

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
obor 23 - 20 - 8

Stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu
zaměření:
stroje a zařízení pro průmyslovou dopravu

Katedra strojů průmyslové dopravy

PANARAMATICKÉ ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

K S D - 126

Roman J I R E Š

vedoucí práce: ing. Ladislav Bartoníček, KSD VŠST Liberec
konzultant: ing. Paldus, DESTA Děčín

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 45
Počet příloh: 3
Počet obrázků: 5
Počet tabulek: 2
Počet výkresů: 4

DT 621.869.39

11.května 1987

Vysoká škola: strojní a textilní, Liberec Fakulta: strojní
Katedra: strojů průmysl.dopravy Školní rok: 1986/87

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Romana J i r e š e
obor 23-20-8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Panoramatické zvedací zařízení

Zásady pro vypracování:

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ
PSČ 461 17

V rámci inovace vysokozdvížného vozíku o nosnosti 3,2 t navrhnete panoramatické zvedací zařízení, které musí zabezpečit minimální volný zdvih 150 mm, pracovní tlak hydrauliky je 16 MPa a pro návrh rámců zvedacího zařízení použijte přednostně profilu U 140. Při řešení proveďte zejména:

1. výběr vhodného principu řešení s možností dosažení i vysokého volného zdvihu
2. konstrukční návrh a pevnostní kontrolu zvoleného řešení
3. výrobní výkresy hlavních dílů zvedacího zařízení
4. ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení

V 65/17 S

Rozsah grafických prací: dle zadání

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran včetně výpočtů

Seznam odborné literatury: MAČULSKIJ, I.I., ALJEPIN, E.A.: Mašiny napolno-
vo bezrelsovovo transporta. Moskva 1982

Prospekty zahraničních vysokozdvížných vozíků

Firemní literatura n.p. Desta, Děčín

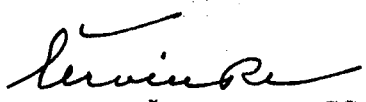
Vedoucí diplomové práce: Ing. Ladislav Bartoníček

Konzultant: Ing. Paldus, Desta Děčín

Datum zadání diplomové práce: 29. listopadu 1985

Termín odevzdání diplomové práce: dle harmonogramu

L.S.


Doc. Ing. Oldřich Červinka, CSc.

Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.

Děkan

v Liberci dne 29. listopadu 1985

M Í S T O P Ř Í S E Ž N É P R O H L Á Š E N Í

Místopřisežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně a použitím uvedené literatury.

V Liberci dne 11. května 1987

Roman Jireš
Roman J I R E Š

Děkuji vedoucímu práce ing.Ladislavu Bartoníčkovi
za odborné vedení, trpělivost a pomoc, kterou mi poskytl
při řešení této diplomové práce. A také děkuji ing. Pal-
dusovi za poskytnutí materiálů a cenné konzultace.

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ

G_Q	jmenovitá hmotnost břemene	kg
G_M	maximální hmotnost břemene	kg
G_Z	hmotnost zvedací desky	kg
G_P	hmotnost pístní tyče	kg
G_v	hmotnost vnějšího rámu	kg
G_i	hmotnost vnitřního rámu	kg
G	výsledná hmotnost zvedacího zařízení....	kg
F_r	síla v řetězu	N
A	síla ve spodním závěsu vnějšího rámu....	N
B	síla ve středním příčnku vnějšího rámu	N
$F_{K \max}$	maximální zatížení kladky	N
F	síla v pístu	N
F_P	síla v příčné kladce zvedací desky	N
F_{P1}	síla v příčné kladce vnitřního rámu....	N
$R_{A,B}$	reakce v kladkách zvedací desky	N
$R_{C,D}$	reakce v kladkách vnitřního rámu	N
α	úhel působení síly B	°
γ	úhel působení síly A	°
δ	úhel předklopení zvedacího zařízení ...	°
τ_{sv}	smluvní napětí ve svaru	MPa
σ_o	ohybové napětí	MPa
τ_k	napětí v krutu	MPa
σ_{red}	redukované napětí	MPa
σ_{Pt}	pevnost v tahu	MPa
σ_{Kl}	mez kluzu v tahu	MPa
σ_{Ko}	mez kluzu v ohybu	MPa
σ_H	měrný tlak - Hertzův	MPa
p	měrný tlak	MPa
p_D	dovolený měrný tlak	MPa

$J_{x,y}$	momenty setrvačnosti	mm ⁴
$W_{x,y,p}$	průřezové moduly	mm ³
L_h	životnost ložisek v hodinách	hod
s	vyosení břemene	mm
t_d	rozteč podélných kladek zvedací desky	mm
t_r	rozteč podélných kladek vnitřního rámu	mm
t_p	rozteč příčných kladek zvedací desky	mm
t'_p	rozteč příčných kladek vnitřního rámu	mm
r_d, b_d	poloměr, šířka podélné kladky	mm
r_p, b_p	poloměr, šířka příčné kladky	mm

O B S A H

Zadání	2
Použitá označení	5
1.0.0. Úvod	9
2.0.0. Základní názvosloví	12
3.0.0. Hlavní požadavky na konstrukci zdviha- cího zařízení	14
4.0.0. Popis a kinematické schéma zvedacího zařízení typu duplex	15
4.1.0. Hlavní části hydraulického systému zvedacího zařízení a jeho funkce	15
5.0.0. Technická data zvedacího zařízení vo- zíku DVHM 3222 LX	16
6.0.0. Panaramatické zvedací zařízení	17
6.1.0. Volný zdvih u jednoválcových zveda- cích zařízení	17
6.2.0. Volný zdvih u panaramatického zveda- cího zařízení	18
6.3.0. Možnosti řešení volného zdvihu panara- matického zvedacího zařízení	18
6.3.1. Varianta A	18
6.3.2. Varianta B	19
6.3.3. Varianta C	19
7.0.0. Výpočet hlavních částí zvedacího zařízení	21
7.1.0. Výpočet průměru válců	21
7.2.0. Výpočet rámu	22
7.2.1. Výpočet radiálních ložisek zvedací desky	22
7.2.2. Výpočet reakcí v závěsech zvedacího zařízení	25
7.2.3. Určení radiálních tlaků ložisek vnitřního rámu	27

7.2.4. Pevnostní kontrola rámů	29
7.3.0. Výpočet čepů, ložisek a šroubů	31
7.3.1. Výpočet čepu a ložiska řetězové kladky	31
7.3.2. Výpočet čepů, ložisek a svarů vodících kladek	32
7.3.3. Výpočet šroubů pro upevnění řetězu ...	33
7.3.4. Kontrola řetězu	34
7.4.0. Pevnostní výpočet vidlic	34
7.5.0. Výpočet hlavních svarů	39
7.5.1. Výpočet svaru držáku pro uchycení řetězové kladky	39
7.5.2. Výpočet svaru úchytu pro písty	39
7.5.3. Výpočet svaru příčnicku pro uchycení řetězu	41
8.0.0. Ekonomické zhodnocení	43
9.0.0. Závěr	43
Seznam použité literatury	45

1.0.0. Ú V O D

Vědeckotechnický rozvoj je spolu se socialistickou ekonomickou integrací rozhodujícím dlouhodobým faktorem zvyšování efektivity národního hospodářství. Hlavně odvětví strojírenství a elektrotechniky budou i nadále základem rozvoje československé ekonomiky, musí se výrazněji podílet na technickém pokroku ve všech odvětvích národního hospodářství. Ve strojírenství a elektrotechnice se má výroba zvýšit o 33 - 35% a produktivita práce se má zvýšit v těchto oborech o 30 %.

Ke klíčovým ekonomickým problémům patří oblast manipulace s materiálem, neboť váže vysoký objem živé práce, který je nepřímo úměrný úrovni organizace a mechanizace činností spojených s přípravou materiálu. Stav této oblasti v našem národním hospodářství nejlépe charakterizuje počet asi 1,5 mil. pracovníků, kteří v této oblasti působí. Aby se snížila tato vysoká hranice, zavádíme do procesu manipulace vhodná manipulační zařízení.

Jednou ze základních možností jak snížit počet pracovníků je i zavádění vysokozdvizných vozíků. Jejich univerzální vlastnosti umožňují dopravu materiálu ve svislé a horizontální poloze, činí z nich bezesporu velmi progresivní manipulační prostředky, které mohou uplatnit se ve všech oblastech národního hospodářství. Z definice vysokozdvizného vozíku vyplývá, že je to pojízdný pracovní stroj, určený pro přepravu a manipulaci. Jedná se o přepravu jak paletizovaného, tak i nepaletizovaného materiálu na kratší vzdálenosti po účelových komunikacích závodu, skladu s výjimkou speciálních vozíků /stohovacích/.

Vysokozdvizné vozíky jsou prostředky, které ve vnitrozávodové dopravě náklady dopravují, nabírají, zvedají, ukládají resp. stohují. Jejich pracovní rozsah je přitom v horizontálním směru prakticky neomezený a ve svislém směru od země do výšky několika metrů, podle výšky zdvihu. Potřeby vysokozdvizných vozíků mají celosvětově rostoucí

tendenci vyvolanou růstem výroby a s tím související o-
běh materiálu.

Dodávky pro tuzemsko a export nejsou několik let pokrý-
vány vzhledem na omezení kapacitní možnosti současných
československých výrobců /Desta, n.p. Děčín, Transporta,
n.p. Chrudim/.

Světová produkce vysokozdvížných vozíků obzvláště v pos-
ledních letech vzrostla vysokým tempem a podstatně pře-
vyšovala světový průměr růstu strojírenské výroby. Vý-
roba je z 80% soustředěna do pěti států: USA, Japonsko,
NSR, Velká Británie a Francie. Z toho vyplývá, že vys-
pělé kapitalistické státy věnují vysokozdvížným vozíkům
náležitou pozornost jako důležitému článku procesu ma-
nipulace s materiálem.

V rámci RVHP zaujímá obor 475 významné místo a je zařa-
zený mezi cílové programy. Zvýšení dodávek vysokozdví-
žných vozíků umožní získat úspory pracovních sil - nasa-
zení jednoho vysokozdvížného vozíku u uživatele ušetří
minimálně tři pracovní síly, dále snižují jejich fyzic-
kou námahu a zároveň až několikanásobně zvýší produkti-
vitu práce.

Vysokozdvížné vozíky musí dále splňovat řadu podmínek
jako např. dobrá průchodnost terénem, větší výkon a tomu
odpovídající nosnost. Zvláštní důraz je kladen i na zve-
dací zařízení, jeho rozvoj a zlepšení. Zvedací zařízení
musí zabezpečovat řadu funkcí /např. volný zdvih, mož-
nost připojení přídatných zařízení/. Nejznámější vozík
je čelní vozík vysokozdvížný vidlicový. Popis /přesněj-
ší/ zvedacího zařízení je uveden v dalších kapitolách.
Obor 475 - vysokozdvížné vozíky, je oborem perspektiv-
ním nejen z hlediska růstu objemu výroby, ale i z hle-
diska růstu vývozu a představuje dynamickou složku svě-
tového obchodu.

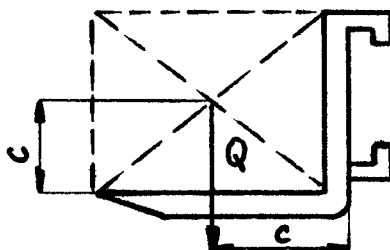
ČSSR se zúčastňuje mezinárodní dělby práce, kde se v
současném období podílí na vývoji a výrobě vysokozdví-
žných vozíků čelních s nosností do 3,5 t.

Další mezinárodní spolupráci je třeba orientovat na oboustranné dohody se SSSR a NDR. Zvláště zajímavá z ekonomického hlediska bude spolupráce se Sovětským svazem, který se v současném období připravuje na výrobu čelních vysokozdvížných vozíků vyšších nosností.

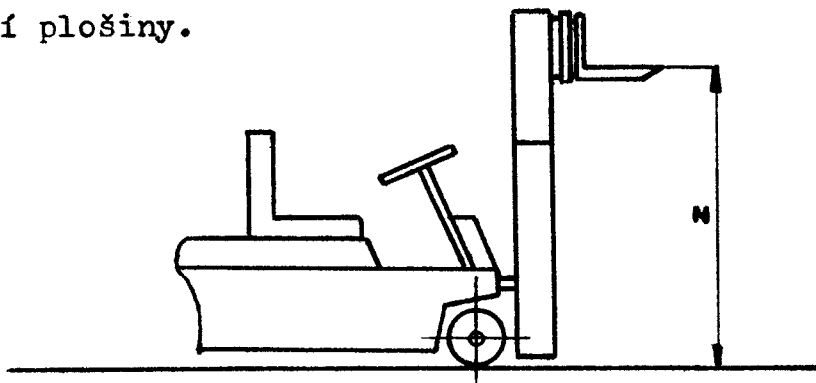
2.0.0. ZÁKLADNÍ NÁZVOSLOVÍ

a/ Jmenovitá nosnost vysokozdvížného vozíku - je to maximální hmotnost břemene, kterou může vozík zdvihnout do výšky 3300 mm, nebo na maximální výšku, je-li výška zdvihu menší než 3300 mm.

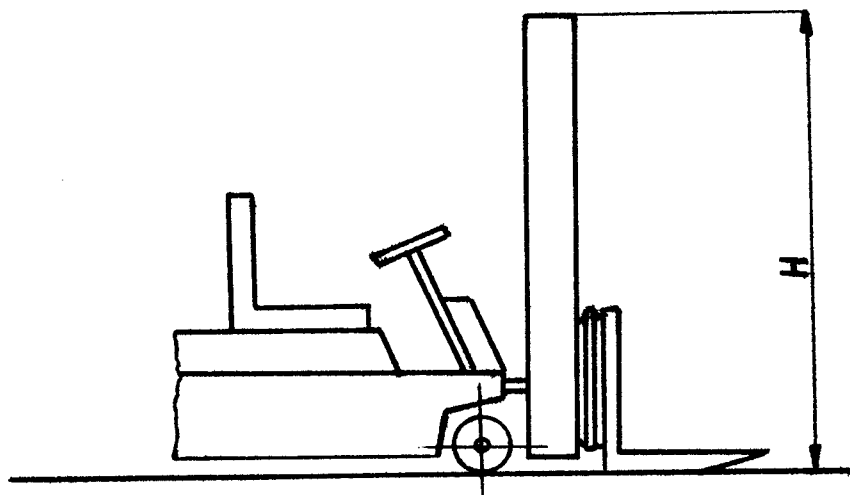
Pozn.: těžiště břemene se musí nacházet ve svislé rovině souměrnosti a ve vzdálenosti c od předního nosného povrchu ramene vidlice.



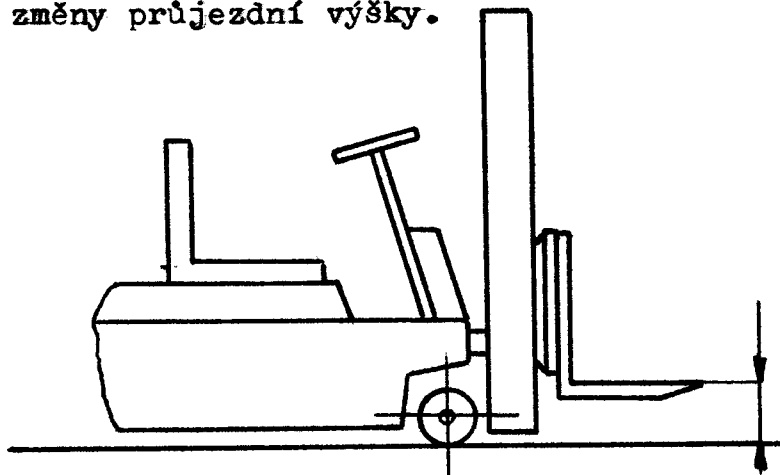
b/ Zdvih - u vysokozdvížných vozíků měnitelný výškový rozdíl mezi úrovní vozovky a horní plochou vidlic, popř. zdvihací plošiny.



c/ Konstrukční výška vysokozdvížného vozíku - výška H vozíku bez břemene při spuštěném zdvihacím zařízení a bez nástavby.

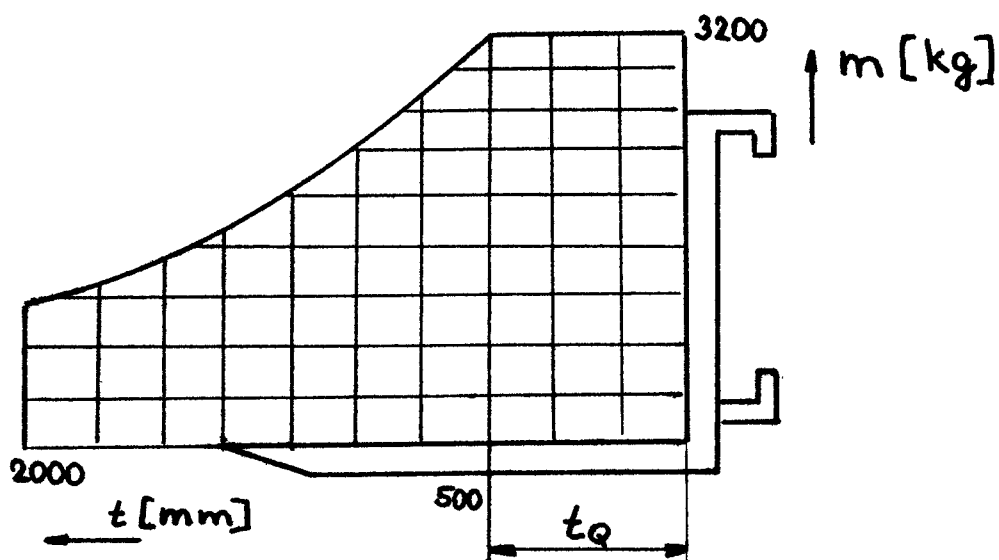


- d/ Výška volného zdvihu - rozdíl mezi úrovní vozovky a horní plochou vidlic maximálně zdvižených beze změny průjezdní výšky.



- e/ Vyložení - vzdálenost těžiště břemena od čelní plochy svislé části nosné vidlice.

- f/ Zatěžující diagram - diagram, jehož křivka stanoví závislost hmoty břemene na vzdálenosti těžiště od opěrných svislých ploch vidlic.

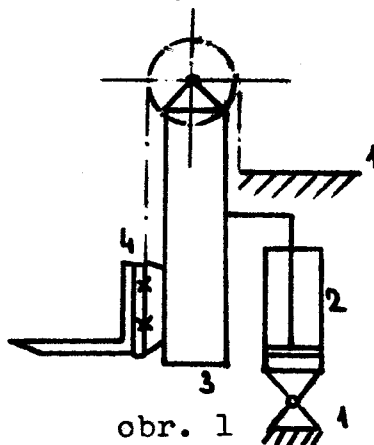


3.0.0. HLAVNÍ POŽADAVKY NA KONSTRUKCI ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

1. Čelní vysokozdvížné vozíky jsou v základním provedení vybaveny zdvihacím zařízením o výškách zdvihu uvedených v zákl. řadách dle ČSN 26 88 04. Toto neplatí pro speciální zdvihací zařízení / např. volný zdvih /, nebo jiné druhy vozíků.
 2. Zdvihací zařízení musí zajišťovat přepravní výšku nejméně 120 mm bez zvětšení konstr. výšky vozíku.
 3. Zdvih vozíku musí v dolní i horní poloze omezen dorazy. Toto neplatí pro dolní polohu tam, kde zdvihací mechanismus klesá, aniž by byl přítom poháněn motorem.
 4. Nosné řetězy a lana zdvihacího zařízení musí být při přetržení pevnost odpovídající nejméně pětinásobku stat. zatížení při použití víceřadového válečkového řetězu dvou a více jednořadých řetězů, nebo jednořadového lamelového řetězu s nejméně čtyřmi destičkami v jednom článku. Při použití jednoho jednořadového val. řetězu musí být koef. bezpečnosti nejméně 8.
Při uvažování bezpečnosti se neuvažují odpory vzniklé třením ve zdvihacím zařízení.
 5. Zdvihací deska musí odpovídat ČSN 26 89 00.
 6. Vidlice musí odpovídat ČSN 26 89 01.
 7. Naklápění zdvih. zařízení vpřed a vzad musí být omezeno dorazy.
 8. Vysokozdvížné vozíky s výsuvným zdvihacím zařízením nebo výsuvnou vidlicí musí být konstruovány tak, aby nemohlo dojít k jejich samovolnému výsuvu.
 9. Navržené hydraulické zařízení musí zajišťovat polohu břemena zdviženého do libovolné výše.
 10. Hydraulické zařízení musí být vybaveno ochranným systémem, který chrání zdvihací zařízení proti přetížení, musí vyhovovat ČSN 26 88 03.
 11. V případě poškození hydraul. obvodu nesmí rychlost klesajícího břemene překročit $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ u jenostupň. válců a $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ u vícešupňových válců.
- Tyto uvedené body odpovídají části normy ČSN 26 88 00.

4.0.0. POPIS A KINEMATICKÉ SCHÉMA ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ TYPU DUPLEX

Nejčastěji se používá zvedacího zařízení typu duplex, což znamená, že zdvih nosné vidlice je rovný dvojnásobku zdvihu přímočarého hydromotoru. Kinematické schéma je na obr. 1.

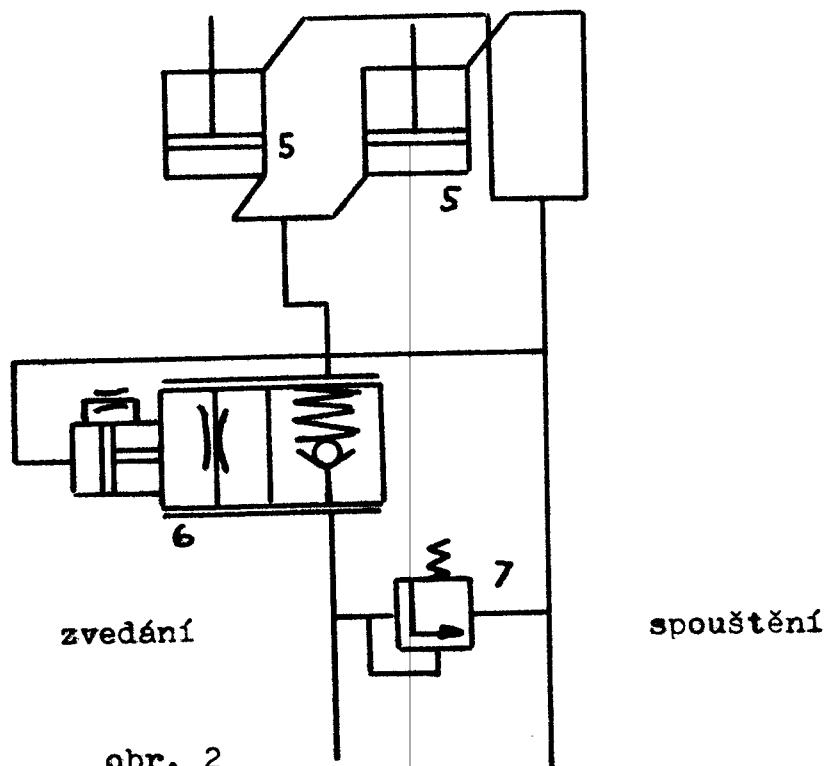


K pevnému rámu 1 / vnější rám / je uchycený přímočarý hydromotor 2, který prostřednictvím pístnice, uchycené k pohyblivému rámu 3 / vnitřnímu / umožňuje jeho vertikální pohyb. Rám 3 je vedený v rámu 1 pomocí vodicích kladek. Vazbou pomocí válečkových řetězů je mezi přímočarým hydromotorem a zdvihací deskou s nosnou vidlicí dvojnásobný převod. Tzn., zdvih nosné vidlice je dvakrát větší než je zdvih hydromotoru.

4.1.0. HLAVNÍ ČÁSTI HYDRAULICKÉHO SYSTÉMU ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ A JEHO FUNKCE

Na obr. 2 je znázorněn hydraulický systém zvedacího zařízení. Při zvedání je přiváděn tlakový olej přes blokovací brzdny ventil 6 pod písty přímočarých hydromotorů / poloha je nakreslena na obr. / a prostor nad písty je propojen do odpadu. Zpětný ventil v blokovacím brzděném ventilu zabráňuje klesnutí nosné vidlice s břemenem při případném porušení přívodního potrubí. Pojistný ventil 7 zabráňuje přetížení zdvihacího zařízení - je nastavený na takovou hodnotu, aby vypínal při přetížení 1,1 -

1,2 násobku jmenovité nosnosti vozíku. Při spouštění je tlakový olej přiváděn přímo na píst a odpad je vedený levou brzdou částí ventilu 6, která zabezpečuje spouštění břemene konstantní rychlostí v závislosti na velikosti tlaku v přívodní větvi, ale nezávisle na hmotnosti břemene.



5.0.0. TECHNICKÁ DATA ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ VOZÍKU DVHM 3222 LX

jmenovitá nosnost.....	kg.....	3200
zdvih.....	mm.....	3300
vyložení těžiště břemene.....	mm.....	500
rychlost zdvihu		
-se jm. zatížením.....	m/s.....	0,35
-bez zatížení.....	m/s.....	0,41
rychlost spouštění		
-se jm. zatížením.....	m/s.....	0,6
-bez zatížení.....	m/s.....	0,28
průjezdční výška spuštěného zdvih. zařízení.....	mm	2520
průjezdční výška při vysunutém zdvih. zař.....	mm	4160
pracovní tlak hydrauliky.....	MPa.....	16
přednostní profil stojny.....		U140

6.0.0. PANARAMATICKÉ ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

U staršího typu zved. zařízení / jednoválcového / je hlavní pracovní hydraulický válec umístěn uprostřed, mezi dvěma rovnoběžnými U-profilů vnějšího rámu. To značně snižuje viditelnosti a rozhled řidiče motorového vozíku.

Naproti tomu panaramatické zvedací zařízení má hlavní pracovní hydraulické válce umístěné na bocích vnějšího rámu, z každé strany jeden. To nám zajišťuje odkrytí čelní části zdvihacího zařízení a tím zlepšení viditelnosti. Řidič má lepší rozhled a zlepšením viditelnosti se zvětší bezpečnost při zvedání i při vlastním pojiždění. Tyto vozíky se používají na frekventovaných a na nepřehledných pracovištích. Dále volný zdvih vidlic, jak již bylo dříve uvedeno, má nám zaručovat zdvih vidlic minimálně do výšky 120 mm od země, aniž by se změnila konstrukční výška vozíku. Má velké přednosti při pojiždění a přepravě materiálu. Nezvětší se konstrukční výška, a tím se nezmění průchodnost vozíků ve skladech a na závodech.

6.1.0. VOLNÝ ZDVIH U JEDNOVÁLCOVÝCH ZVEDACÍCH ZAŘÍZENÍ

U jednoválcových zvedacích zařízení se nejvíce používá těchto typů zajištění volného zdvihu:

1. Hydraulický válec je vůči vnitřnímu rámu utopen o potřebný zdvih /jedná se o zvedací zařízení typu duplex - pro volný zdvih 150 mm je zapuštění 75 mm/ a hlavice pístu na níž jsou kladky, je zapuštěn a vedena v drážce. Po dobu volného zdvihu se hlavice pohybuje v drážce, aniž by vyjížděla z vnitřního rámu a měnila se konstrukční výška. Když je potřeba většího zdvihu, hlavice dosedne na vnitřní rám /dosednutí je zvláště přizpůsobeno a zajištěno - pomocí gumové vložky, která tlumí rázy při dosednutí/ a probíhá vlastní zdvih.

2. K zajištění velkého volného zdvihu se používají u jednoho druhu vozíku vícenásobného řetězové převody. To znamená, že zdvih zvedacích vidlic je 3x nebo 4x /podle otočení řetězu/ větší než je zdvih pracovního hydraulického válce. Válec je opět zapuštěn o potřebnou hodnotu a zvedání probíhá obdobně. Zde je možnost využití velkého volného zdvihu. Zvedací deska spolu s vidlicemi se nejdříve pohybuje, aniž by se měnila konstrukční výška, ve vnitřním rámu. Po vyjetí na určitou výšku zvedací deska odjistí zarážku a probíhá vlastní zdvih. Tento typ se hodí pro vozíky pohybující se ve velmi těsných prostorech, např. při nakládání a vykládání železničních vagonů.

6.2.0. VOLNÝ ZDVIH U PANARAMATICKÉHO ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ

Volný zdvih panaramatického zvedacího zařízení u současně vyráběných vozíků n.p. DESTA Děčín není zajištěn přímo na zvedacím zařízení. Volný zdvih je zde nahrazen rozdílem konstrukční výšky celého vozíku /jeho ochranného rámu/ a konstrukční výšky zasunutého zvedacího zařízení.

6.3.0. MOŽNOSTI ŘEŠENÍ VOLNÉHO ZDVIHU U PANARAMATICKÉHO ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ

6.3.1. VARIANTA A

Jednou z možností řešení volného zdvihu je umístění dvou pomocných hydraulických válců / se zdvihem 150 mm / k boku vnějšího rámu obr.3. Pístnice by byla pomocí zvláštního šroubu uchycena k jednomu konci řetězu. Každé straně vnějšího rámu přísluší jeden hydraulický válec a tedy i každé pístnici přísluší jeden konec řetězu / při použití 2 řetězů /. Při volném zdvihu by se tlaková kapalina přiváděla do těchto pomocných i hlavních válců. Prvotní činnost pomocných válců by byla zajištěna jednoduchým hydraulickým principem. Pomocné válce by měly oproti hlavním větší průměr pístu a tudíž by zvedaly

větší silou při stejném pracovním tlaku kapaliny. Po ukončení práce pomocných válců by hlavní pracovní válece pracovaly automaticky. Hlavním problémem tohoto řešení by bylo zajištění standartní výšky zdvihu 3300mm. To by se potom muselo řešit pomocí odpouštění tlak. kapaliny z pomocných válců a zhoršila by se tím obsluha.

6.3.2. VARIANTA B

Pro zajištění volného zdvihu bych použil jednoho pracovního válce, který by byl umístěn uprostřed vnitřního rámu. Jeho zdvih by byl upraven tak, aby nezasahoval při malém volném zdvihu do výhledu řidiče. Kinematické schéma a vlastní předběžný návrh je na obr. 4. Hlavní hydraulické válce by zvedaly vnitřní rám s pomocným válcem. Pomocný válec by zajišťoval volný zdvih a zároveň by doplňoval zdvih hlavních válců, aby byla zajištěna zdvihová výška. Výhodou je, že se nezmění zdvihová výška a zdvihem pomocného válce docílíme velkého volného zdvihu. Velkou nevýhodou této varianty je to, že k jeho činnosti je potřeba dalšího přídavného zařízení, které by umožňovalo bezpečný přívod tlakové kapaliny. Tzn. použití vysokotlakých pryžových hadic s vlastním navíjecím zařízením. Pro zvětšení bezpečnosti by se muselo použít ještě zařízení, které by zabráňovalo spadnutí celého zařízení s břemenem při poruše pryžových hadic a následujícímu poklesu tlaku / použití hydraulických zámků v hydraul. obvodu /. Další nevýhoda je v tom, že při určitém vysunutí prac. válce přestává být zvedací zařízení průhledným.

6.3.3. VARIANTA C

Jednou z možností principů této varianty je ta, že vnitřní rám je o hodnotu 75 mm zapuštěn ve vnějším rámu. Po dobu volného zdvihu by se vnitřní rám působením hl. hydraul. válců pohyboval ve vnějším rámu, aniž by se měnila konstr. výška. Další zdvih by probíhal již s vyjžděním vnitřního rámu. / obr.5 /

Tato varianta se po konzultaci v n. p. DESTA Děčín zdála nejpříjemnější, hlavně pro její jednoduchost řešení a proto, že zde není potřeba přidavných zařízení / prac. válců /. Předěšlé varianty vyžadují použití dalších přidavných hydraulických válců, jejichž náklady na pořízení jsou veliké. Podrobnější rozbor bych provedl v kapitole ekonomického zhodnocení. Proto jsem tuto variantu dále rozpracoval s tím, že se budu muset snažit o co největší snížení konstr. výšky zved. zařízení. Popřípadě toto zajistit vyjížděním zvedací desky z vnitřního rámu v horní poloze vysunutí. Toto se v průběhu řešení ukázalo zbytečným, protože výška navrhovaného zved. zařízení vyšla přibližně stejná jako u předěšlého typu, aniž by se zhoršila průjezdnost vozíku.
/ obrázky 3,4,5 viz příloha /

7.0.0. VÝPOČET HLAVNÍCH ČÁSTÍ ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ7.1.0. VÝPOČET PRŮMĚRU VÁLCOŮ

a/ Zatěžující síla

$$F = F_Q + F_a + F_g + F_o + F_H$$

 F_Q ... tíha břemene F_a ... síla způsobená uvedením břemene do pohybu - dynamické účinky F_g ... síla, která je potřeba pro zvednutí zvedacího zařízení F_H ... síla, která charakterizuje hydraulické odpory /tření ucpávek a jejich netěsnost/ F_o ... síla způsobená odpory - třením

Měřením a výpočtem byly v n.p. DESTA Děčín určeny síly na oba písty $F = 86880 \text{ N}$
síla na jeden píst: $F_1 = \frac{F}{2} = \underline{\underline{43440 \text{ N}}}$

b/ tlak kapaliny ve válci

$$p = \frac{2}{3} p_p - 1 = \frac{2}{3} 16 - 1 = 9,66 \text{ MPa}$$

c/ výpočet průměru pístu

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_1}{p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 43440}{9,66 \cdot 3,14}} = \underline{\underline{75,6 \text{ mm}}}$$

d/ síla v řetězech

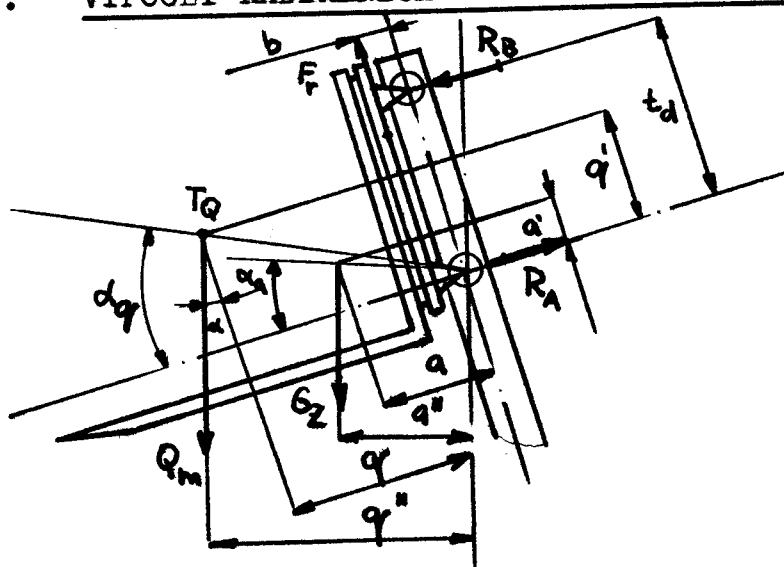
$$F_r = (G_{Qm} + G_z) \cdot g$$

 $G_z = 320 \text{ kg}$ nosná deska s vidlicemi $G_{Qm} = 1,1 \cdot G_Q$ maximální břemeno

$$F_r = (3520 + 320) \cdot 9,81 = \underline{\underline{37670 \text{ N}}}$$

7.2.0. VÝPOČET RÁMŮ

Nejhorší případ namáhání zvedacího zařízení je při předklopené poloze o 5° a současném vyosení břemene o hodnotu $s = 150$ mm. Jedná se o paletizační vozík, kde tato hodnota vyosení je maximální. Spíše je třeba tuto hodnotu omezit. Třecí síly při pohybu zvedacího zařízení zanedbávám, protože kladky mají vesměs valivá ložiska / celková účinnost je 93% /.

7.2.1. VÝPOČET RADIÁLNÍCH TLAKŮ LOŽISEK ZVEDACÍ DESKY

$$Q_m = 34531 \text{ N}$$

$$G_z = 3139 \text{ N}$$

$$\alpha = 5^\circ$$

$$R_d = 50 \text{ mm}$$

$$b_d = 30 \text{ mm}$$

$$t_d = 505 \text{ mm}$$

$$a = 320 \text{ mm}$$

$$q = 750 \text{ mm}$$

$$b = 110 \text{ mm}$$

$$a' = 120 \text{ mm}$$

$$q' = 380 \text{ mm}$$

Teoretickou statickou neurčitost v rozložení radiálních tlaků na čelní kladky můžeme nahradit předpokladem, že tlaky se rozdělí přibližně v poměru 1 : 1. Tento poměr není ovlivněn vyosením břemene, jehož účinky zachycují pouze boční kladky.

odvozené rozměry: a'' , q''

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{a'}{a} = \frac{120}{320} = 0,375 \quad \alpha_a = 20,55^\circ$$

$$a'' = \cos(\alpha_a + \alpha) \cdot \sqrt{a^2 + a'^2} = \cos(20,55 + 5) \cdot \sqrt{320^2 + 120^2}$$

$$a'' = 308 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_q = \frac{q'}{q} = \frac{380}{750} = 0,506 \quad \alpha_q = 26,86^\circ$$

$$q'' = \cos(\alpha_q + \alpha) \cdot \sqrt{q^2 + q'^2} = \cos(26,86 + 5) \cdot \sqrt{750^2 + 380^2} = 714 \text{ mm}$$

Řešení soustavy sil:

$$-F_r \cdot \sin \alpha + R_B \cdot \cos \alpha - R_A \cdot \cos \alpha = 0$$

$$F_r \cdot \cos \alpha + R_B \cdot \sin \alpha - R_A \cdot \sin \alpha = 0$$

$$F_r \cdot b + R_B \cdot t_d - G_z \cdot a'' - Q'_m \cdot q'' = 0$$

$$\cos \alpha = \cos 5^\circ = 0,996 \approx 1$$

$$R_B = \frac{1}{t_d} \cdot (G_z \cdot a'' + Q'_m \cdot q'' - F_r \cdot b)$$

$$R_B = \frac{3139 \cdot 0,308 + 57551 \cdot 0,714 - 60690 \cdot 0,11}{0,505} = \underline{\underline{70063 \text{ N}}}$$

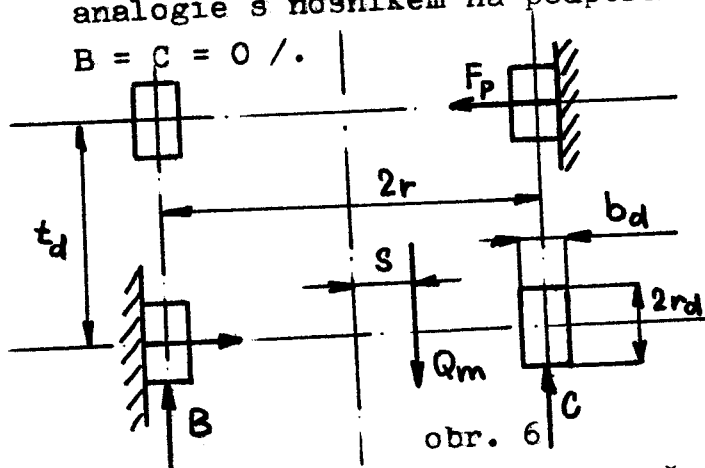
$$F_r = (Q'_m + G_z) \cdot g \cdot \cos \alpha = (57551 + 3139) \cdot \cos 5^\circ = \underline{\underline{60690 \text{ N}}}$$

$$R_A = R_B - F_r \cdot \sin \alpha = 70063 - 60690 \cdot \sin 5 = \underline{\underline{64773 \text{ N}}}$$

Vliv vyosení břemene o $s = 150 \text{ mm}$:

= staticky neurčitá úloha, řešitelná výpočtem pružných deformací s uvažováním vlivu výrobních tolerancí na 4 podpory. Pro zjednodušení se pro odhad použije analogie s nosníkem na podpěrách / ve skutečnosti

$$B = C = 0 / .$$



$$r = 222,5 \text{ mm}$$

$$Q_m = B + C$$

$$B \cdot 2r = Q_m (r_d - s)$$

$$C = \frac{Q_m}{2} \cdot \left(1 + \frac{s}{r_d}\right)$$

Protože síly na obr. 6 jsou uvažovány na celé zvedací zařízení, je nutné toto jednostranné zatížení nahradit jako oboustranné pomocí náhradního břemene.

$$Q'_m = 2c = Q_m \cdot \left(1 + \frac{s}{r_d}\right) = 34531 \cdot \left(1 + \frac{150}{222,5}\right) = 57551 \text{ N}$$

$$\text{Maximální zatížení kladky: } F_{Kmax} = \frac{R_B}{2} = \frac{70060}{2} = 35031 \text{ N}$$

Měrný tlak - Hertzův:

Měrný tlak - Hertzův:

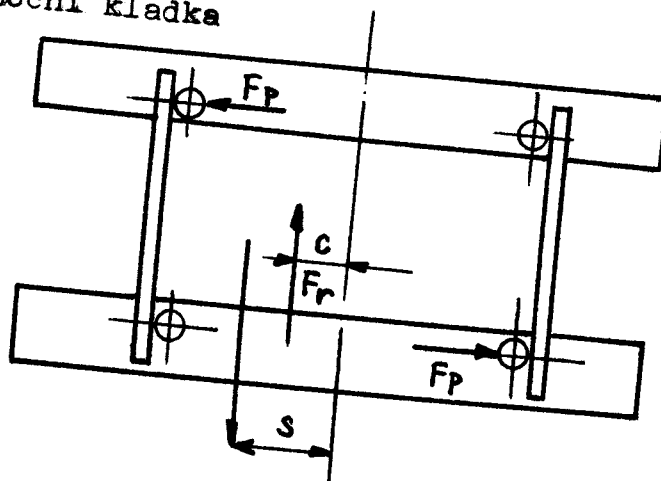
$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot F_{Kmax} \cdot \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}}{b \cdot \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)}} = \left| \begin{array}{l} E_1 = E_2 = E \\ \rho_2 = \infty \Rightarrow \frac{1}{\rho_2} = 0 \\ \rho_1 = r_d \end{array} \right|$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot F_{Kmax}}{b} \cdot \frac{E}{R_d \cdot 2}}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot 35031}{30} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{2,50}} = 926 \text{ MPa} \doteq \sigma_{Dot1}$$

Tuto hodnotu dovoleného napětí v otláčení můžeme brát jako přibližnou, protože během provozu dojde ke zpevnění povrchu stojny i kladky a tím také ke zvětšení hodnoty dovoleného napětí v otláčení. Dále je možno předpokládat, že tento případ maximálního namáhání bude vzhledem k práci celého vozíku použit méněkrát.

Boční kladka



$$\begin{aligned} t_p &= 468 \text{ mm} \\ s &= 150 \text{ mm} \\ c &= 120 \text{ mm} \\ r_p &= 29 \text{ mm} \\ b_p &= 18 \text{ mm} \end{aligned}$$

Asymetrické vyosení břemene nám vyvolá příčný moment:

$$M = (Q_m + G_z) \cdot s - F_r \cdot c = (34531 + 3139) \cdot 0,15 - 37527 \cdot 0,12$$

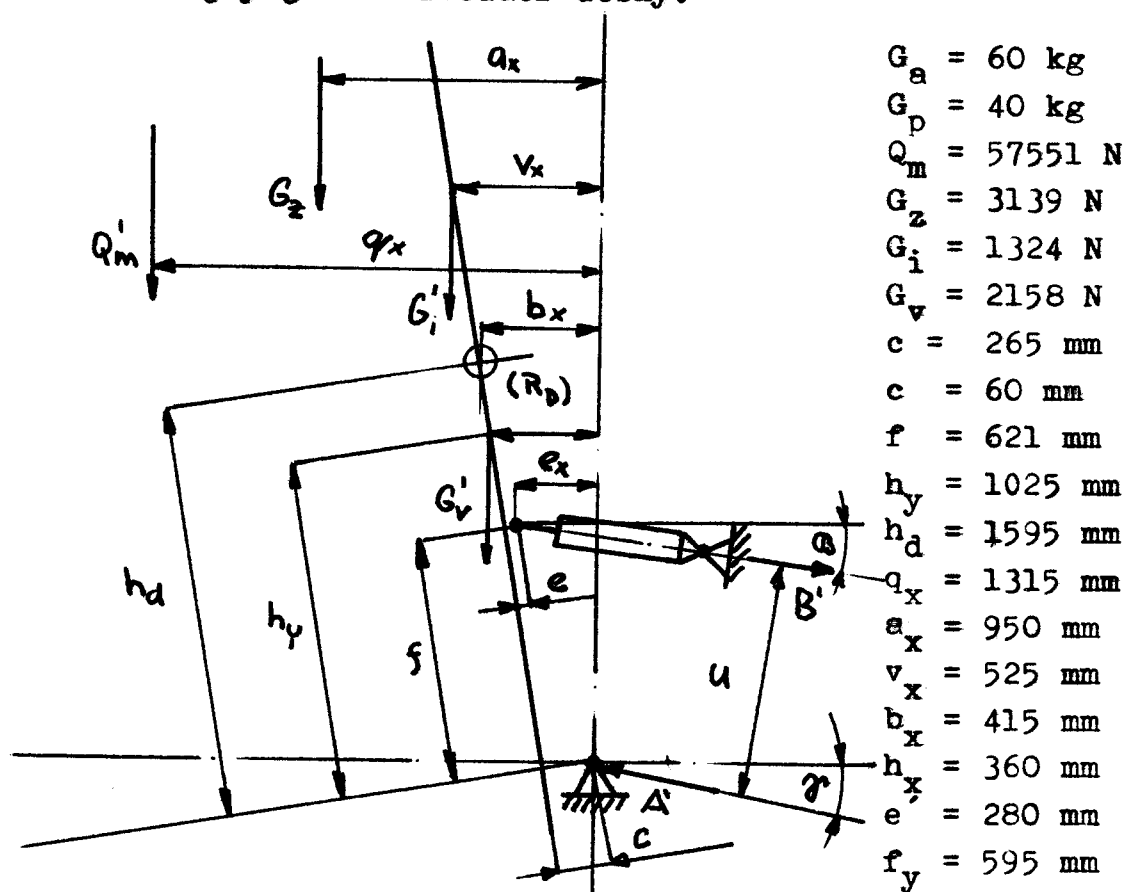
$$M = 1147 \text{ N.m}$$

Tento moment musí přenést boční kladky - dvojice kladek

$$M = F_p \cdot t_p \Rightarrow F_p = \frac{M}{t_p} = \frac{1147}{0,468} = 2450 \text{ N}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot F_p}{b_p} \cdot \frac{E}{2r_p}} = \sqrt{\frac{0,35 \cdot 2450}{18} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{2,29}} = 415 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{Dottl}}$$

- Maximální zatížení je opět při předklopené poloze a při současném vyosení břemene. Vliv vyosení je zde stejný jako u zvedací desky.



$$\begin{aligned} G_i' &= G_i + G_p = 175 \text{ kg} & h_x &= h_y \cdot \sin \alpha + c \\ G_v &= G_v + G_h = 280 \text{ kg} & h_x &= 1025 \cdot \sin 5 + 265 = 354 \text{ mm} \\ e_x &= f \cdot \sin \alpha + (c - e) \cdot \cos \alpha = 621 \cdot \sin 5 + 205 \cdot \cos 5 = 258,34 \text{ mm} \end{aligned}$$

Úhel β :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{f - (c-e) \cdot \sin \alpha - f'}{e + e_x} = \frac{621 - 205 \cdot \sin 5 - 540}{280 + 258,34}$$

$$\operatorname{tg} \beta = 0,117 \quad \underline{\underline{\beta = 6,69^\circ}}$$

$$u = (f_y - e_x \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot \cos \beta = f_y \cdot \cos \beta - e_x \cdot \sin \beta$$

$$u = [f \cdot \cos \alpha - (c-e) \cdot \sin \alpha] \cdot \cos \beta - [f \cdot \sin \alpha - (c-e) \cdot \cos \alpha] \cdot \sin \beta$$

$$u = [621 \cdot \cos 5 - 205 \cdot \sin 5] \cdot \cos 6,69 - [621 \cdot \sin 5 - 205 \cos 5] \sin 6,6$$

$$\underline{\underline{u = [613,4 \text{ mm}]}}$$

Řešení rovnováhy sil a momentů

$$-A' \cos \gamma + B' \cos \beta = 0$$

$$-Q'_m - G_z - G'_v - G'_i - B' \sin \beta + A' \sin \gamma = 0$$

$$-Q'_m \cdot q_x + G_z \cdot a_x - G'_i \cdot v_x - G'_v \cdot h_x - B' u = 0$$

$$B' = \frac{1}{u} \cdot (Q'_m \cdot q_x + G_z \cdot a_x + G'_i \cdot v_x - G'_v \cdot h_x)$$

$$B' = \frac{1}{0,613} \cdot (57551 \cdot 1,315 + 3139 \cdot 0,95 + 1716 \cdot 0,525 + 2746 \cdot 0,36)$$

$$\underline{\underline{B' = 80551 \text{ N}}}$$

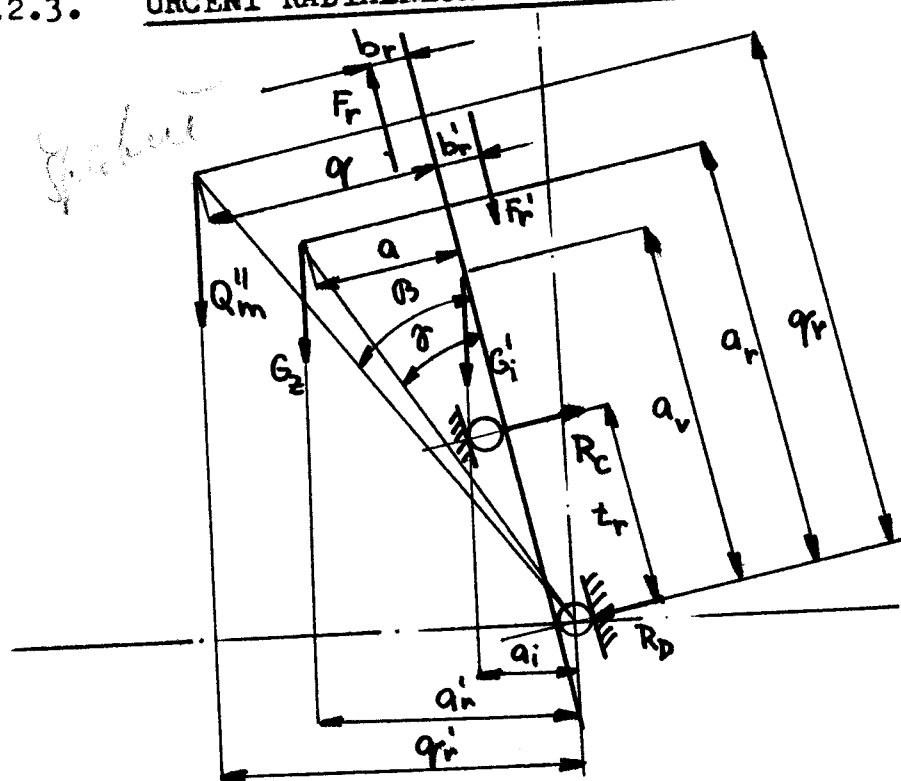
$$A' \sin \gamma = Q'_m + G_z + G'_v + G'_i + B' \sin \beta$$

$$A' \sin \gamma = 57551 + 3139 + 1716 + 2746 + 9383 = 74535 \text{ N}$$

$$A' \cos \gamma = B' \cos \beta = 80551 \cdot \cos 6,69 = 80002 \text{ N}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{A' \sin \gamma}{A' \cos \gamma} = \frac{74535}{80002} = 0,93 \Rightarrow \underline{\underline{\gamma = 42,9^\circ}}$$

$$A' = \frac{A' \cos \gamma}{\cos \gamma} = \frac{80002}{\cos 42,9} = \underline{\underline{109211 \text{ N}}}$$

7.2.3. URČENÍ RADIÁLNÍCH TLAKŮ LOŽISEK VNITŘNÍHO RÁMU

$$\alpha = 5^\circ$$

$$Q_m = 34531 \text{ N}$$

$$G_z = 3139 \text{ N}$$

$$G'_i = 1716 \text{ N}$$

$$t_r = 570 \text{ mm}$$

$$a = 320 \text{ mm}$$

$$q = 750 \text{ mm}$$

$$a_v = 1260 \text{ mm}$$

$$a_r = 1705 \text{ mm}$$

$$q_r = 1950 \text{ mm}$$

$$b_r = 110 \text{ mm}$$

$$b'_r = 30 \text{ mm}$$

Odvozené souřadnice

$$\tan \beta = \frac{q}{q_r} = \frac{750}{1950} = 0,384 \Rightarrow \beta = 21,03^\circ$$

$$q'_r = \sqrt{q^2 + q_r^2} \cdot \sin(\alpha + \beta) = \sqrt{750^2 + 1950^2} \cdot \sin 15,66^\circ$$

$$q'_r = 916 \text{ mm}$$

$$\tan \gamma = \frac{a}{a_r} = \frac{320}{1705} = 0,188 \Rightarrow \gamma = 10,66^\circ$$

$$a'_r = \sqrt{a^2 + a_r^2} \cdot \sin(\alpha + \gamma) = \sqrt{320^2 + 1705^2} \cdot \sin 15,66^\circ$$

$$a'_r = 466,9 \text{ mm}$$

$$a'_v = a_v \cdot \sin \alpha = 1260 \cdot \sin 5^\circ = 109,8 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \cos 5^\circ = 0,996 = 1$$

Vliv vyosení břemene uvažují obdobný jako u zvedací desky

$$Q''_m = Q_m \cdot \left(1 + \frac{s}{r_v}\right) = 34531 \cdot \left(1 + \frac{150}{280}\right) = \underline{\underline{53029 \text{ N}}}$$

Řešení soustavy sil a momentů:

$$-F_r \cdot \sin \alpha + R_c - R_D + (Q_m'' + G_z) \cdot \sin \alpha = 0$$

$$F_r + R_c \cdot \sin \alpha - R_D \cdot \sin \alpha - 2Q_m'' - 2G_z - G_i' = 0$$

$$R_c \cdot t_r + F_r \cdot b_r - Q_m'' \cdot (q_r' - b_r') - G_z \cdot (a_r' - b_r') - G_i' \cdot a_v' = 0$$

$$F_r = \frac{Q_m'' \cdot (2 + \sin \alpha) + G_z \cdot (2 + \sin \alpha) + G_i'}{1 + \sin^2 \alpha}$$

$$F_r = \frac{53029 \cdot (2 + \sin 5) + 3139 \cdot (2 + \sin 5) + 1716}{1 + \sin^2 5} = \underline{\underline{110136 \text{ N}}}$$

$$R_c = \frac{1}{t_r} [Q_m'' \cdot (q_r' - b_r') + G_z \cdot (a_r' - b_r') + G_i' \cdot a_v' - F_r \cdot b_r]$$

$$R_c = \frac{1}{0,570} [53029 \cdot (0,916 - 0,030) + 3139 \cdot (0,466 - 0,030) + 1716 \cdot 0,1 - 110136 \cdot 0,11] = \underline{\underline{63870 \text{ N}}}$$

$$R_D = R_c - (F_r - Q_m'' - G_z) \cdot \sin \alpha$$

$$R_D = 63870 - (110136 - 53029 - 3139) \cdot \sin 5 = \underline{\underline{59166 \text{ N}}}$$

Maximální zatížení kladky:

$$F_{Kmax} = \frac{R_c}{2} = \frac{63870}{2} = \underline{\underline{31935 \text{ N}}}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot F_{Kmax}}{b} \cdot \frac{E}{2r}} = \sqrt{\frac{0,35 \cdot 31935}{30} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{2 \cdot 50}} = \underline{\underline{884,5 \text{ MPa}}} \approx \sigma_{Dot1}$$

Boční kladka:

$$F_{p1} = F_p \cdot \frac{t_p}{t_p'} = 2450 \cdot \frac{0,468}{0,376} = \underline{\underline{3049 \text{ N}}}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot F_{p1}}{b_{p1}} \cdot \frac{E}{2r_{p1}}}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{0,35 \cdot 3049}{18} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{2 \cdot 18}} = 588 \text{ MPa} \approx \sigma_{Dot1}$$

$$t_p = 0,468 \text{ mm}$$

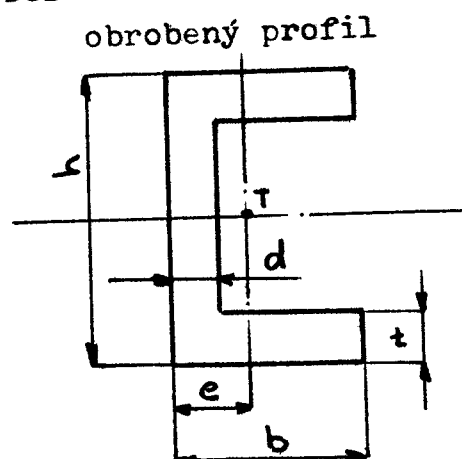
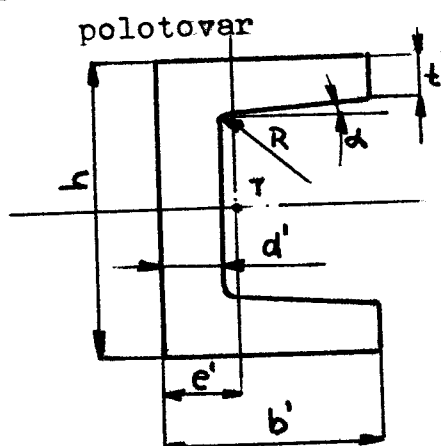
$$t_p' = 0,376 \text{ mm}$$

$$r_{p1} = 18 \text{ mm}$$

$$b_{p1} = 18 \text{ mm}$$

7.2.4. PEVNOSTNÍ KONTROLA RÁMŮ

Výpočet statických veličin U-profilu



	VÝŠKA	ŠÍŘKA	TLOUŠTKA STOJNY	TLOUŠTKA PŘÍRUB	POLOMĚR, ZAOBLENÍ	PRŮŘEZ	MOMENTY SETRVAČNOSTI			PRŮŘEZOVÉ MODULY			SOUŘADNICE TĚŽIŠTĚ
							J_y	J_x	J_p	W_y	W_x	W_p	
ROZMĚR	h	b	d	t	R	S							e
OBROBEK	140	50	15	19	0	34,4	87,19	833,7	27,4	26,5	119,1	11,8	17,1
JEDNOTKA	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ³	mm

$$S = h \cdot b - (h - 2t) \cdot (b - d) = 14 \cdot 5 - (14 - 2 \cdot 1,9) \cdot (5 - 1,5) = 33,3 \text{ cm}^2$$

Souřadnice těžiště:

$$e = \frac{2 \cdot b \cdot t \cdot \frac{b}{2} + (h - 2t) \cdot d \cdot \frac{d}{2}}{S} = \frac{2 \cdot 23750 + 11475}{34,3 \cdot 10^2} = 17,1 \text{ mm}$$

Momenty setrvačnosti:

$$J_x = \frac{b \cdot h^3 - (b - d) \cdot (h - 2t)^3}{12} = \frac{5 \cdot 14^3 - 3,5 \cdot 10,2^3}{12} = 833,75 \text{ cm}^4$$

$$J_y = 2 \cdot J_{x1} + J_{x2} = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot b^3 \cdot t + \left[\frac{1}{12} \cdot d^3 \cdot (h - 2t) + d \cdot (h - 2t) \cdot e^2 \right]$$

$$J_y = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 5^3 \cdot 1,9 + \left[\frac{1}{12} \cdot 1,5^3 \cdot 10,2 + 1,5 \cdot 10,2 \cdot 1,71^2 \right] = 87,19 \text{ cm}^4$$

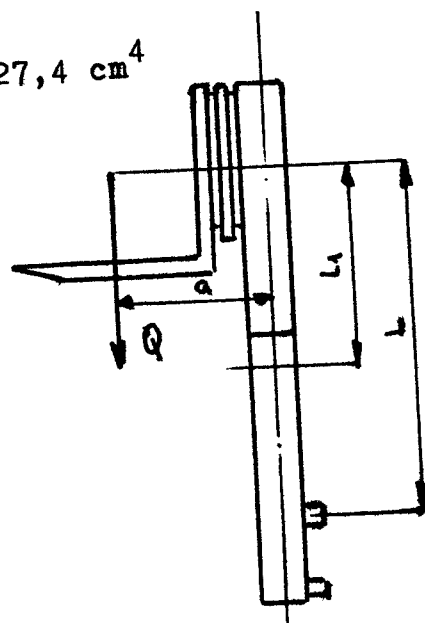
$$J_p = \frac{1}{3} \cdot [d^3 \cdot (h-2t) + 2t^3 \cdot (b-d)] =$$

$$J_p = \frac{1}{3} [1,5^3 \cdot 10,2 + 2 \cdot 1,9^3 \cdot (5-1,5)] = 27,4 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{J_x}{\frac{h}{2}} = \frac{2.833,75}{14} = 119,1 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{J_y}{\frac{b-e}{2}} = \frac{87,19}{5-1,71} = 26,5 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{J_p}{2 \cdot t} = \frac{27,4}{1,22 \cdot 1,9} = 11,8 \text{ cm}^3$$



1. Vnější rám

a/ ohyb v podélném směru

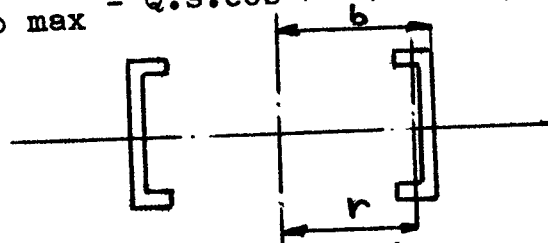
$$M_{o \max} = Q \cdot (a \cdot \cos \alpha + L \cdot \sin \alpha) = 42132 \cdot (0,58 \cdot \cos 5 + 2,9 \sin 5)$$

$$M_{o \max} = 35102 \text{ N.m}$$

$$\sigma_{ox} = \frac{M_{o \max}}{W_{ox}} = \frac{M_{o \max}}{2 \cdot W_x} = \frac{35102 \cdot 1000}{2 \cdot 119,1 \cdot 1000} = 147,3 \text{ MPa}$$

b/ ohyb v příčném směru

$$M_{o \max} = Q \cdot s \cdot \cos \alpha = 42132 \cdot 0,15 \cdot \cos 5 = 6295 \text{ N.m}$$



$$r = 286 \text{ mm}$$

$$b = 312 \text{ mm}$$

$$S = 34,3 \text{ cm}^2$$

$$J_y = 87,19 \text{ cm}^4$$

$$J'_y = 2 \cdot (J_y + S \cdot r^2) = 2 \cdot (87,19 + 34,3 \cdot 28,6^2) = 56286 \text{ cm}^4$$

$$W'_y = \frac{J'_y}{b} = \frac{56286}{31,2} = 1804 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{oy} = \frac{M_{o \max}}{W_y} = \frac{6295 \cdot 1000}{1804 \cdot 1000} = 3,4 \text{ MPa}$$

kde : $L_1 = 1490 \text{ mm}$, $L = 2930 \text{ mm}$, $a = 580 \text{ mm}$ - vzdálenost nositelky výsledné síly od osy stojny

$$Q = Q_m + G_z + G_i + G_v = 42132 \text{ N}$$

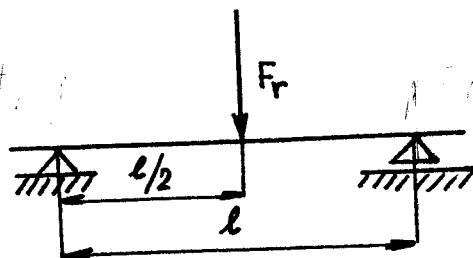
c/ **krut**

$$M_k = Q \cdot \sin \alpha \cdot s = 42132 \cdot \sin 5.0,15 = 550,8 \text{ N.m}$$

$$\tau_k = \frac{M_k}{2 \cdot W_p} = \frac{550,8 \cdot 1000}{2 \cdot 11,8 \cdot 1000} = 23,3 \text{ MPa}$$

d/ **výsledné napětí**

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{ox}^2 + \sigma_{oy}^2 - \sigma_{ox} \cdot \sigma_{oy} + 3 \cdot \tau_k^2}$$
$$\sigma_{red} = \sqrt{147,33^2 + 3,4^2 - 147,33 \cdot 3,4 + 3 \cdot 23,3^2} = 151,1 \text{ MPa}$$
$$\leq \sigma_{Do}$$

7.3.0. VÝPOČET ČEPŮ, LOŽISEK A ŠROUBŮ7.3.1. VÝPOČET ČEPU A LOŽISKA ŘETĚZOVÉ Kladkya/ **Určení průměru čepu kladky**

$$l = 76 \text{ mm}$$

$$F_r = 37670 \text{ N}$$

$$\text{mat.: } 12 \text{ 060}$$

$$\sigma_{Do} = 200 \text{ MPa}$$

$$p_D = 30 \text{ MPa}$$

$$b = 32 \text{ mm}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{F_r \cdot l/2 \cdot 32}{I \cdot d^3} \leq \sigma_{Do}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F_r \cdot l}{3,14 \cdot 200}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 37670 \cdot 76}{3,14 \cdot 200}} = 41,77 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{\text{volím } d = 45 \text{ mm}}}$$

b/ **Dovolený tlak - otláčení**

$$p = \frac{F_r}{b \cdot d} = \frac{37670}{32 \cdot 45} = 21,6 \text{ MPa} \leq p_D$$

c/ Kontrola ložiska

$$n = \frac{v_o}{\pi \cdot D} = \frac{0,41}{3,14 \cdot 0,136} = 0,95 \text{ s}^{-1} \quad D = 136 \text{ mm}$$

$$F_e = V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a = 1,2 \cdot 1 \cdot 37670 = 45204 \text{ N}$$

Volím dvě ložiska 222 09 ČSN 02 47 05

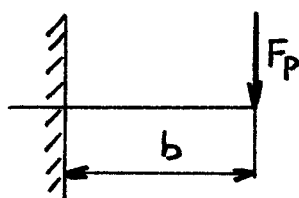
$$C = 63000 \text{ N, zatížení jednoho ložiska } \frac{F_e}{2} = 22602 \text{ N}$$

$$L_h = \frac{16667}{n} \cdot \left(\frac{63000}{22602} \right)^{3,33} = \underline{\underline{8881 \text{ hodin}}}$$

$$k = \frac{C_o}{1,2 \cdot F_e / 2} = \frac{57000}{1,2 \cdot 22602} = 2,1 \quad \text{vyhovuje}$$

7.3.2. VÝPOČET ČEPŮ, LOŽISEK A SVARU VODICÍCH KLADEK

a/ Kontrola čepu příčné kladky zvedací desky



$$b = 15 \text{ mm} \quad d = 20 \text{ mm}$$

$$F_p = 2450 \text{ N} \quad \text{mat.: 15 260}$$

$$\sigma_{Ko} = 650 \text{ MPa}$$

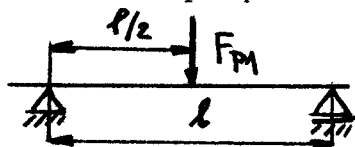
namáhání smykem a ohybem

$$\tau = \frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 2450}{3,14 \cdot 20^2} = 7,79 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{32 \cdot F_p \cdot b}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot 2450 \cdot 15}{20^3} = 46,79 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{46,79^2 + 3 \cdot 7,79^2} = \underline{\underline{47,43 \text{ MPa}}}$$

b/ Kontrola čepu příčné kladky vnitřního rámu

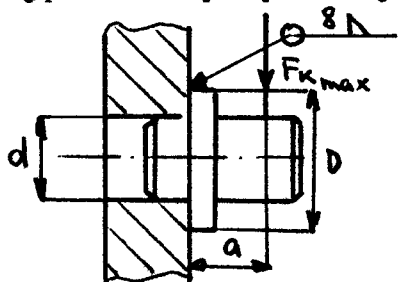


$$F_{p1} = 3517 \text{ N}, l = 55 \text{ mm}$$

$$d = 16 \text{ mm, mat.: 15260}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{32 \cdot F_{p1} / 2 \cdot l / 2}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot 3517 / 2 \cdot 55 / 2}{3,14 \cdot 16^3} = \underline{\underline{120 \text{ MPa}}} \leq \sigma_{Do}$$

c/ Výpočet čepu podélných vodicích kladek



$$a = 20 \text{ mm} \quad F_K = 35031 \text{ N}$$

$$\text{mat.: 15 231} \quad \sigma_{Ko} = 620 \text{ MPa}$$

$$d = 35 \text{ mm} \quad D = 52 \text{ mm}$$

Předpoklad: střih přenáší čep, ohyb pouze svar

$$\tau = \frac{F_K}{S} = \frac{4 \cdot F_K}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 35031}{3,14 \cdot 35^2} = 36,4 \text{ MPa} \leq \tau_D$$

$$W_o = 0,1 \cdot \frac{(D+1,4 \cdot t)^4 - D^4}{D+1,4 \cdot t} = 0,1 \cdot \frac{(52+1,4 \cdot 8)^4 - 52^4}{52+1,4 \cdot 8}$$

$$W_o = 136745 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{sv} = \frac{M_o}{W_o} = \frac{F_K \cdot a}{W_o} = \frac{35031 \cdot 20}{136745} = 5,12 \text{ MPa} = \tau_{Dsv} = 350 \text{ MPa}$$

d/ Kontrola ložiska podélných vodicích kladek

volím ložisko PLC 07-2 ,podniková norma PN 02 4648

$$C_o = 26000 \text{ N}$$

$$k = \frac{C_o}{F_K} = \frac{26000}{35031} = 0,74 \quad \dots \text{ještě vyhovuje}$$

při návrhu ložiska jsem vycházel z osvědčené řady ložisek/a odzkoušené/, která je vyráběna na zakázku pro n.p. DESTA Děčín.

7.3.3. VÝPOČET ŠROUBŮ PRO UPEVNĚNÍ ŘETĚZU

a/ Úchytný šroub

$$\text{mat.: 12 050}$$

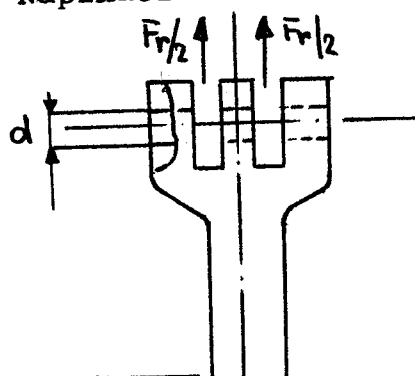
$$\tau_{DS} = 260 \text{ MPa}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_r}{\pi \cdot \tau_{DS}}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 37670}{3,14 \cdot 260}} = 13,4 \text{ mm}$$

Volím šroub M 14

b/ Napínací šroub



mat.: 15 260

 $\sigma_{Dt} = 325 \text{ MPa}$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_r}{\pi \cdot \sigma_{Dt}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 37670}{3,14 \cdot 325}} = 12,1 \text{ mm} \quad \underline{\text{volím M16}}$$

c/ Výpočet upínacího čepu

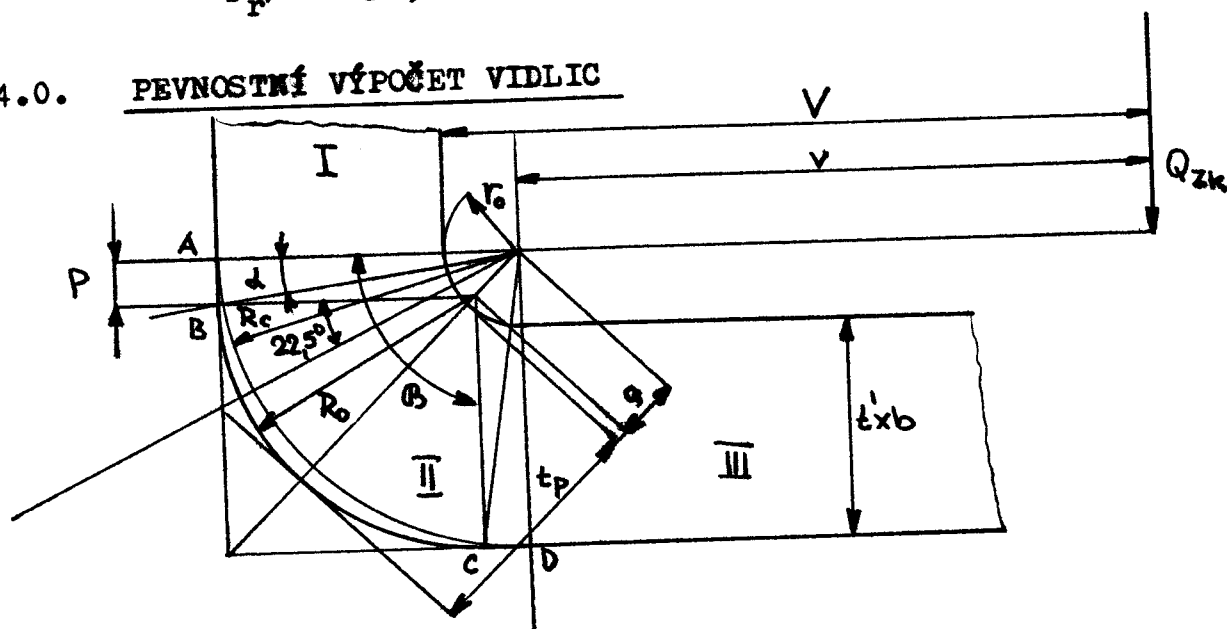
mat.: 15 260.3 $d = 8 \text{ mm}$, čep je namáhán
na střih

$$\tau = \frac{F_r/2}{2 \cdot \pi \cdot d^2/4} = \frac{F_r}{\pi \cdot d^2} = \frac{37670}{3,14 \cdot 8^2} = 187 \text{ MPa} \leq \tau_{Ds}$$

7.3.4 KONTROLA ŘETĚZU

Použijí dva FLEYEROVY řetězy TP 142 318 001,
pevnost při přetržení $P_t = 127,5 \text{ kN}$

$$k = \frac{P_t}{F_r/2} = \frac{127,5}{37,6/2} = \underline{\underline{7,06}} \quad \text{vyhovuje}$$

7.4.0. PEVNOSTNÍ VÝPOČET VIDLIC

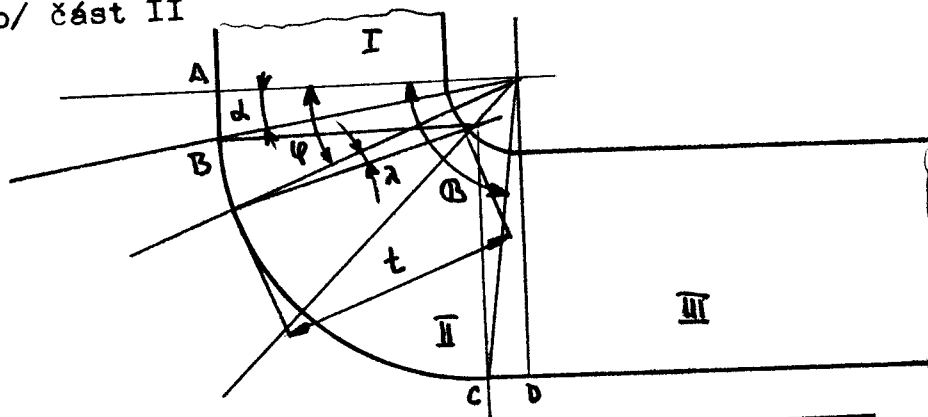
Vidlice jsou kontrolovány na statické zkušební zatížení dle ČSN 26 88 03 čl. 48 - na trojnásobek jmenovité nosnosti vidlic. Toto namáhání je podstatně větší než provozní / pro jednu vidlici $Q_{zk} = 1,5 \times Q_{jm} /$.

ODVOZENÍ VZORCŮ PRO PEVNOSTNÍ VÝPOČET VIDLIC

a/ část I, průřez A - A

$$\sigma^{IA} = \sigma_t^{IA} + \sigma_o^{IA} = \frac{k \cdot Q_{jm}}{b \cdot t} + \frac{6 \cdot k Q_{jm} \cdot (v+t/2)}{b \cdot t^2}$$

b/ část II



část A - B 0

$$t = \sqrt{(tg^2 \varphi + 1) \cdot R_c^2} - r_o$$

část B - C

$$\lambda = \arcsin \left[\frac{a}{R_o} \cdot \sin(45 - \varphi) \right]$$

$$t = \sqrt{R_o^2 + a^2 - 2 \cdot a \cdot R_o \cdot \cos(135 + \varphi)} - r_o$$

část C - D

$$t = \sqrt{[tg^2(90 - \varphi) + 1] R_c^2} - r_o$$

- Zjednodušující předpoklady:

- 1/ Jednotlivá místa vnějšího obrysu ohybu paty vidlic mají střed křivosti ve středu vnitřního ohybu r_o .
- 2/ Ohybový moment působí na rameni tvořeném středem zvažovaného průřezu a místem působení zkušebního zatížení.

$$\sigma^{II} = \frac{Q_{zk}}{b \cdot t} \cdot \left[\cos \varphi + \left(\frac{v+r \cdot \cos \varphi}{r} \right) \left(\frac{t/2}{(r-t/2) \cdot \alpha} - 1 \right) \right]$$

z toho:

$$\alpha = \frac{r}{t} \cdot \ln \frac{r+t/2}{r_0} - 1 \quad R_c = r_0 + t \quad r = \frac{t}{2} + r_0$$

$$\alpha = \arctg \frac{p}{R_c} \quad \text{dáno tp: } R_0 = \frac{\sqrt{2 \cdot R_c - r_0 - t_p}}{\operatorname{tg} 22,5}$$

$$a = (R_c - R_0) \cdot \sqrt{2} \quad v = v - r_0 \quad \beta = 90 - \alpha$$

Kromě napětí v místech před ohybem, v ohybu a za ohybem jsou v tabulce dvě uvedena napětí pro případ s nepříznivými tolerancemi, s jmenovitými rozměry a s příznivými tolerancemi. Patrný je vliv tolerancí na namáhání vidlice.

MATERIÁL VIDLICE

ocel 13 320.2

$$\sigma_{Pt} = 600-700 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{K1} = 360 \text{ MPa} \quad \sigma_{K0} = 498 \text{ MPa}$$

Ze srovnání tohoto napětí s hodnotami v tabulce 2 je patrné, že skutečná napětí v krajních vláknech jsou vyšší. Ve skutečnosti k těmto špičkám nedochází, protože technologií kování není dodržen vnitřní rádius ohybu po celém úhlu ohybu. Přesto může dojít k napětovým špičkám vlivem nerovností povrchu v místě ohybu. Nutně tedy musí docházet k plastické trvalé deformaci, která vyrovnává napětí v oblasti velmi namáhaných vláken materiálu. Nelze proto hodnotit výpočet podle dovolených namáhání, nýbrž podle dovolených zatížení, která jsou vztažena při uvažování pružně-plastických přetvoření a napjatosti k mezní únosnosti součásti.

tabulka 2.

	-	jm	+
r_o ... mm	20	20	20
R_c ... mm	68	70	74
Q kg	4800	4800	4800
α stupně	13,96	9,8	1,86
β stupně	74,04	80,2	88,14
a mm	23,9	17,1	3,4
R_o mm	51,1	79,9	71,6
b mm	122	125	130
v mm	480	480	480
p mm	16,9	12,1	2,4
V mm	500	500	500
t_p mm	55	55	55
t mm	48	50	54
σ^I MPa	534,7	482,2	399,5
σ^{II} MPa	708,7	682,7	674,3
σ^{III} .. MPa	482,5	434	357,8

VÝPOČET MEZNÍHO NAMÁHÁNÍ

Maximální napětí vychází pro $\varphi = 30^\circ$. Tloušťka průřezu v místě $\varphi = 30^\circ$:

$$\lambda = \arcsin \left[\frac{a}{R_o} \cdot \sin(45 - \varphi) \right] = \arcsin \left| \frac{23,9}{51,1} \cdot \sin(45 - 30) \right| = 6,9^\circ$$

$$t = \sqrt{R_o^2 + a^2 - 2 \cdot a \cdot R_o \cdot \cos(135 + \varphi - \lambda)} - r_o$$

$$t = \sqrt{51,1^2 + 23,9^2 - 2 \cdot 23,9 \cdot 51,1 \cdot \cos(135 + 30 - 6,95)} - 20 = 53,8 \text{ mm}$$

Plastický moment setrvačnosti

$$W_{op} = \frac{b \cdot t^2}{4} = \frac{122 \cdot 53,81^2}{4} = 88313 \text{ mm}^3$$

Délka ramene, na kterém působí zatížení

$$l = v + (r_o + t/2) \cdot \cos \varphi = 480 + (20 + 53,81/2) \cdot \cos 30 = 520,6 \text{ mm}$$

Mezní síla od břemene při uvažování přímého prutu

$$F_{max} = \frac{G_{Ko} \cdot W_{op}}{l} = \frac{498 \cdot 88313}{520,6} = 84479 \text{ N}$$

Napětí v průřezu $\varphi = 30^\circ$ při uvažování přímého prutu

$$\sigma^p = \frac{Q_{zk} \cdot g}{b \cdot t} \cdot \left(\frac{6 \cdot l}{t} + \cos \varphi \right)$$

$$\sigma^p = \frac{4800 \cdot 9,81}{122 \cdot 53,81} \cdot \left(\frac{6 \cdot 520,6}{53,81} + \cos 30^\circ \right) = 422,6 \text{ MPa}$$

Redukovaná mezní váha břemene pro křivý prut /vidlici/

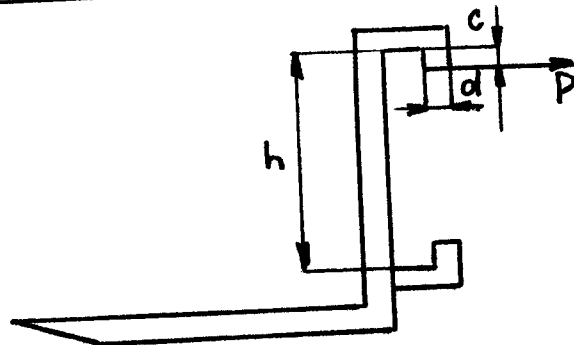
$$G_m = F_{max} \cdot \frac{\sigma^D}{\sigma_{II}} = 84479 \cdot \frac{422,6}{708,7} = 50375 \text{ N}$$

- při této síle od břemene by došlo k plastické deformaci

$$\text{bezpečnost } s = \frac{Q_m}{Q_{zk}} = \frac{50375}{48000} = 1,07$$

Vzhledem k tomu, že byl uvažován nejvíce namáhaný průřez vidlice, je možné prohlásit, že bezpečnost v jiných průřezích bude vyšší.

KONTROLA V MÍSTĚ ZÁVĚSU



$$\begin{aligned} b &= 122 \text{ mm} \\ h &= 506 \text{ mm} \\ c &= 17,5 \text{ mm} \\ d &= 23,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{K1} = Q_{zk} \cdot \bar{w} \cdot g = 4800 \cdot 0,5 \cdot 9,81 = 23544 \text{ N.m}$$

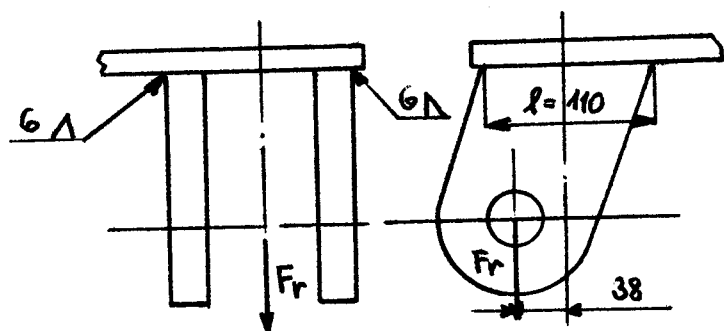
$$P = \frac{M_{K1}}{h-c} = \frac{23544}{506-17,5} = 48206,3 \text{ N}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{P \cdot c}{1/6 \cdot d^2 \cdot b} = \frac{48206,3 \cdot 17,5}{1/6 \cdot 122 \cdot 23,1^2} = 77,75 \text{ MPa}$$

$$\leq \sigma_{Ko}$$

7.5.0. VÝPOČET HLAVNÍCH SVARŮ

7.5.1. VÝPOČET SVARU DRŽÁKU PRO UCHYCENÍ ŘETĚZOVÉ KLDKY



$$F_s = \frac{F}{2} = \frac{37670}{2} = 18835 \text{ N}$$

MAT: 11 523

$$k_{sv} = 2$$

$$\sigma_{K1} = 290 \text{ MPa}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$\beta = 1,3 - 0,03t = 1,3 - 0,03 \cdot 8 = 1,06$$

$$\sigma_{Ds} = \beta \cdot \frac{\sigma_{K1}}{k_{sv}} = \frac{290}{2} \cdot 1,06 = 154 \text{ MPa}$$

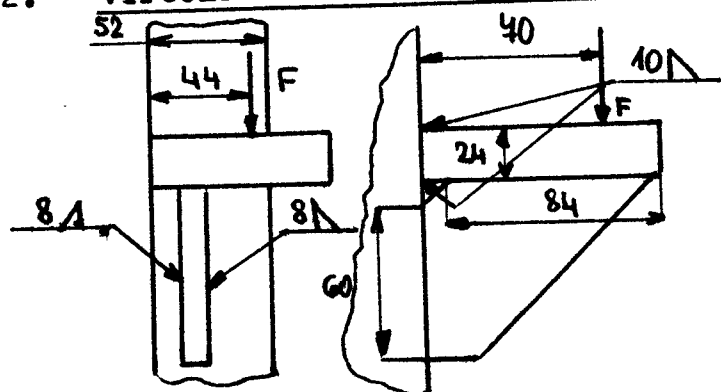
$$\sigma_1 = \frac{F_s}{0,7 \cdot t \cdot l} = \frac{18835}{0,7 \cdot 8 \cdot 110} = 40,76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II} = \frac{F_s \cdot 0,038}{0,7 \cdot t^2 \cdot l} = \frac{18835 \cdot 0,038}{0,7 \cdot 8^2 \cdot 110} = 2,21 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{\alpha \sigma_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{II}}{\alpha \sigma_{II}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{40,76}{0,75}\right)^2 + \left(\frac{2,21}{0,65}\right)^2} = 54,45 \text{ MPa}$$

$$\leq 154 \text{ MPa}$$

7.5.2. VÝPOČET SVARU ÚCHYTU PRO PÍSTY



$$S_1 = S_2 = 416 \text{ mm}^2$$

$$S_3 = S_4 = 360 \text{ mm}^2$$

$$S = 1552 \text{ mm}^2$$

$$x_T = \frac{(S_1 + S_2) \cdot 26 + S_3 \cdot 21 + S_4 \cdot 3}{S}$$

$$x_T = \frac{832 \cdot 26 + 360 \cdot 21 + 360 \cdot 3}{1552} = 19,5 \text{ mm}$$

$$y_T = \frac{(S_4 + S_3) \cdot 30 + S_2 \cdot 74 + S_1 \cdot 106}{S}$$

$$y_T = \frac{720 \cdot 30 + 416 \cdot 74 + 416 \cdot 106}{1552} = 62,1 \text{ mm}$$

Průřezové moduly

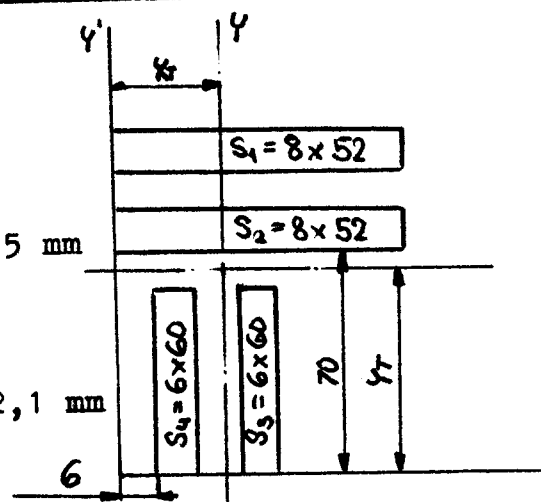
$$J_{x1} = J_{x2} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 52 \cdot 8^3 = 2218,6 \text{ mm}^4$$

$$J_{x3} = J_{x4} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 60^3 = 108000 \text{ mm}^4$$

$$J_x = (J_{x1} + S_1 \cdot 43,9^2) + (J_{x2} + S_2 \cdot 11,9^2) + 2 \cdot (J_{x3,4} + S_{3,4} \cdot 32,1^2)$$

$$J_x = 1882961,5 \text{ mm}^4$$

$$W_x = \frac{J_x}{y_T} = \frac{1882961,5}{62,1} = 29355,2 \text{ mm}^3$$



Výpočet napětí

$$\hat{\sigma}_{\parallel} = \frac{F}{S} = \frac{F}{0,7 \cdot t_1 \cdot l_1 + 0,7 \cdot t_2 \cdot l_2}$$

$$\hat{\sigma}_{\parallel} = \frac{43440}{0,7 \cdot 8 \cdot 104 + 0,7 \cdot 6 \cdot 120} = 39,98 \text{ MPa}$$

$$\hat{\sigma}_{\perp 1} = \frac{F \cdot 70}{W_x} = \frac{43440 \cdot 70}{29355,2} = 103,5 \text{ MPa}$$

$$\hat{\sigma}_{\perp 2} = \frac{F \cdot 6,5}{W_x} = \frac{43440 \cdot 6,5}{29355,2} = 9,6 \text{ MPa}$$

Výsledné napětí

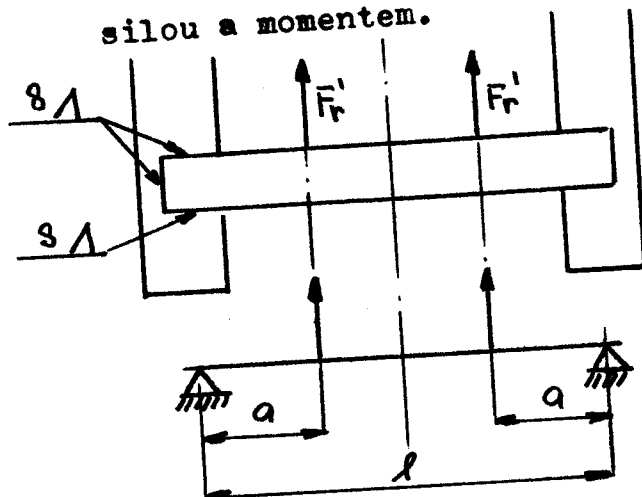
$$\hat{\sigma}_1 = \sqrt{\hat{\sigma}_{\perp 1}^2 + \hat{\sigma}_{\perp 2}^2 - \hat{\sigma}_{\perp 1} \cdot \hat{\sigma}_{\perp 2}} = \sqrt{103,5^2 + 9,6^2 - 103,5 \cdot 9,6} = 99,1 \text{ MPa}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{\hat{\sigma}_{\parallel}}{\alpha \hat{\sigma}_{\parallel}}\right)^2 + \left(\frac{\hat{\sigma}_{\perp}}{\alpha \hat{\sigma}_{\perp}}\right)^2} = \sqrt{\frac{39,98^2}{0,65^2} + \frac{99,1^2}{0,75^2}} = \underline{\underline{146,1 \text{ MPa}}}$$

$$\leq \hat{\sigma}_{\text{vs}}$$

7.5.3. VÝPOČET SVARU PŘÍČNÍKU PRO UCHYCENÍ ŘETĚZU

Předpokládám, že tento příčník bude přenášet pouze silové účinky od řetězu. Bude tedy namáhán posouvající silou a momentem.

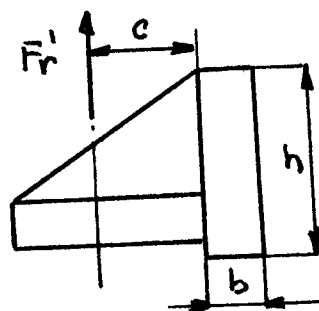
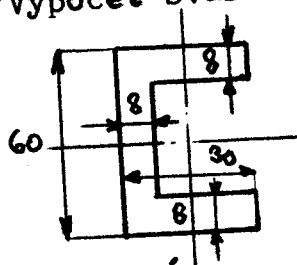


$$\begin{aligned} F'_r &= 18835 \text{ N} \\ b &= 28 \text{ mm} \\ l &= 550 \text{ mm} \\ h &= 70 \text{ mm} \\ a &= 150 \text{ mm} \\ \text{mat.:} &11 \text{ 523} \\ c &= 42 \text{ mm} \end{aligned}$$

a/ Pevnostní kontrola průřezu

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{F'_r \cdot a}{1/6 \cdot b \cdot h^2} = \frac{18835 \cdot 0,15 \cdot 10^3}{1/6 \cdot 28 \cdot 70^2} = 123 \text{ MPa} \leq \sigma_{Do}$$

b/ Výpočet svaru stojny



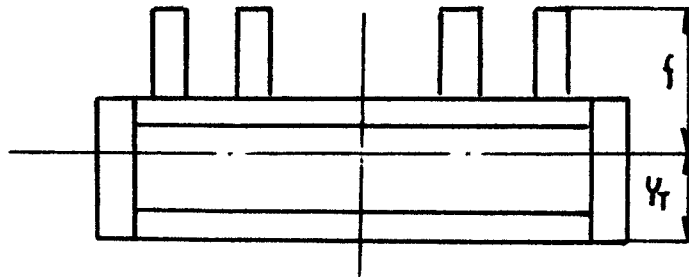
$$\sigma_H = \frac{F'_r}{S_{sv}} = \frac{18835}{0,7 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 8 + 0,7 \cdot 60 \cdot 8} = 28 \text{ MPa}$$

$$W_{ox} = \frac{30 \cdot 60^3 - 22 \cdot 44^3}{6 \cdot 60} = 12794 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_L = \frac{F'_r \cdot c}{W_{ox}} = \frac{18835 \cdot 42}{12794} = 61,82 \text{ MPa}$$

$$\hat{\sigma}_{sv} = \sqrt{\left(\frac{\hat{\sigma}_{\perp}}{\alpha \hat{\sigma}_{\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\hat{\sigma}_{\parallel}}{\alpha \hat{\sigma}_{\parallel}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{28}{0,65}\right)^2 + \left(\frac{61,82}{0,75}\right)^2} = 93 \text{ MPa} \\ \leq \hat{\sigma}_{Dsv}$$

c/ Výpočet svaru držáku



$$\begin{aligned} S_1 &= S_2 = S_3 = S_4 = \\ &= 46 \times 6 = 276 \text{ mm}^2 \\ S_5 &= S_6 = 8 \times 320 = \\ &= 2580 \text{ mm}^2 \\ S_7 &= S_8 = 6 \times 70 = 420 \text{ mm}^2 \\ f &= 73 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$y_T = \frac{S_6 \cdot 4 + 2 \cdot S_7 \cdot 35 + S_5 \cdot 64 + 4 \cdot S_1 \cdot 93}{S}$$

$$y_T = \frac{2580 \cdot 4 + 2 \cdot 420 \cdot 45 + 2580 \cdot 64 + 4 \cdot 276 \cdot 93}{7104} = 43,2 \text{ mm}$$

$$J_{x1} = \frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 46^3 = 48668 \text{ mm}^4$$

$$J_{x5} = J_{x6} = \frac{1}{12} \cdot 320 \cdot 8^3 = 13653 \text{ mm}^4$$

$$J_{x7} = \frac{1}{12} \cdot 6 \cdot 70^3 = 171550 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} J_x &= (J_{x6} + S_6 \cdot 39^2) + 2 \cdot (J_{x7} + S_7 \cdot 8^2) + (J_{x5} + S_5 \cdot 23^2) + \\ &= + 4 \cdot (J_{x1} + S_1 \cdot 50^2) = 8667738 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$W_x = \frac{J_x}{f} = \frac{8667738}{73} = 118736 \text{ mm}^3$$

$$\hat{\sigma}_{\parallel} = \frac{2 \cdot F'_r}{S_{sv}} = \frac{2 \cdot 18835}{7104} = 5,3 \text{ MPa}$$

$$\hat{\sigma}_{\perp} = \frac{2 \cdot F'_r \cdot c}{W_x} = \frac{2 \cdot 18835 \cdot 42}{118736} = 13,2 \text{ MPa}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\left(\frac{\hat{\sigma}_{\perp}}{\alpha \hat{\sigma}_{\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\hat{\sigma}_{\parallel}}{\alpha \hat{\sigma}_{\parallel}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{13,2}{0,75}\right)^2 + \left(\frac{5,3}{0,65}\right)^2} = 19,5 \text{ MPa} \\ \leq \hat{\sigma}_{Dsv}$$

8.0.0. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Z ekonomického hlediska je navrhované řešení téměř stejně nákladné jako stávající řešení, pouze je zvýšené o náklady na další dva páry příčných kladek. Při posuzování vhodnosti variant byla jedním z hledisek úspora dalších pomocných hydraulických válců. Cena hydraulických válců je ze součástí používaných na zvedacím zařízení jednou z nejvýznamnějších a činí 500 - 1000 Kčs podle výšky zdvihu. Navrhované řešení tyto válce nevyžaduje.

9.0.0. Z Á V Ě R

V závěru diplomové práce bych se pozastavil nad vlastní konstrukcí inovovaného zvedacího zařízení s volným zdvihem. Za hlavní přínos považuji to, že řešení zvedacího zařízení snižuje konstrukční výšku celého vozíku a zlepšuje jeho průjezdnost. Dřívější typ vozíku má průjezdní výšku zvedacího zařízení 2320 mm a výšku celého vozíku 2410 mm. Rozdíl těchto výšek určuje volný zdvih. Podle ČSN 26 80 00 zdvihací zařízení musí zajišťovat minimální přepravní výšku 120 mm, podle zadání diplomové práce 150 mm. U nového řešení je volný zdvih zejištěn přímo na zvedacím zařízení a tím je možno snížit vlastní výšku ochranného rámu vozíku.

Při konstrukci jsem použil některých osvědčených dílů z dřívějšího typu zvedacího zařízení, např. hydraulické válce, řetěz, ložiska podélného vedení rámu a zvedací desky. Dále jsem uvažoval o použití původního řešení příčného vedení rámu s jedním párem kladek upevněným na vnitřním rámu a s druhým párem umístěným pevně na vnějším rámu v horní části. Toto umístění kladky v horní části rámu by zvětšilo konstrukční výšku zvedacího zařízení.

Bylo by též možné zabudovat pevnou kladku do stojny nižšího rámu, ale setkal jsem se s potížemi umístění kladky, aby nezasahovala do prostoru hydraulických válců a vnitřního rámu. Tento problém jsem vyřešil upevněním všech párů příčných kladek na vnitřní rám, které jsou unášeny spolu s rámem. Při realizaci tohoto řešení je nutné dokončení výkresové dokumentace a ověření pevnosti konstrukce v provozních zkouškách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Kříž, R.: Stavba a provoz strojů I
1. vyd. Praha 1977
- Boháček a kol.: Části a mechanismy strojů I. Spoje.
2. vyd. Brno 1984
- Černoch, S.: Strojně technická příručka
2. vyd. Praha 1959
- Vávra a kol.: Strojnické tabulky
1. vyd. Praha 1983
- Draslík a kol.: Atlas použití kovů ve strojírenství,
elektrotechnice a v chemickém průmyslu
1. vyd. Praha 1980
- Mačulskyj, I. I., Aljepin, E. A.: Mašiny napolnovo bezrelso-
vovo transporta.
Moskva 1982
- Prospekty zahraničních vysokozdvížných vozíků.
Firemní literatura n.p. Desto Děčín.
- ČSN 26 88 00
- ČSN 26 88 01
- ČSN 26 88 02
- ČSN 26 88 03
- ČSN 26 88 04
- ČSN 26 88 05
- ČSN 26 88 06
- ČSN 26 88 07
- ČSN 26 88 09
- ČSN 26 89 00
- ČSN 26 89 01
- ČSN 26 88 60
- ČSN 27 01 43
- ČSN 27 01 44

1	LIŠTA	ČSN 425310.11	11 523.1	11 523.0 002	1
1	LIŠTA	ČSN 425310.11	11 523.1	11 523.0 002	2
1	POSTRANICE				3
1	POSTRANICE				4
2	TRMEN	ČSN 425522.10	11 523.0	002	5
2	NÁVAREK	ČSN 425520.10	11 373.0	001	6
2	HRANOL	ČSN 425520.10	11 373.0	001	7

SVAŘ. DRÁT Ø 1,2 ČSN
055390.00 P52,15 C

R. JIREŠ

Jirě

VŠST
LIBEREC

ZVEDACÍ DESKA

KSD-126-13.00

1	VNITŘNÍ RÁM					1
1	VNĚŠÍ RÁM					2
1	ZVEDACÍ DESKA					3
2	VIDLICE	ODLITEK	422660.1		001	4
4	KLADKA	ČSN 426510.22	14 220.3	14 220.0	021	5
2	ČEP	ČSN 426510.12	11 600.0		001	6
8	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2	11 343.0	007	7
6	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2	11 343.0	007	8
4	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2	11 343.0	007	9
2	ČEP	ČSN 426510.22	14 220.3	14 220.3	021	10
2	KLADKA	ČSN 426510.10	11 523.0		001	11
4	VÍČKO	ČSN 426312.31	11 321.2	11 321.0	005	12
2	KROUŽEK	ČSN 426711.31	11353.0		002	13
2	KROUŽEK	ČSN 426711.31	11 353.0		002	14
2	ČEP	ČSN 425515.11	12 060.1	12 060.0	002	15
2	PŘÍLOŽKA	ČSN 425310.11	11 373.0		001	16
2	HYDR. VÁLEC					17
4	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2	11 343.0	007	18
2	ŠROUB	ČSN 426530.12	11 110.0		003	19
1	VENTIL					20

R.JIREŠ

Još

VŠST
LIBEREC

ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

KSD-126-10.00

2	ŠROUB	ČSN 426530.12	11 109.0	003	21
1	TRUBKA				22
1	TRUBKA				23
4	ČEP	ČSN 426510.12	15 260.0	021	24
4	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	25
4	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	26
4	KLADKA	ČSN 426510.12	14 220.3 14 220.0	021	27
2	KONCOVKA	ČSN 425520.10	11 600.0	001	28
2	ŠROUB	ČSN 426530.12	12 050.0	002	29
2	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	30
4	ČEP	ČSN 426510.22	15 260.3 15 260.0	021	31
2	TÁHLO	ČSN 426510.22	15 260.3 15 260.0	021	32
4	DRŽÁK				33
4	ČEP	ČSN 426510.22	15 260.3 15 260.0	021	34
4	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	35
4	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	36
8	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	37
4	KLADKA	ČSN 426510.12	14 220.3 14 220.0	021	38
8	PODLOŽKA	ČSN 425301.21	11 343.2 11 343.0	007	39
					40

R. JIREŠ

Jireš

VŠST
LIBEREC

ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

KSD-126-10.00

5

3

		41
		42
		43
4 ŠROUB M10x25	ČSN 021101.10	44
4 PODLOŽKA 10	ČSN 021740.01	45
8 ŠROUB M5x8	ČSN 021103.10	46
4 ŠROUB M16x45	ČSN 021143.55	47
4 PODLOŽKA 16	ČSN 021740.01	48
8 ŠROUB M10x45	ČSN 021143.55	49
8 PODLOŽKA 10	ČSN 021740.01	50
8 MATICE M10	ČSN 021401.25	51
4 ŠROUB M8x20	ČSN 021103.25	52
4 PODLOŽKA 8	ČSN 021740.01	53
2 ŠROUB M12x40	ČSN 021103.25	54
2 PODLOŽKA 12	ČSN 021740.01	55
4 POUZDRO ø27,6x35r6x17	ČSN 023450.07	56
4 POUZDRO 1815KU	TP 42/78	57
4 POUZDRO ø18,6x25r6x24	ČSN 023450.07	58
2 ŠROUB M10x24	ČSN 021103.55	59
2 ČEP 14x15	ČSN 022102.05	60

R. JIREŠ

Jireš

VŠST
LIBEREC

ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

KSD-126-10.00

2	ŠROUB M8x10	ČSN 021185.25	61
4	POJ.KROUŽEK 18	ČSN 022930	62
4	HLAVICE KM10x1	ČSN 027421	63
1	SPONA 9	ČSN 022751.5	64
1	PÁSKA 9x680	ČSN 022757	65
8	PODLOŽKA 8,4	ČSN 021702.15	66
8	ZÁVLAČKA 2x14	ČSN 021781.05	67
2	ŘETĚZ ABN	TP 142318001	68
2	PODLOŽKA 14	ČSN 021740.01	69
10	LOŽISKO PLC07-2	TPF 11148-71	70
10	POJ.KROUŽEK 35	ČSN 022930	71
4	LOŽISKO 222 09	ČSN 024705	72
2	POJ.KROUŽEK 85	ČSN 022931	73
4	TĚSNÍČÍ KROUŽEK 14x20	PN 029310.2	74
2	TĚSNÍČÍ KROUŽEK 27x32	PN 029310.2	75
			76
			77
			78

R.JIREŠ

Jireš

VŠST
LIBEREC

ZVEDACÍ ZAŘÍZENÍ

KSD-126-10.00

2	POSTRANICE	TPC 204-134/71	13 320.0	002	1
3	PŘÍČKA	ČSN 425522.10	11 523.0	002	2
1	DRŽÁK	ČSN 425522.10	11 523.0	002	3
2	NÁVAREK	ČSN 425510.10	11 373.0	001	4

SVAŘ. DRÁT Ø 1,2 ČSN 055390.00 P52,15 C

9!

R JIREŠ

VŠST
LIBEREC

VNITŘNÍ RÁM

KSD-126-11.00

1	POSTRANICE	TPC 204-134/71	13 320.0	002	1
1	DRŽÁK				2
1	DRŽÁK	ODLITEK	422709.1	001	3
1	TRUBKA	ČSN 425715.01	11 523.0	002	4
1	TRUBKA	ČSN 425715.01	11 523.0	002	5
1	DRŽÁK	ODLITEK	422709.1	001	6
1	DESKA	ČSN 425310.11	11 523.0	002	7
2	VÝSTUHA	ČSN 425522.10	11 523.0	002	8
1	DRŽÁK	ODLITEK	422709.1	001	9
1	DRŽÁK	ODLITEK	422709.1	001	10
1	DESKA	ČSN 425310.11	11 523.0	002	11
1	DRŽÁK				12

SVAŘ.DRÁT ø 1,2 ČSN 055390.00 P52,15 C

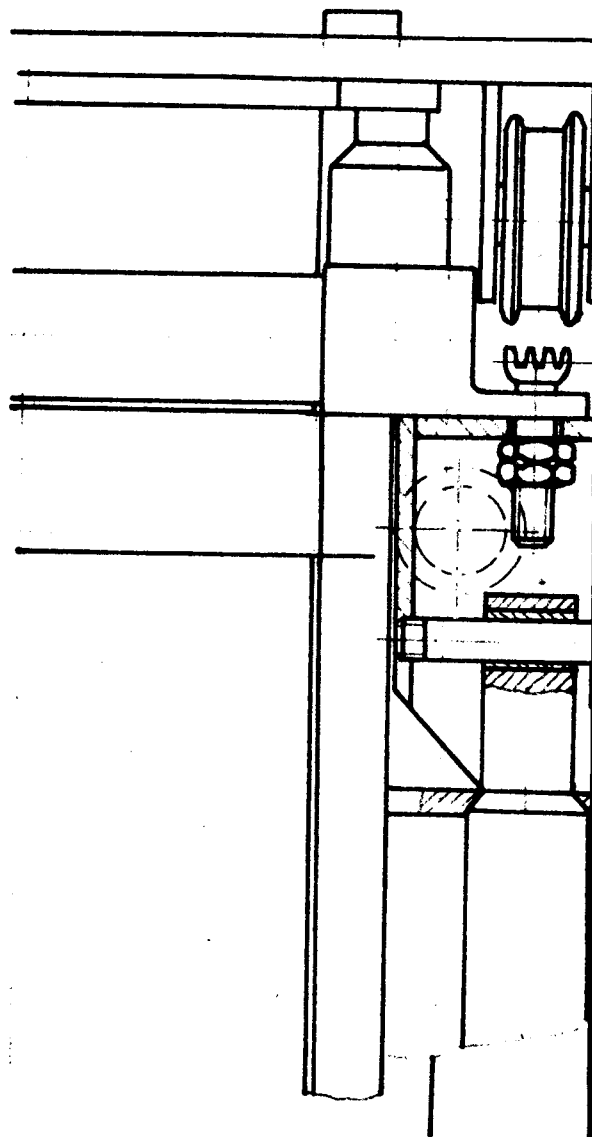
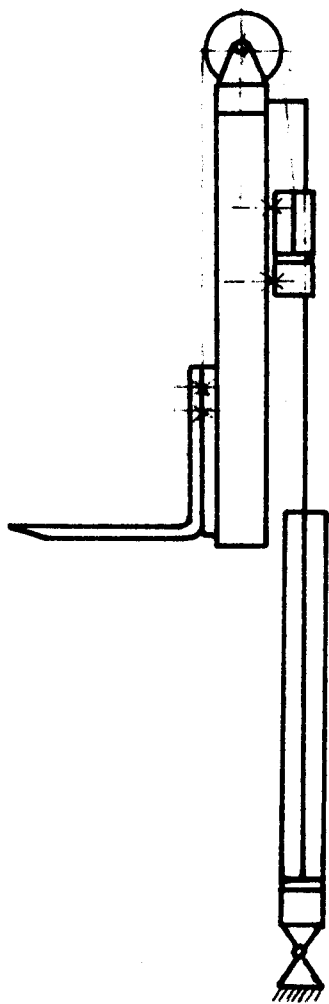
R.JIREŠ

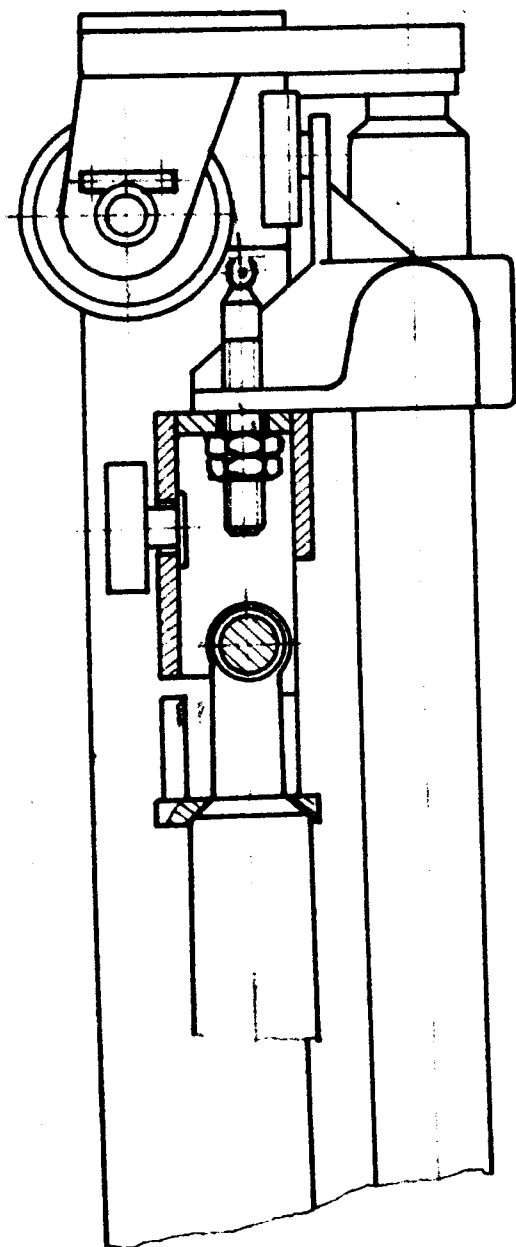
jině

VŠST
LIBEREC

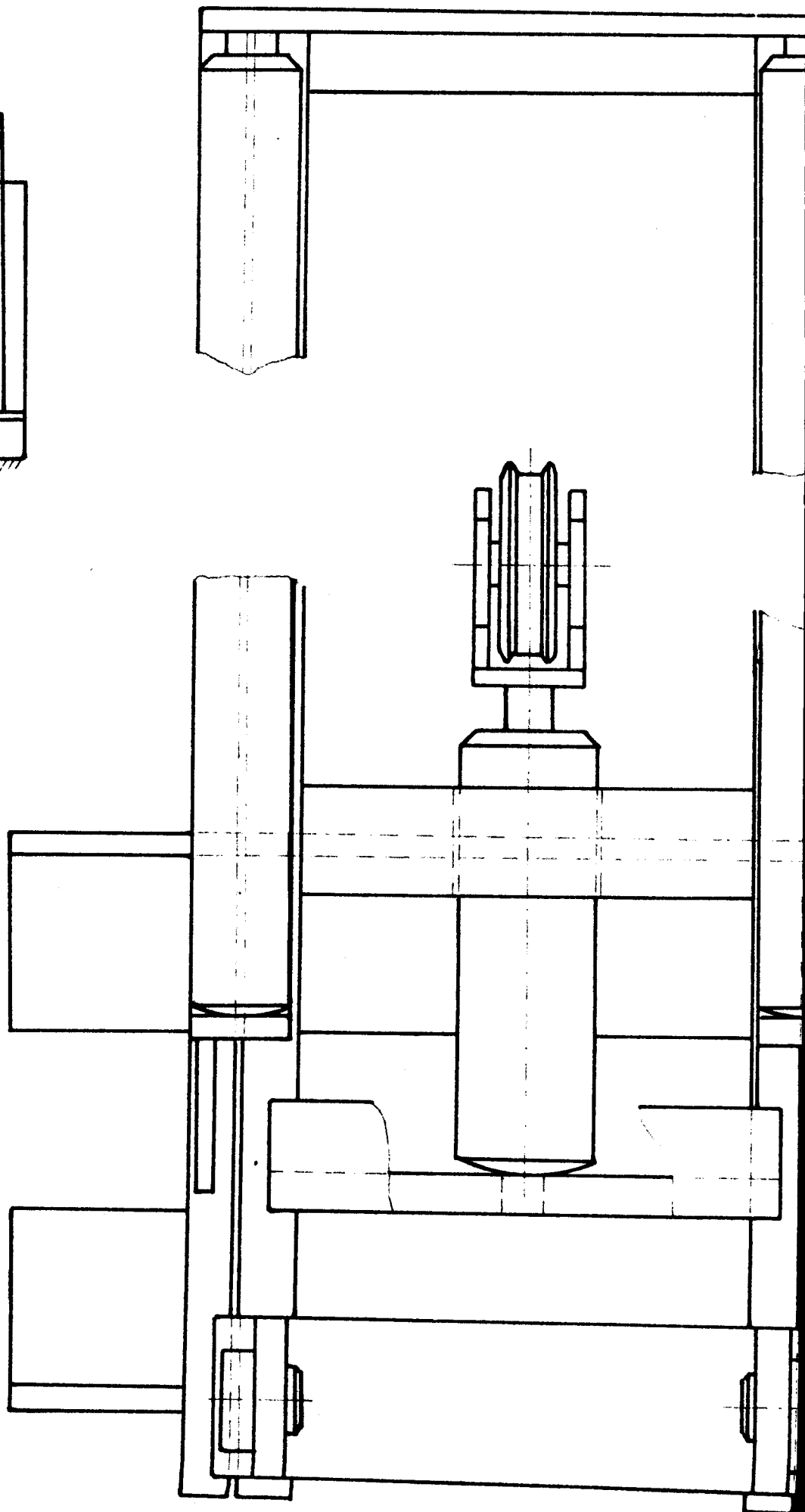
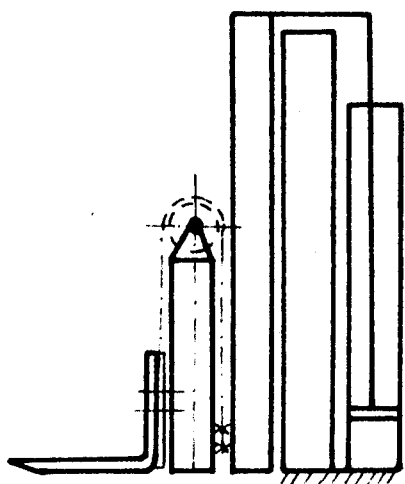
VNĚJŠÍ RÁM

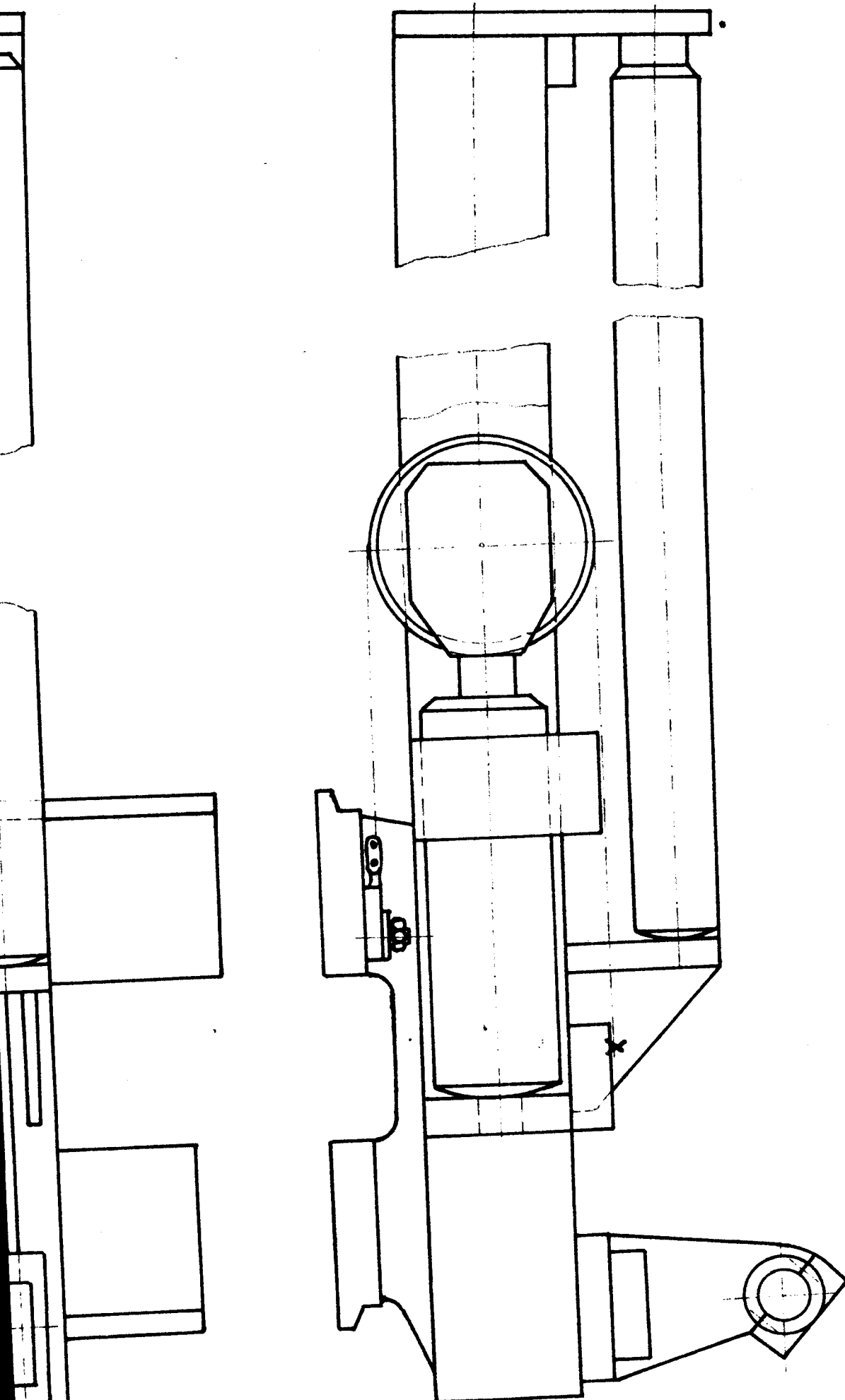
KSD-126-12.00



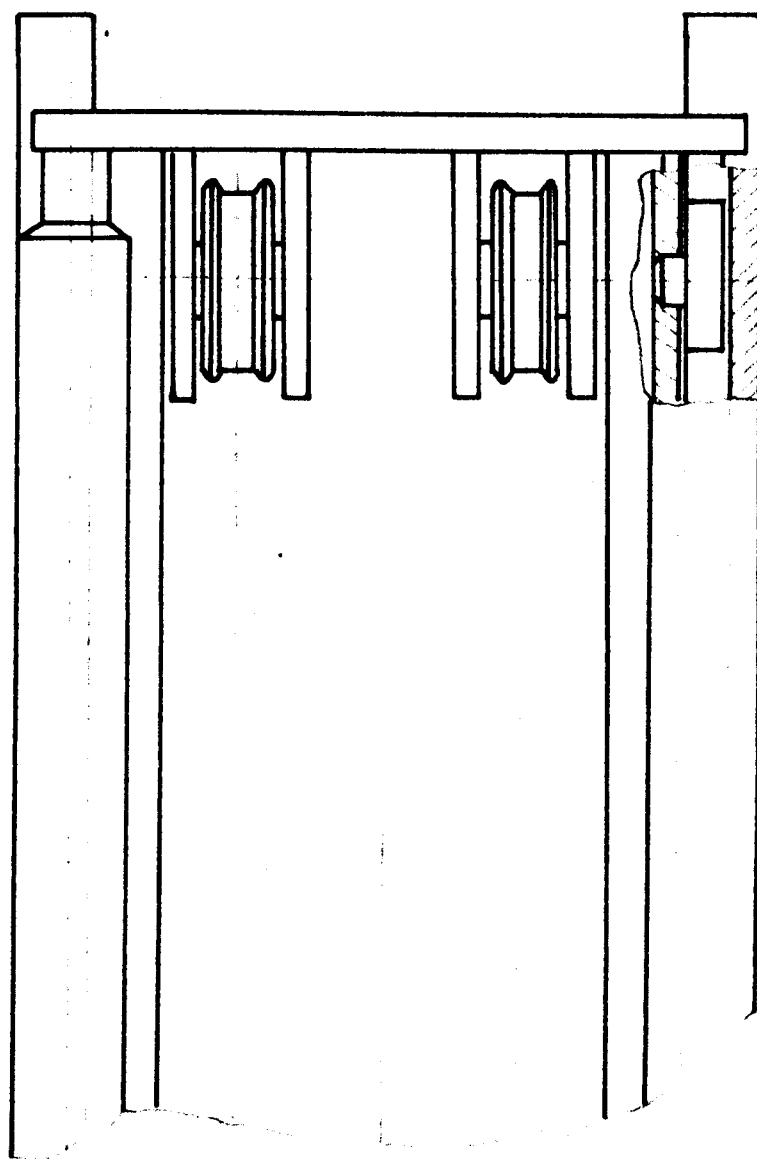


br. 3





obr. 4



obr. 5

