

**Výpočet počáteční stability**  
dle ES-TRIN 2017/1

**Hlavní parametry TČ500**

Délka maximální	$L_{MAX}$	=	35,53	[ m ]
Délka na vodoryse	$L_{WL}$	=	35,00	[ m ]
Šířka maximální	$B_S$	=	10,46	[ m ]
Šířka na vodoryse	$B_{WL}$	=	10,40	[ m ]
Boční výška	$H$	=	2,50	[ m ]
Ponor minimální	$T_{Leer}$	=	0,58	[ m ]
Ponor maximální	$T_{160}$	=	2,20	[ m ]
Hmotnost člunu	$m_{TČ}$	=	176	[ t ]

**Hlavní parametry LIEBHERR LTM 1070-4.2**

Hmotnost autojeřábu	$m_{AJ}$	=	37,3	[ t ]
Hmotnost bez ramene	$m_P$	=	24,3	[ t ]
Hmotnost ramene	$m_R$	=	13	[ t ]
Hmotnost protizávaží	$m_Z$	=	14,5	[ t ]

**A1 = Hmotnosti a těžiště - pro G = 31,0 t**

Předpokládané břemeno	$m_B$	=	31,0	[ t ]
Vyložení ramene	$L_R$	≈	11	[ m ]
Vyložení břemeno	$l_B$	≈	7	[ m ]

Položka	$m = D$ [ t ]	$x_g$ [ m ]	$y_g$ [ m ]	$z_g$ [ m ]	$M_x$ [ kNm ]	$M_y$ [ kNm ]	$M_z$ [ kNm ]
člun	176,00	0,10	0,00	1,68	172,7	0,0	2 900,6
AJ bez ramene	24,30	8,35	0,00	4,30	1 990,5	0,0	1 025,0
rameno AJ	13,00	8,10	-1,00	11,40	1 033,0	-127,5	1 453,8
protizávaží AJ	14,50	6,65	-2,50	5,10	945,9	-355,6	725,4
břemeno	31,00	17,50	7,00	13,00	5 321,9	2 128,8	3 953,4
celkem	258,80	3,73	45,00	3,96	9 464,0	1 645,6	10 058,4

Výpočtový ponor	$\Sigma T_{VYP}$	≈	0,829	[ m ]
Těžiště výtaku	$z_C$	≈	0,442	[ m ]
Délka vodorysky	$L_{WL}$	≈	32,60	[ m ]

**Příčná :**

Moment setrvačnosti vodorysky :

$$I_y = [ \Sigma ( B_{WLi}^3 * L_{WLi} ) ] / 12$$

$$I_y = \Sigma ( 10,40^3 * 32,60 ) / 12 = 3 056 \quad [ m^4 ]$$

Metacentrický poloměr :

$$r_{0y} = I_y / D = 3 056 / 258,8 = 11,8 \quad [ m ]$$

Metacentrická výška :

$$h_{0yMAX} = r_{0y} + z_C - z_g = 11,8 - 0,44 - 3,96 = 8,3 \quad [ m ]$$

**Podélná :**

Moment setrvačnosti vodorysky :

$$I_x = [ \Sigma ( B_{WLi}^3 * L_{WLi} ) ] / 12$$

$$I_x = \Sigma ( 10,40^3 * 33,04 ) / 12 = 31 266 \quad [ m^4 ]$$

Metacentrický poloměr :

$$r_{0x} = I_x / D = 31 266 / 258,8 = 120,8 \quad [ m ]$$

Metacentrická výška :

$$h_{0xMAX} = r_{0x} + z_C - z_g = 120,8 + 0,44 - 3,96 = 117,3 \quad [ m ]$$

**Bod 2.5 Dovolný moment** $M_{dov D}$  = při dynamickém působení od vnějších sil $M_{dov S}$  = při statickém působení od vnějších sil

$$\theta_{dov D} \leq 6^{\circ}$$

$$\theta_{dvDY} \leq \theta_{zalY} = 7,5^{\circ}$$

$$\theta_{dvDX} \leq \theta_{zalX} = 3,5^{\circ}$$

**Příčná :**

$$M_{dov Y} = 10 * D * h_{0MAX Y} * \sin \varphi_{dv Y}$$

$$M_{dov Y} = 10 * 258,8 * 8,3 * \sin 6^{\circ} = 2 242 \quad [ kNm ]$$

$$M_{dov Y} = 2 242 > 1 646 = M_y \quad [ kNm ] \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Podélná :**

$$M_{dov X} = 10 * D * h_{0MAX X} * \sin \varphi_{dv X}$$

$$M_{dov X} = 10 * 258,8 * 117,3 * \sin 3,5^{\circ} = 18 372 \quad [ kNm ]$$

$$M_{dov X} = 18 372 > 9 464 = M_x \quad [ kNm ] \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**17.07.4.2 Klopňý moment od dynamického tlaku větru**

$$M_{WV} = \Sigma [c \cdot p_W \cdot A_{WV} \cdot (l_W + T / 2) \cdot 100] \text{ [kNm]}$$

**Příčná :**

Položka	$A_{WV}$ [ m <sup>2</sup> ]	c [ - ]	$p_W$ [ kPa ]	$l_{WV}$ [ m ]	$T_{VYP}$ [ m ]	$M_{WV}$ [ kNm ]
člun	94,53	1,6	250	1,19	0,83	60,50
AD bez ramene	22,98	1,6	250	3,50	0,83	35,99
rameno AD	5,60	1,6	250	10,57	0,83	24,61
břemeno	4,00	1,6	250	13,67	0,83	22,54
celkem	127,11	1,6	250	4,52	0,83	143,63

**Bod 4.6.2. Ověření dle působení větru**

$$\begin{aligned} \theta_{stY} &\leq \theta_{zalY} - (4,6 \cdot A_{WV} \cdot l_{WV}) / (D \cdot h_{0YMAX}) \\ \theta_{stY} &\leq 6,0^0 - (4,6 \cdot 127,1 \cdot 4,52) / (258,8 \cdot 8,3) = 4,8^0 \\ \theta_{stY} &= \theta_{dovD} \cdot M_{WV} / M_{dovY} = 6,0 \cdot 143,6 / 2242 = 0,4^0 \\ \theta_{dovD} &= \theta_{zalY} - \theta_{stY} = 6,00 - 0,38 = 5,6^0 \\ M_{dovWV} &= 10 \cdot D \cdot h_{0MAXY} \cdot \sin \varphi_{dvY} \\ M_{dovWV} &= 10 \cdot 258,8 \cdot 8,3 \cdot \sin 5,6^0 = 2099 \text{ [kNm]} \\ M_{dovWV} &= 2099 > 144 = M_{WV} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

**Podélná :**

Položka	$A_{WX}$ [ m <sup>2</sup> ]	c [ - ]	$p_W$ [ kPa ]	$l_{WX}$ [ m ]	$T_{VYP}$ [ m ]	$M_{WX}$ [ kNm ]
člun	27,67	1,6	250	1,33	0,83	19,31
AD bez ramene	9,50	1,6	250	3,30	0,83	14,12
rameno AD	5,60	1,6	250	10,57	0,83	24,61
břemeno	4,00	1,6	250	13,67	0,83	22,54
celkem	46,77	1,6	250	6,89	0,83	80,57

**Bod 4.6.2. Ověření dle působení větru**

$$\begin{aligned} \theta_{stX} &\leq \theta_{zalX} - (4,6 \cdot A_{WX} \cdot l_{WX}) / (D \cdot h_{0XMAX}) \\ \theta_{stX} &\leq 3,5^0 - (4,6 \cdot 46,77 \cdot 80,6) / (258,8 \cdot 117,3) = 2,9^0 \\ \theta_{stX} &= \theta_{dovD} \cdot M_{WX} / M_{dovX} = 3,5 \cdot 80,6 / 18372 = 0,02^0 \\ \theta_{dovD} &= \theta_{zalX} - \theta_{stX} = 3,47 - 0,02 = 3,5^0 \\ M_{dovWX} &= 10 \cdot D \cdot h_{0MAXY} \cdot \sin \varphi_{dvY} \\ M_{dovWX} &= 10 \cdot 258,8 \cdot 117,3 \cdot \sin 3,5^0 = 18292 \text{ [kNm]} \\ M_{dovWX} &= 18292 > 81 = M_{WX} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

**Spolupůsobící momenty****Příčná :**

$$\begin{aligned} M_{\Sigma YMAX} &= M_{YMAX} + M_{WV} = 1646 + 144 = 1789 \text{ [kNm]} \\ M_{\Sigma YMAX} &= 1789 < 2242 = M_{dovY} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \\ \sin \varphi_{MAXY} &= M_{KYMAX} / (G_C \cdot h_{0Y}) = 1789 / (2539 \cdot 8,3) = 0,085 \Rightarrow \theta_{MAXY} \\ \varphi_{MAXY} &= 4,9^0 < 6,0^0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \\ \varphi_{MAXY} &= 4,9^0 \Rightarrow \tan \varphi_{MAXY} = 0,085 \\ H_{DYMAX} &= \tan \varphi_{MAXY} \cdot 100 \cdot B / 2 = 0,085 \cdot 1040 / 2 = 44,4 \text{ [cm]} \end{aligned}$$

**Zůstatkový volný okraj :**

$$\begin{aligned} F &= \cos \varphi_{MAXY} \cdot (H - T_{VYP} - H_{DYMAX}) = 0,996 \cdot 100 \cdot (2,50 - 0,83 - 0,44) = 122,2 \text{ [cm]} \\ F &= 122 > 30 = F_{min} \text{ [cm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

**Podélná :**

$$\begin{aligned} M_{\Sigma XMAX} &= M_{XMAX} + M_{WX} = 9464 + 81 = 9545 \text{ [kNm]} \\ M_{\Sigma XMAX} &= 9545 < 18372 = M_{dovX} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \\ \sin \varphi_{MAXX} &= M_{KXMAX} / (G_C \cdot h_{0X}) = 9545 / (2539 \cdot 117,3) = 0,032 \Rightarrow \theta_{MAXX} \\ \varphi_{MAXX} &= 1,8^0 < 3,5^0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \\ \varphi_{MAXX} &= 1,8^0 \Rightarrow \tan \varphi_{MAXX} = 0,032 \\ H_{DXMAX} &= \tan \varphi_{MAXX} \cdot 100 \cdot L_{MAX} = 0,032 \cdot 3553 / 2 = 57 \text{ [cm]} \end{aligned}$$

**Zůstatkový volný okraj :**

$$\begin{aligned} F &= \cos \varphi_{MAXX} \cdot (H - T_{VYP} - H_{DXMAX}) = 0,999 \cdot 100 \cdot (2,50 - 0,83 - 0,57) = 110 \text{ [cm]} \\ F &= 110 > 30 = F_{min} \text{ [cm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

**"přes roh" :**

$$\Sigma \varphi_{MAX} = \varphi_{MAXX} + \varphi_{MAXY} = 6,7^0 < 10^0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**A2 = Hmotnosti a těžiště - pro G = 4,0 t**

Předpokládané břemeno	$m_B$	=	4,0	[ t ]
Vyložení ramene	$L_R$	≈	43	[ m ]
Vyložení břemene	$l_B$	≈	24	[ m ]

Položka	$m = D$ [ t ]	$x_g$ [ m ]	$y_g$ [ m ]	$z_g$ [ m ]	$M_x$ [ kNm ]	$M_y$ [ kNm ]	$M_z$ [ kNm ]
člun	176,00	0,10	0,00	1,68	172,7	0,0	2 900,6
AJ bez ramene	24,30	8,35	0,00	4,30	1 990,5	0,0	1 025,0
rameno AJ	13,00	21,00	11,50	25,00	2 678,1	1 466,6	3 188,3
protizávaží AJ	14,50	6,65	-2,50	5,10	945,9	-355,6	725,4
břemeno	4,00	35,40	24,00	40,00	1 389,1	941,8	1 569,6
celkem	231,80	3,16	66,31	4,14	7 176,3	2 052,7	9 409,0

Výpočtový ponor	$\Sigma T_{VYP}$	≈	0,743	[ m ]
Těžiště výtaku	$z_C$	≈	0,386	[ m ]
Délka vodorysky	$L_{WL}$	≈	32,40	[ m ]

**Příčná :**

Moment setrvačnosti vodorysky :

$$I_y = [ \Sigma ( B_{WLi}^3 * L_{WLi} ) ] / 12$$

$$I_y = \Sigma ( 10,40^3 * 32,40 ) / 12 = 3 037 \text{ [ m}^4 \text{]}$$

Metacentrický poloměr :

$$r_{oy} = I_y / D = 3 037 / 231,8 = 13,1 \text{ [ m ]}$$

Metacentrická výška :

$$h_{oyMAX} = r_{oy} + z_C - z_g = 13,1 - 0,39 - 4,14 = 9,4 \text{ [ m ]}$$

**Podélná :**

Moment setrvačnosti vodorysky :

$$I_x = [ \Sigma ( B_{WLi}^3 * L_{WLi} ) ] / 12$$

$$I_x = \Sigma ( 10,40^3 * 32,79 ) / 12 = 30 543 \text{ [ m}^4 \text{]}$$

Metacentrický poloměr :

$$r_{ox} = I_x / D = 30 543 / 231,8 = 131,8 \text{ [ m ]}$$

Metacentrická výška :

$$h_{oxMAX} = r_{ox} + z_C - z_g = 131,8 + 0,39 - 4,14 = 128,0 \text{ [ m ]}$$

**Bod 2.5 Dovolný moment**

$$\theta_{dov D} \leq 6^{\circ}$$

$$\theta_{dov DY} \leq \theta_{zal Y} = 6,6^{\circ}$$

$$\theta_{dov DX} \leq \theta_{zal X} = 3,1^{\circ}$$

**Příčná :**

$$M_{dov Y} = 10 * D * h_{0MAX Y} * \sin \varphi_{dv Y}$$

$$M_{dov Y} = 10 * 231,8 * 9,4 * \sin 6^{\circ} = 2 266 \text{ [ kNm ]}$$

$$M_{dov Y} = 2 266 > 2 053 = M_y \text{ [ kNm ]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Podélná :**

$$M_{dov X} = 10 * D * h_{0MAX X} * \sin \varphi_{dv X}$$

$$M_{dov X} = 10 * 231,8 * 128,0 * \sin 3,1^{\circ} = 16 254 \text{ [ kNm ]}$$

$$M_{dov X} = 16 254 > 7 176 = M_x \text{ [ kNm ]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**17.07.4.2 Klopňý moment od dynamického tlaku větru****Příčná :**

Položka	$A_{wy}$ [ m <sup>2</sup> ]	c	$p_w$ [ kPa ]	$l_{wy}$ [ m ]	$T_{VYP}$ [ m ]	$M_{yW}$ [ kNm ]
člun	97,60	1,6	250	1,23	0,74	62,47
AD bez ramene	22,98	1,6	250	3,60	0,74	36,51
rameno AD	19,20	1,6	250	24,26	0,74	189,15
břemeno	4,00	1,6	250	43,00	0,74	69,39
celkem	143,79	1,6	250	9,95	0,74	357,52

**Bod 4.6.2. Ověření dle působení větru**

$$\theta_{st Y} \leq \theta_{zal Y} - ( 4,6 * A_{wy} * l_{wy} ) / ( D * h_{0YMAX} )$$

$$\theta_{st Y} \leq 6,0^{\circ} - ( 4,6 * 143,8 * 9,95 ) / ( 231,8 * 9,4 ) = 3,0^{\circ}$$

$$\theta_{st Y} = \theta_{dov D} * M_{yW} / M_{dov Y} = 6,0 * 357,5 / 2 266 = 0,9^{\circ}$$

$$\theta_{dov DY} = \theta_{zal Y} - \theta_{st Y} = 6,00 - 0,95 = 5,1^{\circ}$$

$$M_{dov WY} = 10 * D * h_{0MAX Y} * \sin \varphi_{dv Y}$$

$$M_{dov WY} = 10 * 231,8 * 9,4 * \sin 5,1^{\circ} = 1 909 \text{ [ kNm ]}$$

$$M_{dov WY} = 1 909 > 358 = M_{yW} \text{ [ kNm ]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Podélná :

Položka	$A_{wx}$ [ m <sup>2</sup> ]	c	$p_w$ [ kPa ]	$l_{wx}$ [ m ]	$T_{VYP}$ [ m ]	$M_{xw}$ [ kNm ]
člun	28,57	1,6	250	1,37	0,74	19,94
AD bez ramene	9,50	1,6	250	3,40	0,74	14,33
rameno AD	19,20	1,6	250	24,26	0,74	189,15
břemeno	4,00	1,6	250	43,00	0,74	69,39
celkem	61,27	1,6	250	19,12	0,74	292,81

Bod 4.6.2. Ověření dle působení větru

$$\begin{aligned}\theta_{stx} &\leq \theta_{zalx} - (4,6 * A_{wx} * l_{wx}) / (D * h_{0xMAX}) \\ \theta_{stx} &\leq 3,1^0 - (4,6 * 61,27 * 292,8) / (231,8 * 128,0) = 0,4^0 \\ \theta_{stx} &= \theta_{dovD} * M_{yW} / M_{dovX} = 3,1 * 292,8 / 16\,254 = 0,06^0 \\ \theta_{dovDx} &= \theta_{zalx} - \theta_{stx} = 3,14 - 0,06 = 3,1^0 \\ M_{dovWX} &= 10 * D * h_{0xMAX} * \sin \varphi_{dvy} \\ M_{dovWX} &= 10 * 231,8 * 128,0 * \sin 3,1^0 = 15\,961 \text{ [kNm]} \\ M_{dovWX} &= 15\,961 > 293 = M_{xw} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}\end{aligned}$$

Spolupůsobící momenty

Příčná :

$$\begin{aligned}M_{\Sigma YMAX} &= M_{yMAX} + M_{yW} = 2\,053 + 358 = 2\,410 \text{ [kNm]} \\ M_{\Sigma YMAX} &= 2\,410 > 2\,266 = M_{dovY} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE} \\ \sin \varphi_{MAXY} &= M_{kyMAX} / (G_c * h_{0y}) = 2\,410 / (2\,274 * 9,4) = 0,113 \Rightarrow \theta_{MAXY} \\ \varphi_{MAXY} &= 6,5^0 > 6,0^0 \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE} \\ \varphi_{MAXY} &= 6,5^0 \Rightarrow \tan \varphi_{MAXY} = 0,114\end{aligned}$$

$$H_{DYMAX} = \tan \varphi_{MAXY} * 100 * B / 2 = 0,114 * 1\,040 / 2 = 59,3 \text{ [cm]}$$

Zůstatkový volný okraj :

$$\begin{aligned}F &= \cos \varphi_{MAXY} * (H - T_{VYP} - H_{DYMAX}) = 0,994 * 100 * (2,50 - 0,74 - 0,59) = 115,6 \text{ [cm]} \\ F &= 116 > 30 = F_{min} \text{ [cm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}\end{aligned}$$

Podélná :

$$\begin{aligned}M_{\Sigma XMAX} &= M_{xMAX} + M_{xw} = 7\,176 + 293 = 7\,469 \text{ [kNm]} \\ M_{\Sigma XMAX} &= 7\,469 < 16\,254 = M_{dovX} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \\ \sin \varphi_{MAXX} &= M_{kxMAX} / (G_c * h_{0x}) = 7\,469 / (2\,274 * 128,0) = 0,026 \Rightarrow \theta_{MAXX} \\ \varphi_{MAXX} &= 1,5^0 < 3,1^0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE} \\ \varphi_{MAXX} &= 1,5^0 \Rightarrow \tan \varphi_{MAXX} = 0,026 \\ H_{DXMAX} &= \tan \varphi_{MAXX} * 100 * L_{MAX} = 0,026 * 3\,553 / 2 = 46 \text{ [cm]}\end{aligned}$$

Zůstatkový volný okraj :

$$\begin{aligned}F &= \cos \varphi_{MAXX} * (H - T_{VYP} - H_{DXMAX}) = 1,000 * 100 * (2,50 - 0,74 - 0,46) = 130 \text{ [cm]} \\ F &= 130 > 30 = F_{min} \text{ [cm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}\end{aligned}$$

"přes roh" :

$$\Sigma \varphi_{MAX} = \varphi_{MAXX} + \varphi_{MAXY} = 8,0^0 < 10^0 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**A3 = Hmotnosti a těžiště - pro G = 1,0 t**

Předpokládané břemeno	$m_B$	=	1,0	[ t ]
Vyložení ramene	$L_R$	≈	50	[ m ]
Vyložení břemene	$l_B$	≈	35	[ m ]

Položka	m = D [ t ]	$x_g$ [ m ]	$y_g$ [ m ]	$z_g$ [ m ]	$M_x$ [ kNm ]	$M_y$ [ kNm ]	$M_z$ [ kNm ]
člun	176,00	0,10	0,00	1,68	172,7	0,0	2 900,6
AJ bez ramene	24,30	8,35	0,00	4,30	1 990,5	0,0	1 025,0
rameno AJ	13,00	25,00	16,00	27,50	3 188,3	2 040,5	3 507,1
protizávaží AJ	14,50	6,65	-2,50	5,10	945,9	-355,6	725,4
břemeno	1,00	49,50	35,00	40,00	485,6	343,4	392,4
celkem	228,80	3,02	68,42	3,81	6 782,9	2 028,2	8 550,6

Výpočtový ponor	$\Sigma T_{VYP}$	≈	0,733	[ m ]
Těžiště výtaku	$z_C$	≈	0,381	[ m ]
Délka vodorysky	$L_{WL}$	≈	32,38	[ m ]

Příčná :

Moment setrvačnosti vodorysky :

$$\begin{aligned}I_y &= [ \Sigma ( B_{WLi}^3 * L_{WLi} ) ] / 12 \\ I_y &= \Sigma ( 10,40^3 * 32,38 ) / 12 = 3\,035 \text{ [m}^4\text{]}\end{aligned}$$

Metacentrický poloměr :

$$r_{0y} = I_y / D = 3\,035 / 228,8 = 13,3 \text{ [m]}$$

Metacentrická výška :

$$h_{0yMAX} = r_{0y} + z_C - z_g = 13,3 - 0,38 - 3,81 = 9,8 \text{ [m]}$$

**Podélná :**

Moment setrvačnosti vodorysky :

$$I_x = [\Sigma (B_{WLI} * L_{WLI}^3)] / 12$$

$$I_x = \Sigma (10,40 * 32,76^3) / 12 = 30\,460 \text{ [m}^4\text{]}$$

Metacentrický poloměr :

$$r_{0x} = I_x / D = 30\,460 / 228,8 = 133,1 \text{ [m]}$$

Metacentrická výška :

$$h_{0xMAX} = r_{0x} + z_C - z_B = 133,1 + 0,38 - 3,81 = 129,7 \text{ [m]}$$

**Bod 2.5 Dovolný moment**

$$\theta_{dov D} \leq 6^{\circ}$$

$$\theta_{dvDY} \leq \theta_{zalY} = 6,5^{\circ}$$

$$\theta_{dvDX} \leq \theta_{zalX} = 3,1^{\circ}$$

**Příčná :**

$$M_{dov Y} = 10 * D * h_{0MAX Y} * \sin \varphi_{dv Y}$$

$$M_{dov Y} = 10 * 228,8 * 9,8 * \sin 6^{\circ} = 2\,352 \text{ [kNm]}$$

$$M_{dov Y} = 2\,352 > 2\,028 = M_y \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Podélná :**

$$M_{dov X} = 10 * D * h_{0MAX X} * \sin \varphi_{dv X}$$

$$M_{dov X} = 10 * 228,8 * 129,7 * \sin 3,1^{\circ} = 16\,048 \text{ [kNm]}$$

$$M_{dov X} = 16\,048 > 6\,783 = M_y \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**17.07.4.2 Klopný moment od dynamického tlaku větru****Příčná :**

Položka	$A_{wy}$ [m <sup>2</sup> ]	c	$p_w$ [kPa]	$l_{wy}$ [m]	$T_{VYP}$ [m]	$M_{yW}$ [kNm]
člun	97,94	1,6	250	1,23	0,73	62,68
AD bez ramene	22,98	1,6	250	3,60	0,73	36,47
rameno AD	28,00	1,6	250	26,77	0,73	303,89
břemeno	4,00	1,6	250	43,00	0,73	69,39
celkem	152,93	1,6	250	12,36	0,73	472,43

**Bod 4.6.2. Ověření dle působení větru**

$$\theta_{st Y} \leq \theta_{zal Y} - (4,6 * A_{wy} * l_{wy}) / (D * h_{0YMAX})$$

$$\theta_{st Y} \leq 6,0^{\circ} - (4,6 * 152,9 * 12,36) / (228,8 * 9,8) = 2,1^{\circ}$$

$$\theta_{st Y} = \theta_{dov D} * M_{yW} / M_{dov Y} = 6,0 * 472,4 / 2\,352 = 1,2^{\circ}$$

$$\theta_{dov Dy} = \theta_{zal Y} - \theta_{st Y} = 6,00 - 1,21 = 4,8^{\circ}$$

$$M_{dov WY} = 10 * D * h_{0MAX Y} * \sin \varphi_{dv Y}$$

$$M_{dov WY} = 10 * 228,8 * 9,8 * \sin 4,8^{\circ} = 1\,881 \text{ [kNm]}$$

$$M_{dov WY} = 1\,881 > 472 = M_{yW} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Podélná :**

Položka	$A_{wx}$ [m <sup>2</sup> ]	c	$p_w$ [kPa]	$l_{wx}$ [m]	$T_{VYP}$ [m]	$M_{xW}$ [kNm]
člun	28,67	1,6	250	1,38	0,73	20,01
AD bez ramene	9,50	1,6	250	3,40	0,73	14,31
rameno AD	28,00	1,6	250	26,77	0,73	303,89
břemeno	4,00	1,6	250	43,00	0,73	69,39
celkem	70,17	1,6	250	23,24	0,73	407,60

**Bod 4.6.2. Ověření dle působení větru**

$$\theta_{st X} \leq \theta_{zal X} - (4,6 * A_{wx} * l_{wx}) / (D * h_{0XMAX})$$

$$\theta_{st X} \leq 3,1^{\circ} - (4,6 * 70,17 * 23,24) / (228,8 * 129,7) = -1,3^{\circ}$$

$$\theta_{st X} = \theta_{dov D} * M_{xW} / M_{dov X} = 3,1 * 407,6 / 16\,048 = 0,08^{\circ}$$

$$\theta_{dov Dx} = \theta_{zal X} - \theta_{st X} = 3,10 - 0,08 = 3,0^{\circ}$$

$$M_{dov WX} = 10 * D * h_{0MAX Y} * \sin \varphi_{dv Y}$$

$$M_{dov WX} = 10 * 228,8 * 129,7 * \sin 3,0^{\circ} = 15\,641 \text{ [kNm]}$$

$$M_{dov WX} = 15\,641 > 408 = M_{xW} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Spolupůsobící momenty****Příčná :**

$$M_{\Sigma YMAX} = M_{yMAX} + M_{yW} = 2\,028 + 472 = 2\,501 \text{ [kNm]}$$

$$M_{\Sigma YMAX} = 2\,501 > 2\,352 = M_{dov Y} \text{ [kNm]} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

$$\sin \varphi_{MAX Y} = M_{yMAX} / (G_C * h_{0Y}) = 2\,501 / (2\,245 * 9,8) = 0,113 \Rightarrow \theta_{MAX Y}$$

$$\varphi_{MAX Y} = 6,5^{\circ} > 6,0^{\circ} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

$$\varphi_{MAX Y} = 6,5^{\circ} \Rightarrow \tan \varphi_{MAX Y} = 0,114$$

$$H_{DYMAX} = \tan \varphi_{MAX Y} * 100 * B / 2 = 0,114 * 1\,040 / 2 = 59,3 \text{ [cm]}$$

**Zůstatkový volný okraj :**

$$F = \cos \varphi_{MAX Y} * (H - T_{VYP} - H_{DYMAX}) = 0,994 * 100 * (2,50 - 0,73 - 0,59) = 116,6 \text{ [cm]}$$

$$F = 117 > 30 = F_{min} \text{ [cm]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Podélná :**

$$M_{\Sigma X \text{ MAX}} = M_{x \text{ MAX}} + M_{xW} = 6\,783 + 408 = 7\,191 \text{ [ kNm ]}$$

$$M_{\Sigma X \text{ MAX}} = 7\,191 < 16\,048 = M_{\text{dov } X} \text{ [ kNm ]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\sin \varphi_{\text{MAX } X} = M_{Kx \text{ MAX}} / (G_C * h_{0x}) = 7\,191 / (2\,245 * 129,7) = 0,025 \Rightarrow \theta_{\text{MAX } x}$$

$$\varphi_{\text{MAX } X} = 1,4^{\circ} < 3,1^{\circ} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\varphi_{\text{MAX } X} = 1,4^{\circ} \Rightarrow \tan \theta_{\text{MAX } X} = 0,025$$

$$H_{DX \text{ MAX}} = \tan \varphi_{\text{MAX } X} * 100 * L_{\text{MAX}} = 0,025 * 3\,553 / 2 = 44 \text{ [ cm ]}$$

Zůstatkový volný okraj :

$$F = \cos \varphi_{\text{MAX } X} * (H - T_{VYP} - H_{DX \text{ MAX}}) = 1,000 * 100 * (2,50 - 0,73 - 0,44) = 133 \text{ [ cm ]}$$

$$F = 133 > 30 = F_{\text{min}} \text{ [ cm ]} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**"přes roh" :**

$$\Sigma \varphi_{\text{MAX}} = \varphi_{\text{MAX } X} + \varphi_{\text{MAX } Y} = 7,9^{\circ} < 10^{\circ} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**ZÁVĚR :**

- 1.) Ve výpočtech pro stanovení hmotnosti břemene při příslušném vyložení remene byl použit zátěžový diagram výrobce autojeřábu
- 2.) Dle zde provedených předběžných výpočtů při započtení vlivu od dynamického tlaku větru nelze využít při vyložení do boku plného rozsah daného zátěžovým diagramem.
- 3.) Některé údaje v tomto výpočtu jsou stanoveny odhadem ( např. hmotnost ramene jeřábu ) protože nejsou k dispozici relevantní data výrobce autojeřábu.
- 4.) Pro upřesnění reálné stability bude nutné provést náklonovou zkoušku za použití příslušného autojeřábu ( což je i předpisy vyžadováno
- 5.) Pro náklonové zkoušky je navrženo použití břemen o deklarované hmotnosti 1 t a např. 5 t s jejich maximálním vertikálním a následně horizontálním vyložení přes záď a obou boků. V těchto případech se za maximální vyložení považuje dosažení maximálně povolených hodnot buď u plavidla ( tj. zůstatkový volný okraj nebo vynoření outhoru nebo povolený úhel ) nebo u autojeřábu ( tj. signalizace překročení jeho "klopného momentu" ).
- 6.) Při veškeré manipulaci ramene jeřábu bude jeřáb "zapatkován", patky podloženy "protiskluzovými podložkami" přesahující alespoň přes dva žeberní rozteče a jeřáb vyvázán čtyřmi napínáky o minimální únosnosti 10 t k tomuto určeným okům.