_3 =$	16	0,012	0,19	kg*m ²		
wheel	$J_4 =$	32	0,006	0,19	kg*m ²		
total	$J_{tot} =$			4,3680	kg*m ²		
with wind (C); without wind (S) =>		C					
3.2 GANTRY TRAVELLING POWER WITH LOAD							
			$L_{tot} * v_f * r$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
power due to rolling friction	$P_{s1} =$			=	57,9	60,6	61,9
			$1000 * 60 * \eta_{tot}$		kW	kW	kW
			$J * (2 * \pi * n_f / 60)^2$				
power due to accelerate rotating parts	$P_{s2} =$			=	24,4	24,4	24,4
			$1000 * t$		kW	kW	kW
			$m_{tot} * v_f^2$				
power due to accelerate gantry	$P_{s3} =$			=	241,5	252,9	258,1
			$1000 * t_f * \eta * 60^2$		kW	kW	kW
			$A_t * q' * v_f$				
power due to operative wind	$P_{s4} =$			=	378,2	378,2	378,2
wind pressure $q' = 245,3$	N/m ²		$1000 * \eta * 60$		kW	kW	kW
			$P * v_f * \sin(i/100)$				
power due to railway	$P_{s5} =$			=	21,1	22,0	22,5
difference in heigth			$60 * \eta$		kW	kW	kW

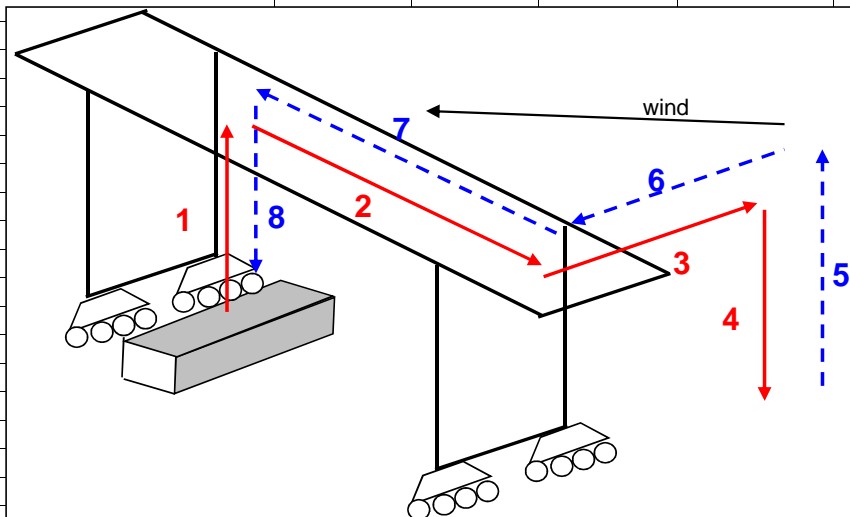
					author	check	approval
					CL	MR	
						12-04-2013	

3.3 GANTRY TRAVELLING POWER WITHOUT LOAD

			$L_{tot} \cdot v_f \cdot r$		1st cycle	2nd cycle	3rd cycle
power due to rolling friction		$Ps1 =$	$\frac{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{tot}}{1000}$	=	57,9 kW	60,6 kW	61,9 kW
power due to accelerate rotating parts		$Ps2 =$	$\frac{J \cdot (2 \cdot \pi \cdot n / 60)^2}{1000 \cdot t}$	=	14,7 kW	14,7 kW	14,7 kW
power due to accelerate gantry		$Ps3 =$	$\frac{m_{tot} \cdot v_f^2}{1000 \cdot t_f \cdot \eta \cdot 60^2}$	=	241,5 kW	252,9 kW	258,1 kW
power due to operative wind		$Ps4 =$	$\frac{A_t \cdot q' \cdot v_f}{1000 \cdot \eta \cdot 60}$	=	373,6 kW	373,6 kW	373,6 kW
wind pressure $q' = 245,3$	N/m ²						
power due to railway difference in height		$Ps5 =$	$\frac{P \cdot v_f \cdot \sin(i/100)}{60 \cdot \eta}$	=	21,1 kW	22,0 kW	22,5 kW

4. WORKING CYCLE

A complete working cycle is composed by hoisting, trolley travelling, gantry travelling and lowering with and without suspended load. In the calculation, the working cycle is always the same. It's possible to choose the motor r.p.m. and the working distance, the power of other uses and the % of hour in working conditions



EFFICIENCIES			
		efficiency of trafo	0,980
	with load	efficiency of inverters	0,970
	without load	efficiency of motors	0,900
		total efficiency =	0,86

4.1 working phases

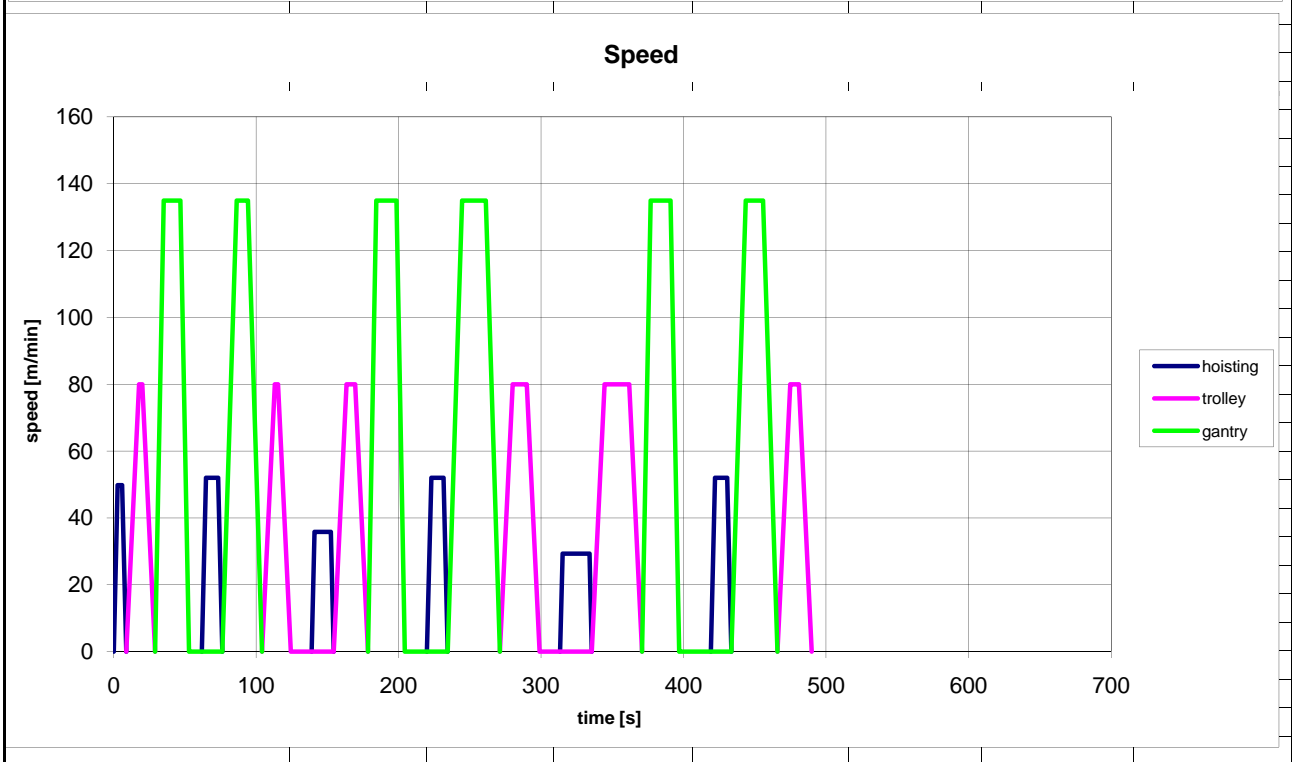
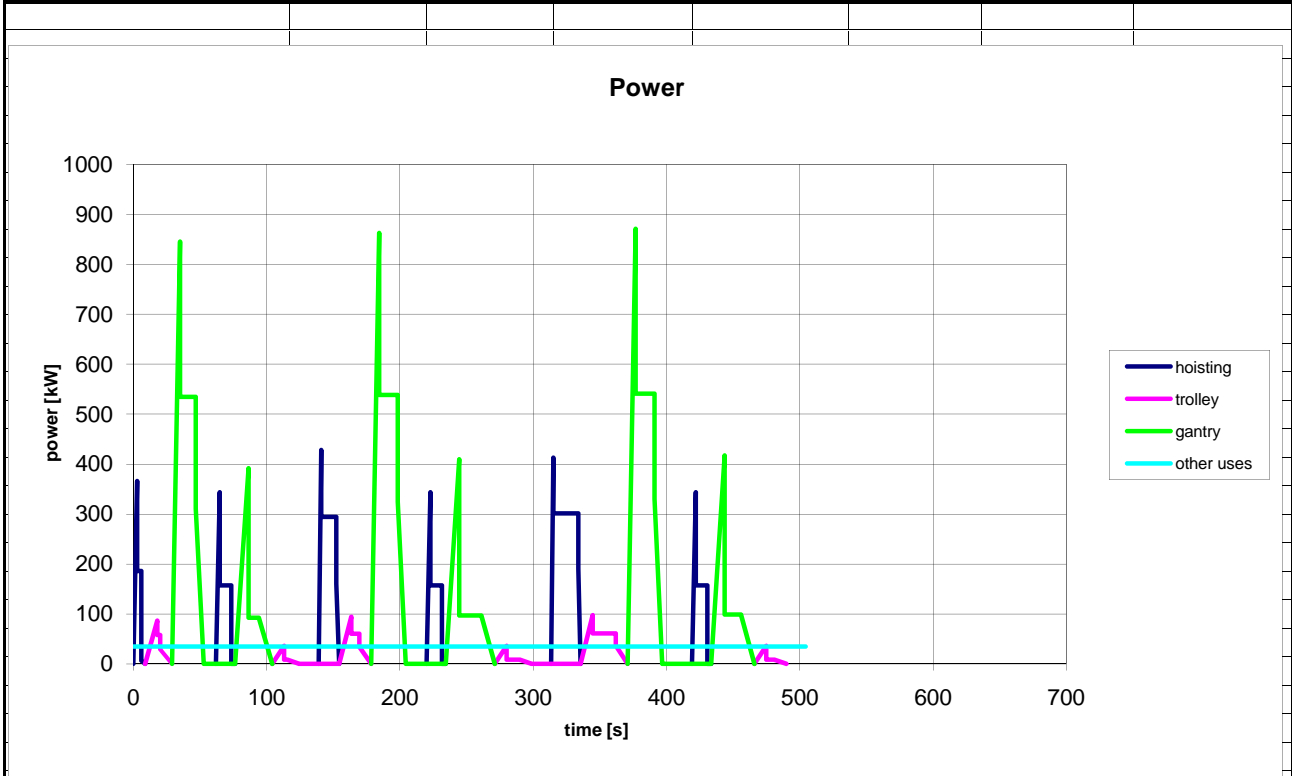
1	hoisting of load					
2	trolley travelling					
3	gantry travelling					
4	lowering of load					
5	hoisting empty					
6	gantry travelling empty					
7	trolley travelling empty					
8	lowering empty					

	RMG INTERMODAL CRANE				author	check	approval
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION				CL	MR	
						12-04-2013	
4.2 working distances		1st cycle		2nd cycle		3rd cycle	
1 hoisting of load	s1 =	5	m	8		10	
2 trolley travelling	s2 =	15	m	20		35	
3 gantry travelling	s3 =	40	m	45		45	
4 lowering of load	s4 =	5	m	8		10	
5 hoisting empty	s5 =	10	m	10		10	
6 gantry travelling empty	s6 =	40	m	60		50	
7 trolley travelling empty	s7 =	15	m	25		20	
8 lowering empty	s8 =	10	m	10		10	
4.3 working speed							
1 hoisting of load	v1 =	49,7	m/min	35,8		29,3	
2 trolley travelling	v2 =	80,0	m/min	80,0		80,0	
3 gantry travelling	v3 =	135,0	m/min	135,0		135,0	
4 lowering of load	v4 =	49,738	m/min	35,8		29,3	
5 hoisting empty	v5 =	52,0	m/min	52,0		52,0	
6 gantry travelling empty	v6 =	135,0	m/min	135,0		135,0	
7 trolley travelling empty	v7 =	80,0	m/min	80,0		80,0	
8 lowering empty	v8 =	52	m/min	52,0		52,0	
4.4 acceleration and deceleration time							
1 hoisting of load	ta1 =	5,739	s	4,1		3,4	
2 trolley travelling	ta2 =	18	s	18,0		18,0	
3 gantry travelling	ta3 =	12	s	12,0		12,0	
4 lowering of load	ta4 =	5,739	s	4,1		3,4	
5 hoisting empty	ta5 =	6	s	6,0		6,0	
6 gantry travelling empty	ta6 =	20	s	20,0		20,0	
7 trolley travelling empty	ta7 =	18	s	18,0		18,0	
8 lowering empty	ta8 =	6	s	6,0		6,0	
4.5 acceleration and deceleration distance							
1 hoisting of load	sa1 =	2,4	m	1,2		0,8	
2 trolley travelling	sa2 =	12,0	m	12,0		12,0	
3 gantry travelling	sa3 =	13,5	m	13,5		13,5	
4 lowering of load	sa4 =	2,4	m	1,2		0,8	
5 hoisting empty	sa5 =	2,6	m	2,6		2,6	
6 gantry travelling empty	sa6 =	22,5	m	22,5		22,5	
7 trolley travelling empty	sa7 =	12,0	m	12,0		12,0	
8 lowering empty	sa8 =	2,6	m	2,6		2,6	
4.6 actual acceleration and deceleration time							
1 hoisting of load	ta1 =	5,7	s	4,1		3,4	
2 trolley travelling	ta2 =	18,0	s	18,0		18,0	
3 gantry travelling	ta3 =	12,0	s	12,0		12,0	
4 lowering of load	ta4 =	5,7	s	4,1		3,4	
5 hoisting empty	ta5 =	6,0	s	6,0		6,0	
6 gantry travelling empty	ta6 =	20,0	s	20,0		20,0	
7 trolley travelling empty	ta7 =	18,0	s	18,0		18,0	
8 lowering empty	ta8 =	6,0	s	6,0		6,0	
4.7 steady state distance							
1 hoisting of load	sr1 =	2,6	m	6,8		9,2	
2 trolley travelling	sr2 =	3,0	m	8,0		23,0	
3 gantry travelling	sr3 =	26,5	m	31,5		31,5	
4 lowering of load	sr4 =	2,6	m	6,8		9,2	
5 hoisting empty	sr5 =	7,4	m	7,4		7,4	
6 gantry travelling empty	sr6 =	17,5	m	37,5		27,5	
7 trolley travelling empty	sr7 =	3,0	m	13,0		8,0	
8 lowering empty	sr8 =	7,4	m	7,4		7,4	

	RMG INTERMODAL CRANE				author	check	approval
					CL	MR	
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION					12-04-2013	
4.8 steady state time							
1 hoisting of load	t1 =	3,2	s	11,4		18,8	
2 trolley travelling	t2 =	2,3	s	6,0		17,3	
3 gantry travelling	t3 =	11,8	s	14,0		14,0	
4 lowering of load	t4 =	3,2	s	11,4		18,8	
5 hoisting empty	t5 =	8,5	s	8,5		8,5	
6 gantry travelling empty	t6 =	7,8	s	16,7		12,2	
7 trolley travelling empty	t7 =	2,3	s	9,8		6,0	
8 lowering empty	t8 =	8,5	s	8,5		8,5	
4.9 total working time for each phase							
1 hoisting of load	t tot 1 =	8,9	s	15,5		22,2	
2 trolley travelling	t tot 2 =	20,3	s	24,0		35,3	
3 gantry travelling	t tot 3 =	23,8	s	26,0		26,0	
4 lowering of load	t tot 4 =	8,9	s	15,5		22,2	
5 hoisting empty	t tot 5 =	14,5	s	14,5		14,5	
6 gantry travelling empty	t tot 6 =	27,8	s	36,7		32,2	
7 trolley travelling empty	t tot 7 =	20,3	s	27,8		24,0	
8 lowering empty	t tot 8 =	14,5	s	14,5		14,5	
	total time	138,9	s	174,5		190,9	
steady state power							
1 hoisting of load	P1 =	186,27	kW	294,1		301,6	
2 trolley travelling	P2 =	57,96	kW	60,2		61,2	
3 gantry travelling	P3 =	534,39	kW	538,7		540,7	
4 lowering of load	P4 =	0,00	kW	0,0		0,0	
5 hoisting empty	P5 =	157,05	kW	157,0		157,0	
6 gantry travelling empty	P6 =	92,31	kW	96,6		98,7	
7 trolley travelling empty	P7 =	8,23	kW	8,2		8,2	
8 lowering empty	P8 =	0,00	kW	0,0		0,0	
Other uses in operation		35,0	kW	35,0		35,0	
Power in idle condition		18,0	kW				
power due to acceleration							
1 hoisting of load	P1 =	366,02	kW	428,0		412,9	
2 trolley travelling	P2 =	86,85	kW	94,3		97,7	
3 gantry travelling	P3 =	845,27	kW	862,9		871,0	
4 lowering of load	P4 =	22,08	kW	0,0		0,0	
5 hoisting empty	P5 =	343,87	kW	343,9		343,9	
6 gantry travelling empty	P6 =	391,75	kW	409,4		417,5	
7 trolley travelling empty	P7 =	36,28	kW	36,3		36,3	
8 lowering empty	P8 =	53,88	kW	53,9		53,9	
Mean power of other uses (crane in operation)			35,0	kW			
% of hour in working condition		100	%				
				absorbed	given back	absorbed	given back
		cumulative	power	energy	energy	energy	energy
		time [s]	[kW]	[kWh]	[kWh]	in hour [kWh]	in hour [kWh]
1 hoisting of load	acc	2,9	401,02	0,17	0,00	1,24	0,00
	steady state	6,0	221,27	0,37	0,00	2,63	0,00
	dec	8,9	41,52	0,40	0,10	2,85	0,75
2 trolley travelling	acc	17,9	121,85	0,59	0,10	4,24	0,75
	steady state	20,2	92,96	0,65	0,10	4,66	0,75
	dec	29,2	35,00	0,78	0,21	5,54	1,51
3 gantry travelling	acc	35,2	880,27	1,54	0,21	10,99	1,51
	steady state	46,9	569,39	3,40	0,21	24,28	1,51
	dec	52,9	35,00	3,72	0,86	26,55	6,16
4 lowering of load	acc	55,8	57,08	4,04	0,86	28,81	6,16
	steady state	59,0	35,00	4,35	0,96	31,08	6,88

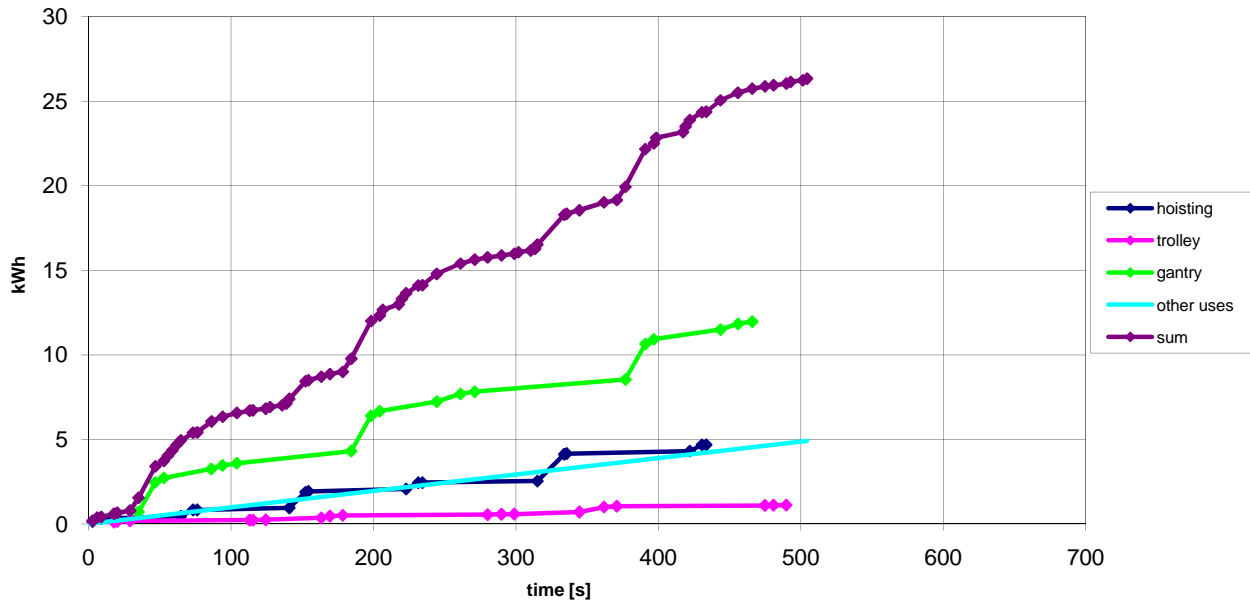
	RMG INTERMODAL CRANE				author	check	approval
					CL	MR	
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION					12-04-2013	
5 hoisting empty	dec	61,8	35,00	4,67	1,06	33,34	7,58
	acc	64,8	378,87	4,93	1,06	35,19	7,58
	steady state	73,4	192,05	5,39	1,06	38,44	7,58
6 gantry travelling empty	dec	76,4	35,00	5,42	1,16	38,65	8,26
	acc	86,4	426,75	6,06	1,16	43,23	8,26
	steady state	94,1	127,31	6,33	1,16	45,19	8,26
7 trolley travelling empty	dec	104,1	35,00	6,56	1,35	46,80	9,60
	acc	113,1	71,28	6,69	1,35	47,75	9,60
	steady state	115,4	43,23	6,72	1,35	47,94	9,60
8 lowering empty	dec	124,4	35,00	6,81	1,36	48,64	9,71
	acc	127,4	88,88	6,91	1,36	49,34	9,71
	steady state	135,9	35,00	7,01	1,59	50,04	11,35
1 hoisting of load	dec	138,9	35,00	7,11	1,69	50,74	12,04
	acc	141,0	463,05	7,39	1,69	52,76	12,04
	steady state	152,4	329,13	8,43	1,69	60,18	12,04
2 trolley travelling	dec	154,4	195,21	8,50	1,74	60,65	12,44
	acc	163,4	129,25	8,70	1,74	62,11	12,44
	steady state	169,4	95,19	8,86	1,74	63,25	12,44
3 gantry travelling	dec	178,4	35,00	8,99	1,85	64,18	13,23
	acc	184,4	897,87	9,77	1,85	69,72	13,23
	steady state	198,4	573,73	12,00	1,85	85,65	13,23
4 lowering of load	dec	204,4	35,00	12,33	2,51	87,99	17,92
	acc	206,5	35,00	12,66	2,53	90,34	18,09
	steady state	217,9	35,00	12,98	3,11	92,68	22,17
5 hoisting empty	dec	219,9	35,00	13,31	3,19	95,03	22,74
	acc	222,9	378,87	13,64	3,19	97,33	22,74
	steady state	231,5	192,05	14,09	3,19	100,58	22,74
6 gantry travelling empty	dec	234,5	35,00	14,12	3,28	100,79	23,43
	acc	244,5	444,35	14,79	3,28	105,55	23,43
	steady state	261,1	131,65	15,40	3,28	109,90	23,43
7 trolley travelling empty	dec	271,1	35,00	15,63	3,48	111,55	24,83
	acc	280,1	71,28	15,76	3,48	112,50	24,83
	steady state	289,9	43,23	15,88	3,48	113,33	24,83
8 lowering empty	dec	298,9	35,00	15,98	3,49	114,03	24,94
	acc	301,9	88,88	16,07	3,49	114,73	24,94
	steady state	310,4	35,00	16,17	3,72	115,43	26,57
1 hoisting of load	dec	313,4	35,00	16,27	3,82	116,12	27,27
	acc	315,1	447,94	16,52	3,82	117,94	27,27
	steady state	333,9	336,58	18,28	3,82	130,50	27,27
2 trolley travelling	dec	335,6	225,21	18,34	3,86	130,94	27,54
	acc	344,6	132,69	18,55	3,86	132,43	27,54
	steady state	361,9	96,22	19,02	3,86	135,73	27,54
3 gantry travelling	dec	370,9	35,00	19,15	3,97	136,68	28,34
	acc	376,9	906,05	19,93	3,97	142,27	28,34
	steady state	390,9	575,75	22,17	3,97	158,25	28,34
4 lowering of load	dec	396,9	35,00	22,50	4,63	160,64	33,05
	acc	398,5	35,00	22,84	4,65	163,02	33,22
	steady state	417,4	35,00	23,17	5,63	165,40	40,16
5 hoisting empty	dec	419,1	35,00	23,51	5,69	167,78	40,61
	acc	422,1	378,87	23,89	5,69	170,55	40,61
	steady state	430,6	192,05	24,35	5,69	173,80	40,61
6 gantry travelling empty	dec	433,6	35,00	24,38	5,78	174,01	41,29
	acc	443,6	452,53	25,06	5,78	178,84	41,29
	steady state	455,8	133,66	25,51	5,78	182,08	41,29
7 trolley travelling empty	dec	465,8	35,00	25,74	5,99	183,75	42,72
	acc	474,8	71,28	25,88	5,99	184,70	42,72
	steady state	480,8	43,23	25,95	5,99	185,22	42,72
8 lowering empty	dec	489,8	35,00	26,05	6,00	185,91	42,83
	acc	492,8	88,88	26,14	6,00	186,61	42,83
	steady state	501,4	35,00	26,24	6,23	187,31	44,47
	dec	504,4	35,00	26,34	6,33	188,01	45,16

	RMG INTERMODAL CRANE			author	check	approval
	ENERGY CONSUMPTION CALCULATION			CL	MR	
					12-04-2013	



		RMG INTERMODAL CRANE		author	check	approval
				CL	MR	
		ENERGY CONSUMPTION CALCULATION			12-04-2013	

Absorbed energy in three cycles



Average energy per container

