


NOTES DE CALCUL

Dossier no: 2604-15
Nom du navire: NGCC "Pierre Radisson"
Sujet: Poutres de levage dans les salles des machines
Effectué par: Florent Pouchin ing. jr. M.Sc. (5064041) Date: 2015-12-01
Vérifié par: Thomas E. Barbeau ing. M.Sc. Architecte naval (126640) Date: 2016-02-04

Approuvé par:  05/02/2016
Thomas E. Barbeau ing. M.Sc. Architecte naval (126640) Date: 2016-02-05

Objectif du calcul:
Déterminer par calculs directs les contraintes induites à la structure lors du levage de la charge de travail sécuritaire (SWL) à l'aide des poutres de levage situées dans les salles des machines avant et arrière, au-dessus des moteurs, au niveau du pont 17' Flat. Les positions des poutres sont présentées au plan no 2604-15-502 intitulé Localisation des poutres de levage dans les salles des machines.

Charge de travail sécuritaire	SWL	tonnes	1.00
Facteur de sécurité recommandé sur contraintes admissibles	FS		1.50

Documents de référence:
[1] 222-H-139, Profile & Decks, 2 pages, par Burrard Dry Dock Co. Ltd., mars 1979
[2] 222-H-138, Construction Section, 1 page, par Burrard Dry Dock Co. Ltd., février 1979
[3] Lloyd's Code for Lifting Appliances in a Marine Environment, Juillet 2015

Référence 3, Chapitre 8, Section 4.2.1 - Spreaders and lifting beams

Acier poutre de levage - ACNOR G40.21 50W

Limite élastique	σ_y	MPa	350
Contrainte adm. en tension	$\sigma_a=0,45\sigma_y$	MPa	157.50
Contrainte adm. en cisaillement	$\tau_a=0,3\sigma_y$	MPa	105.00

Acier existant - Lloyd's grade D

Limite élastique	σ_y	MPa	265
Contrainte adm. en tension	$\sigma_a=0,45\sigma_y$	MPa	119.25
Contrainte adm. en cisaillement	$\tau_a=0,3\sigma_y$	MPa	79.50

Salle des machines poutres centrales

Poutre de levage - modèle simplement supporté - acier 50W

Poutre S250x38 (échantillonnage déterminé à partir d'un relevé dimensionnel à bord)

Charge	W	kN	9.81
Longueur de la poutre	L_L	m	5.639
Moment au centre	$M=WL_L/4$	kN.m	13.83
Section module requise	$Z_1=M/\sigma_{a1}$	cm^3	87.8
Section module poutre existante	Z_{1e}	cm^3	401.2
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		4.57
Conformité avec le requis			Conforme
Déflexion maximale admissible	$L_L/500$	mm	11.28
Inertie	I	mm^4	5.10E+07
Module d'élasticité	E	MPa	207000
Déflexion au point de charge	$\delta_1=PL_L^3/48EI$	mm	3.47
Conformité avec le requis			Conforme

222"

Charge uniforme au pont 17' FLAT selon LRS - Rules and Regulations for the Classification of Ships January 1994, Part 3, Chapter 3, section 5, tableau 3.5.1 - Machinery Space, Workshop and Store

Chargement au pont	p	kN/m^2	18.37
--------------------	---	-----------------	-------

Support de la poutre - acier Lloyd's grade D

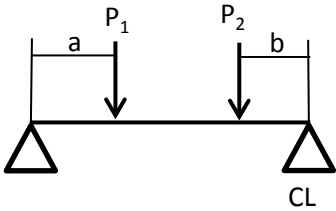
Porque au couple 89, 18"x3/8" BT 8" avec plaque de pont 5/16" (échantillonnage déterminé à partir d'un relevé dimensionnel à bord et de la référence #1)

4 poutres au total, regroupées deux par deux

Toutes les poutres sont chargées à leur SWL.

Modèle simplement supporté à l'axe central et à la cloison à 26' du CL

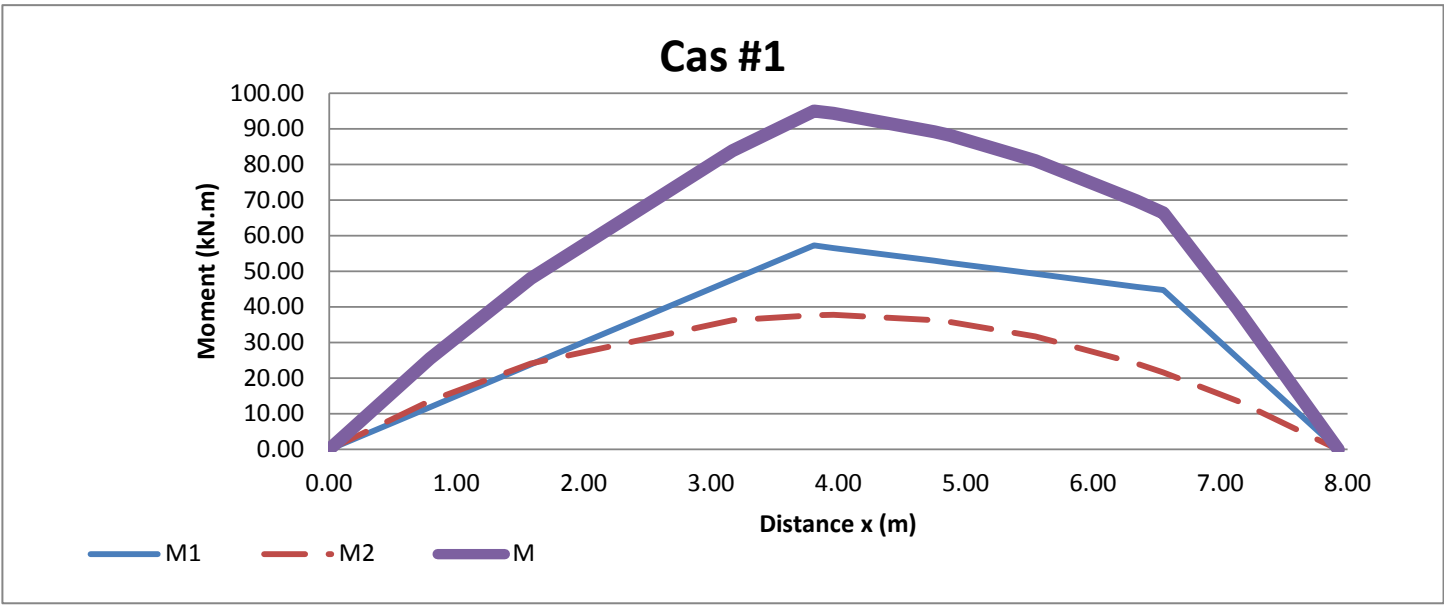
Charge deux poutres de levage (ext.)	P	kN	19.62
Poids linéaire de la poutre de levage	P_{LP}	kg/m	38.00
Longueur des poutres	L	m	7.925
Poids des poutres longitudinales	$W_p=L \times P_{LP}$	kN	2.10
Charge des poutres	$P_1=P+W_p$	kN	21.72
Charge poutre 2	$P_2=P+W_p$	kN	21.72
Longueur la plus longue	a	m	3.810
Longueur la plus courte	b	m	1.372
Réaction à la cloison à 26' du CL	$R_1=(P_1(L-a)+P_2b)/L$	kN	15.04
Réaction au CL	$R_2=(P_1a+P_2(L-b))/L$	kN	28.41
Moment au point x	$M_1= R_1x$ si $x<a$	kN.m	Voir graphique
	$M_1=R_1x-P_1(x-a)$ si $a<x<(l-b)$	kN.m	Voir graphique
	$M_1=\text{Interpolation pour } x>(l-b)$	kN.m	Voir graphique
Demi espacement des barrots	S	mm	229
Poids linéaire du porque	P_L	kg/m	62.9
Charge uniforme	$w=P_L+p \times S$	kN/m	4.82
Moment au point x	$M_2=wx(L-x)/2$	kN.m	Voir graphique
Réaction au CL (charge uniforme)	$R_3=wL/2$	kN	19.08
Moment maximal (voir graphique)	$M=M_1+M_2$	kN.m	95.05
Section module requise	$Z_1=M/\sigma_a$	cm^3	797.1
Section module poutre existante	Z_{1e}	cm^3	1133.0
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=Z_{1e}/Z_1$		1.42
Conformité avec le requis			Marginal



26'
2 x 1/2 poutre

12.5'
4.5'

9"



Porque au couple 76

10"x1/2" BT 6" avec plaque de pont 5/16" (échantillonnage déterminé à partir d'un relevé dimensionnel à bord et de la référence #1)

Deux poutres sont chargées à leurs SWL.

Modèle simplement supporté à la cloison à 15' du CL de chaque côté avec une charge de levage appliquée à mi portée du porque.

Charge deux poutres de levage (ext.)	P	kN	19.62
Poids linéaire de la poutre de levage	P _{LP}	kg/m	38.00
Longueur des poutres	L	m	9.144
Poids de la poutre de levage	W _p =L _L xP _{LP}	kN	2.10
Charge appliquée sur le porque	W=W _p +P	kN	21.72
Moment lié à la charge de levage	M ₁ = WL/4	kN.m	49.66
Demi espacement des barrots	S	mm	343
Poids linéaire du porque	P _L	kg/m	68.9
Charge uniforme	w=P _L +p*S	kN/m	0.68
Moment lié à la charge sur pont	M ₂ =wL ² /8	kN.m	7.06
		kN	3.09
Moment maximal (voir graphique)	M=M ₁ +M ₂	kN.m	56.72
Section module requise	Z ₁ =M/σ _a	cm ³	475.6
Section module poutre existante	Z _{1e}	cm ³	639.0
Facteur de sécurité sur cont. adm.	FS=Z _{1e} /Z ₁		1.34
Conformité avec le requis			Marginal

30'
2 x 1/2 poutre
1/2*(18"+9")

Modèle conservateur car en réalité les goussets reduisent la portée effective du porque.

Épontille à l'axe central au couple 89

Tuyau 5" cédule 80

Flat 17' - Tank top 5' - porque 18"=10'-6")

Longueur de l'épontille	L	mm	3200.4
Facteur d'encastrement	k		1.00
Diamètre extérieur	D _e	mm	141.3
Épaisseur	É	mm	9.53
Diamètre intérieur	D _i =D _e -2É	mm	122.25
Rayon de giration	$r=((D_e^2+D_i^2)/16)^{0.5}$	mm	46.71
Facteur de flambage	kL/r		68.51
Contrainte admissible	Fa (Selon table CSA)	ksi	16.55
		MPa	114.14
Surface de pont supportée	S _P	m ²	10.9
Charge pour le pont	F _P =p×S _P	kN	199.7
Réaction au CL	F=2R ₂ +F _P	kN	256.5
Aire en compression	$A=\pi(D_e^2-D_i^2)/4$	mm ²	3943.2
Contrainte actuelle	σ=F/A	MPa	65.0
Facteur de sécurité sur cont. adm.	FS=Fa/σ		1.75
Conformité avec le requis			Conforme

26'x4.5'

Note 1

Note 1: le poids du pont et de sa structure n'est pas comptabilisé dans la charge considérée

Salle des machines avant

Hiloire à 10' du CL, âme 18"x3/8" BT 3"

Modèle en porte-à-faux encastré

Toutes les poutres sont chargées à leur SWL.

Charge de deux poutres de levage	P	kN	19.62
Longueur de l'hiloire en porte-à-faux	L	mm	1372
Moment - charge à l'extrémité	M ₁ =PL	kN.m	26.91
Largeur supportée	S	mm	2743
Charge uniforme	w=p*S	kN/m	50.39
Moment (charge uni.)	M ₂ =wL ² /2	kN.m	47.40
Moment maximal	M=M ₁ +M ₂	kN.m	74.31
Section module requise	Z ₁ =M/σ _a	cm ³	623.2
Section module poutre existante	Z _{1e}	cm ³	809.0
Facteur de sécurité sur cont. adm.	FS=Z _{1e} /Z ₁		1.30
Conformité avec le requis			Marginal

4'-6"

9'

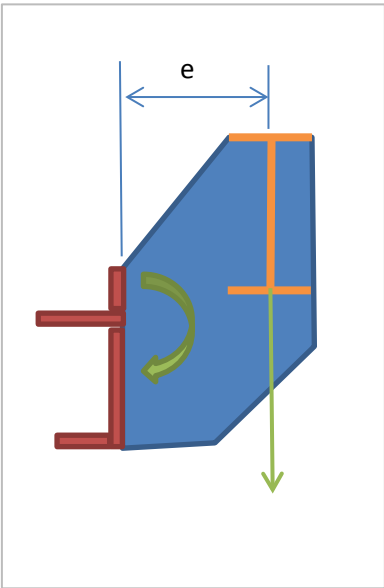
Salle des machines avant - poutres latérales bâbord et tribord

Poutre de levage - modèle simplement supporté - acier 50W

Poutre S250x38 (échantillonnage déterminé à partir d'un relevé dimensionnel à bord)

Charge	W	kN	9.81
Longueur de la poutre	L	m	2.477
Moment au centre	$M=WL/4$	kN.m	6.07
Section module requise	$Z_1=M/\sigma_{a1}$	cm ³	38.6
Section module poutre existante	Z_{1e}	cm ³	401.2
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		10.40
Conformité avec le requis			Conforme
Déflexion maximale admissible	L/500	mm	4.95
Inertie	I	mm ⁴	5.10E+07
Module d'élasticité	E	MPa	207000
Déflexion au point de charge	$\delta_1=PL^3/48EI$	mm	0.29
Conformité avec le requis			Conforme

97.5"



Connection aux extremités de la poutre

Réaction à l'extremité de la poutre	R=W	kN	9.81
Excentricité de la poutre	e	mm	180
Moment à la connection	$M=R.e/1000$	kN.m	1.77
Longueur soudure	L_{soud}	mm	280
Gorge de soudure	w	mm	3.50
Aire de la soudure	$A_{soud}=2.e.L_{soud}$	mm ²	1960
Module de la soudure	$Z_{soud}=2.L_{soud}^2.w/6$	cm ³	91.47
Effort tranchant dans la soudure	$\tau=R/A_{soud}.10^3$	MPa	5.01
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		15.88
Conformité avec le requis			Conforme
Contrainte dans la soudure	$\sigma=M/Z_{soud}.10^3$	MPa	19.31
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		6.18
Conformité avec le requis			Conforme

11"

Salle des machines arrière - poutre latérale bâbord

Poutre de levage - modèle simplement supporté - acier 50W

Poutre S250x38 (échantillonnage déterminé à partir d'un relevé dimensionnel à bord)

Charge	W	kN	9.81
Longueur de la poutre	L	m	3.607
Moment au centre	$M=WL/4$	kN.m	8.85
Section module requise	$Z_1=M/\sigma_{a1}$	cm ³	74.2
Section module poutre existante	Z_{1e}	cm ³	401.2
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		5.41
Conformité avec le requis			Conforme
Déflexion maximale admissible	L/500	mm	7.21
Inertie	I	mm ⁴	5.10E+07
Module d'élasticité	E	MPa	207000
Déflexion au point de charge	$\delta_1=PL^3/48EI$	mm	0.91
Conformité avec le requis			Conforme

142"

Connection aux extrémités de la poutre

Réaction à l'extrémité de la poutre	$R=W$	kN	9.81	11"
Excentricité de la poutre	e	mm	180	
Moment à la connection	$M=R.e/1000$	kN.m	1.77	
Longueur soudure	L_{soud}	mm	280	
Gorge de soudure	w	mm	3.50	
Aire de la soudure	$A_{\text{soud}}=2.e.L_{\text{soud}}$	mm ²	1960	
Module de la soudure	$Z_{\text{soud}}=2.L_{\text{soud}}^2.w/6$	cm ³	91.47	
Effort tranchant dans la soudure	$\tau=R/A_{\text{soud}}.10^3$	MPa	5.01	
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		15.88	
Conformité avec le requis			Conforme	
Contrainte dans la soudure	$\sigma=M/Z_{\text{soud}}.10^3$	MPa	19.31	
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		6.18	
Conformité avec le requis			Conforme	

Salle des machines arrière - poutre latérale tribord

Poutre de levage - modèle simplement supporté - acier 50W

Poutre S250x38 (échantillonnage déterminé à partir d'un relevé dimensionnel à bord)

Charge	W	kN	9.81
Longueur de la poutre	L	m	5.64
Moment au centre	$M=WL/4$	kN.m	13.83
Section module requise	$Z_1=M/\sigma_{a1}$	cm ³	87.8
Section module poutre existante	Z_{1e}	cm ³	401.2
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		4.57
Conformité avec le requis			Conforme
Déflexion maximale admissible	$L/500$	mm	11.28
Inertie	I	mm ⁴	5.10E+07
Module d'élasticité	E	MPa	207000
Déflexion au point de charge	$\delta_1=PL^3/48EI$	mm	3.47
Conformité avec le requis			Conforme

Connection aux extrémités de la poutre

Réaction à l'extrémité de la poutre	$R=W$	kN	9.81
Excentricité de la poutre	e	mm	120
Moment à la connection	$M=R.e/1000$	kN.m	1.18
Longueur soudure	L_{soud}	mm	280
Gorge de soudure	w	mm	3.50
Aire de la soudure	$A_{\text{soud}}=2.e.L_{\text{soud}}$	mm ²	1960
Module de la soudure	$Z_{\text{soud}}=2.L_{\text{soud}}^2.w/6$	cm ³	91.47
Effort tranchant dans la soudure	$\tau=R/A_{\text{soud}}.10^3$	MPa	5.01
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\tau_a/\tau$		15.88
Conformité avec le requis			Conforme
Contrainte dans la soudure	$\sigma=M/Z_{\text{soud}}.10^3$	MPa	12.87
Facteur de sécurité sur cont. adm.	$FS=\sigma_a/\sigma$		9.27
Conformité avec le requis			Conforme