

Vysoká škola: **strojní a textilní**

Katedra: **částí strojů**

Fakulta: **starojní**

Školní rok: **1967/68**

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro **Josef M O P Ě I V A**

odbor **stavba výrobních strojů a zařízení**

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomní úkol:

Název tématu: **Racionalizační opatření ve skladu výrobního
družstva Dřevotvar ve Znojmě.**

Pokyny pro vypracování:

1. Navrhněte optimální objem skladu s ohledem na plánovanou výrobu nábytku
2. Navrhněte dopravní cesty a prostředky pro plynulé zásobování sušící pece a výroby
3. Navrhněte paletisaci vhodnou pro různé tvary
4. Navrhněte zvedací plošinu před sušící pecí jako alternativu řešení

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní
závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne
13. července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne
31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5

V 77/1968 S

Rozsah grafických laboratorních prací:

50 stran

Rozsah průvodní zprávy:

3 A0

5 A1 + detaily podle výkresu

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomní práce: **prof. Ing. Josef Fořt,**

Konsultanti: **Ing. Dolanský**

Datum zahájení diplomní práce:

Datum odevzdání diplomní práce:



[Handwritten signature]

Vedoucí katedry

[Handwritten signature]

Děkan

VŠST Liberec

Katedra částí strojů

Fakulta strojní

DP

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Specializace: Stavba výrobních strojů a zařízení

Josef K o p ř i v a

VŠST Liberec		O b s a h	Katedra části strojů
Fakulta	strojní		DP list 1

<u>O B S A H</u>	list
1/ Zadání diplomové práce	2
2/ Všeobecný přehled	3
3/ Technologický popis alternativ	4
4/ Řešení alternativy I	6
a/ stanovení výšky palety	6
b/ návrh vozíku	7
c/ návrh skladové plochy řeziva	8
d/ výpočet palety	8
5/ Řešení alternativy II	21
a/ pevnostní kontrola navržené konstrukce	
zvedací plošiny	22
b/ schéma hydrauliky	28
c/ kalkulace hydraulické plošiny	29
6/ Ekonomické hodnocení	31
a/ celkové investiční náklady alternativy I	31
b/ celkové vlastní náklady alternativy I	33
c/ celkové investiční náklady alternativy II	33
d/ celkové vlastní náklady alternativy II	34
e/ přehled hlavních ukazatelů	35
7/ Závěr	36
8/ Seznam použité literatury	37
9/ Příloha: 8 výkresů	

VŠEOBECNÝ PŘEHLED.

Jednou z hlavních cest ke zvyšování technické úrovně hospodářství je manipulace s materiálem. Manipulace s materiálem je souhrn operací, spočívajících převážně v přípravě, nakládce, vykládce, překládce, skladování materiálu atd. Racionalisace manipulace s materiálem je v současné době jedním z důležitých technicko-ekonomických koncepcí technického rozvoje; klade si za úkol mimo jiné podstatně snížit podíl ručních operací. U nás je manipulace s materiálem místem nejtěžší fyzické práce. V r.1960 bylo vynaloženo na úseku manipulace s materiálem 38 miliard, což reprezentuje 36,7 % celkových nákladů na zpracování.

Zadaná diplomová práce se zabývá návrhem na provedení dopravy, skladování a manipulace s řezivem ve vzorovém družstvu Dřevotvar ve Znojmě. Při řešení byly respektovány základní požadavky na : ekonomickou manipulaci, bezpečnost práce, specifické požadavky při manipulaci s řezivem, na př.sušení, klimatizaci, vysychání dřeva ve skladě. Provedení manipulace musí být navrženo tak, aby dopravní prostředky byly investičně přístupné, aby přepravní jednotka sloužila jak při stohování, tak i při přepravě i sušení a klimatizaci.

Dva způsoby řešení :

První alternativa předpokládá existenci vysoko zdvižného vozíku, paletizování řeziva.

Druhá alternativa předpokládá existenci zvedací plošiny před sušicí pecí, řezivo by bylo nakládáno na sušárenské vozíky bez palet.

VŠST Liberec	Technologický popis	Katedra Řízení strojů
Fakulta strojní	alternativ.	DP list 4
TECHNOLOGICKÝ POPIS ALTERNATIV. ----- Řezivo je dopravováno auty do družstva. Zde je rovnáno do hraní. uspořádání řeziva je dle nejvýhodnějšími aerodynamickými odpory v hraních. Maximální délka řeziva je 6 metrů. Další délky jsou 4 a 5 metrů. Řezivo je silné 25 mm. <u>Alternativa I.</u> Manipulační práce. 1/ Ukládání řeziva z aut do hraní na palety. 2/ Doprava řeziva vysokozdvížným vozíkem k přirozenému vysušení do skladu. 3/ Ukládání řeziva ve stozích. 4/ Odvoz řeziva vysokozdvížným vozíkem ze skladu před sušicí pec na sušárenské vozíky. Dále je řezivo dopravováno sušárenskými vozíky do sušárny na umělé dosušení. Po vysušení se odsune do klimatizačního prostoru. Po ukončení klimatizace se hraně rozeberou a řezivo se dopraví k první technologické operaci. <u>Alternativa II.</u> 1/ Ukládání řeziva z aut na sušárenské vozíky. 2/ Odvoz řeziva do skladu, 3/ Ukládání řeziva do hraní. 4/ Po vyschnutí nakládání řeziva na sušárenské vozíky. 5/ Odvoz řeziva před sušicí pec na zvedací plošinu. Dále je řezivo dopravováno sušárenskými vozíky do sušárny na umělé dosušení. Další pohyb je stejný jako u alternativy I.		

VŠST Liberec	Technologický popis alternativ.	Katedra Řízení strojů
Fakulta strojní		DP list 5
Diplomová práce se zabývá řešením první alternativy a dále pak návrhem zvedací plošiny před sušicí pec pro alternativu druhou.		

ŘEŠENÍ ALTERNATIVY I.

Šířka hranič 1 450 mm,
stanovení výšky palety

$$v = \frac{2 \cdot 140 + 285 + 100 + 35}{2} = 860 \text{ mm}$$

2 140 výška dveří sušárny

285 výška sušárenského vozíku

100 výška prokladů mezi dvěma paletami

35 volný prostor mezi dvěma a naloženým sušárenským vozíkem
a to dvěma paletami,

Řezivo je silné 25 mm, široké 200 - 250 mm o měrné váze 0,95 kg/dm³.

Řezivo je ukládáno do hranič ve vrstvách na proložky, které jsou vzdáleny od sebe 1 metr. Proložky jsou dlouhé 1 450 mm o průřezu 20 x 20 mm.

Počet vrstev v jedné hranič 17. Minimální objem řeziva ve vrstvě při jeho vzájemné vzdálenosti 1 cm je při šíři 200 mm. Počet prken ve vrstvě:

$$x = \frac{1\,451}{200} = 7$$

Objem řeziva ve vrstvě :

$$V_{rv} = 7 \times 0,20 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 0,21 \text{ m}^3$$

Celkový objem řeziva ve hranič :

$$V_{rc} = 0,21 \times 17 = 3,6 \text{ m}^3$$

Objem řeziva ve hranič s proložkami :

$$V_c = 3,67 \text{ m}^3$$

ρ .. měrná váha řeziva = 0,95

Váha hráně :

$$G_h = V_c \cdot \gamma = 3,67 \cdot 0,95 = 3,500 \text{ kg}$$

Paleta je vytvořena z $\square$ profilu 8.10, postaveného na výšku.

Výška hráně :

$$v_h = 860 - 100 = 760$$

Uložení spodní palety ve skladu je provedeno na betonovém podkladu o výšce 500 mm. Při uložení 4 palet nad sebou proložených hranoly o výšce 100 mm bude spodek čtvrté palety ve výšce 3 380 mm. Těmto požadavkům vyhovuje vysokozdvíhací vozík vidlicový s bočním ložením VV B - 5. Jeho parametry jsou :

nosnost 5 000 kg,

maximální zdvih 3 500 mm,

šířka uličky 2 500 mm minimálně,

poloměr zatáčení 7 500 mm,

celková výška vozu 4 650 mm,

Parametry vozíku ovlivňují uspořádání skladu řeziva, neboť je nutno respektovat šířku uličky, poloměr zatáčení a výšku vozu při maximálním zdvihu.

Návrh skladové plochy řeziva.

Plánovaný objem 1 000 m³ řeziva, uloženého v paletách ve stozích.
V jednom stozu 4 palety.

$$V_s = 1000 \text{ m}^3$$

Počet stohů ve skladu :

$$n = \frac{V_s}{4 V_{fc}} = \frac{1\,000}{4 \cdot 3,6} = 69,4$$

Zvoleno 70 stohů.

Rozmístění stohů ve skladu.

Podélně 5 dvojic stohů,

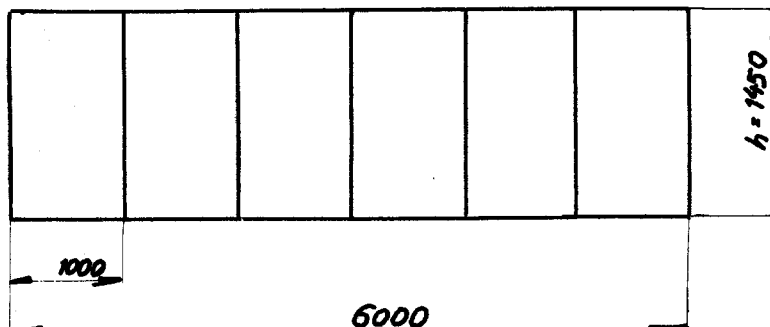
příčně 7 řad.

Mezi dvojicemi stohů je navržena ulička pro vysokozdvíhový vozík. Tento způsob uspořádání zaručuje přístup ke každé paletě a dokonale bylo využito výšky zdvihu vysokozdvížného vozíku. Při rozmisťování byl též brán zřetel na rozložení sloupů střechy.

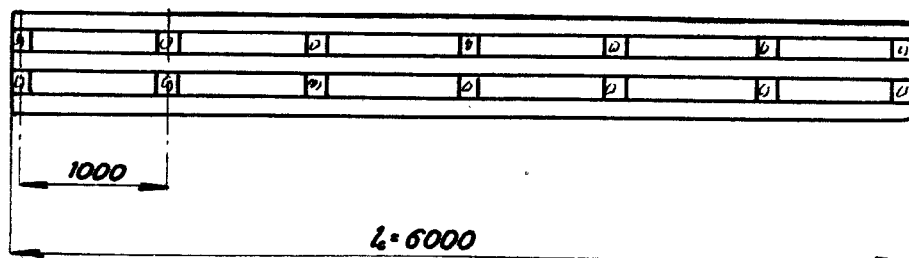
Výpočet palety.

Paleta je navržena z válcovaných profilů. Podélník je navržen z [číslo 10, jeho délka je 6 metrů. Příčnický jsou z [8.10.

Schema palety :

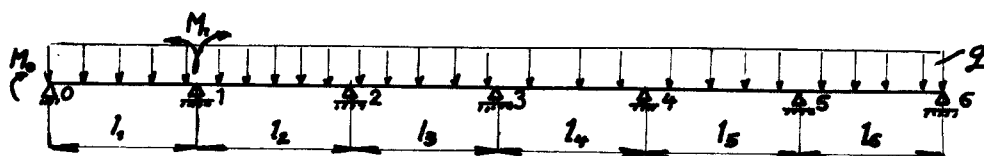


Uložení řeziva v hrani :



Stanovení reakcí na proložky v hrani.

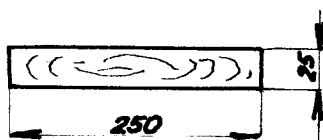
Typ nosníku



$$l_1 = l_2 = l_3 = \dots = l_6 = 1000 \text{ mm} = 1$$

Nosník je 5 x staticky neurčitý.

Váha prkna



$$G_p = 0,25 \text{ dm} \times 2,5 \text{ dm} \times 60 \text{ dm} \times 0,95 = 35,6 \text{ kg}$$

Zatížení, připadající na jednotku délky

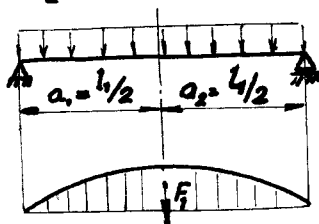
$$q = \frac{G_p}{l_c} = \frac{35,6}{6} = 5,94 \text{ kp/m}$$

Řešení provedeno pomocí třímomentové věty.

$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 + \frac{6 F_1 a_1}{l_1} + \frac{6 F_2 a_2}{l_2} = 0$$

$$F_1 = F_2 = \frac{q l^3}{12}$$

F_1, F_2 momentová plocha



Dosazením a úpravou je získáno 5 rovnic pro 5 neznámých.

$$M_0 + 4M_1 + M_2 + \frac{ql^2}{2} = 0 \quad \text{.....1}$$

$$M_1 + 4M_2 + M_3 + \frac{ql^2}{2} = 0 \quad \text{.....2}$$

$$M_2 + 4M_3 + M_4 + \frac{ql^2}{2} = 0 \quad \text{.....3}$$

$$M_3 + 4M_4 + M_5 + \frac{ql^2}{2} = 0 \quad \text{.....4}$$

$$M_4 + 4M_5 + M_6 + \frac{ql^2}{2} = 0 \quad \text{.....5}$$

$$M_0 = 0$$

$$M_6 = 0$$

$$M_1 = M_5$$

$$M_2 = M_4$$

Zjednodušeno :

$$4M_1 + M_2 = -\frac{ql^2}{2}$$

$$M_1 + 4M_2 + M_3 = -\frac{ql^2}{2}$$

$$2M_2 + 4M_3 = -\frac{ql^2}{2}$$

Determinant soustavy

$$\text{Det.} = \begin{vmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 0 & 2 & 4 \end{vmatrix} = 52$$

$$\text{Det. } M_1 = \begin{vmatrix} -\frac{ql^2}{2} & 1 & 0 \\ -\frac{ql^2}{2} & 4 & 1 \\ -\frac{ql^2}{2} & 2 & 4 \end{vmatrix} = -\frac{11}{2} ql^2$$

$$M_1 = \frac{\text{Det. } M_1}{\text{Det.}} = -\frac{11}{2 \cdot 52} ql^2 = -\frac{11}{104} ql^2$$

$$M_2 = -\frac{ql^2}{13}$$

$$M_3 = -\frac{9 ql^2}{104}$$

Výpočet reakcí v podporách.

$$R_0 = \frac{q l}{2} - \frac{|M_1|}{1} = \frac{41 q l}{104} = \frac{5,94 \cdot 41}{104} = 2,34 \text{ kp}$$

$$R_1' = \frac{q_1}{2} + \frac{M_1}{1} = q_1 \left[\frac{1}{2} + \frac{11}{104} \right] = 3,75 \text{ kp}$$

$$R_1'' = \frac{q_1}{2} + \frac{M_1 - M_2}{1} = q_1 \left[\frac{1}{2} + \frac{3}{104} \right] = 3,15 \text{ kp}$$

$$R_1 = R_1' + R_1'' = 3,75 + 3,15 = 6,9 \text{ kp}$$

$$R_2' = \frac{q_1}{2} + \frac{M_2 - M_1}{1} = q_1 \left[\frac{1}{2} - \frac{3}{104} \right] = 2,79 \text{ kp}$$

$$R_2'' = \frac{q_1}{2} + \frac{M_2 - M_3}{1} = 2,96 \text{ kp}$$

$$R_2 = R_2' + R_2'' = 2,79 + 2,96 = 5,75 \text{ kp}$$

$$R_3' = R_3'' = 3,08 \text{ kp}$$

$$R_3 = R_3' + R_3'' = 6,16 \text{ kp}$$

Na jednotku délky při 17 vrstvách a při zanedbání mezer mezi řezivem připadá zatížení :

v místě 0

$$q_R = 17 \frac{2,34}{25} = 1,59 \text{ kp/cm}$$

v místě 1

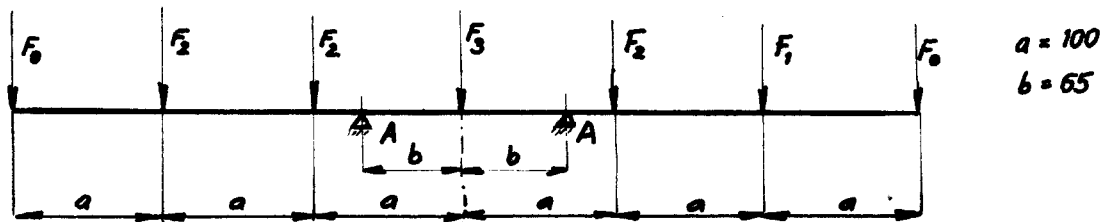
$$q_R = \frac{R_1}{25} \cdot 17 = \frac{6,9}{25} \cdot 17 = 4,7 \text{ kp/cm}$$

v místě 2

$$q_R = \frac{R_2}{25} \cdot 17 = 3,92 \text{ kp/cm}$$

v místě 3

$$q_R = \frac{R_3}{25} \cdot 17 = 4,2 \text{ kp/cm}$$



A..místo uložení palety na vidlicích vozíku

Velikosti zatěžujících sil na 1 podélník.

$$F_0 = q_R \frac{h}{2} = 1,59 \cdot 72,5 = 115 \text{ kp}$$

$$F_1 = q_R \frac{h}{2} = 4,7 \cdot 72,5 = 340 \text{ kp}$$

$$F_2 = q_R \frac{h}{2} = 3,92 \cdot 72,5 = 284 \text{ kp}$$

$$F_3 = q_R \frac{h}{2} = 4,2 \cdot 72,5 = 305 \text{ kp}$$

Stanovení maximálního ohybového momentu.

Maximální ohybový moment je v podpoře vidlí.

$$M_{0 \max} = F_2 (a-b) + F_1 (2a-b) + F_0 (3a-b) = 284 (100 - 65) + 340 (2 \cdot 100 - 65) + 115 (3 \cdot 100 - 65) = 82\,750 \text{ kp cm}$$

Ohybové napětí :

$$\sigma_0 = \frac{M_0}{W_0} = \frac{82\,700}{41,2} = 20\,30 \text{ kp/cm}^2$$

Materiál 10 523

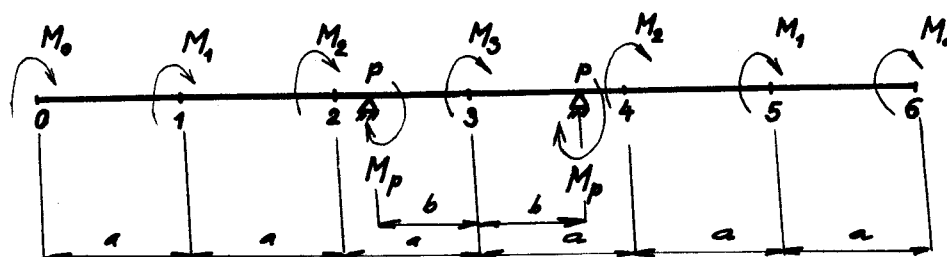
$$\sigma_{\text{př}} = 35 \text{ kp/mm}^2$$

Bezpečnost

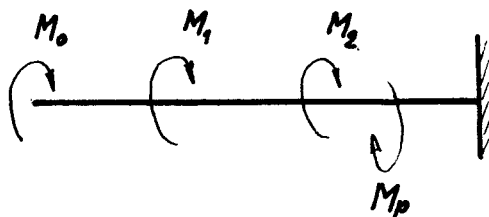
$$s = \frac{\sigma_{\text{př}}}{\sigma_0} = \frac{3500}{2030} = 1,7 \dots \text{vyhovuje}$$

Kontrola podélníku na krut.

Vzhledem k tomu, že zatížení jednotlivých příčníků je různé bylo provedeno stanovení velikosti kroutících momentů, způsobujících kroucení podélníku. Stanovení kroutících momentů bylo provedeno pomocí deformačních podmínek a to z rovnosti deformace nakroucení podélníku a natočení příčníků, způsobených spojitým obětížením jednotlivých příčníků.



Zatížení podélníku je symetrické, stačí řešit polovinu nosníku.



Velikost zkroucení v podpěře vidlí:

$$\varphi_p = \frac{1}{G I_k} \left[b (M_0 + M_1 + M_2 - M_p) \right]$$

Velikost v bodě 2

$$\varphi_2 = \frac{1}{G I_k} \left[a (M_0 + M_1 + M_2) - b M_p \right]$$

Velikost zkroucení v bodě 1

$$\varphi_1 = \frac{1}{G I_k} \left[2 a (M_0 + M_1) + a M_2 - b M_p \right]$$

Velikost zkroucení v bodě 0

$$\varphi_0 = \frac{1}{G I_k} \left(3 a M_0 + 2 a M_1 + a M_2 - b M_p \right)$$

Velikost zkroucení v bodě 3

$$\varphi_3 = \frac{1}{G I_k} \left[a M_1 + 2 a M_2 + 3 a M_3 - (3 a - b) M_p \right]$$

Velikosti natočení v příčniku:

Velikost natočení v místě uložení palety na vidlích
vysoko zdvižného vozíku

$$\varphi_p' = \frac{M_p}{2 E I}$$

Natočení příčnicku v bodě 2

$$\varphi'_2 = \frac{q_2 h^3}{24 E I} - \frac{M_2 h}{2 E I}$$

Natočení příčnicku v bodě 1

$$\varphi'_1 = \frac{q_1 h^3}{24 E I} - \frac{M_1 h}{2 E I}$$

Natočení příčnicku v bodě 0

$$\varphi'_0 = \frac{q_0 h^3}{24 E I} - \frac{M_0 h}{2 E I}$$

Natočení příčnicku v bodě 3

$$\varphi'_3 = \frac{q_3 h^3}{24 E I} - \frac{M_0 h}{2 E I}$$

Položeno

$$\varphi_i = \varphi'_i \quad i = 0, 1, 2, 3, p$$

Tímto jsou získány 4 rovnice pro 4 neznámé.

$$b (M_0 + M_1 + M_2 - M_p) = \frac{G I_k h}{2 E I} M_p \quad \dots\dots\dots 1$$

$$a (M_0 + M_1 + M_2) - b M_p = \frac{G I_k}{24 E I} q_2 h^3 - \frac{G I_k h}{2 E I} M_2 \quad \dots\dots\dots 2$$

$$2 a (M_0 + M_1) + a M_2 - b M_p = \frac{q_1 h^3}{24 E I} G I_k - \frac{G I_k h}{2 E I} M_1 \quad \dots\dots\dots 3$$

$$3 a M_0 + 2 a M_1 + a M_2 - b M_p = \frac{G I_k q_0 h^3}{24 E I} - \frac{G I_k h}{2 E I} M_0 \quad \dots\dots\dots 4$$

Doplňková rovnice pro stanovení kroutícího momentu M_3

v místě uložení 3

$$a M_1 + 2 a M_2 + 3 a M_3 - (3 a - b) M_p = \frac{G I_k h^3}{24 E I} q_3 - \frac{G I_k h}{2 E I} M_3$$

Úpravou jsou získány rovnice

$$b M_0 + b M_1 + b M_2 - (A + b) M_p = 0$$

$$a M_0 + a M_1 + (a + C) M_2 - b M_p = B q_1$$

$$2 a M_0 + (2(a + C) M_1 + a M_2 - b M_p = B q_1$$

$$(3a + C) M_0 + 2 a M_1 + a M_2 - b M_p = B q_0$$

$$(3 a + C) M_3 - (3 a - b) M_p - 2 a M_2 - a M_1 + B \frac{q_3}{2}$$

Velikosti konstant

$$A = \frac{G I_k h}{2 E I} = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 145 \cdot 2,7}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 206} = 0,36 \sim 0$$

$$B = \frac{G I_k}{24 E I} h^3 = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 2,7}{24 \cdot 2,1 \cdot 10^6} \cdot 145^3 = 6500 \text{ cm}^3$$

$$C = \frac{G I_k}{2 E I} h = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 2,7}{2 \cdot 2,1 \cdot 206} \cdot 145 = 0,36 \sim 0$$

Kde

I_k moment setrvačnosti podélníku v krutu /2,7cm⁴/

I moment setrvačnosti příčnicku k ose x /206 cm⁴/

Po dosazení

$$65 M_0 + 65 M_1 + 65 M_2 - 65 M_p = 0$$

$$100 M_0 + 100 M_1 + 100 M_2 - 65 M_p = 2500$$

$$200 M_0 + 200 M_1 + 100 M_2 - 65 M_p = 3000$$

$$300 M_0 + 200 M_1 + 100 M_2 - 65 M_p = 1000$$

Determinant soustavy

$$\text{Det} = \begin{vmatrix} 65 & 65 & 65 & 65 \\ 100 & 100 & 100 & 65 \\ 200 & 200 & 100 & 65 \\ 300 & 200 & 100 & 65 \end{vmatrix} = -22,7 \cdot 10^6$$

$$\text{Det} M_1 = \begin{vmatrix} 65 & 0 & 65 & 65 \\ 100 & 2500 & 100 & 65 \\ 200 & 3000 & 100 & 65 \\ 300 & 1000 & 100 & 65 \end{vmatrix} = -455 \cdot 10^6$$

Určení velikosti krouticího momentu M_1

$$M_1 = \frac{\text{Det } M_1}{\text{Det}} = \frac{-455 \cdot 10^6}{-22,7 \cdot 10^6} = 20 \text{ kpcm}$$

Krouticí moment je příliš malý. Další krouticí momenty

není třeba počítat, jelikož je evidentní, že tyto se nebudou

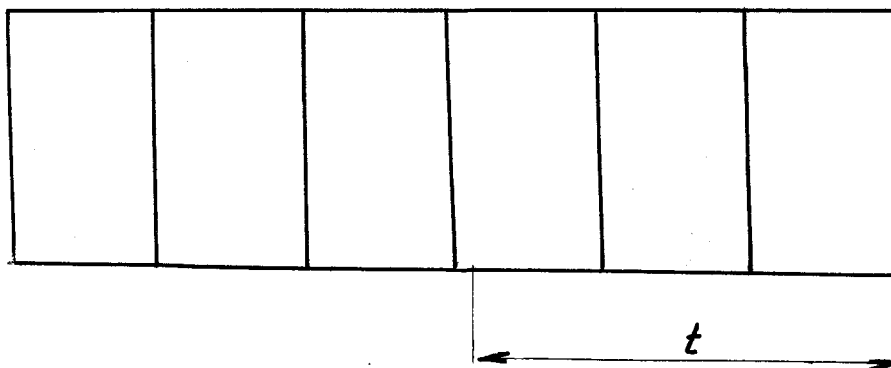
příliš lišit od momentu M_1 .

Velikost namáhání podélníku je zanedbatelná. Napětí vzniklá kroutícími momenty není třeba vyčíslavat. Kontrola ohybového napětí podélníku v místě zeslabeného průřezu t.j. v místě uložení postranice.

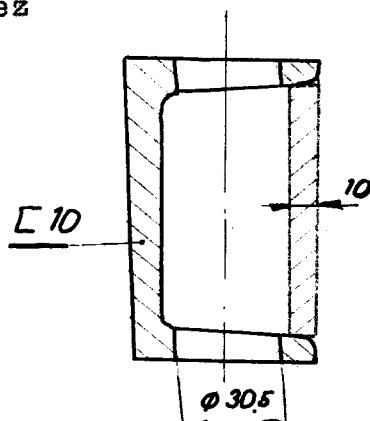
Maximální namáhání v zeslabeném průřezu je v uložení postranice ve vzdálenosti $t = 2930$ mm

Stanovení velikosti ohybového momentu

$$M_0 = F_0 t + F_1 (t - a) + F_2 (t - 2a) - F_p (t - 3a + b) = 115 \cdot 2930 + 340 (2930 - 1000) + 284 (2930 - 2000) - 891 (2930 - 3000 + 650) = 74\,000 \text{ kpcm}$$



Průřez



W_oprůřezový modul v ohybu k ose x /40,1cm³/

Velikost napětí

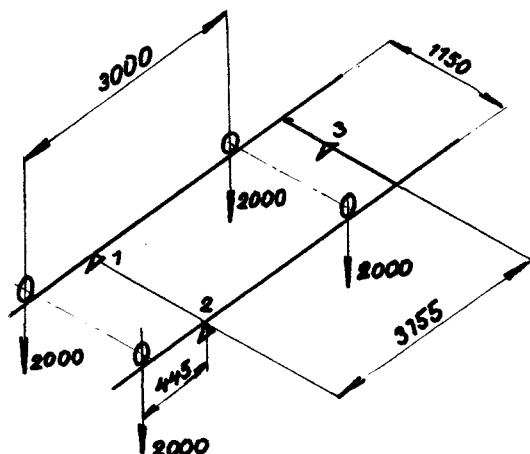
$$\sigma = \frac{M_o}{W_o} = \frac{74\,000}{40,1} = 1850 \text{ kp/cm}^2 \quad \dots \text{vyhovuje} \quad - \text{pro jedy material}$$

Řešení alternativy II.

K překonání výškových rozdílů mezi skladem řeziva a sušicí pecí byla navržena svisle pohyblivá hydraulická rampa. Celá plošina je uložena na třech hydraulicky zvedaných válcích. Zajištění pístů v potřebné pracovní poloze je dosaženo použitím hydraulického zámku. Hydraulický zámek uzavírá tlakovou kapalinu v pracovním válci. Použitím hydraulického zámku lze plynule regulovat rychlost pístů pracovních válců. Pro synchronizování pohybů válců bylo použito třech hydromotorů na společné hřídeli. Proti překlopení je plošina zajištěna vedením v trubkách.

PEVNOSTNÍ KONTROLA.

Poloha vozíku na plošině.



Váha naloženého vozíku s břemenem 8000 kp

Na jedno kolo připadá zatížení 2000 kp.

$M_1 = 0$ k podpoře 3

$$R_1 = R_2$$

$$2 R_1 \cdot 3155 - 2 \cdot 2000 \cdot 3600 - 2 \cdot 2000 \cdot 600 = 0$$

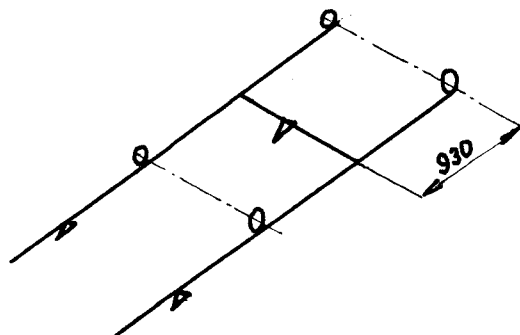
Z toho $R_1 = 2670$ kp t.j. zvedací síla pístu

$$R_3 = 8000 - 2 R_1 = 8000 - 2 \cdot 2670 = 2660$$

Stanovení ohybového namáhání v bodě 3 :

$$\begin{aligned} M_{03} &= 2 \cdot 2000 \cdot 57,5 - R_1 \cdot 575 = 2 \cdot 2000 \cdot 57,5 - 2670 \cdot 57,5 \\ &= 76500 \text{ kp cm} \end{aligned}$$

Nejnepříznivější případ nastane, když vozík přijede na konec nosníku.



Stanovení reakcí :

$$R_1 = R_2$$

$$2 R_1 \cdot 3\,155 + 2 \cdot 2\,000 \cdot 930 - 2 \cdot 2\,000 \cdot 2\,070 = 0$$

$$R_1 = 725 \text{ kp}$$

$$R_3 = 8\,000 - 2 R_1 = 8\,000 - 2 \cdot 725 = 6\,550 \text{ kp}$$

$$M_{03} = 2 \cdot 2\,000 \cdot 57,5 - 725 \cdot 57,5 = 187\,000 \text{ kp cm}$$

Napětí způsobené ohybem.

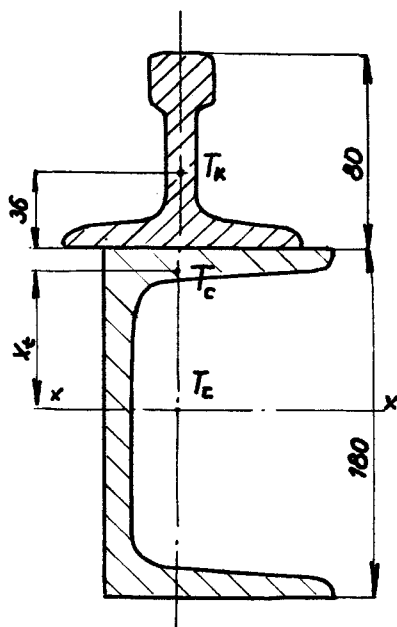
Pro příčník navržený 2 profily $\text{I } 180$, mat. 10 373, $\sigma_k = 25 \text{ kp/mm}^2$, $W_0 = 300$

$$\sigma = \frac{M_0}{W_0} = \frac{187\,000}{300} = 625 \text{ kp/cm}^2$$

Bezpečnost příčníku.

$$s = \frac{\sigma_k}{\sigma_0} = \frac{25}{6,25} = 4 \dots \text{vyhovuje}$$

Určení výsledného momentu setrvačnosti průřezu hlavního nosníku.



Plocha kolejnice.

$$F_k = 18,5 \text{ cm}^2$$

Moment setrvačnosti.

$$I_{xk} = 155 \text{ cm}^4$$

Hodnoty $\square$ 180.

$$F_c = 28 \text{ cm}^2$$

$$I_{xc} = 1\,350 \text{ cm}^4$$

Poloha těžiště obrazce.

$$x_t = \frac{F_k (3,6 + 9) + F_c (18,5 + 9)}{F_k + F_c} = \frac{18,5 (3,6 + 9) + 28 (18,5 + 9)}{18,5 + 28} = 5 \text{ cm}$$

Průřezový modul v ohybu

$$W_x = \frac{I_{xk} + F_k x_t^2 + I_{xc} + F_c x_t^2}{x_t + 9} = \frac{155 + 18,5 \cdot 7,6^2 + 1\,350 + 28 \cdot 5^2}{5 + 9} = 233 \text{ cm}^3$$

Ohybové napětí.

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_x} = \frac{186\,000}{233} = 795 \text{ kp/cm}^2$$

Bezpečnost.

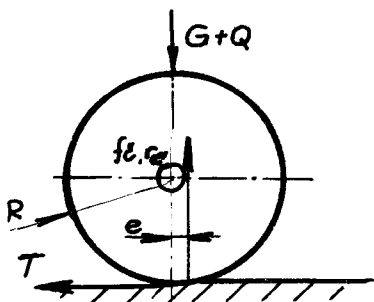
$$s = \frac{Q_n}{Q} = \frac{25}{7,95} = 3,1 \dots \text{vyhovuje.}$$

Mat. 10 373

Kontrola hydraulické plošiny na klopný moment.

Vzhledem k tomu, že váha vozíku a břemene působí vždy pouze v ose plošiny, plošina bude namáhána klopným momentem ve směru pojezdu vozíku.

Stanovení odporové síly pro-ti pojezdu.



G váha vozíku = 800 kp

Q váha břemene = 7 200 kp

e = 0,08 cm

 $f_g = 0,02$ $r_g = 2 \text{ cm}$ α dle Jemcova pro pojezdová kola 1,5

$$T = \frac{(G+Q)(f_g r_g + e)}{R} \alpha = \frac{(7\,200 + 800)(0,02 \cdot 2 + 0,08)}{11} 1,5 = 120 \text{ kp}$$

Výška plošiny při zdvihu $l_p = 4\,100 \text{ mm}$ Vzdálenost sloupů vedení $l_s = 3\,050 \text{ mm}$

Řešeno jako rám.

Vedení plošiny je v trubkách.

$$k_2 = 2 \frac{I_{xk} + I_x}{l_3} = 2 \frac{155 + 1\,350}{305} = 10$$

Průměr vodící trubky $d_1 = 16,8 \text{ cm}$, stěna $0,5 \text{ cm}$

$$k_1 = \frac{I}{l_1} = \frac{16,8^4 - 15,8^4}{64 \cdot 410} = 2,58$$

Průřezový modul trubky.

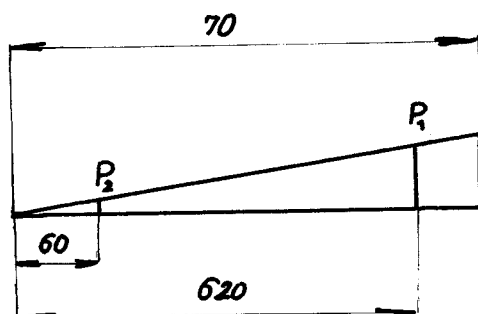
$$W_0 = 93,5 \text{ cm}^3$$

Velikost ohybového momentu.

$$M_0 = \frac{T}{2} \cdot \frac{k_1 + 3k_2}{k_1 + 6k_2} = \frac{120 \cdot 410}{2} \cdot \frac{2,58 + 30}{2,58 + 60} = 15\,600 \text{ kpcm}$$

$$\sigma = \frac{M_0}{W_0} = \frac{15\,600}{93,5} = 167 \text{ kp/cm}^2 \dots\dots \text{vyhovuje.}$$

Výpočet základových šroubů.



$$M_0 = P_1 \cdot 62 + P_2 \cdot 6$$

$$\frac{P_1}{62} = \frac{P_2}{6}$$

$$M_0 = P_1 \cdot 62 + \frac{P_1}{62} \cdot 6$$

Z toho vyplývá

$$P_1 = \frac{M_0}{63} = \frac{15\,600}{63} = 248 \text{ kp}$$

Zvoleny šrouby M 20 $F = 3,1 \text{ cm}^2$

Napětí

$$\sigma_t = \frac{248}{3,1} = 80 \text{ kp/cm}^2 \text{ vyhovuje.}$$

Tlak betonového základu na zem.

Zatěžující síla $R = 6\,550 \text{ kp}$

Váha konstrukce 800 kp /uvažováno pouze část váhy působící na zadní píst/.

Váha betonu $2\,700 \text{ kp}$

Celková váha $10\,050 \text{ kp}$

Plocha betonu $F = 130 \text{ cm} \times 150 \text{ cm} = 19\,500 \text{ cm}^2$

Tlak betonového základu.

$$p = \frac{10\,050}{19\,500} = 0,51 \text{ kp/cm}^2 \text{ vyhovuje.}$$

Vysvětlivky :

- 1 hydraulický válec
- 2 hydraulický zámek
- 3 hydromotor
- 4 ovládací tlačítka
- 5 rozdělovač
- 6 čerpací agregát
- 7 pojistňovací ventil
- 8 filtr

Průměr pístu válce 140 mm. Plocha pístu 154 cm²

Zvedací rychlost

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{90}{3.1,54} = 19,5 \text{ dm/min.}$$

$$v = 1,95 \text{ m/min.}$$

Čerpadlo JHZJ 100J navrženo

dodávané množství $Q = 90 \text{ l/min.}$

Maximální tlak 60 atm

Kalkulace hydraulické plošiny.

Váha ocelové konstrukce	1200kp	 5 400 Kčs
1 čerpací agregát		 2 400 Kčs
3 válce hydraulické		 3 300 Kčs
3 hydromotory		 9 000 Kčs
2 tlačítka		 400 Kčs
hadice		 1 000 Kčs

VŠST Liberec	Řešení alternativy II.	Katedra části strojů
Fakulta strojní		DP list 30

Výkop	$1,5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 37,5 \text{ m}^3$	
cena :	35 Kčs/m ³	 1 300 Kčs
Betonáž	$2 \text{ ks} \times 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} =$	
	$= 3,2 \text{ m}^3$	
cena :	350 Kčs/m ³	 1 100 Kčs
C e l k e m		23 500 Kčs

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.

a/ Celkové investiční náklady alternativy I.

1/ Vysokozdvíhový vozík VVB-5

počet kusů 1

cena

186 000 Kčs

2/ Palety

počet kusů 300

váha 300 kg/ks

cena 3,50 Kčs/kg

315 000 Kčs

3/ Komunikace pro vysokozdvíhový vozík

plocha 2 040 m²cena 80 Kčs/m²

163 000 Kčs

4/ Sušárenský vozík

počet kusů 8

cena 2 850 Kčs/ks

22 800 Kčs

5/ Sklad

400 000 Kčs

6/ Projektová dokumentace

11 000 Kčs

7/ Výchování řidiče vysokozdvíhového vozíku

počet hodin 50

cena 30 Kčs/hod

1 500 Kčs

C e l k e m investice

1 099 300 Kčs

VŠST Liberec		Katedra zásti strojů
Fakulta strojní	Ekonomické zhodnocení.	DP list 32
b/ Vlastní roční náklady.		
mzdy dělníků při manipulaci		
2 dělníci		
mzda	1 500 Kčs/měs.	36 000 Kčs
1 řidič		
mzda	1 800 Kčs/měs.	21 600 Kčs
ostatní mzdy, evidované na manipulaci		
s materiálem ; 65 % mzdy dělníka		11 700 Kčs
C e l k e m mzdy		71 200 Kčs
Příspěvek na národní pojištění 10 %		7 120 Kčs
C e l k e m		78 320 Kčs
Náklady na pohonné hmoty, elektrickou		
energii a DKP celkem		5 000 Kčs
Náklady na údržbu a opravy		4 000 Kčs
Odpisy		
vysokozdvížený vozík		
13 %		24 100 Kčs
palety		
8 %		25 000 Kčs
sušárenské vozíky		
13 %		2 960 Kčs
vozovka		
1,3 %		2 100 Kčs

VŠST Liberec		Katedra částí strojů
Ekonomické zhodnocení.		DP list 33
Fakulta	strojní	
konstrukce skladu		
2 %		8 000 Kčs
Vlastní náklady celkem		149 480 Kčs
c/ Celkové investiční náklady alternativy II.		
1/	Hydraulická plošina	23 500 Kčs
2/	Sušárenský vozík	
	počet kusů 8	
	cena 2 850 Kčs/ks	22 800 Kčs
3/	Výstavba kolejiště	100 000 Kčs
4/	Sklad	400 000 Kčs
5/	Projektová dokumentace	11 000 Kčs
Investice celkem		556 300 Kčs
d/ Vlastní náklady.		
mzdy dělníků při manipulaci		
	počet dělníků 7	
	mzda 1 500 Kčs/měs.	126 000 Kčs
režijní mzdy, t.j. 65 % ze mzdy		
	dělníka	11 700 Kčs
	mzdy celkem	137 700 Kčs
	národní pojištění 10 %	13 770 Kčs
Celkem		151 470 Kčs

VŠST Liberec	Ekonomické zhodnocení.	Katedra z stí strojů
Fakulta strojní		DP list 34

Náklady na elektrickou energii, pohonné hmoty, mazadla,
a DKP celkem 6 000 Kčs

Odpisy

hydraulická plošina 13
13 % 3 060 Kčs

sušárenské vozíky
13 % 2 960 Kčs

kolejiště
5 % 5 000 Kčs

konstrukce skladu
2 % 8 000 Kčs

Vlastní náklady c e l k e m 176 490 Kčs

Přehled hlavních ukazatelů.

Roční přepravované množství v tunelech
Q = 2 020 tun

účelová jednotka tuny t

náklady na účelovou jednotku = $\frac{\text{náklady}}{Q}$ Kčs/t

	Rozměr	Alternativa I	Alternativa II
úplné vlastní náklady	Kčs/rok	149 480	176 490
úplné vlastní náklady na úžel. jednotku	Kčs/t	74	87
investiční náklady	Kčs	1 099 300	556 300
investiční nákl. na úželovou jednotku	Kčs/t	5 450	2 760

VŠST Liberec	Závěr	Katedra částí strojů
Fakulta strojní		DP list 36
Z uvedeného ekonomického propočtu vyplývá, že alternativa I je investičně náročnější. Vlastní náklady jsou naopak vyšší u alternativy II. Roční úspory na vlastních nákladech představují 27 000 Kčs tj. 15,4 %. Ovšem investiční náklady jsou o 543 000 Kčs vyšší, což představuje 49,5 %. Z uvedených ukazatelů je vidět u nás obecný jev. Pro podniky je výhodnější levná pracovní síla než vysoké investice. Ovšem perspektivně s ohledem na zvyšování výroby je výhodná alternativa I. V tom případě by se výrazně projevila úspora vlastních nákladů. Z provozních hledisek je mnohonásobně výhodnější alternativa I, neboť zaručuje to hlavní, rychlou manipulaci s materiálem, bezpečnost práce a odstranění velké části namáhavé práce. K provedení diplomové práce jsem přistoupil na základě předdiplomní praxe na Ústavu jeřábů a transportérů při VŠST v Liberci. Za pomoc při vypracování děkuji vedoucím diplomových prací prof. Ing. Josefu Fořtovi, konzultantům Ing. Puřchartovi, Ing. Lubojackému, arch. Freundlovi, Ing. Dolanskému a zástupci vedoucího družstva Dřevotvar p. Malenovi ze Znojma.		

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.

Líbal V. - Manipulace s materiálem.

SNTL Praha, 1966

Schierl O., Karel Munzar, Houšar, Fabian - Paletizace

SNTL Praha, 1966

Marek M., Jiránek, Dobrý - Manipulace s materiálem ve dřevařských

závodech,

SNTL Praha, 1963

Inž. Bartoněk, Valeš V. - Paletizace ve skladech.

VO Praha, 1961

Vojtinskij - Mechanizace a automatizace na pilách a v dřevoprůmyslu.

SNTL Praha, 1956

Mach - Mechanizace hydraulikou

SNTL Praha, 1964

Novák - Jednoduchý rám ve vzorcích.

SNTL Praha, 1964

Prokeš - Hydraulické mechanismy.

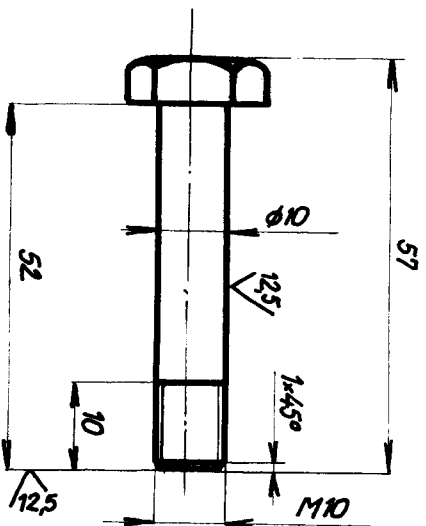
Práce, Praha, 1963

Líbal V. - Manipulace s materiálem.

SNTL Praha, 1966

VŠST Liberec	Seznam použité literatury	Katedra řízení strojů
Fakulta strojní		DP list 38
Časopis Drevo, ročník 1965 ročník 1966 ročník 1967 ročník 1968 SVTL, Bratislava Sborník automatizačních prvků, část I a II.		

~ (12,5)



10 -
TVČ 17-26
ČSN 426530.13 11370.0 11370.0 1 0,4

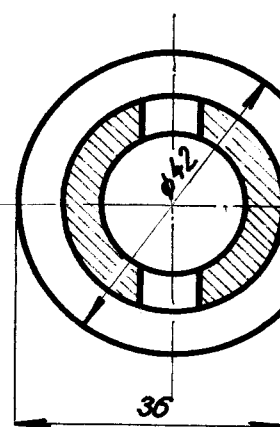
4

Kopie

1:1

ŠROUB DP-00-01-4

E 42.11



1	DORAZ	TRUBKA 44,5-7-7 ČSN 42 5715	11353	11353.0	1	0,06			2
1	TRUBKA	TRUBKA 30,5-8-8 ČSN 42 5715	11353.0	11353.0	1	31			1
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovár	W. 2. měřít	Max. vých. vz		ina	Hr. v dno	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka									
Měřítka	Kreslí	KOPÍVA		Cis. sním					
1:1	Průzkoušel			Č. transp.	Zmínka			Datum	Podpis
	Norm. ref.								
	Výr. projedn.	Schválil							
		Dne							
VŠST LIBEREC		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název			DP-00-01-2				
		POSTRANICE			Počet listů				
					Hr.				