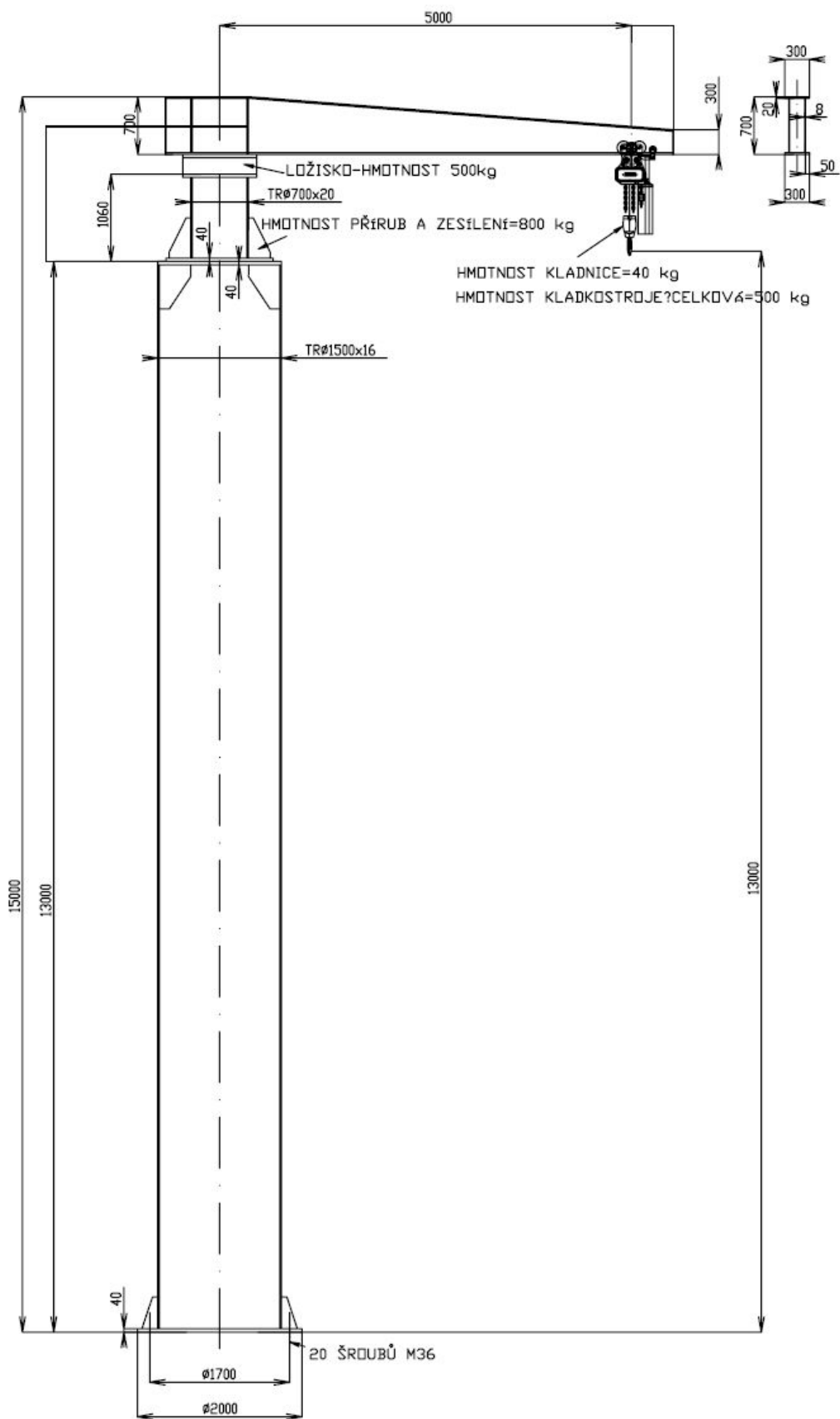


Ing. Václav Losík

Dynamický výpočet otočného sloupového jeřábu  
OS 5/5 MD

# TECHNICKÁ ZPRÁVA



Obr. 0 – Ocelový otočný sloupový jeřáb OS 5/5 MD

## **I. Popis objektu a úlohy**

Jedná se o ocelový otočný sloupový jeřáb výšky 15,0 m a vyložení 5,0 m viz Obr. 0. Sloup jeřábu je vetknut do základů, výložník je spojen se sloupem ohybově tuhým spojením prostřednictvím rotačního ložiska. Jeřáb bude sloužit k přesouvání břemen  $m_{\max} = 3.2$  t. Břemena budou shazována z háku, čímž bude dynamicky buzena konstrukce jeřábu. Je vyžadováno vyšetření dokmitu konstrukce po odhození břemene  $m = 3,2$  t při třech konfiguracích.

1. Uvolnění břemene  $m = 3,2$  t
2. Uvolnění břemene  $m = 3,2$  t, při doplnění trvalé zátěže  $M_d = 1,6$  t v konfiguraci jeřábu
3. Uvolnění břemene  $m = 3,2$  t, při doplnění trvalé zátěže  $M_d = 1,6$  t a tlumiče rázů ACE v konfiguraci jeřábu

## **II. Popis výpočtu**

Jedná se o vyšetření vlastního kmitání staticky určité konstrukce při počátečních posunutích  $u_{0x} = 0,0075$  m  $u_{0y} = 0,0195$  m při 1. konfiguraci,  $u_{0x} = 0,0107$  m  $u_{0y} = 0,0279$  m při 2. a 3. konfiguraci. Konstrukce byla idealizovaná na dvě soustavy s jedním stupněm volnosti viz dynamický výpočet. Byl proveden výpočet vlastních úhlových a přirozených frekvencí a dále výpočet dokmitu a průběh rychlostí v průběhu dokmitu konstrukce.

Počátek souřadného systému byl zvolen v místě vetknutí sloupu do základů, kladná osa x je ve směru výložníku, kladný směr osy y dolů.

## **III. Přehled výsledků**

### **1) Konfigurace 1 - Uvolnění břemene $m = 3,2$ t**

1. vlastní přirozená frekvence  
**f<sub>nx</sub> /Hz/                    5,17**
2. vlastní přirozená frekvence  
**f<sub>ny</sub> /Hz/                    7,86**

### **POMĚRNÝ ÚTLUM**

psi                    0,005

počáteční posunutí	tuhosti	hmoty	
U <sub>x0</sub>	0,0075 k <sub>x</sub>	4933333,33 M1	3905
U <sub>y0</sub>	0,0195 k <sub>y</sub>	1897435,90 M2	778

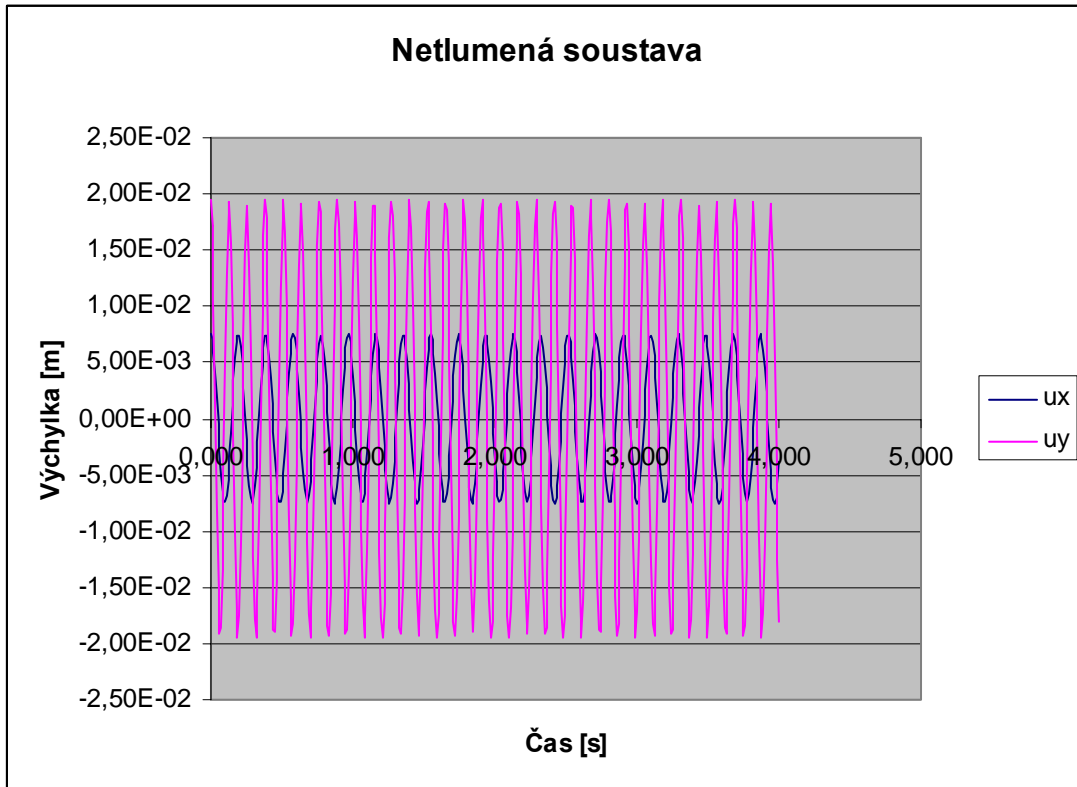
vlastní úhlová fr.

*omega* n<sub>x</sub>            32,4570

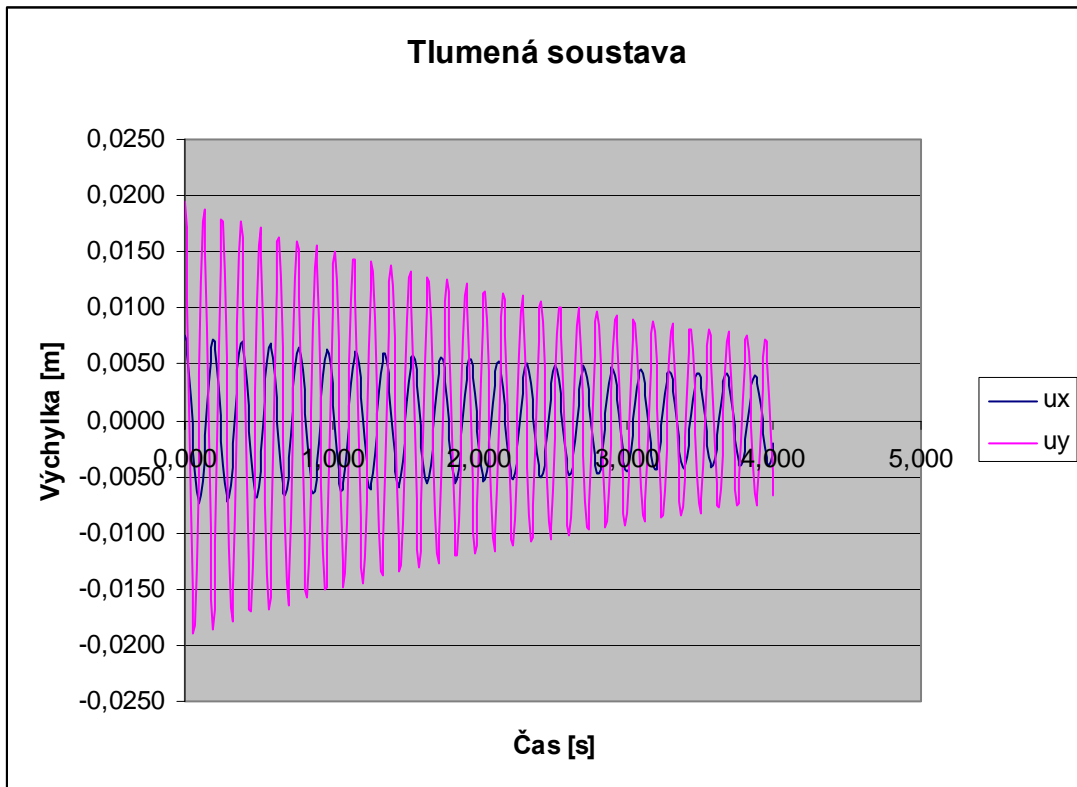
*omega* n<sub>y</sub>            49,3849

Maximální vypočtené hodnoty

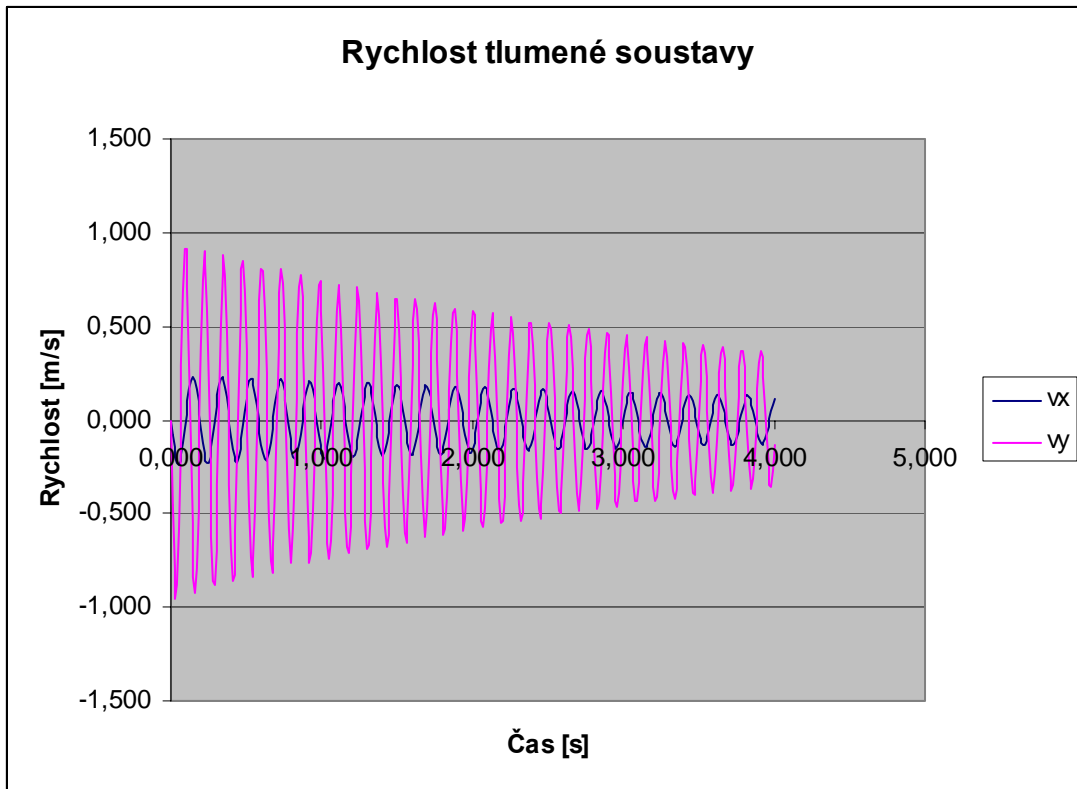
u <sub>xmax</sub>	±0,0075 m
u <sub>ymax</sub>	±0,0195 m
v <sub>xmax</sub>	±0,242 m/s
v <sub>ymax</sub>	±0,955 m/s
a <sub>xmax</sub>	±7,901 m/s <sup>2</sup>
a <sub>ymax</sub>	±47,558 m/s <sup>2</sup>



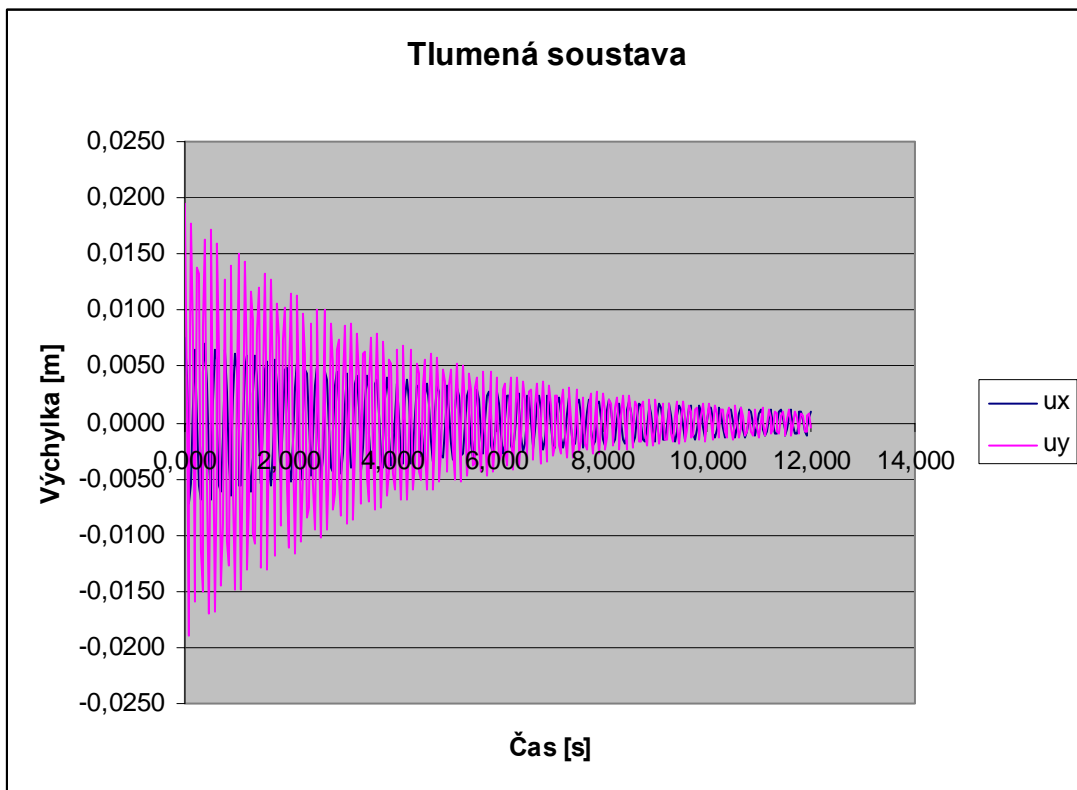
Obr. 1.1 – Výchylka netlumené soustavy



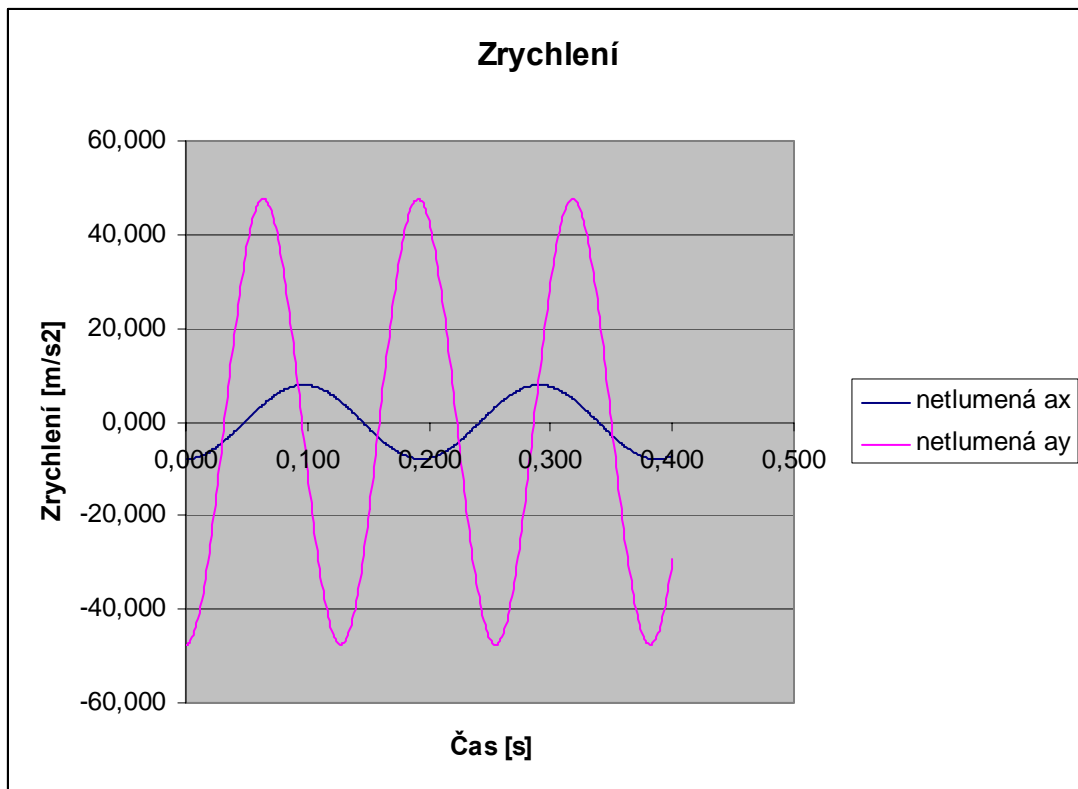
Obr. 1.2 – Výchylka tlumené soustavy



Obr. 1.3 – Rychlost tlumené soustavy



Obr. 1.4 – Výchylka tlumené soustavy ( $t_{max} = 12$  s)



Obr. 1.5 – Zrychlení netlumené soustavy

2) **Konfigurace 2** - Uvolnění břemene  $m = 3,2 \text{ t}$ , při doplnění trvalé zátěže  $M_d = 1,6 \text{ t}$  v konfiguraci jeřábu

1. vlastní přirozená frekvence

**f<sub>nx</sub> /Hz/ 4,46**

2. vlastní přirozená frekvence

**f<sub>ny</sub> /Hz/ 4,50**

**POMĚRNÝ ÚTLUM**

psi 0,005

počáteční posunutí		tuhosti		hmoty	
U <sub>x0</sub>	0,0107	k <sub>x</sub>	4933333,33	M1	3905
U <sub>y0</sub>	0,0279	k <sub>y</sub>	1897435,90	M2	778
				<b>M<sub>d</sub></b>	<b>1600</b>

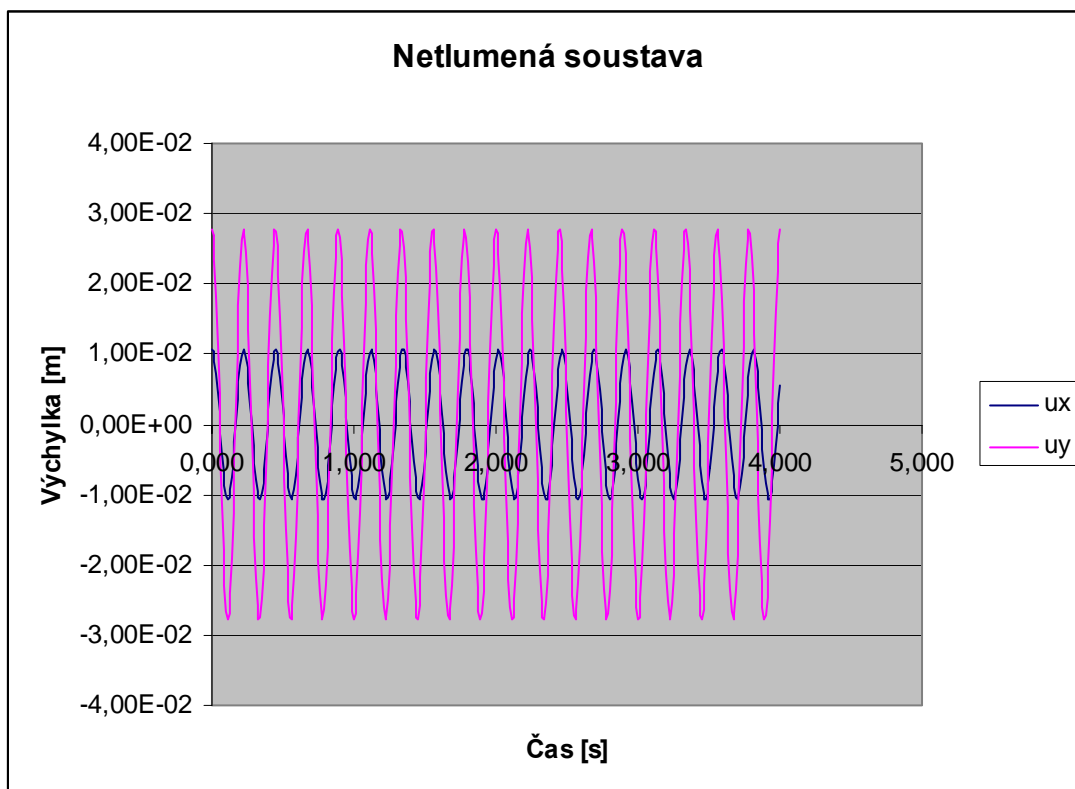
vlastní úhlová fr.

*omega* <sub>nx</sub> 28,021

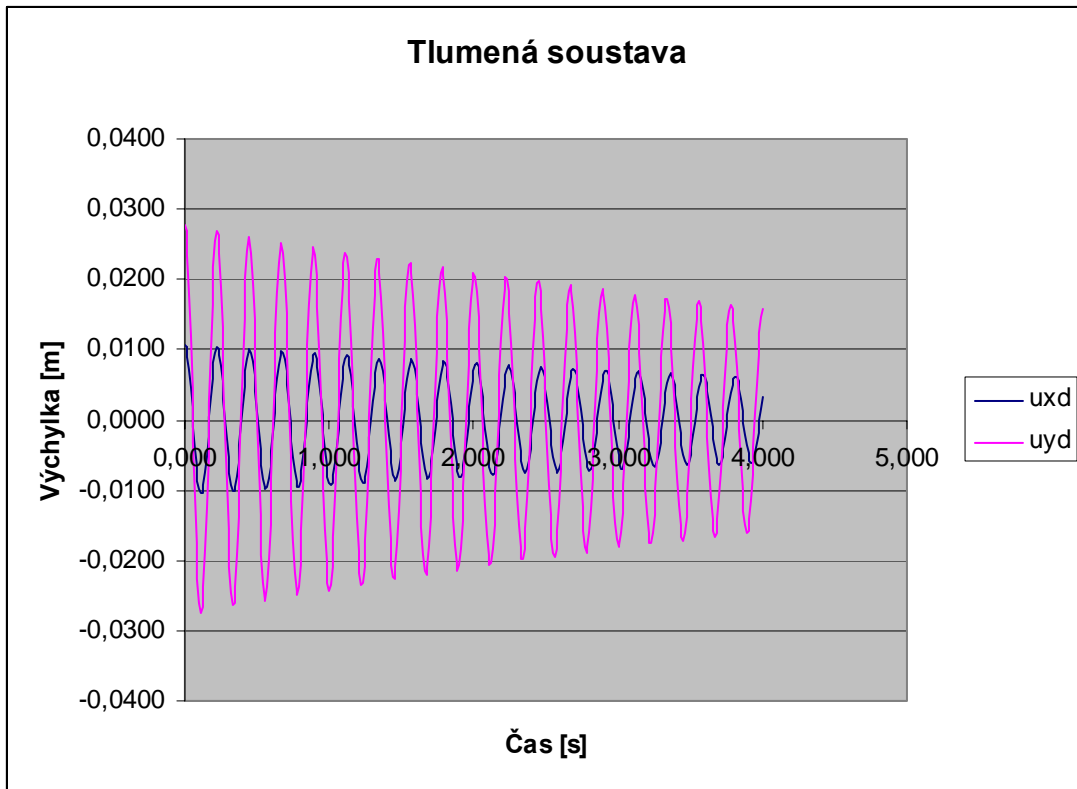
*omega* <sub>ny</sub> 28,247

Maximální vypočtené hodnoty

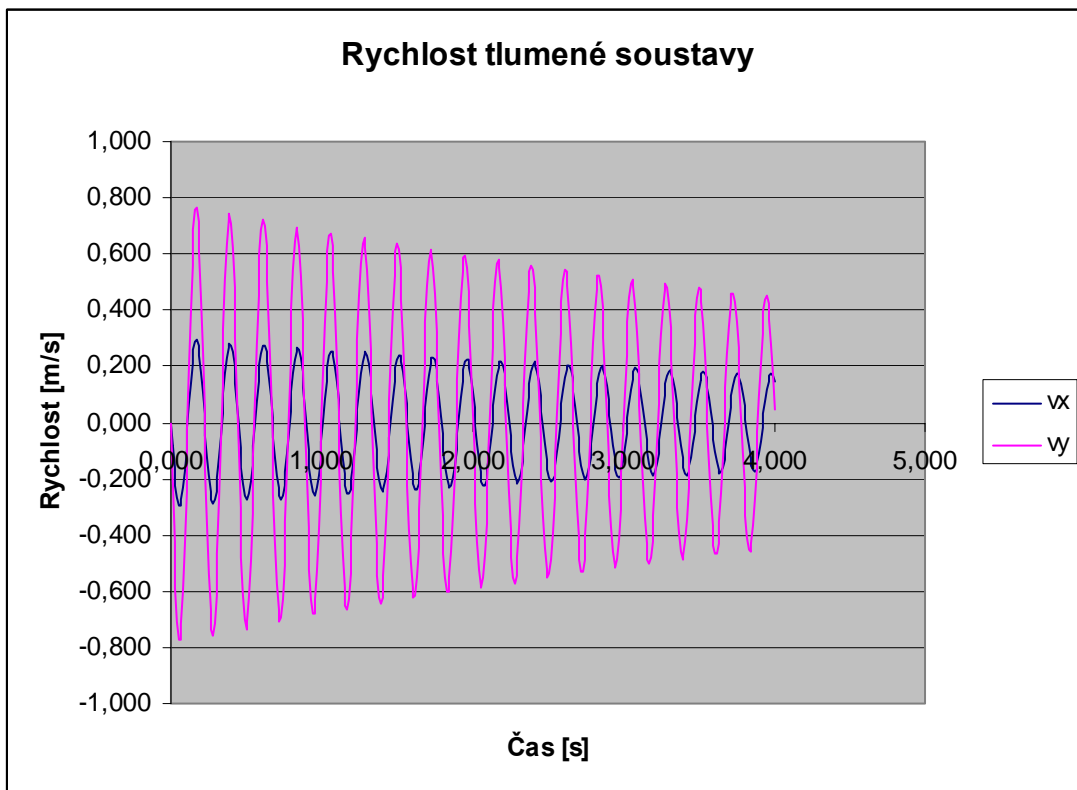
u <sub>xmax</sub>	±0,0107	m
u <sub>ymax</sub>	±0,0279	m
v <sub>xmax</sub>	±0,297	m/s
v <sub>ymax</sub>	±0,782	m/s
a <sub>xmax</sub>	±8,402	m/s <sup>2</sup>
a <sub>ymax</sub>	±22,262	m/s <sup>2</sup>



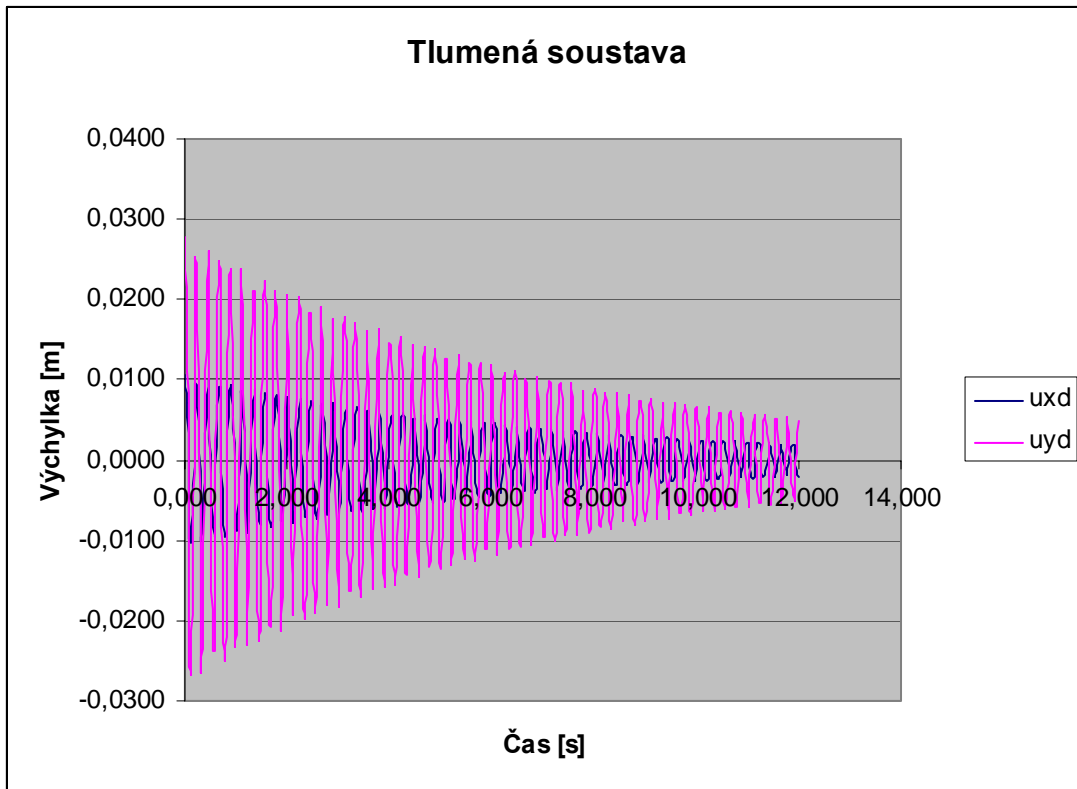
Obr. 2.1 – Výchylka netlumené soustavy



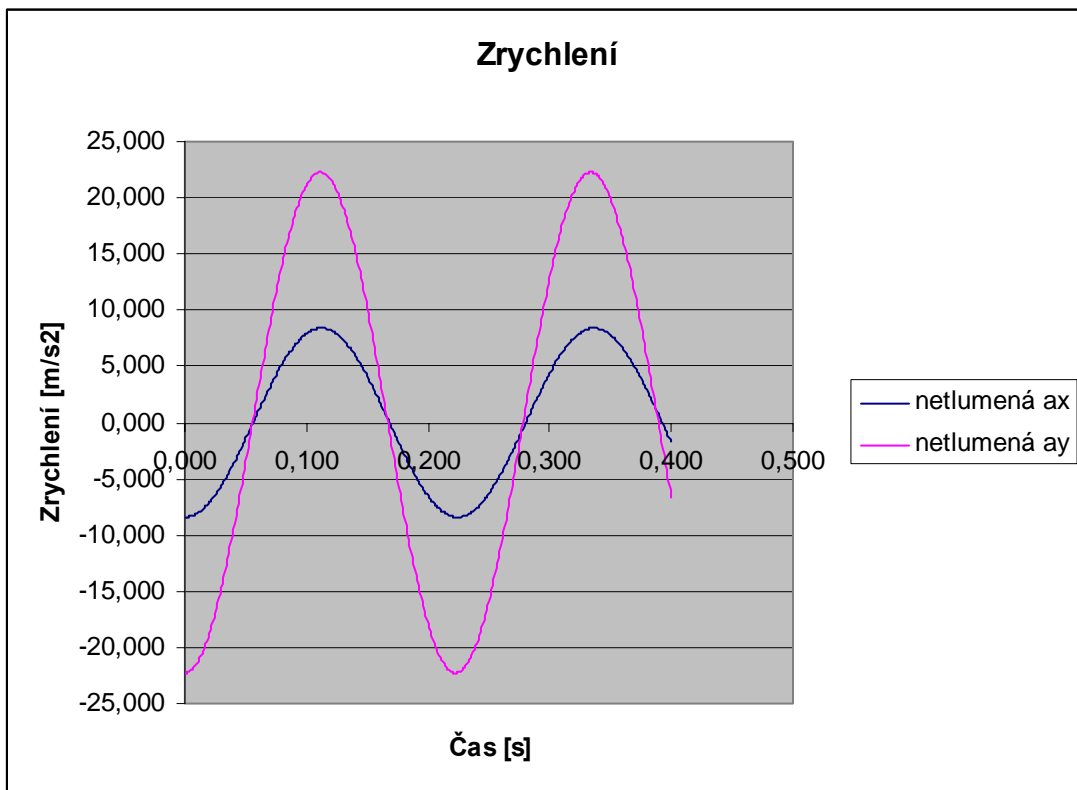
Obr. 2.2 – Výchylka tlumené soustavy



Obr. 2.3 – Rychlost tlumené soustavy



Obr. 2.4 – Výchylka tlumené soustavy ( $t_{\max} = 12 \text{ s}$ )



Obr. 2.5 – Zrychlení netlumené soustavy

### 3) Odezva kladnice zavěšené na řetězu

vlastní přirozená frekvence

**f n /Hz/ 327**

počáteční posunutí

Uy0

1,89E-04

tuhost

ky

1,69E+08

hmota

M1

40

vlastní úhlová frekvence

*omega* nx

2055

Extrémní vypočtené hodnoty – délka závěsu L = 1,0 m

uymin 1,89E-04 m

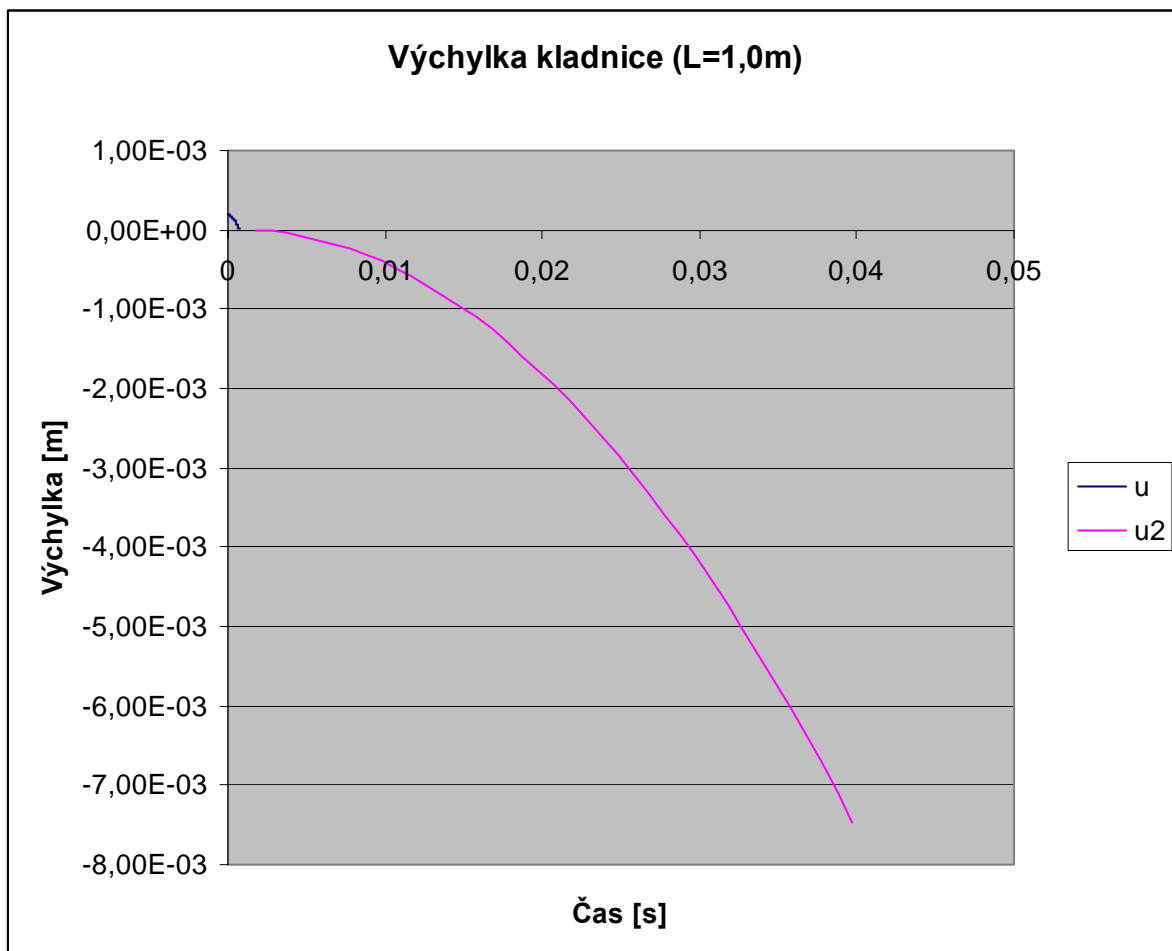
uymax -7,46E-03 m

vymax ±0,297 m/s

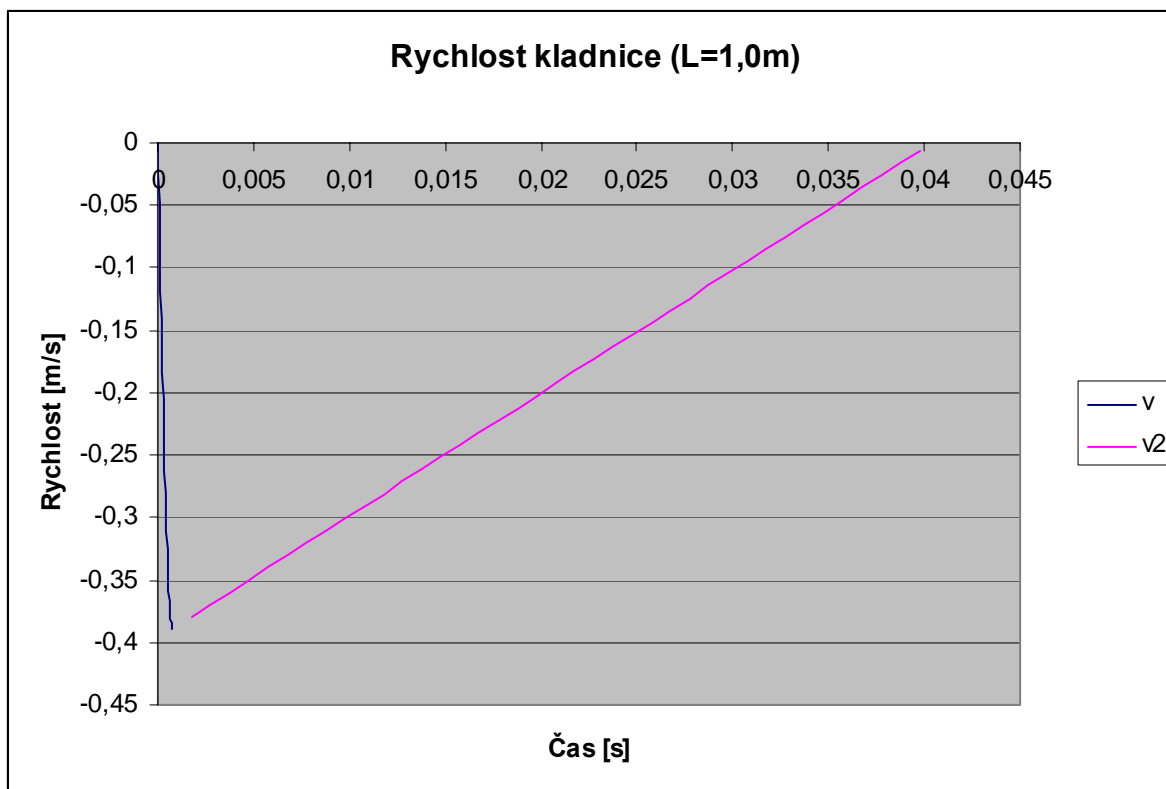
aymax ±0,782 m/s

Výška vymrštění při různých délkách závěsu

L [m]	u2 [m]
1,0	0,00746
3,0	0,02270
6,0	0,04520



Obr. 3.1 – Výchylka kladnice při délce závěsu 1,0 m



Obr. 3.2 – Rychlost kladnice při délce závěsu 1,0 m

#### IV. Zhodnocení

Dokmit konstrukce jeřábu po shození břemena hmotnosti 3,2 t byl vypočten dle zadání objednatele pro 2 konfigurace. 3. konfigurace byla eliminována z důvodu neúčelnosti. Doba dokmitu konstrukce je dle Obr. 1.4 a 2.4 evidentně nižší pro první konfiguraci. Dodatečná hmota v konfiguraci č. 2 způsobí snížení vlastních frekvencí, za cenu větší amplitudy výchylky.

Odezva kladnice hmotnosti 40 kg na shození břemene je zobrazena na Obr. 3.1. Kladnice je při délce závěšení 1,0 m pod výložníkem po uvolnění břemene vlivem smrštění závěsného řetězu vymrštěna do výšky max. 7,5 mm. Vlivem tření v řetězu jsou rázy na kladnici rychle zatlumeny.

Dokmit konstrukce bude posouzen objednatelem dle požadovaných hodnot v závislosti na aplikaci.

V Praze 17. února 2006

Ing. Václav Losík