

Fakulta strojní

Katedra K S D

Školní rok: 1992

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro **Ž Á Č E K Roman**

obor **K D M S**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Selektivní doprava těžené hmoty povrchového dobývání.**

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnoťte stávající technologii těžby smíšených skrývkových řezů včetně rozboru funkce dobývacího stroje a proveďte podrobný rozbor činnosti v současné době používané dálkové pásové dopravy a zakladače.
2. Návrh konstrukčního uspořádání zařízení dálkové pásové dopravy pro oddělování skrývky a uhlí s okamžitou změnou směru toku dopravovaného materiálu.
3. Navrhněte konstrukci rozdělovacího systému včetně hydropohonu a pevnostního výpočtu.
4. Vypracujte návrh modelu a proveďte kvalifikovaný výpočet výkonnosti a efektivnosti navrženého systému s okamžitou změnou směru.
5. Navrhněte průběh ověřovacích zkoušek a stanovte postup práce pro zavedení zařízení do provozu.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
OSTRAVA
STUDENTSKÁ 5
462 17 LIBEREC

13.11.92

1

147/122

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: **45 listů**

Seznam odborné literatury: **literatura z oboru
výkresové podklady současného
provedení**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.**

Konzultant: **Ing. Pavel Vágnr**

Zadání diplomové práce: **31.10.1991**

Termín odevzdání diplomové práce: **29.05.1992**

L.S.

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Stanislav Bereun, CSc.

Děkan

Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

V Liberci

dne **31.10.** 19 **91**

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA STROJŮ PRŮMYSLOVÉ DOPRAVY

obor 32 - 20 - 8

STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO STROJÍRENSKOU VÝROBU

zaměření

STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO PRŮMYSLOVOU DOPRAVU

SELEKTIVNÍ DOPRAVA TĚŽENÉ HMOTY POVRCHOVÉHO DOBÝVÁNÍ

K S D - 2 5 9

Roman Ž Á Č E K

Počet stran : 62

Počet příloh : 1

Počet výkresů : 2

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



květen 1992

Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, květen 1992

Lašek Roman
.....

Poděkování

Úvodem bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. ing. V. Fliegelovi, CSc z KSD, jakož i konzultantovi ing. P. Vágnerovi z VZMA Most za jejich odborné vedení, pomoc a cenné připomínky při vypracování této diplomové práce.

OBSAH

strana

Seznam použitého označení	3
1 Úvod	6
2 Těžba kolesovým rypadlem	8
2.1 Současný stav řešení rozdělování proudu těžného materiálu na skrývku a uhlí	10
2.2 Vliv lidského faktoru při procesu dobývání	12
2.3 Požadavek na vývoj řešení rozdělovacího zařízení s okamžitou změnou směru proudu těžného materiálu	14
3 Navržení rozdělovací stanice	15
3.1 První varianta řešení	15
3.2 Druhá varianta řešení	16
3.3 Volba varianty	17
4 Výpočet	18
4.1 Zdvih výložníku shazovacího vozu	18
4.2 Síla potřebná k překlopení klapky	20
4.3 Úhel pootočení ramena páky	22
4.4 Výpočet rámu	24
4.4.1 Určení reakcí v uložení	25
4.4.2 Návrh profilu a kontrola v místě I-I	29
4.4.3 Kontrola stojiny	30
4.4.4 Napětí v místě spojení	31
4.4.5 Kontrola táhla na tah	34
4.4.6 Výpočet čepů v uložení	35
4.5 Pohon klapky	38
4.5.1 Charakteristika hydr. a pneu. obvodů	39
4.5.2 Volba pohonu	40
4.5.3 Výpočet hydromotoru a hydrogenerátoru	40
4.5.4 Návrh a výpočet akumulátoru	42
4.5.5 Hydraulické schéma	44

4.5.6	Popis činnosti hydrauliky	45
4.6	Popis technického řešení	46
4.7	Umístění kalhotové výsypky vzhledem k výložníko- vému zakládacímu pásu shazovacího vozu SV 1 200 ...	49
5	Model technologického celku	51
5.1	Náklady na zhotovení rozdělovací stanice	51
5.2	Ekonomický výpočet	53
6	Průběh ověřovacích zkoušek	57
7	Závěr	59
	Seznam použité literatury	61

Seznam použitého označení

<i>značka</i>	<i>jednotka</i>	<i>název</i>
a	[mm]	délka
b	[mm]	délka
c	[mm]	délka
d	[mm]	délka
	[mm]	průměr
e	[mm]	délka
g	[m/s ²]	tíhové zrychlení
h	[mm]	délka
i	[mm]	poloměr setrvačnosti
l	[mm]	délka
l _o	[mm]	redukováná délka
m	[kg]	hmotnost
n	[mm]	délka
	[1/min]	otáčky
	[1]	polytropický exponent
o	[mm]	délka
p	[MPa]	tlak v hydraulickém systému
p _D	[MPa]	dovolený tlak
p _o	[MPa]	plnicí tlak plynu
p ₁	[MPa]	tlak v táhle
	[MPa]	dolní hranice provozního tlaku kapaliny
p ₂	[MPa]	tlak ve vidlici
	[MPa]	horní hranice provozního tlaku kapaliny
r	[mm]	délka ramena
r _p	[mm]	délka ramena páky
t	[mm]	tloušťka
	[s]	čas
t _{pl}	[s]	plnicí čas
t _v	[s]	čas otočení výložníku
v	[m/s]	rychlost
v _o	[m/s]	počáteční rychlost

y	[mm]	.....	délka
z	[mm]	.....	využitý zdvih hydromotoru
D	[mm]	.....	průměr
F	[N]	.....	síla
F _v	[N]	.....	síla vyvozená hydromotorem
G	[N]	.....	tíha
J _x	[mm ⁴]	.....	kvadratický moment průřezu
M	[Nmm]	.....	moment
N	[N]	.....	normálová síla
	[Kčs]	.....	náklady
P _{em}	[kW]	.....	příkon elektromotoru
Q _{HG}	[dm ³ /s]	.....	průtok hydrogenerátoru
Q _t	[m ³ s.z./h]	....	teoretická výkonnost rypadla
Q _z	[m ³ s.z./s]	....	ztrátový výkon
R	[N]	.....	reakce v uložení
S	[mm ²]	.....	plocha
T	[N]	.....	posouvající síla
V	[dm ³]	.....	objem
V _a	[dm ³]	.....	jmenovitý objem akumulátoru
W _o	[mm ³]	.....	průřezový modul v ohybu
Z	[mm]	.....	zdvih hydromotoru
α	[°]	.....	rovinný úhel
β	[°]	.....	rovinný úhel
γ	[°]	.....	rovinný úhel
δ	[°]	.....	rovinný úhel
ΔV	[dm ³]	.....	užitečný objem kapaliny
η _{HM}	[1]	.....	účinnost hydromotoru
λ	[1]	.....	štíhlost prutu
ρ	[t/m ³ s.z.]	....	sypná hmotnost
σ	[MPa]	.....	napětí
σ _D	[MPa]	.....	dovolené napětí
τ	[MPa]	.....	smykové napětí
ω	[°]	.....	rovinný úhel

Indexy k označování veličin:

Napětí: d v tlaku
 o v ohybu
 t v tahu

Reakce R: x, y, v dané ose
 A, B, C v daném bodě

Hnědé uhlí u nás v porovnání s většinou průmyslově vyspělých států mělo dlouhodobě význam jako hlavní domácí zdroj energie. V současné době postupně končí energetická éra hnědého uhlí, kdy při pohledu do minulého období průmyslové těžby hnědého uhlí spatřujeme několik výrazných změn ve způsobu využívání tohoto přírodního bohatství.

Kvalitní uhlí z panenské sloje, tj. sloje netěžené již dříve hlubinným způsobem, se stává vzácnější a přibývá rozsah lomové těžby ve středně a vícepopelnatých kvalitativně rozdílně složených slojích, včetně lomové těžby ze závalových slojích. K původní přirozené proměnlivosti kvalitativních znaků uhlí přistupuje ještě proměnlivost druhotná, která je způsobena technologickým procesem odtěžování závalových slojích lomovou technologií.

V Severočeském hnědouhelném revíru je závažným zdrojem vysokopopelnatého uhlí tzv. závalové uhlí ze závalových slojích, které se více vyskytuje v dobývacích prostorech lomů Chabařovice, Bílina a Merkur, dále v perspektivních ložiscích lomu Most-Kopisty a Velkolomu Kohinoor.

Závažným faktorem v těžební problematice je nerovnoměrný a často nahodilý výskyt skrývky v proudu těženého materiálu ze závalové sloje, např. při selektivním dobývání uhelných a skrývkových vrstev pocházejících z dřívějšího hlubinného dobývání. Ve vytěženém proudu materiálu se střídají uhelné a skrývkové úseky v nepravidelných časových intervalech.

Největší kvalitativní rozdíly vykazuje uhelná sloj ve svislém směru. V různých obdobích sedimentace přinášela voda materiál různé kvality, a proto je i výsledný produkt různý. Dobývat selektivně tedy znamená odebírat samostatně jednotlivé lavice sloje.

Korečkové rypadlo má technologii práce takovou, že provádí právě opačnou činnost - homogenizuje uhlí a skrývku. Koreček při své cestě po řezu vlastně odebere vzorek materiálu z celého vertikálního sloupce sloje.

Lopatové rypadlo pracuje podobně. Lopata se začíná plnit u paty sloje a naplněna je u její hlavy (pokud se sloj odebere jediným řezem).

Jediným strojem, který je schopen dobývat v horizontálních vrstvách je kolesové rypadlo. Zejména menší stroje s malým průměrem kola jsou uzpůsobeny k selektivnímu odbírání lávek i malé mocnosti.

Uplatnění technických a technologických prostředků ve vazbě na činnost kolesových rypadel v návazném systému dálkové pásové dopravy zabezpečuje rozdělení proudu materiálu ze závalové sloje na uhlí a skrývku.

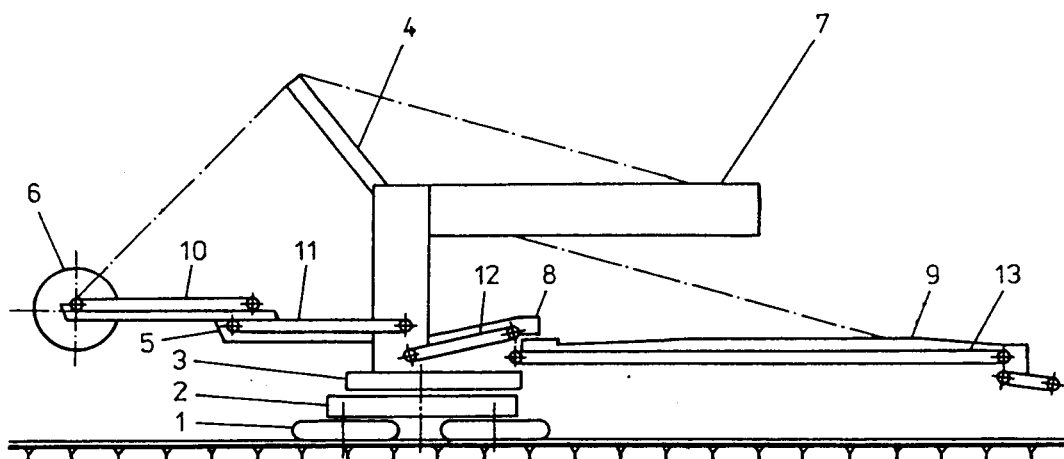
Podle pojednáváného pojetí ovlivňuje kvalitu těžebních zdrojů v uhelných lomech:

1. kvalitativní stavba uhelné sloje
2. technologie dobývání uhlí a skrývky ze závalové sloje a z rostlých kvalitativně rozdílně složených uhelných souvrství
3. typ dobývacího stroje a jeho způsobilost pro selektivní těžbu kvalitativně rozdílných typů uhlí a skrývky z uhelné sloje
4. způsob řešení dopravy, zejména provázanost pásových dopravníků v uhelném lomu.

Zde je nutno si uvědomit, že těžba v povrchovém lomu se provádí technologickými celky, které se ve své základní podobě skládají z dobývacího stroje, dálkové pásové dopravy, a při těžbě skrývky i zakladače. Provázanost pásových dopravníků je pak zajišťována shazovacími vozy, pojízdnými násypkami a pásovými vozy.

Na povrchových lomech je nejčastěji nasazováno rypadlo KU 300. Kolesové rypadlo KU 300 je střední velikosti. Pojíždí na pásovém podvozku, který tvoří tři pásová dvojčata. Nakládací výložník je otočný o 360° a výškově pohyblivý tak, že výsypný konec lze z výšky +1 m nad pracovní plání zvednout až na +11 m. To při využití hloubkového řezu a přejetí rypadla na snížený řez umožňuje dosáhnout celkové snímací výšky 28 m. Nakládací výložník lze natočit tak, že svírá s kolesovým výložníkem úhel 120° . Kolesový výložník nese bezkomorové koleso o průměru 7 m s 10 korečky, které může pracovat třemi rychlostmi. Výložník je uchycen kyvně a je dvojitý - teleskopický. Výsuv 8,5 m zajišťují dvě šroubová vřetena uložená v kyvné části.

Schéma kolesového rypadla:

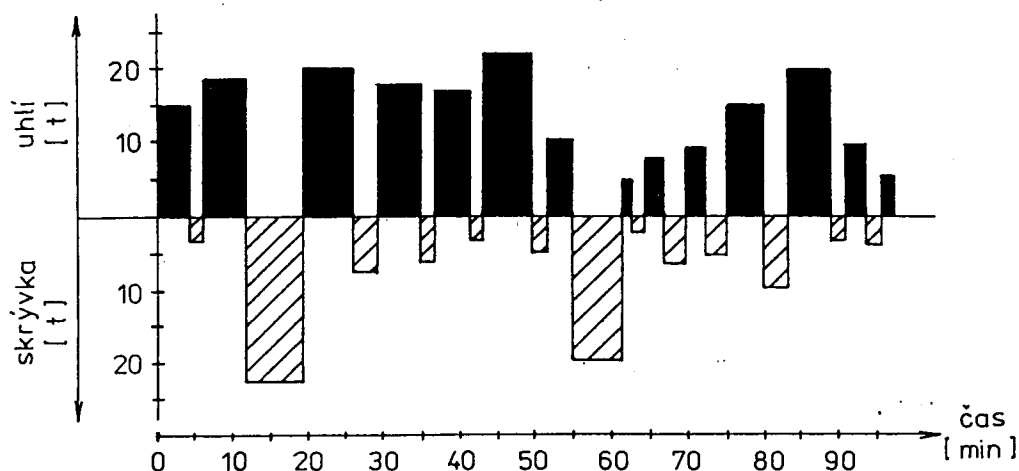


- 1 - pásový podvozek
- 2 - spodní stavba
- 3 - otočná deska
- 4 - držící výložník
- 5 - teleskopický kolesový výložník
- 6 - koleso
- 7 - vyvažovací výložník

- 8 - předávací výložník
- 9 - nakládací výložník
- 10 - přední dopravník kolesového výložníku
- 11 - zadní dopravník kolesového výložníku
- 12 - předávací dopravník
- 13 - nakládací dopravník

Lomová těžba uhlí a skrývky ze složitě kvalitativně rozdílně složených souvrství závalových slojí kolesovými rypadly je v reálném čase obtížně programovatelná. V krátkých těžebních intervalech se často skokově mění situace v místě těžby a změny se projevují ve střídavém naplnění menšího či většího počtu korečků uhlím nebo skrývkou. V závislosti na počtu výsypů korečků s uhelným nebo skrývkovým obsahem, vzniká na dopravním páse navazujících dopravních cest za kolesem rypadla proud těžného materiálu, sestávající z délkově a kvalitativně ohraničených úseků s uhelným či krývkovým obsahem. Posloupný vznik proměnlivých délkově ohraničených úseků na dopravním pásu odráží jednak kvalitativní a kvantitativní podmínky v dobývané lávce a nepřetržitý průběh těžebního procesu u kolesových rypadel.

Na obrázku je uveden sloupcový diagram kvalitativních změn zjištěných v proudě těžného materiálu ze závalové sloje při neselektivním dobývání vrchní lávky kolesovým rypadlem KU 300, dle [6]:



2.1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÍ ROZDĚLOVÁNÍ PROUDU TĚŽENÉHO MATERIÁLU NA SKRÝVKU A UHLÍ

Technickým prostředkem k rozdělování proudu těžného materiálu na skrývku a uhlí je umístění rozdělovacího členu na dopravní trase. V určitém místě systému dálkové pásové dopravy je zařazen shazovací vůz.

Shazovací vůz je opatřen výložníkovým zakládacím pásem a je obvykle napájen od zakladače, s nímž je celá dopravní linka vzájemně elektricky blokována. Vůz se ovládá z kabiny obsluhy. Shazovací vůz pojíždí obkročmo po kolejnicích, které jsou upevněny na ocelových pražcích po obou stranách pásového dopravníku. Vůz se skládá z mostu, rámu, výložníkového zakládacího pásu a náběžníku. Výložníkový zakládací pás je umístěn na točně, která má protizávaží. Výložník lze zdvihat v rozmezí 0° až 13° , rozsah otáčení je 90° na pravou i levou stranu od podélné osy vozu. Obsluha shazovacího vozu přestavuje výložníkový zakládací pás do požadovaných poloh.

Kabina řidiče kolesového rypadla je umístěna blízko špičky kolesového výložníku. Tak řidič může dobře kontrolovat práci kola a vyprazdňování korečků. Při odebírání jednotlivých lavic sloje kolesovým rypadlem musí obsluha sledovat, zda se právě odebírá skrývka či uhlí. Tomuto stavu je nutno přizpůsobit polohu výložníkového zakládacího pásu shazovacího vozu a tím nasměrovat proud těžného materiálu požadovaným směrem. Vzhledem k tomu, že k přestavení výložníku z jedné polohy do druhé je zapotřebí určitého časového intervalu, je tedy nezbytné přerušit těžbu materiálu na začátku technologického celku, tj. u rypadla. Možností k uskutečnění tohoto kroku je vysunutí kola z řezu na dobu potřebnou k otočení výložníku shazovacího vozu. Tím dojde k přerušení proudu těžného materiálu s uhelným nebo skrývkovým obsahem a k možnosti uskutečnění tohoto kroku. Po uplynutí nezbytně potřebné doby se kolesový výložník přestaví opět do polohy dobývání materiálu. Celá tato operace se uskutečňuje s určitým časovým posunem daným vzdáleností obou

těchto strojů. Touto činností se zajistí doprava těžného materiálu buď k dalšímu zpracování nebo na zakladač.

Zakladače jsou speciální stroje pro ukládání nadložních hornin na výsypkách. Funkci zakladače může plnit i pásový vůz zakládací, který je v tomto případě použit. Má obdobnou konstrukci jako zakladač. Od středu stroje jsou vedeny dva výložníky - nakládací a vynášecí. Otoč pásového vozu dovoluje otáčet horní stavbou s vykládacím výložníkem o 90° na pravou i levou stranu vůči nakládacímu výložníku.

Na fotografii je zachycena situace nasměrování proudu uhlí na pokračující pásový dopravník. Materiál je tímto směrem přepravován k dalšímu zpracování, tedy do úpravny uhlí. V místě dopadu materiálu na pás je zařazena pojízdná násypka.



Na této fotografii je zachycena situace vytočení výložníku shazovacího vozu směrem na nakládací výložník pásového vozu zakládacího.



2.2 VLIV LIDSKÉHO FAKTORU PŘI PROCESU DOBYVÁNÍ

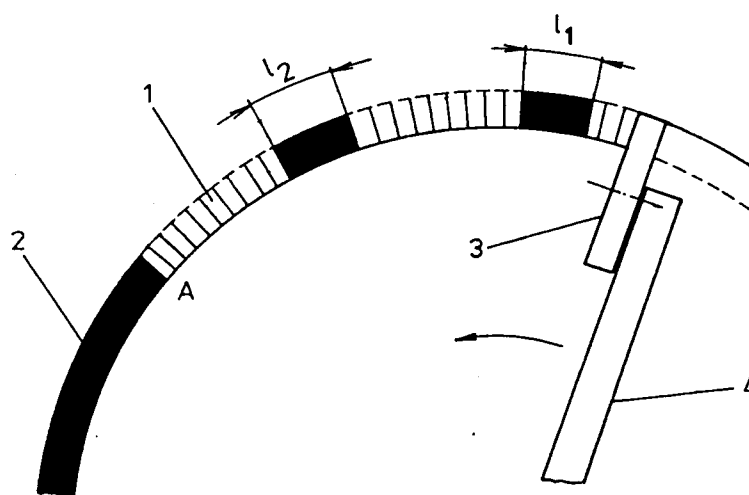
Vzhledem k tomu, že při odebírání jednotlivých lavic sloje kolesem nelze žádným způsobem objektivně zjišťovat délku a tedy i dobu těžení skrývky nebo uhlí, hraje v tomto případě hlavní roli lidský faktor, tj. obsluha rypadla.

Přechází-li se při pracovní činnosti rypadla z těžení uhlí na těžení skrývky (selektivní těžba), je vždy nutno nasměrovat skrývku z řezu na výsypku. Při této změně je nezbytné přizpůsobit polohu výložníkového zakládacího pásu shazovacího vozu požadovaným směrem. Pokud se ale při odebírání vrstvy skrývky nachází v místech následného posuvu kola úsek, při kterém by se dobývalo pouze uhlí, záleží na uvážení obsluhy rypadla, kam bude toto uhlí nasměrováno. Když na základě odhadu usoudí, že se bude odebírat dostateč-

ně dlouhou dobu (řádově několik desítek sekund a déle), pak v místě změny těchto dvou materiálů provede nezbytná opatření k přerušení těžení a dá pokyn obsluze shazovacího vozu k přestavení výložníkového zakládacího pásu do směru k dalšímu zpracování uhlí. Uváží-li však, že by vzhledem ke krátkému těžebnímu intervalu nebylo ekonomické provést přestavný manévr, je uhlí nasměrováno na skrývku a tím znehodnoceno. Pokud se tato situace opakuje vícekrát, což je při dobývání smíšených řezů jisté, dochází vlivem nevyužití vytěženého uhlí k ekonomickým ztrátám.

Z popsaného postupu jednoznačně vyplývá, že záleží na dobrém odhadu a zkušenostech pracovníka obsluhujícího kolesové rypadlo, zda bude těžba materiálu efektivní či nikoli.

Znázornění situace při odebírání smíšené vrstvy:



1 skrývka

2 uhlí

3 koleso

4 kolesový výložník

l_1, l_2 krátké úseky výskytu uhlí, jež je při odebírání nasměrováno na výsypku

A místo k uskutečnění přestavného manévru

2.3 POŽADAVEK NA VÝVOJ ŘEŠENÍ ROZDĚLOVACÍHO ZAŘÍZENÍ S OKAMŽITOU ZMĚNOU SMĚRU PROUDU TĚŽENÉHO MATERIÁLU

Při stávajícím řešení vznikají neproduktivní časové ztráty a snižuje se výtěžnost. Část uhlí je totiž nevýhodně nasměrována jako skrývka na výsypku, protože není efektivní měnit směr proudu těženého materiálu v krátkých těžebních intervalech trvajících například několik desítek sekund.

Ze složitosti a nevýhod popsaného procesu vyplývá požadavek na vývoj rozdělovacího zařízení s okamžitou změnou směru proudu těženého materiálu.

Ve Výzkumném ústavu pro hnědé uhlí v Mostě byla vyvinuta víceúčelová stavebnicově řešená konstrukce rozdělovací stanice. Toto zařízení umožňuje zasazení v rozdílných provozních podmínkách uhelných lomů a umožňuje provádět nepřetržitou úpravu těženého materiálu ze závalových slojí. Nevýhodou této stanice je vzhledem k jejímu univerzálnímu zasazení značná složitost a nutnost použití dalších pomocných prvků při nasazení do provozu. Byl proto vznesen požadavek na sestrojení co nejjednoduššího rozdělovacího zařízení s okamžitou změnou směru proudu těženého materiálu.

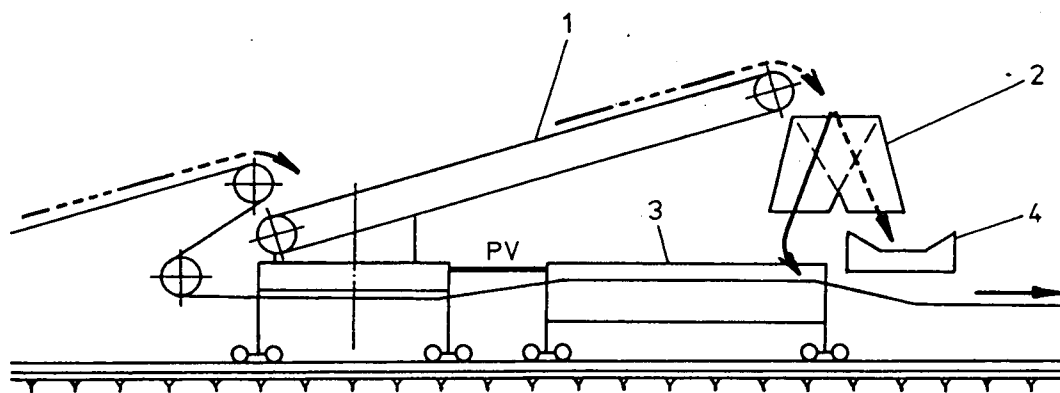
3 NAVRŽENÍ ROZDĚLOVACÍ STANICE

Navržené uspořádání rozdělovací stanice využívá stávajících prvků dálkové pásové dopravy. Z konstrukčního hlediska je možné vzájemné překřížení dálkového pásového dopravníku a nakládacího výložníku pásového vozu zakládacího, čehož bylo v tomto případě využito. Pro dosažení dostatečné výšky v místě rozdělování těžného materiálu je použit stávající typ shazovacího vozu SV 1200, který je zařazen v pásovém dopravním systému. Jeho výložníkový zakládací pás je zvednut do maximálního sklonu 13° . Tím se pod výložníkovým pásem získá dostatek prostoru pro umístění samotného rozdělovacího členu. Tuto funkci zastává kalhotová výsypka.

Vzhledem ke geometrickým rozměrům a možnostem byla navržena dvě možná řešení vzájemného uspořádání jednotlivých prvků rozdělovacího uzlu, jimiž jsou:

- shazovací vůz 1
- kalhotová výsypka 2
- pojízdná násypka 3
- nakládací výložník pásového vozu zakládacího 4

3.1 PRVNÍ VARIANTA ŘEŠENÍ

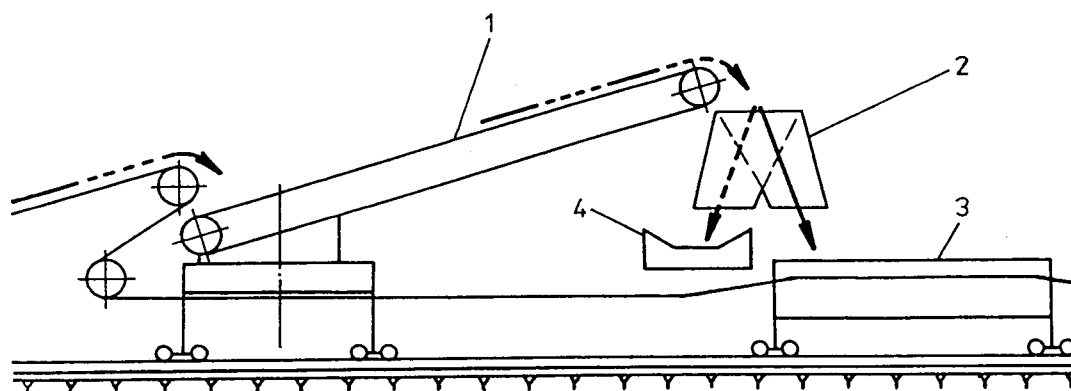


———— skrývka + uhlí
 - - - - - skrývka
 ———— uhlí

Výhodou tohoto uspořádání je vzájemná pevná vazba PV, která se dá zajistit mezi shazovacím vozem a pojízdnou násypkou a zároveň tedy i kalhotovou výsypkou. Z toho vyplývá snadné nastavení vzájemné polohy jednotlivých prvků. Dalším kladem je minimální nalepování skrývky na klapku při průchodu kalhotovou výsypkou.

Nevýhodou řešení je však zásah do proudu uhlí, které naráží na klapku pod velkým úhlem. Dochází tak k částečnému snižování kvality uhlí vlivem tříštění a tím snižování jeho kusovitosti.

3.2 DRUHÁ VARIANTA ŘEŠENÍ



V tomto případě je zaručen minimální zásah do proudu uhlí při vhodném navržení provozní vzdálenosti mezi prvky 1 a 2, čímž nedochází ke snižování jeho kvality v takové míře jako v případě předcházejícím.

Nevýhodou uspořádání je nutnost pracnějšího nastavení vzájemné vzdálenosti mezi členy 1 a 2.

3.3 VOLBA VARIANTY

U obou variant řešení proudí dopravovaný těžný materiál do kalhotové výsypky, která má stabilní polohu vůči výložníkovému zakládacímu pásu. Vzhledem k tomu, že k rozdělávání materiálu dochází až v kalhotové výsypce, není třeba přestavovat výložník shazovacího vozu. Jeho poloha tedy zůstává neměnná a je možno ji zablokovat.

Při posuzování výhod a nevýhod obou způsobů uspořádání bylo přihlédnuto k hledisku maximálního možného zachování kvality dopravovaného uhlí. Byla tedy zvolena varianta druhá.

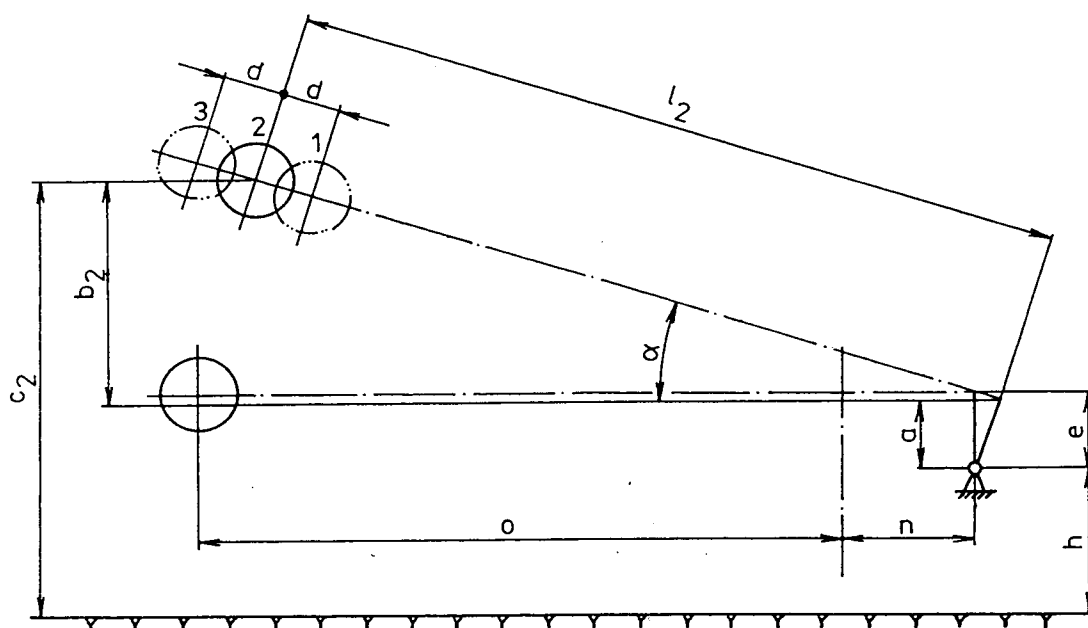
V případě potřeby lze však uskutečnit i první variantu bez jakýchkoliv zásahů do navržené konstrukce. Změna by spočívala pouze v záměně poloh pojízdné násypky a nakládacího výložníku pásového vozu zakládacího.

4 VÝPOČET

4.1 ZDVIH VÝLOŽNÍKU SHAZOVACÍHO VOZU

Buben lze posouvat v podélné ose výložníku v určitých mezích. Tím se docílí napnutí pásu při provozu. Dosažení obou krajních poloh je z praktického hlediska nemožné. Poloha bubnu v místě 1 má význam pouze při montážních pracích, např. sundávání nebo navlékání pásu. Skutečná poloha bubnu při provozu je kolem místa 2. Protože nelze určit tyto body, byly při výpočtu uvažovány kromě střední polohy i obě krajní meze.

Schéma a rozměry výložníku (dle [11]):



Dáno: $d = 400 \text{ mm}$
 $e = 320 \text{ mm}$
 $h = 3\,094 \text{ mm}$
 $n = 800 \text{ mm}$
 $o = 9\,400 \text{ mm}$
 $\alpha = 13^\circ$

Určení délky a :

z pravoúhlého Δ platí: $\frac{a}{e} = \cos \alpha$

z toho: $a = e \cdot \cos \alpha$ (1.1)

$$a = 320 \cdot \cos 13^\circ = 311,79 \text{ mm} \doteq 312 \text{ mm}$$

Určení délek l_1, l_2, l_3 :

$$l_1 = o + n - d$$
 (1.2)

$$l_2 = o + n$$
 (1.3)

$$l_3 = o + n + d$$
 (1.4)

$$l_1 = 9\,400 + 800 - 400 = 9\,800 \text{ mm}$$

$$l_2 = 9\,400 + 800 = 10\,200 \text{ mm}$$

$$l_3 = 9\,000 + 800 + 400 = 10\,600 \text{ mm}$$

Výpočet výšek b_i , kde $i = 1, 2, 3$:

z pravoúhlého Δ platí: $\frac{b_i}{l_i} = \sin \alpha$

z toho: $b_i = l_i \cdot \sin \alpha$ (1.5)

$$b_1 = 9\,800 \cdot \sin 13^\circ = 2\,204,52 \doteq 2\,205 \text{ mm}$$

$$b_2 = 10\,200 \cdot \sin 13^\circ = 2\,294,50 \text{ mm} \doteq 2\,295 \text{ mm}$$

$$b_3 = 10\,800 \cdot \sin 13^\circ = 2\,384,48 \text{ mm} \doteq 2\,385 \text{ mm}$$

Výpočet celkové výšky c_i , kde $i = 1, 2, 3$:

$$c_i = h + a + b_i$$
 (1.6)

$$c_1 = 3\,094 + 312 + 2\,205 = 5\,611 \text{ mm}$$

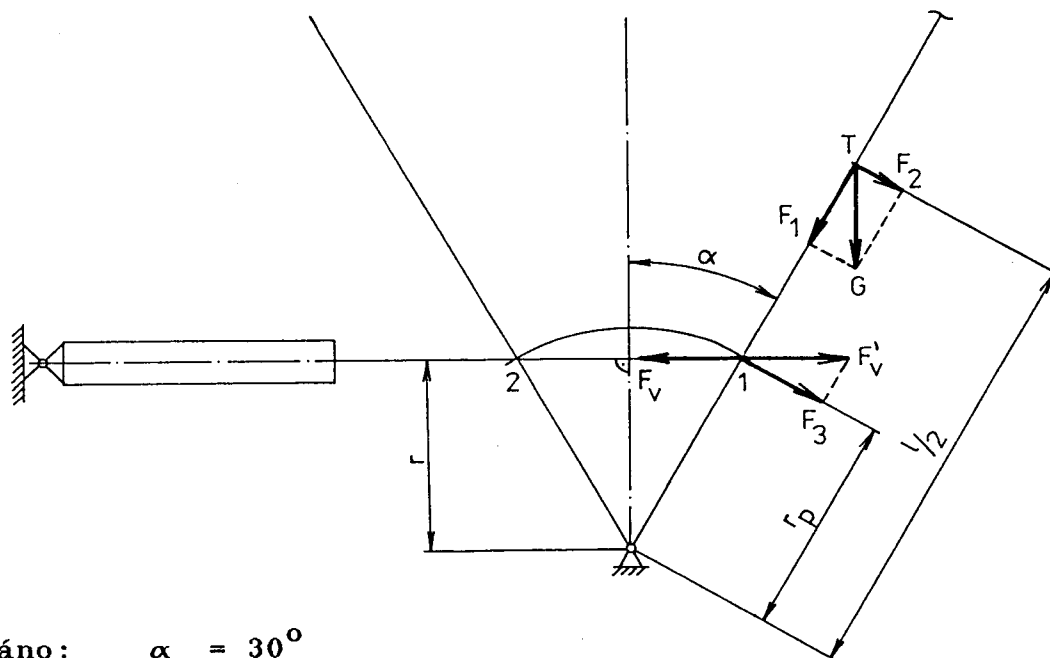
$$c_2 = 3\,094 + 312 + 2\,295 = 5\,701 \text{ mm}$$

$$c_3 = 3\,094 + 312 + 2\,385 = 5\,791 \text{ mm}$$

4.2 SÍLA POTŘEBNÁ K PŘEKLOPENÍ Klapky

Při výpočtu uvažována pouze vlastní hmotnost klapky.

Schéma:



Dáno: $\alpha = 30^\circ$

Voleno: $l = 1\,250\text{ mm}$

$r_p = 300\text{ mm}$

$m_k \doteq 550\text{ kg}$ (hmotnost klapky z předběžného návrhu)

Předpoklad: těžiště klapky voleno uprostřed délky

Tíha klapky v těžišti:

$$G = m_k \cdot g \quad (2.1)$$

$$G = 550 \cdot 9,81 = 5\,395,50\text{ N} \doteq 5\,400\text{ N}$$

$$\text{Z pravoúhlého } \Delta \text{ platí: } \frac{F_1}{G} = \cos \alpha$$

$$\text{z čehož: } F_1 = G \cdot \cos \alpha \quad (2.2)$$

$$F_1 = 5\,400 \cdot \cos 30^\circ = 4\,676,54\text{ N}$$

$$\text{Dále platí: } \frac{F_2}{G} = \sin \alpha$$

$$\text{z čehož: } F_2 = G \cdot \sin \alpha \quad (2.3)$$

$$F_2 = 5\,400 \cdot \sin 30^\circ = 2\,700,00 \text{ N}$$

Z rovnováhy sil na páce vyplývá vztah:

$$F_2 \cdot \frac{l}{2} = F'_v \cdot r$$

$$\text{ze kterého: } F'_v = \frac{F_2 \cdot l}{2 \cdot r} \quad (2.4)$$

Vyjádření ramene r :

$$\text{platí: } \frac{r}{r_p} = \cos \alpha$$

$$r = r_p \cdot \cos \alpha \quad (2.5)$$

$$r = 300 \cdot \cos 30^\circ = 259,81 \text{ mm}$$

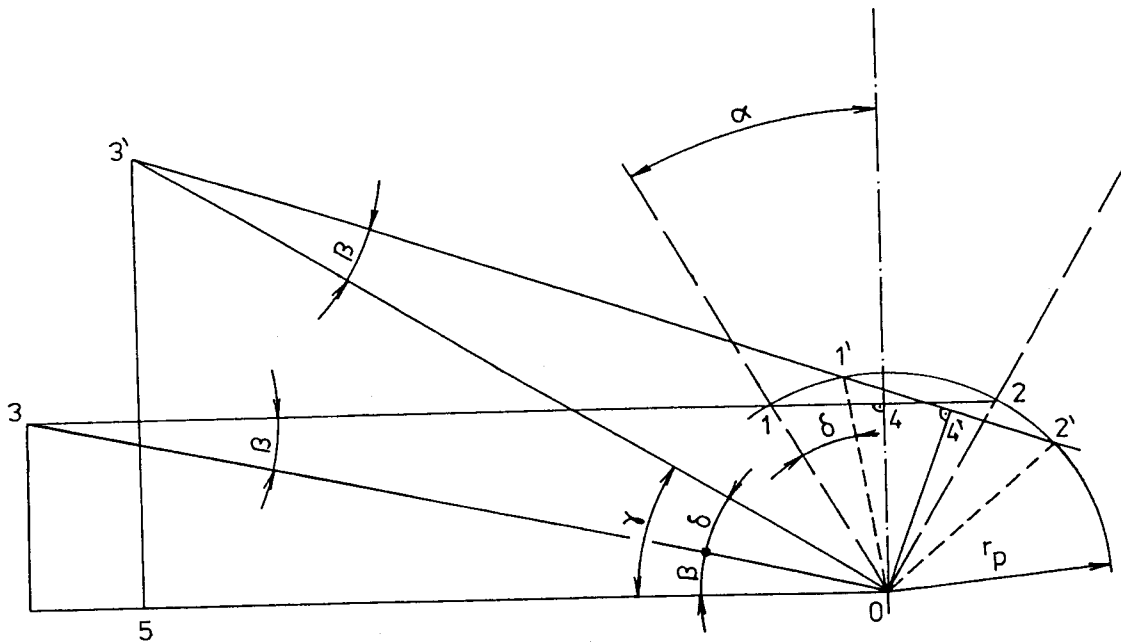
Dosazením do (2.4):

$$F'_v = \frac{2\,700 \cdot 1\,250}{2 \cdot 259,81} = 6\,495,13 \text{ N}$$

Musí platit podmínka, že síla vyvozená hydromotorem musí být pro správnou funkci překlápění větší, tedy: $F_v > F'_v$

4.3 ÚHEL POOTOČENÍ RAMENA PÁKY

Schéma :



Je snahou, aby body 1 - 2 - 3 ležely na jedné přímce. Již v předcházejícím výpočtu bylo zvoleno rameno $r_p = 300$ mm.

Voleno: $\overline{05} = d = 979 \text{ mm}$

$$\overline{3'5} = e = 615 \text{ mm}$$

Označení dalších vzdáleností: $\overline{O3} = \overline{O3'} = a$

$$\overline{34} = \overline{3'4'} = b$$

$$\overline{34} = \overline{3'4'} = b$$

$$\overline{04} = \overline{04'} = r$$

$$\overline{14} = \overline{24} = \overline{1'4'} = \overline{2'4'} = z_1$$

$$\overline{13} = \overline{1'3'} = 1_1$$

$$\overline{23} = \overline{2'3'} = 1_2$$

Pozn.: - bod 3' představuje uložení hydromotoru na tuhé části výsypky
- bod 1' (2') představuje uložení hydromotoru na ramenu páky

Určení délky a (z Δ 03'5):

$$a = \sqrt{d^2 + e^2} \quad (3.1)$$

$$a = \sqrt{979^2 + 615^2} = 1\,156,14 \text{ mm}$$

Z Δ 034 platí:

$$\frac{r}{a} = \sin \beta \quad (3.2)$$

$$\beta = \arcsin \frac{r}{a} = \arcsin \frac{259,81}{1\,156,14} = 12,99^\circ$$

$$\frac{b}{a} = \cos \beta \quad (3.3)$$

$$\text{z toho: } b = a \cdot \cos \beta$$

$$b = 1\,156,14 \cdot \cos 12,99 = 1\,126,55 \text{ mm}$$

Úhel pootočení páky vůči klapce:

$$\text{dle obr. platí: } \delta = \gamma - \beta \quad (3.4)$$

$$\text{z } \Delta \text{ 03'5: } \frac{e}{d} = \operatorname{tg} \gamma \quad (3.5)$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{e}{d} = \operatorname{arctg} \frac{615}{979} = 32,14^\circ$$

dosazením do vztahu (3.4):

$$\delta = 32,14^\circ - 12,99^\circ = 19,15^\circ \doteq 19^\circ$$

Potřebný (využitý) zdvih hydromotoru:

$$z = 2 \cdot z_1 \quad (3.6)$$

$$\text{z } \Delta \text{ 014 platí: } \frac{z_1}{r_p} = \sin \alpha$$

$$\text{z čehož vyplývá: } z_1 = r_p \cdot \sin \alpha \quad (3.7)$$

$$z_1 = 300 \cdot \sin 30^\circ = 150 \text{ mm}$$

dosazením do (3.6):

$$z = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

Vzdálenost obou konců uložení hydromotoru v krajních polohách páky:

a) při zasunutí pístnice:

$$l_1 = b - z_1$$

(3.8)

$$l_1 = 1\,126,55 - 150 = 976,55 \text{ mm}$$

b) při vysunutí pístnice:

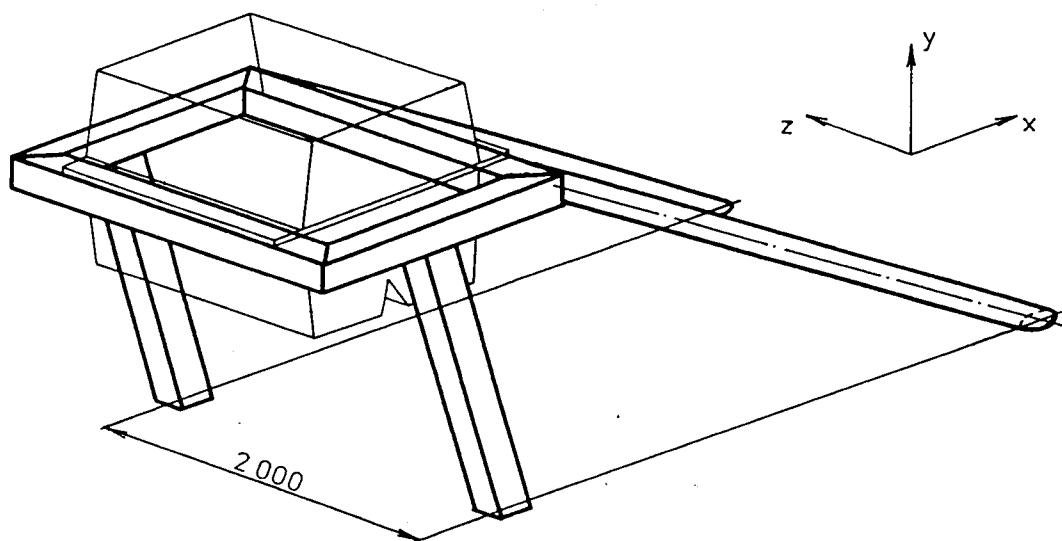
$$l_2 = b + z_1$$

(3.9)

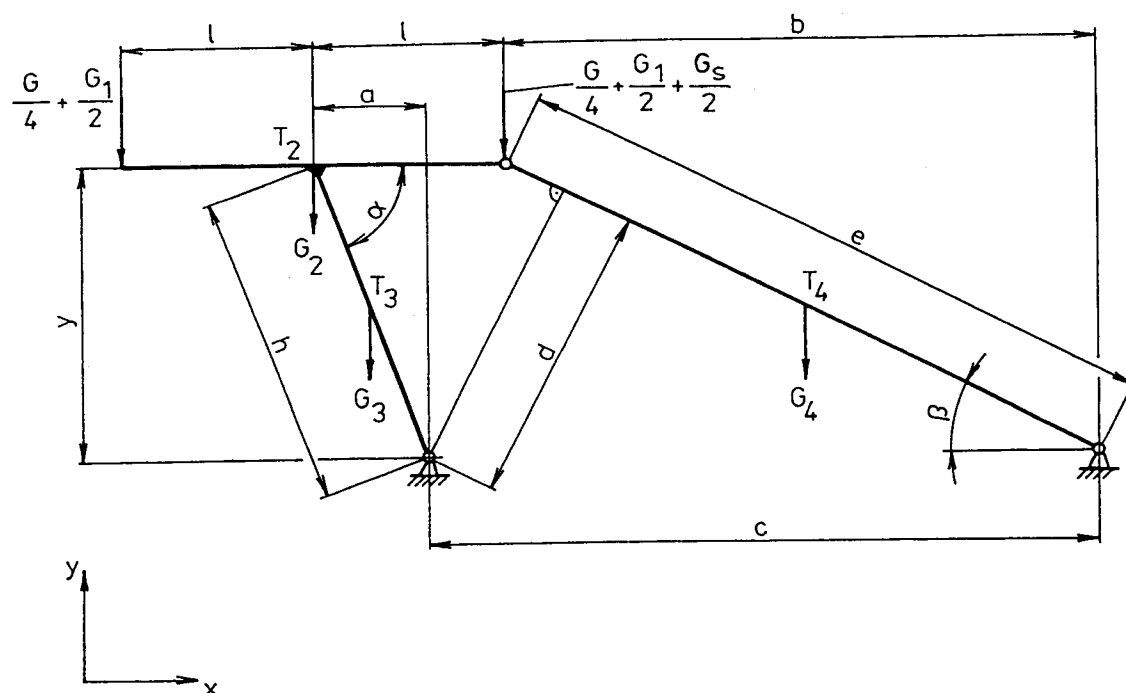
$$l_2 = 1\,126,55 + 150 = 1\,276,55 \text{ mm}$$

4.4 VÝPOČET RÁMU

Tvar rámu pro uložení výsypky:



Vzhledem k tomu, že se jedná o symetrické uložení, je řešení úlohy převedeno na následující rovinnou soustavu:



Voleno: $e = 5\,350\text{ mm}$
 $h = 2\,560\text{ mm}$
 $l = 1\,180\text{ mm}$
 $\alpha = 70^\circ$
hmotnost výsypky $m = 1\,420\text{ kg}$
hmotnost skluzu $m_s = 700\text{ kg}$

$$G = m \cdot g \quad (4.1)$$

$$G = 1\,420 \cdot 9,81 = 13\,930,20 \text{ N}$$

Z uložení vyplývá, že se tato tíha rozloží na dvě spojitá zatížení, která namáhají rám v místě uložení výsyvky. Při rovinném uspořádání se tíha nahrazující spojitě zatížení dále rozloží na dvě složky.

Tíha skluzu:

$$G_s = m_s \cdot g \quad (4.2)$$

$$G_s = 700 \cdot 9,81 = 6\,867,00 \text{ N}$$

Na rám je zavěšen na dvou čepích skluz. Při převedení na rovinnou soustavu je uvažováno pouze s poloviční tíhou.

Předběžná volba tíhy materiálu rámu:

voleno : 1 m délky - hmotnost $m_m = 25 \text{ kg}$

z toho vyplývá:

$$G_i = m_m \cdot g \cdot x \quad (4.3)$$

kde rozměr x představuje jednotlivé délky profilů

$$G_1 = 25 \cdot 9,81 \cdot 2\,000 \cdot 10^{-3} = 490,50 \text{ N} \doteq 490 \text{ N}$$

$$G_2 = 25 \cdot 9,81 \cdot 2\,360 \cdot 10^{-3} = 578,79 \text{ N} \doteq 580 \text{ N}$$

$$G_3 = 25 \cdot 9,81 \cdot 2\,560 \cdot 10^{-3} = 627,84 \text{ N} \doteq 630 \text{ N}$$

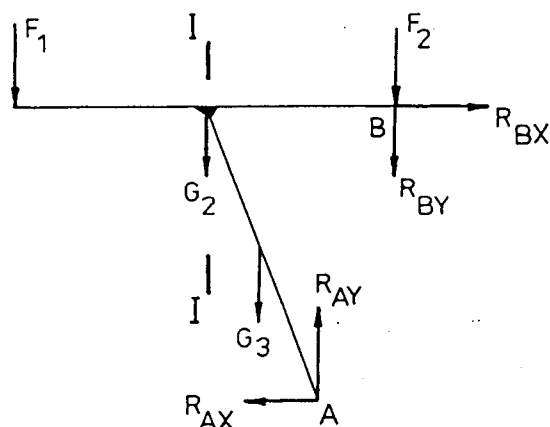
$$G_4 = 25 \cdot 9,81 \cdot 5\,350 \cdot 10^{-3} = 1\,312,00 \text{ N} \doteq 1\,310 \text{ N}$$

Součet tíhových sil:

$$F_1 = \frac{G}{4} + \frac{G_1}{2} = \frac{13\,930,20}{4} + \frac{490}{2} = 3\,727,55 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{G}{4} + \frac{G_1}{4} + \frac{G_s}{2} = \frac{13\,930,20}{4} + \frac{490}{2} + \frac{6\,867}{2} = 7\,161,05 \text{ N}$$

Rovnováha sil tělesa I:



Rovnice rovnováhy:

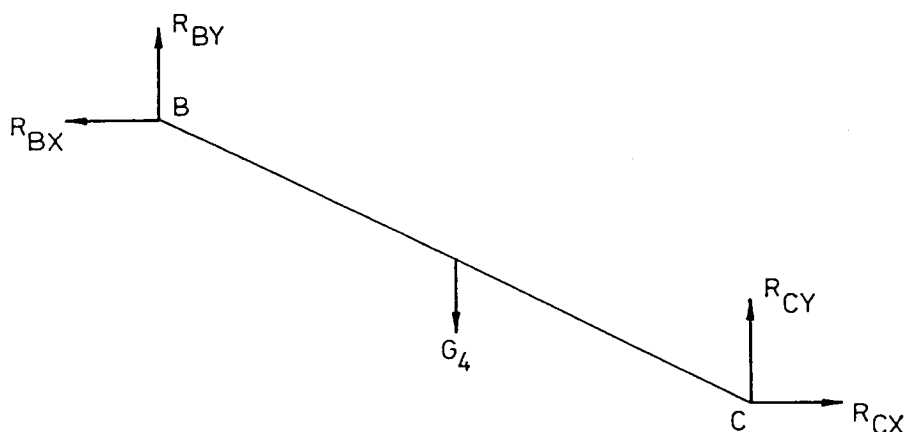
$$\text{osa } x: + R_{AX} + R_{BX} = 0 \quad (4.4)$$

$$\text{osa } y: - F_1 - G_2 - F_2 - R_{BY} - G_3 + R_{AY} = 0 \quad (4.5)$$

moment k bodu A:

$$- F_1 \cdot (1 + a) - G_2 \cdot a - G_3 \cdot \frac{a}{2} + F_2 \cdot (1 - a) + R_{BX} \cdot y + R_{BY} \cdot (1 - a) = 0 \quad (4.6)$$

Rovnováha sil tělesa II:



Rovnice rovnováhy:

$$\text{osa } x: - R_{BX} + R_{CX} = 0 \quad (4.7)$$

$$\text{osa } y: + R_{BY} - G_4 + R_{CY} = 0 \quad (4.8)$$

moment k bodu C:

$$- R_{BX} \cdot y + R_{BY} \cdot b - G_4 \cdot \frac{b}{2} = 0 \quad (4.9)$$

Vyjádření geometrických poměrů:

$$\text{platí: } \frac{y}{h} = \sin \alpha$$

$$y = h \cdot \sin \alpha \quad (4.10)$$

$$y = 2\,560 \cdot \sin 70^\circ = 2\,405,61 \text{ mm}$$

$$\text{platí: } \frac{y}{e} = \sin \beta$$

$$\beta = \arcsin \frac{y}{e} = \arcsin \frac{2\,405,61}{5\,350} = 26,72^\circ \quad (4.11)$$

$$\text{dále: } \frac{a}{h} = \cos \alpha$$

$$a = h \cdot \cos \alpha \quad (4.12)$$

$$a = 2\,560 \cdot \cos 70^\circ = 875,57 \text{ mm}$$

$$\text{dále: } \frac{y}{b} = \operatorname{tg} \beta$$

$$b = \frac{y}{\operatorname{tg} \beta} \quad (4.13)$$

$$b = \frac{2\,405,61}{\operatorname{tg} 26,72} = 4\,778,87 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost: } c = l - a + b \quad (4.14)$$

$$c = 1\,180 - 875,57 + 4\,778,87 = 5\,083,30 \text{ mm}$$

$$\text{platí: } \frac{d}{c} = \sin \beta$$

$$d = c \cdot \sin \beta \quad (4.15)$$

$$d = 5\,083,30 \cdot \sin 26,72 = 2\,285,61 \text{ mm}$$

Určení reakcí z rovnic rovnováhy:

$$\text{z (4.9):} \quad R_{BY} = \frac{R_{BX} \cdot y + G_4 \cdot \frac{b}{2}}{b} \quad (4.16)$$

dosazením vztahu (4.16) do (4.6) a úpravou lze vyjádřit:

$$R_{BX} = \frac{F_1 \cdot (1 + a) + G_2 \cdot a + G_3 \cdot \frac{a}{2} - F_2 \cdot (1 - a)}{y + \frac{y}{b} \cdot (1 - a)} - \frac{\frac{1}{2} \cdot G_4}{y + \frac{y}{b}} \quad (4.17)$$

$$\text{z (4.4) a (4.7):} \quad R_{AX} = R_{BX} = R_{CX} \quad (4.18)$$

$$\text{z (4.5):} \quad R_{AY} = F_1 + G_2 + F_2 + R_{BY} + G_3 \quad (4.19)$$

$$\text{z (4.8):} \quad R_{CY} = G_4 - R_{BY} \quad (4.20)$$

Po numerickém dosazení do vztahů (4.16) až (4.20):

$$R_{AX} = 2\,353,98 \text{ N}$$

$$R_{AY} = 13\,889,52 \text{ N}$$

$$R_{BX} = 2\,353,98 \text{ N}$$

$$R_{BY} = 1\,839,96 \text{ N}$$

$$R_{CX} = 2\,353,98 \text{ N}$$

$$R_{CY} = -529,96 \text{ N}$$

Velikost výsledných reakcí:

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{2\,353,98^2 + 13\,889,52^2} = 14\,087,58 \text{ N}$$

$$R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2} = \sqrt{2\,353,98^2 + 1\,839,96^2} = 2\,987,75 \text{ N}$$

$$R_C = \sqrt{R_{CX}^2 + R_{CY}^2} = \sqrt{2\,353,98^2 + 529,96^2} = 2\,412,90 \text{ N}$$

4.4.2 NÁVRH PROFILU A KONTROLA V MÍSTĚ I-I

Stanovení ohybového momentu v řezu I-I:

$$M_o = (F_2 + R_{BY}) \cdot l + \frac{G_2}{2} \cdot \frac{l}{2} \quad (4.21)$$

$$M_o = (7\,161,05 + 1\,839,96) \cdot 1\,180 + \frac{580}{2} \cdot \frac{1\,180}{2}$$

$$M_o = 10\,763\,358,20 \text{ N}$$

Voleny dvě k sobě svařené profilové tyče průřezu L:
rozměry profilu dle [3]

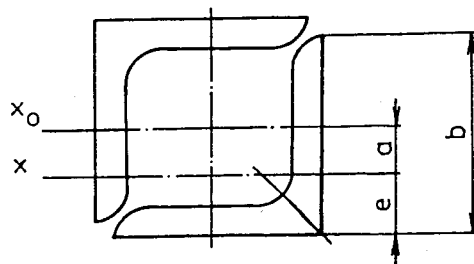
$$b \times b \times d = 140 \times 140 \times 12 \text{ [mm]}$$

$$J_x = 604,90 \text{ cm}^4$$

$$S = 32,53 \text{ cm}^2$$

$$e = 39,80 \text{ mm}$$

Tvar složeného profilu:



Přepočet kvadratického momentu průřezu dle Steinerovy věty:

$$J_{x_0} = J_x + a^2 \cdot S \quad (4.22)$$

určení vzdálenosti a :

$$a = \frac{b}{2} - e = \frac{140}{2} - 39,80 = 30,20 \text{ mm}$$

dosazením do (4.22):

$$J_{x_0} = 2 \cdot (604,90 \cdot 10^4 + 30,20^2 \cdot 32,53 \cdot 10^2)$$

$$J_{x_0} = 18\,031\,732,24 \text{ mm}^4$$

Průřezový modul v ohybu:

$$W_o = \frac{J_{x_0} \cdot 2}{b} = \frac{18\,031\,732,24 \cdot 2}{140} = 257\,596,17 \text{ mm}^3$$

Napětí v ohybu:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \quad (4.23)$$

$$\sigma_o = \frac{10\,753\,358,20}{257\,596,17} = 41,78 \text{ MPa}$$

dle [5] pro materiál 11 373 je $\sigma_{Do} = 70 \text{ MPa}$

$\sigma_o < \sigma_{Do}$ - navržený profil vyhovuje

4.4.3 KONTROLA STOJINY

Stojina kontrolována na vzpěr:

dle způsobu uložení konců *vetknutí - kloub* určena dle [5]

$$\text{délka: } l_o = \frac{l}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Štíhlost prutu: } \lambda = \frac{l_o}{i} \quad (4.24)$$

$$\text{kde poloměr setrvačnosti: } i = \sqrt{\frac{J_{\min}}{S}}$$

$$i = \sqrt{\frac{18\,031\,732,24}{2 \cdot 32,53 \cdot 10^2}} = 52,65 \text{ mm}$$

Dosazením do (4.24):

$$\lambda = \frac{l_o}{i} = \frac{l}{\sqrt{2} \cdot i} = \frac{2560}{\sqrt{2} \cdot 52,65} = 34,38$$

Platí: $\lambda < 60$ prostý tlak

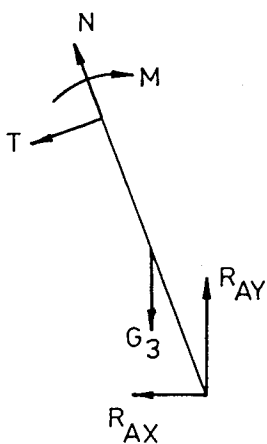
$60 < \lambda < 100$... nepružný vzpěr - Tetmayerova metoda

$\lambda > 100$ pružný vzpěr - Eulerova metoda

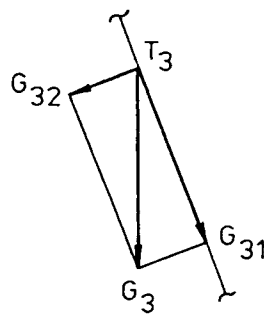
Z výpočtu vyplývá, že stojina je namáhána na prostý tlak.

4.4.4 NAPĚTÍ V MÍSTĚ SPOJENÍ

Určení vnitřních statických účinků:



Rozklad tíhy do potřebných směrů:



Platí:
$$\frac{G_{31}}{G_3} = \sin \alpha$$

z toho:
$$G_{31} = G_3 \cdot \sin \alpha \quad (4.25)$$

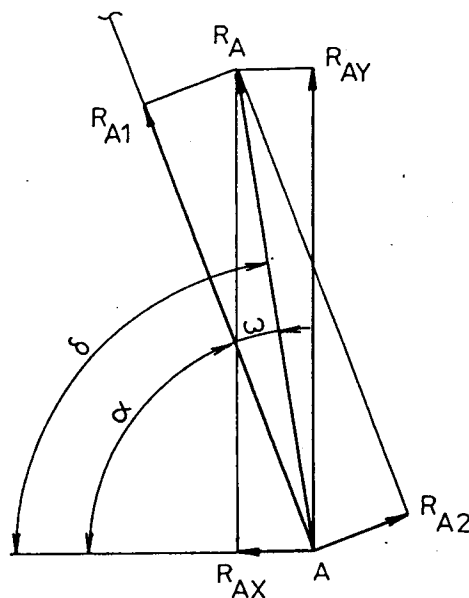
$$G_{31} = 630 \cdot \sin 70^\circ = 592,01 \text{ N}$$

Dále:
$$\frac{G_{32}}{G_3} = \cos \alpha$$

z čehož:
$$G_{32} = G_3 \cdot \cos \alpha \quad (4.26)$$

$$G_{32} = 630 \cdot \cos 70^\circ = 215,47 \text{ N}$$

Rozklad reakce v bodě A do potřebných směrů:



Z obrázku vyplývá:

$$a) \omega = \delta - \alpha \quad (4.27)$$

$$\text{kde: } \frac{R_{AX}}{R_A} = \cos \delta \quad (4.28)$$

$$\text{z toho plyne: } \delta = \arccos \frac{R_{AX}}{R_A} = \arccos \frac{2\,353,98}{14\,087,58} = 80,38^\circ$$

dosazením do (4.27):

$$\omega = 80,38^\circ - 70^\circ = 10,38^\circ$$

$$b) \frac{R_{A1}}{R_A} = \cos \omega$$

$$R_{A1} = R_A \cdot \cos \omega \quad (4.29)$$

$$R_{A1} = 14\,087,58 \cdot \cos 10,38^\circ = 13\,857,03 \text{ N}$$

$$c) \frac{R_{A2}}{R_A} = \sin \omega$$

$$R_{A2} = R_A \cdot \sin \omega \quad (4.30)$$

$$R_{A2} = 14\,087,58 \cdot \sin 10,38^\circ = 2\,538,24 \text{ N}$$

Rovnice rovnováhy:

$$\text{osa x: } + N - G_{31} + R_{A1} = 0 \quad (4.31)$$

$$\text{osa y: } - T - G_{32} + R_{A2} = 0 \quad (4.32)$$

$$\text{moment v místě řezu: } - R_{A2} \cdot h + G_{32} \cdot \frac{h}{2} + M = 0 \quad (4.33)$$

$$\text{z (4.31): } N = G_{31} - R_{A1} = 592,01 - 13\,857,03 = -13\,265,02 \text{ N}$$

$$\text{z (4.32): } T = R_{A2} - G_{32} = 2\,538,24 - 215,47 = 2\,322,77 \text{ N}$$

$$\text{z (4.33): } M = R_{A2} \cdot h - G_{32} \cdot \frac{h}{2}$$

$$M = 2\,538,24 \cdot 2\,560 - 215,47 \cdot \frac{2\,560}{2}$$

$$M = 6\,222\,092,80 \text{ Nmm}$$

Ohybové napětí:

$$\sigma_o = \frac{M}{W_o} = \frac{6\,222\,092,80}{257\,596,17} = 24,15 \text{ MPa}$$

Napětí v tlaku:

$$\sigma_d = \frac{N}{S} = \frac{13\,265,02}{2 \cdot 32,53 \cdot 10^2} = 2,04 \text{ MPa}$$

Smykové napětí:

$$\tau = \frac{T}{S} = \frac{2\,322,77}{2 \cdot 32,53 \cdot 10^2} = 0,36 \text{ MPa} - \text{zanedbatelné}$$

Výsledné namáhání profilu v krajních vláknech průřezu:

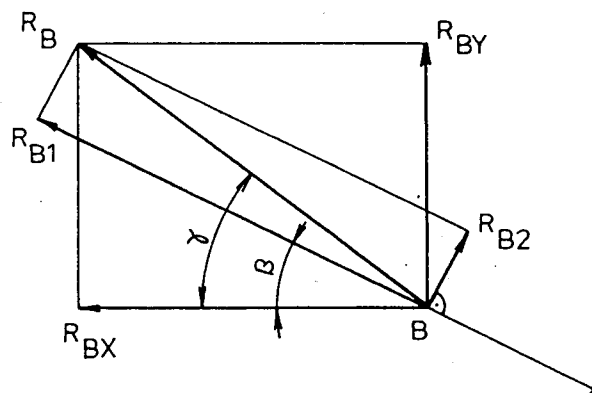
$$\sigma_{\max} = + \sigma_o + \sigma_d = 24,15 + 2,04 = 26,19 \text{ MPa}$$

4.4.5 KONTROLA TÁHLA NA TAH

Voleno: ocelová bezešvá trubka, materiál 11 373
pro zvolený materiál dle [5] $\sigma_{Dt} = 65 \text{ MPa}$

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

$$t = 3,5 \text{ mm}$$



Napětí v tahu:

$$\sigma_t = \frac{R_{B1}}{S} \leq \sigma_{Dt} \quad (4.34)$$

Z předcházejících výpočtů: $R_B = 2\,987,75 \text{ N}$

Stanovení tahové síly:

dle obr.:
$$\frac{R_{B1}}{R_B} = \cos (\gamma - \beta)$$

z čehož vyplývá: $R_{B1} = R_B \cdot \cos (\gamma - \beta) \quad (4.35)$

kde: $\gamma = \arctg \frac{R_{BY}}{R_{BX}} = \arctg \frac{1\,839,96}{2\,353,98} = 38,01^\circ$

dosazením do (4.35):

$$R_{B1} = 2\,987,75 \cdot \cos (38,01^\circ - 26,72^\circ) = 2\,929,91 \text{ N}$$

Plocha profilu:

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} \cdot [D^2 - (D - 2 \cdot t)^2]$$

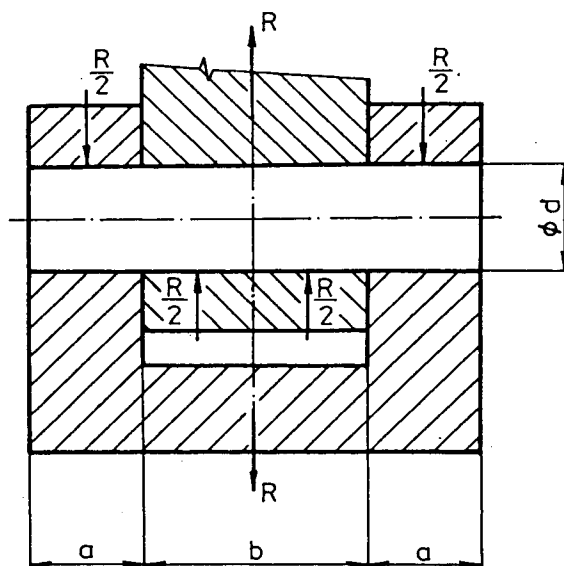
$$S = \frac{\pi}{4} \cdot [32^2 - (32 - 2 \cdot 3,5)^2] = 313,37 \text{ mm}^2$$

Dosazením do (4.34):

$$\sigma_t = \frac{2\,929,91}{313,37} = 9,35 \text{ MPa}$$

Navržená trubka vyhovuje.

4.4.6 VÝPOČET ČEPŮ V ULOŽENÍ



$$\text{Kontrola čepu na ohyb: } \sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} \quad (4.36)$$

$$\text{kde: } M_o = \frac{R}{8} \cdot (2 \cdot a + b) \quad (4.37)$$

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (4.38)$$

$$\text{Tlak v táhle: } p_1 = \frac{R}{d \cdot b} \leq p_D \quad (4.39)$$

$$\text{Tlak ve vidlici: } p_2 = \frac{R}{2 \cdot a \cdot d} \leq p_D \quad (4.40)$$

Čep v uložení A:

Voleno: $a = 10 \text{ mm}$

$b = 25 \text{ mm}$

$d = 30 \text{ mm}$

materiál čepu ocel 11 600, dle [1] $\sigma_{Do} = 95 \text{ MPa}$

$p_D = 65 \text{ MPa}$

Z předcházejícího výpočtu: $R_A = 14\,087,58 \text{ N}$

Dosazením do vztahů (4.36) až (4.40):

$M_o = 79\,242,64 \text{ Nmm}$

$W_o = 2\,650,72 \text{ mm}^3$

$\sigma_o = 29,89 \text{ MPa}$

$p_1 = 18,78 \text{ MPa}$

$p_2 = 23,48 \text{ MPa}$

Z vypočtených hodnot vyplývá, že navržený čep vyhovuje.

Čep v uložení B:

Voleno: $a = 10 \text{ mm}$

$b = 20 \text{ mm}$

$d = 20 \text{ mm}$

materiál čepu ocel 11 600, dle [1] $\sigma_{Do} = 95 \text{ MPa}$

$p_D = 65 \text{ MPa}$

Z předcházejícího výpočtu: $R_B = 2\,987,75 \text{ N}$

Dosazením do vztahů (4.36) až (4.40):

$M_o = 14\,938,75 \text{ Nmm}$

$W_o = 785,40 \text{ mm}^3$

$$\sigma_o = 19,02 \text{ MPa}$$

$$p_1 = 7,47 \text{ MPa}$$

$$p_2 = 7,47 \text{ MPa}$$

Z vypočtených hodnot vyplývá, že navržený čep vyhovuje.

Čep v uložení C:

$$\text{Voleno: } a = 10 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\text{materiál čepu ocel 11 600, dle [1] } \sigma_{Do} = 95 \text{ MPa}$$

$$p_D = 65 \text{ MPa}$$

$$\text{Z předcházejícího výpočtu: } R_C = 2\,412,90 \text{ N}$$

Dosazením do vztahů (4.36) až (4.40):

$$M_o = 12\,064,50 \text{ Nmm}$$

$$W_o = 785,40 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_o = 15,36 \text{ MPa}$$

$$p_1 = 6,03 \text{ MPa}$$

$$p_2 = 6,03 \text{ MPa}$$

Z vypočtených hodnot vyplývá, že navržený čep vyhovuje.

Čep pro zavěšení skluzu:

$$\text{Voleno: } a = 10 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\text{materiál čepu ocel 11 600, dle [1] } \sigma_{Do} = 95 \text{ MPa}$$

$$p_D = 65 \text{ MPa}$$

$$\text{Z předcházejícího výpočtu: } G_s = 6\,867,00 \text{ N}$$

Dosazením do vztahů (4.36) až (4.40):

$$M_o = 17\,167,50 \text{ Nmm}$$

$$W_o = 785,40 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_o = 21,86 \text{ MPa}$$

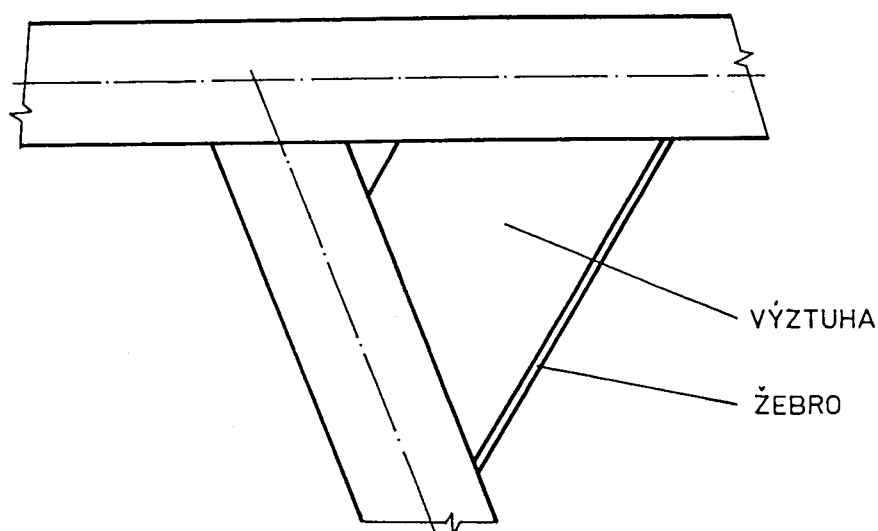
$$p_1 = 8,58 \text{ MPa}$$

$$p_2 = 8,58 \text{ MPa}$$

Z vypočtených hodnot vyplývá, že navržený čep vyhovuje.

Dodatek:

Otázka příčné stability rámu není početně řešena. Předpokládá se dokonalé provedení všech svarů rámu. S ohledem na těžký provoz (vítr, dopad materiálu) a především při případném příčném sklonu pásového dopravníku (tím i kolejového roštu a na něm pojížděných mechanismů), jsou proti eventuelnímu porušení svarů a pro zvýšení tuhosti rámu v příčném směru na stojiny navařeny dvě profilové tyče ve vzájemné vazbě tvořící písmeno "X". Rovněž tak je v místě spojení stojiny s horní částí rámu navařena výztuha se žebrem.



4.5 POHON KLAPKY

V úvahu připadají tekutinové mechanismy. V těchto mechanismech se využívají následující druhy energie: tlaková, pohybová, deformační a tepelná. Každý tekutinový mechanismus přenáší všechny druhy současně. Podle toho, který druh energie převažuje, se tyto mechanismy rozdělují na hydrostatické a pneumostatické, u nichž se převážně využívá tlakové energie, a na hydrodynamické a pneumodynamické, využívající při přenosu převážně pohybovou energii.

Je zřejmé, že v případě pohonu klapky je potřeba tlakové energie.

4.5.1 CHARAKTERISTIKA HYDRAULICKÝCH A PNEUMATICKÝCH OBVODŮ

Ze společné vlastnosti kapalin a plynů, tj. ze schopnosti vyplňovat daný prostor, vyplývají též společné znaky pracovních a řídicích obvodů, sestavených v podstatě z konstrukčně podobných prvků. Odlišnosti jsou dány tím, že kapaliny mají prakticky stálý objem, kdežto plyny jsou stlačitelné. Určité rozdíly v prvcích a z nich sestavených obvodech vyplývají též z rozdílných pracovních tlaků kapalin a plynů. U hydraulických zařízení jsou provozní tlaky od 0 do 32 MPa i více, u pneumatických zařízení od 0 do 0,8 MPa a výjimečně až do 1,6 MPa. Pro vyvození velkých sil se tedy používají hydraulická zařízení.

Viskozita plynů je menší než u kapalin, a tím jsou také tlakové ztráty při proudění potrubím 4 krát až 5 krát menší než u hydraulických zařízení. Při hospodárných tlakových ztrátách může být u pneumatických zařízení energie přenášena na poměrně velké vzdálenosti i několika set metrů, kdežto u hydraulických zařízení na vzdálenosti řádu deseti metrů. Proto se u pneumatických zařízení přednostně používají hospodárné centrální generátory stlačeného vzduchu (kompresory) pro velký počet motorů a spotřebičů. Naproti tomu u hydraulických zařízení převládají samostatné generátory tlakové energie, které zásobují prvky a spotřebiče soustředěné do poměrně malého prostoru.

Výhodou pneumatických zařízení je, že se tlakový vzduch po vykonání práce vypouští do okolní atmosféry a není nutno jej vracet zpět do generátoru. Nevýhodou vypouštěného vzduchu je však jeho nepříjemný zápach a obsah oleje. U hydraulických zařízení je vracení kapaliny do nádrže generátoru nezbytně nutné. Proto je tedy rozvod u hydraulických zařízení složitější.

U hydromotorů je mazání zpravidla zabezpečeno dobrými mazacími vlastnostmi minerálních olejů. Pro dostatečné mazání pneumatických přímočarých motorů a pneumatických mechanismů musí být stlačený vzduch upraven a obohacen olejem.

Mazání pneumatických mechanismů je někdy obtížné, protože vzduch není schopen zanést spolehlivě olej na všechna mazaná místa.

4.5.2 VOLBA POHONU

Při posuzování výhod a nevýhod obou tekutinových mechanismů byl zvolen hydraulický obvod, a to zejména z důvodů spolehlivého mazání prvků a vyvození dostatečné síly i rychlosti k přestavení klapky. K volbě přispěl i důležitý fakt, že na povrchových lomech se běžně používají hydraulické obvody. Rozdělovací stanice je tedy zasazena do míst, kde není centrální rozvod stlačeného vzduchu, tzn. že výroba a úprava stlačeného vzduchu na rozdělovací stanici by byla nevhodná.

4.5.3 VÝPOČET HYDROMOTORU A HYDROGENERÁTORU

Z konstrukčního hlediska voleny dva přímočaré hydromotory, typ dvojčinný s jednostranou pístnicí. Vzhledem ke vzdálenosti - *uložení hydraulického válce na výsypce a uložení pístnice v krajní poloze ramene* je volen hydromotor

$$\begin{aligned} \text{dle [17]: } \quad \varnothing D &= 80 \text{ mm} \\ \varnothing d &= 40 \text{ mm} \\ Z &= 500 \text{ mm} \\ L_o &= 305 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dosažitelná vzdálenost obou konců uložení hydromotoru při maximálním vysunutí pístnice:

$$x = L_o + 2 \cdot Z$$

$$x = 305 + 2 \cdot 500 = 1\,305 \text{ mm}$$

potřebná vzdálenost je 1 276,55 mm - hydromotor vyhovuje

Výpočet pracovní plochy hydromotoru:

a) na straně bez pístnice:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (5.1)$$

$$S_1 = \frac{\pi \cdot 80^2}{4} = 5\,026,55 \text{ mm}^2$$

b) na straně s pístnicí:

$$S_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \quad (5.2)$$

$$S_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (80^2 - 40^2) = 3\,769,91 \text{ mm}^2$$

c) hydromotory jsou řazeny paralelně proti sobě, což znamená celkovou pracovní plochu:

$$S = S_1 + S_2$$

$$S = 5\,026,55 + 3\,769,91 = 8\,796,91 \text{ mm}^2$$

Síla vyvozená při překlápění:

$$F_v = p \cdot S \cdot \eta_{HM} \quad (5.3)$$

z [4]: $\eta_{HM} = 0,95$; voleno $p = 16 \text{ MPa}$

$$F_v = 16 \cdot 8\,796,91 \cdot 0,95 = 133\,706,19 \text{ N}$$

$F_v \gg F'_v$ - vyhovuje

Rychlost zdvihu při požadovaném čase $t = 4 \text{ s}$:

$$v = \frac{Z}{t} \quad (5.4)$$

$$v = \frac{300 \cdot 10^{-3}}{4} = 0,075 \text{ m/s}$$

Požadovaný průtok hydrogenerátoru:

$$Q_{HG} = S \cdot v \quad (5.5)$$

$$Q_{HG} = 8\,796,91 \cdot 10^{-3} \cdot 0,075 = 0,660 \text{ dm}^3/\text{s} = 39,584 \text{ dm}^3/\text{min}$$

Z [16] určen dle požadovaného průtoku agregát s velikostí nádrže 250 dm^3 , dále dle požadovaného průtoku a pracovního tlaku určen příkon elektromotoru (z grafu) $P_{em} = 15 \text{ kW}$

Typ agregátu:

SA3-250, $P_{em} = 15 \text{ kW}$, $n = 970 \text{ 1/min}$

4.5.4 NÁVRH A VÝPOČET AKUMULÁTORU

Do obvodu byl navržen hydraulický akumulátor. Z druhů akumulátorů byl zvolen plynový vakový akumulátor. Je to moderní hydraulický prvek, vhodný i pro nejtěžší provoz, je velmi jednoduchý a kromě pryžového vaku nemá pohyblivé části.

Objem kapaliny potřebný k jednomu překlopení:

$$V = S \cdot z \quad (5.6)$$
$$V = 8\,796,46 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 10^{-3} = 2,64 \text{ dm}^3$$

Voleno:

$$p_2 = 16 \text{ MPa}$$

$$p_0 = 3,5 \text{ MPa}$$

$$n = 1,4 \quad (\text{pro adiabatickou změnu stavu plynu})$$

$$x = 3 \quad (\text{počet zdvihů na jedno naplnění akumulátoru})$$

$$V_a = 50 \text{ dm}^3 \quad (\text{jmenovitý objem akumulátoru})$$

Objem potřebný na 3 překlopení:

$$\Delta V = x \cdot V \quad (5.7)$$

$$\Delta V = 3 \cdot 2,64 = 7,92 \text{ dm}^3$$

Užitečný objem kapaliny lze vypočítat ze vztahu dle [15]:

$$\Delta V = V_a \cdot \left[\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{p_0}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

Z tohoto vztahu lze určit pokles tlaku p_1 v akumulátoru při odběru objemu ΔV .

Po úpravě:

$$p_1 = \left[\frac{V_a}{\Delta V + V_a \cdot \left(\frac{p_0}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}}} \right]^n \cdot p_0 \quad (5.8)$$

$$P_1 = \left[\frac{50}{7,92 + 50 \cdot \left[\frac{3,5}{16} \right]^{\frac{1}{1,4}}} \right]^{1,4} \cdot 3,5 = 9,34 \text{ MPa} \approx 9,3 \text{ MPa}$$

Aby nedocházelo k úplnému vyčerpání kapaliny z akumulátoru, je tlakové relé, které hlídá spodní hranici tlaku v obvodu, nastaveno na tlak 10 MPa. Tím dojde k zapnutí agregátu ještě před vyprázdněním akumulátoru a před dokončením překlopení klapky. Akumulátor se rychle doplní a tlaková kapalina je pro další odběr opět připravena.

Kontrola podmínek, které musí být dodrženy pro provoz akumulátoru, dle [15]:

$$\frac{P_2}{P_0} \leq 5 \quad (5.9)$$

$$\frac{16}{3,5} = 4,57 \quad - \text{vyhovuje podmínce (5.9)}$$

$$\frac{P_1}{P_0} \geq 1,3 \quad (5.10)$$

$$\frac{9,3}{3,5} = 2,66 \quad - \text{vyhovuje podmínce (5.10)}$$

Čas potřebný na doplnění akumulátoru:

$$t_{pl} = \frac{\Delta V}{Q} \quad (5.11)$$

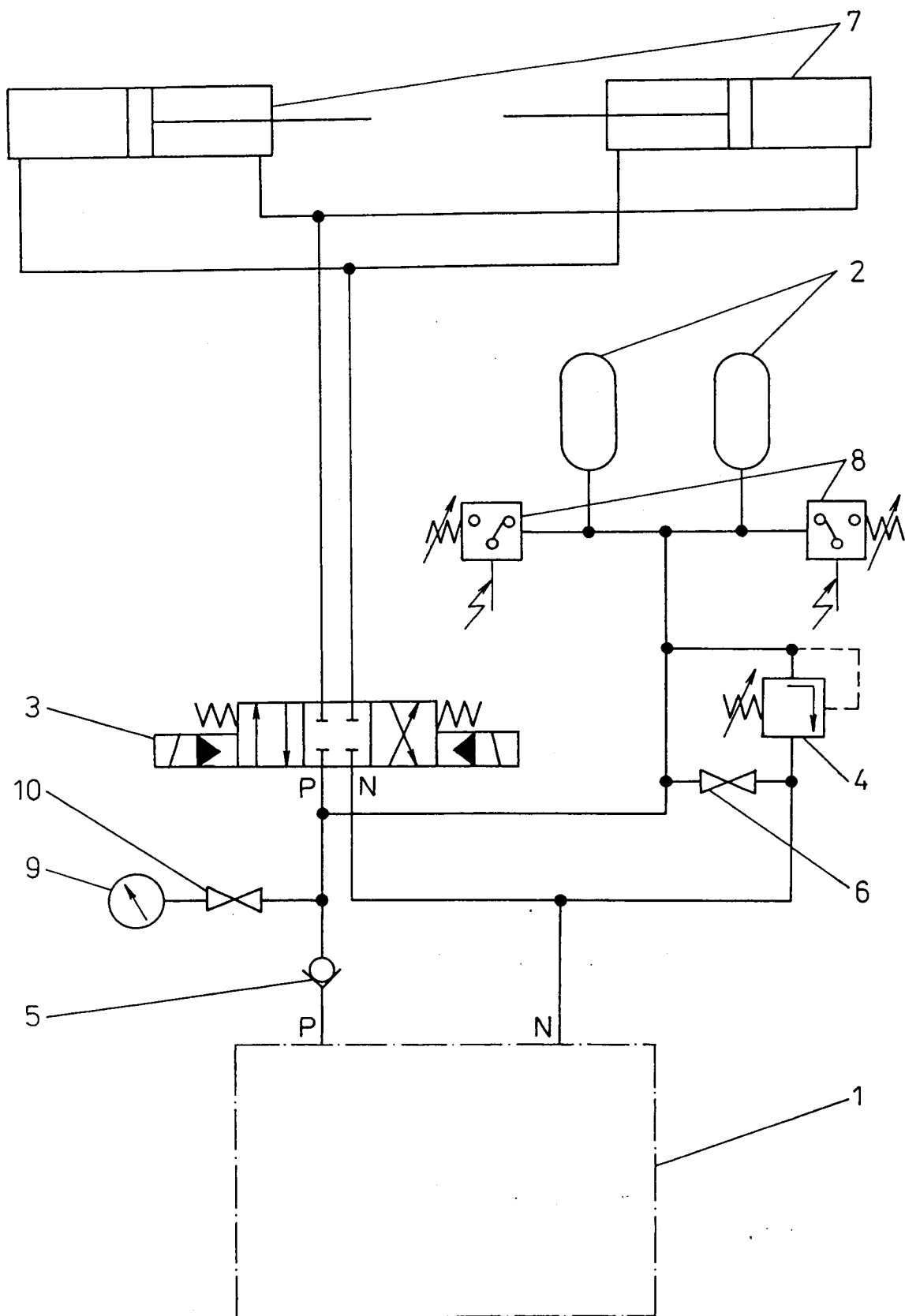
$$t_{pl} = \frac{7,92 \cdot 60}{49} = 9,70 \text{ s}$$

K tomuto času je nutno uvažovat i čas potřebný na rozběh agregátu.

Vzhledem k tomu, že TOS Rakovník vyrábí plynové vakové akumulátory pouze do jmenovitého objemu 25 dm³, je v tomto případě nutno použít dva tyto zásobníky energie.

Pozn.: I když jsou v obvodu zařazeny hydraulické akumulátory, ze kterých se odebírá potřebná energie, je nutné z hlediska objemu nádrže agregát SA3-250 zachovat.

4.5.5 HYDRAULICKÉ SCHÉMA



Označení prvků:

- 1 - hydraulický agregát ($p = 16 \text{ MPa}$)
- 2 - hydraulické akumulátory
- 3 - rozvaděč (ovládání elektrohydraulické se zpětným pohybem šoupátka s pružinou)
- 4 - přepouštěcí ventil ($p = 17 \text{ MPa}$)
- 5 - jednosměrný ventil
- 6 - uzavírací ventil
- 7 - přímočaré hydromotory
- 8 - tlaková relé ($p_2 = 16 \text{ MPa}$, $p_1 = 10 \text{ MPa}$)
- 9 - manometr
- 10 - tlakoměrný ventil

4.5.6 POPIS ČINNOSTI HYDRAULIKY

Jako zdroj tlakové energie je použit hydraulický stavebnicový agregát SA3-250 v základním provedení. Axiální pístový hydrogenerátor typu PPAR s regulací na konstantní tlak udržuje v obvodu tlak nastavený řídicím ventilem a přizpůsobuje automaticky průtok skutečné spotřebě při minimálních ztrátách energie. Tlakový ventil nastavený o 1,5 až 2 MPa nad provozní hodnotu tlaku, jistí obvod proti přetížení.

Tlakový olej z agregátu je veden přes jednosměrný ventil do dvou plynových vakových akumulátorů. Udržování tlaku v této části obvodu zajišťují dvě tlaková relé. Po natlakování akumulátorů na horní hranici tlaku vypne relé agregát. Při požadované změně polohy klapky kalhotové výsypky, dá obsluha shazovacího vozu přepnutím spínače elektrický impuls k přestavení elektrohydraulického rozvaděče a tlakový olej je přepouštěn z akumulátorů do obou přímočarých hydromotorů. Tím dojde k pracovnímu zdvihu. Při dosažení krajní polohy přesune rameno páčku koncového spínače, přestaví se rozvaděč do původní polohy a uzavře se přívod tlakového oleje do hydromotorů. Po několika překlopeních dojde k poklesu tlaku na dolní hranici, která je nastavena druhým relé. Uvede se

v činnost hydraulický agregát a dochází k doplňování akumulátorů olejem. V případě, že není potřebné další přestavení klapky, vypne se po natlakování zásobníků chod hnacího agregátu. Pokud ale následuje další odběr oleje, probíhá současně tlakování i odebírání kapaliny z akumulátorů. Za normálních provozních podmínek by však k tomuto případu nemělo dojít, protože doplňování zásobníků probíhá velice rychle.

Pro jištění sekundárního obvodu hydraulických akumulátorů je do obvodu zapojen přepouštěcí ventil. Z hlediska servisních či montážních důvodů je do zapojení zařazen uzavírací ventil, který umožní vypustit tlakový olej ze zásobníků. Při provozu je však tento ventil trvale uzavřen.

Pro nastavení tlakové hladiny je do obvodu zapojen manometr s tlakoměrným ventilem, který je po nastavení tlaků z důvodů životnosti manometru trvale uzavřen.

Volba typu oleje:

OH-HM32 PND 23-142-88

rozsah provozních teplot oleje: $-30^{\circ}\text{C} + +50^{\circ}\text{C}$

4.6 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Navržená rozdělovací stanice je jednoúčelové zařízení sloužící k rychlému rozdělení proudu těžného materiálu ve smíšených řezech. Je určena pro zařazení do systému dálkové pásové dopravy s pásovým dopravníkem o šířce 1 200 mm.

Rozdělovací stanice se skládá z těchto hlavních částí:

- kalhotové výsypky
- skluzu
- rámu
- pojízdné násypky
- hydrauliky výsypky
- mazání výsypky
- elektročásti

Kalhotová výsypka slouží k vlastnímu dělení proudu těženého materiálu do dvou směrů. Je obdobného provedení jako výsypka užívaná na kolesovém rypadle KU 300 ve spojení s kolejovou dopravou. Vlastní plášť výsypky je svařen z ocelových plechů. Dostatečné vyztužení těchto ploch zajišťují přivařené profilové tyče. Klapka, která je rovněž tvořena profily a plechy, je ve své dolní části přivařena k trubce. Tento celek je uložen po obou stranách pláště v ložiskových tělesech. Za tímto uložením jsou na drážkovém hřídeli nasazena ramena, která zajišťují spojení klapky s přímočarými hodromotory. Vzhledem k umístění a uložení hydromotorů jsou ramena z funkčních důvodů vůči sobě pootočena. Veškeré plochy kalhotové výsypky vystavené otěru jsou vyloženy otěruvzdorným materiálem (ocel 17 347.4).

Skluz, který je zařazen ve směru proudu uhlí, navádí proudící materiál z kalhotové výsypky do pojízdné násypky. Je sestaven z ocelových plechů a profilů. Ve své horní části je zavěšen na rámu na dvou čepech. V dolní části je opřen o podpěru umístěnou na pojízdné násypce. Tímto způsobem uložení je možno nastavit skluz do úhlu odpovídajícího vlastnostem přepravovaného materiálu. Podpěru je nutno po nastavení zajistit proti případnému posouvání na pojízdné násypce.

Rám tvoří konstrukci na kterou jsou připevněny kalhotová výsypka a skluz. Je z ocelových profilů a trubek. Tato soustava je uložena na ocelovou konstrukci pojízdné násypky v jejích uzlových bodech. V místech upevnění rámu je třeba provést úpravy na násypce. Je nutno vytvořit (např. vypálit plamenem) otvory v bočnicích, které jsou umístěny po obou stranách pro usměrňování materiálu dopadajícího na pásový dopravník.

Pojízdná násypka, která je nezbytným zařízením používaným v místě dopadu materiálu na pás, je typizována a její

konstrukce je natolik vyhovující, že ji lze pro tento účel použít. Není tedy potřeba vyrábět jiné nosné zařízení.

Hydraulika výsypky slouží k přestavování klapky. Hydraulický agregát a akumulátory se umístí na samostatný rám z ocelových profilových tyčí. Tuto skupinu je možno upevnit na konstrukci pojízdné násypky z boční strany. Pro případné zabránění spadu materiálu na hydraulické prvky a elektrorozvaděče je třeba tyto části zakrýt, nejlépe vyztuženými tenkými plechy. Dodávání tlakové energie ze zdroje k oběma přímočarým hydromotorům je zajištěno trubkami a hadicemi. Tento spojovací materiál je možno vést ze spodní části rozdělovací stanice po stojině rámu. Ve vrchní části je jedna tlaková větev (tj. přívod a odvod oleje) vedena přímo k prvnímu hydromotoru, druhá dále pokračuje po vodorovné části rámu na opačnou stranu, tzn. k druhému hydromotoru.

Mazání výsypky je nutno použít z důvodu nasazení zařízení do těžkého provozu (značná prašnost, velké vůle v pohyblivých částech). Mazání ložisek hydromotorů a uložení klapky je vzhledem k obtížnému přístupu nezbytné provést centrálně pomocí vhodného mazacího přístroje.

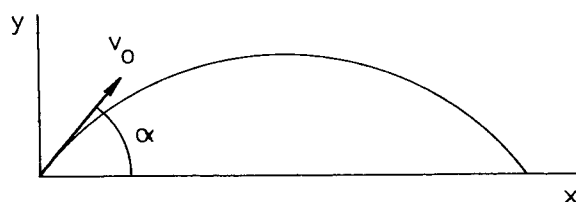
Elektročást rozdělovací stanice je napojena na původní elektrovýstroj pojízdné násypky.

Krajní polohy klapky jsou zajištěny dvěma koncovými spínači umístěnými na boku kalhotové výsypky. Ty jsou ovládány ramenem klapky.

Zařízení je za provozu ovládáno z kabiny obsluhy shazovacího vozu SV 1 200. Obsluha zařízení spočívá v přestavování klapky kalhotové výsypky a v domazávání ložisek. Dále je nutno kontrolovat stav oleje v nádrži dle olejovníčků, zanesení filtračních vložek a správný chod klapky.

4.7 UMÍSTĚNÍ KALHOTOVÉ VÝSYPKY VZHLEDEM K VÝLOŽNÍKOVÉMU ZAKLÁDACÍMU PÁSU SHAZOVACÍHO VOZU SV 1 200

Křivka letu materiálu z výložníku řešena jako šikmý vrh:



Dáno: $\alpha = 13^\circ$
 $v_0 = 4 \text{ m/s}$

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha \quad (6.1)$$

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad (6.2)$$

Dosazením do vztahů (6.1) a (6.2):

t [s]	x [m]	y [m]
0,02	0,078	0,016
0,06	0,234	0,036
0,10	0,390	0,041
0,14	0,546	0,030
0,18	0,702	0,003
0,22	0,857	-0,039
0,26	1,013	-0,098
0,30	1,169	-0,172
0,34	1,325	-0,261
0,38	1,481	-0,366
0,42	1,637	-0,487
0,46	1,793	-0,624
0,50	1,949	-0,776
0,54	2,105	-0,944
0,58	2,261	-1,128
0,62	2,416	-1,328
0,66	2,572	-1,543
0,70	2,728	-1,774
0,74	2,884	-2,020
0,78	3,040	-2,282

Křivka letu materiálu v příloze.

Při určování vzdálenosti mezi koncem výložníku a osou kalhotové výsypky byl brán v úvahu požadavek minimálního zásahu do proudu těženého materiálu. Je snahou tento materiál usměrňovat tečně. Důvodem je netříštit uhlí při průchodu rozdělovací stanicí. Skrývka nesmí dopadat na žádnou plochu kolmo, protože by jinak docházelo k jejímu nadměrnému nalepování na tyto plochy. Při vynesení souřadnic křivky letu materiálu byla navržena vzájemná vzdálenost 1 800 mm. Při této vzdálenosti (pokud je klapka v poloze 1) dopadá uhlí na skluz kalhotové výsypky, po kterém sklouzává na pásový dopravník.

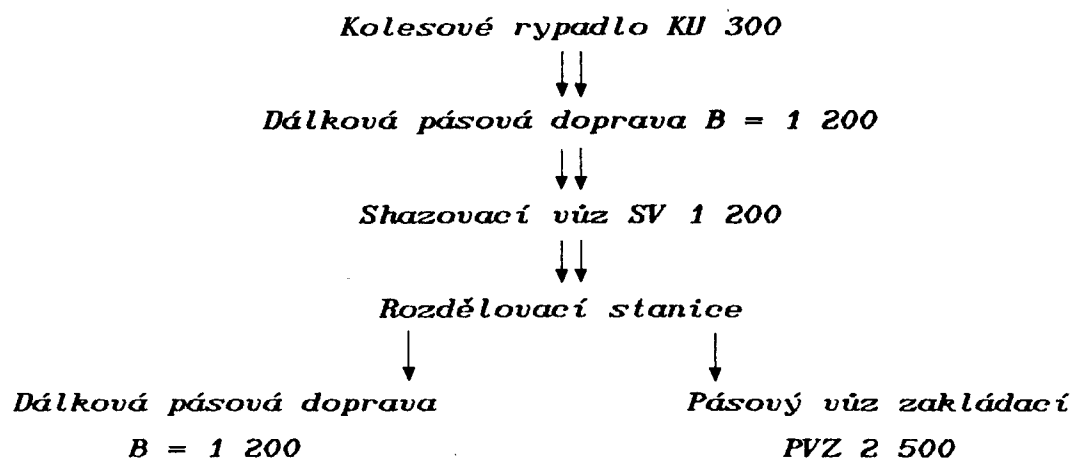
Pro případný úlet materiálu při opouštění pásu výložníku je na nosné konstrukci výložníku umístěn usměrňovací štít, který materiál tečně nasměruje do násypného otvoru kalhotové výsypky.

Je-li klapka v poloze 2, dopadá skrývka na klapku kalhotové výsypky. Odtud je usměrněna na pás pásového vozu zakládacího. Vlivem zvýšené lepivosti materiálu (především skrývky sestávající převážně z jílu), může docházet k jeho nalepování na pás výložníku. S tímto problémem je uvažováno, a proto je na výložníku pod vratným bubnem již od výrobce montován mechanický stírač s přítlakem. Takto odstraněný materiál již nemusí procházet kalhotovou výsypkou a dopadá přímo do rozšířené násypky pásového vozu zakládacího.

5 MODEL TECHNOLOGICKÉHO CELKU

Na povrchových lomech se provádí těžba technologickými celky s různými výkonnostními parametry. To znamená, že jednotlivé celky jsou sestaveny tak, aby výkonnosti rypadla odpovídaly všechny navazující dopravníky a zařízení. V tomto případě je rozdělovací stanice navržena do technologického celku s označením TC 1.

Schéma technologického celku TC 1 se zařazenou rozdělovací stanicí:



5.1 NÁKLADY NA ZHOTOVENÍ ROZDĚLOVACÍ STANICE

Ceny dle Krušnohorských strojíren Komořany, vynakládané na výrobu následujících komponentů v cenových relacích měsíce ledna 1992:

- ocelové konstrukce:..... 20 až 160 Kčs/kg
- hydraulické obvody:..... 60 až 640 Kčs/kg

Po předběžné konzultaci s kompetentním pracovníkem byly doporučeny následující cenové relace:

- ocelové konstrukce:
 - svařované profily apod..... 100 Kčs/kg
 - jednoduché části (kryty apod.)..... 80 Kčs/kg
- hydraulický obvod:..... 350 Kčs/kg

Určení hmotností jednotlivých sestavných částí:

1) Kalhotová výsypka

- plášť výsypky, klapka, sestavení páky, držáky, ložiska, pouzdra, příruby, zářky, šrouby, podložky..... $m_1 = 1\,420\text{ kg}$

2) Skluz

- plechy, profilové tyče..... $m_2 = 700\text{ kg}$

3) Rám a táhla

- profilové tyče, úchyty, čepy, závlačky, konzoly, překlad, šrouby, matice, podložky..... $m_3 = 884\text{ kg}$

4) Ostatní konstrukční prvky

- střecha elektrorozvaděčů, střecha akumulátorů, střecha agregátu, rám akumulátorů, rám agregátu..... $m_4 = 500\text{ kg}$

5) Hydraulika

- agregát, akumulátory, hydromotory, hadice, trubky, spoje potrubí, rozvaděč, ventily, tlaková relé, příchytky, olej... $m_5 = 1\,500\text{ kg}$

6) Mazání

- mazací přístroj, hadice, příchytky, spoje potrubí, trubky, šrouby, matice, podložky..... $m_6 = 70\text{ kg}$

Části 1,2,3 zařazeny do vyšší cenové kategorie. Část 4 zařazena do nižší cenové kategorie.

Předběžné určení nákladů:

- dílčí:

$$N_1 = (m_1 + m_2 + m_3) \cdot 100$$

$$N_1 = (1\,420 + 700 + 884) \cdot 100 = 300\,400\text{ Kčs}$$

$$N_2 = m_4 \cdot 80$$

$$N_2 = 500 \cdot 80 = 40\,000 \text{ Kčs}$$

$$N_3 = (m_5 + m_6) \cdot 350$$

$$N_3 = (1\,500 + 70) \cdot 350 = 549\,500 \text{ Kčs}$$

- celkové:

$$N_c = N_1 + N_2 + N_3$$

$$N_c = 300\,400 + 40\,000 + 549\,500 = \underline{\underline{889\,900 \text{ Kčs}}}$$

5.2 EKONOMICKÝ VÝPOČET

Kolesové rypadlo je výkonný a drahý velkostroj. Výpadek jeho těžby provoz velmi pociťuje. Z toho plyne, že je třeba prostojům velkostroje kvůli poruchám předcházet. Znamená to přesně dodržovat pokyny výrobce o lhůtách mazání, prohlídek a plánovaných preventivních oprav. Všechny opravy se uskutečňují na místě, kde stroj pracuje.

Vzhledem k tomu, že rypadlo pracuje v těžkých podmínkách, není možno ani přes prováděnou preventivní údržbu zajistit nepřetržitý chod stroje. V průběhu směny dochází k nevyhnutelným přerušením práce, ať už z důvodů poruch na vlastním rypadle nebo ostatních členů technologického celku, což také způsobuje nutnost přerušení dobývání. I v průběhu vlastní práce vykonává rypadlo nepracovní činnosti (pojezd rypadla, nastavení kolesového výložníku).

Uvádí se, že technologický celek pracuje jednu třetinu čistého času z jedné směny. To při třísměnném provozu znamená jednu směnu nepřetržité těžby materiálu a dvě směny prostojů.

Teoretická výkonnost kolesového rypadla KU 300 (dle údajů výrobce) $Q_t = 1\,500 \text{ m}^3 \text{ s.z./h}$

Pozn.:

- sypaná hmotnost hnědého uhlí $e_r = 0,8 + 1,4 \text{ t/m}^3 \text{ r.z.}$

dle údajů VÚHU v Mostě je v SHR sypná hmotnost

$$\rho_r = 1,1 \div 1,2 \text{ t/m}^3 \text{ r.z.}$$

- jednotka t/m^3 r.z. (roslé zeminy) udává sypnou hmotnost hnědého uhlí ve sloji (tj. před odebráním korečkem)
 - jednotka t/m^3 s.z. (sypané zeminy) udává sypnou hmotnost hnědého uhlí na pásovém dopravníku
- pro určení této hodnoty platí vztah:

$$\rho = \frac{\rho_r}{k}$$

kde k je součinitel nakypření a je dán hodnotou

$$k = 1,3$$

Výpočet sypné hmotnosti hnědého uhlí:

$$\rho = \frac{1,1}{1,3} = 0,85 \text{ t/m}^3 \text{ s.z.}$$

Otočení výložníku shazovacího vozu SV 1 200 o 90° (dle údajů výrobce): $t_v = 58 \text{ s}$

Ztráty při stávajícím způsobu rozdělování vlivem přerušení těžby na provedení přestavného úkonu:

$$Q_z = \frac{Q_t}{3600} \cdot t_v$$

$$Q_z = \frac{1500}{3600} \cdot 58 = 24,17 \text{ m}^3 \text{ s.z./58 s}$$

Celý technologický celek i při přestavném manévru nadále běží. Z toho plyne:

čistý čas dobývání klesá, zároveň se tím snižuje i celková výkonnost (produktivita práce) technologického celku, což znamená, že při uvažování stejných vstupů se zvyšuje cena na vytěžení 1 t uhlí.

Dle údajů Doly a úpravny Komořany jsou průměrné náklady na vytěžení 1 t uhlí (v průměrných cenových relacích r. 1991):

plán	154,42 Kčs/t
skutečnost	154,22 Kčs/t

pro výpočet uvažováno s hodnotou:..... $N_{u1} = 154,22 \text{ Kčs/t}$

Výkonnost rypadla při dobývání v třísměnném provozu:

$$Q_1 = Q_t \cdot t = 1\,500 \cdot \frac{24}{3} = 12\,000 \text{ m}^3 \text{ s.z./24 h}$$

Náklady na vytěžení množství Q_1 za předpokladu těžení uhlí celý den bez přerušení dobývání:

$$N_1 = e \cdot Q_1 \cdot N_{u1}$$

$$N_1 = 0,85 \cdot 12\,000 \cdot 154,22 = 1\,573\,044,00 \text{ Kčs/24 h}$$

Při těžení smíšených vrstev selektivní těžbou je třeba snížit celkový čistý čas o manipulační čas:

předpoklad:

počet změn *skrývka - uhlí* (dle sloupcového grafu, kap. 2):

$x = 3$ krát za 15 min (extrémní případ)

Počet změn za 1 den:

$$x_1 = t \cdot 60 \cdot \frac{1}{t_1} \cdot x = 8 \cdot 60 \cdot \frac{1}{15} \cdot 3 = 96$$

z praktického hlediska extrémní případ, pro další výpočet uvažováno:

$$x_2 = \frac{x_1}{2} = \frac{96}{2} = 48 \div 50$$

Čistý čas těžení snížený o přestavné úkony:

$$t_2 = t - x_2 \cdot \frac{t_v}{3\,600} = 8 - 50 \cdot \frac{58}{3\,600} = 7,19 \text{ h}$$

Výkonnost při čase t_2 :

$$Q_2 = Q_t \cdot t_2 = 1\,500 \cdot 7,19 = 10\,785,00 \text{ m}^3 \text{ s.z./24 h}$$

Snížení výkonnosti za 24 h:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12\,000,00 - 10\,785,00 = 1\,215,00 \text{ m}^3 \text{ s.z./24 h}$$

Za předpokladu stejných vstupů se tedy zvýší náklady na vytěžení 1 t uhlí:

$$N_1 = N_2$$

$$N_2 = e \cdot Q_2 \cdot N_{u2}$$

z tohoto vztahu pro určení N_{u2} platí:

$$N_{u2} = \frac{N_2}{e \cdot Q} = \frac{1\,573\,044,00}{0,85 \cdot 10\,785,00} = 171,59 \text{ Kčs/kg}$$

Náklady vynaložené na otočení výložníku shazovacího vozu směrem na pásový dopravník a zpět na PVZ 2 500:

$$N_3 = 2 \cdot (e_2 \cdot Q_z \cdot N_{u2})$$

$$N_3 = 2 \cdot (0,85 \cdot 24,17 \cdot 171,59) = 7\,050,46 \text{ Kčs/2 otočení}$$

Při zařazení rozdělovací stanice by se i při těžení smíšených vrstev zachoval čistý čas dobývání 8 hodin. Z toho plyne, že by se nezvyšovaly náklady na vytěžení t uhlí. Náklady N_3 vynaložené na otáčení výložníku by se ušetřily. Navíc by se zhodnotily malé objemy uhlí mezi skrývkou, které se při stávajícím způsobu dělení proudu nevyplatí nasměrovat k dalšímu zpracování.

Výpočet má pouze informativní charakter, protože byla zavedena řada zjednodušujících předpokladů a nezacházelo se až do patřičné hloubky, což by bylo při přesném ekonomickém výpočtu nezbytné.

Bylo bráno v úvahu pouze hledisko snížení manipulačních ztrát vlivem vyloučení manipulace výložníku shazovacího vozu a kolesového rypadla.

Dalším hlediskem je například kvalita uhlí. Mezi nej-
kvalitnějšími a méně hodnotnými druhy existují až čtyřnásob-
né rozdíly výhřevností a šestnásobné rozdíly v obsahu pope-
lovin.

Seřízení hydraulického obvodu

Po instalování všech montážních skupin a prvků na pojízdnou násypku, je potřeba seřídít hydraulický obvod. Seřízení před uvedením zařízení do provozu provádí specialista a sestává z těchto operací (odkazy pozic viz kapitola 4.5.5 hydraulické schéma):

a) před zapnutím agregátu:

- povolit přepouštěcí ventil na agregátu
- na druhém tlakovém relé (poz. 8) nastavit maximální tlak na 20 MPa
- na prvním tlakovém relé (poz. 8) nastavit minimální tlak na 12 MPa
- přepouštěcí ventil (poz. 4) utáhnout na maximální tlak

b) po zapnutí agregátu:

- nastavit přepouštěcí ventil na agregátu na 16 MPa
- nastavit přepouštěcí ventil (poz. 4) na 17 MPa
- povolit uzavírací ventil (poz. 6) a nastavit spodní hladinu tlaku $p_{\min}$ na prvním tlakovém relé na 10 MPa (dle manometru, poz. 9)
- při zapojení agregátu prvním tlakovým relé ($p_{\min}$) uzavřít ventil (poz. 6)
- nastavit druhé tlakové relé tak, aby agregát vypnul při $p_{\max} = 16$ MPa
- opětovným povolením a utažením uzavíracího ventilu (poz. 6) přezkoušet nastavení tlakových relé
- uzavřít tlakoměrný ventil (poz. 10)

Při provádění těchto úkonů je nutné kontrolovat těsnost všech hydraulických spojení a případné netěsnosti ihned opravit. Po odvzdušnění a seřízení systému je zařízení připraveno k provozu.

Ověřovací zkoušky

Navržená rozdělovací stanice tvoří pouze poměrnou část v technologickém celku. V takovém případě se na povrchových

lomech neprovádí žádné ověřovací zkoušky s omezeným výkonem a následujícím postupným přechodem na normální provozní stav. Znamená to tedy, že rozdělovací zařízení je po instalaci a seřízení uvedeno do normálních provozních podmínek. Aby rozdělovací stanice pracovala bez problémů, je třeba již při výrobě jednotlivých komponentů klást důraz na dokonalé provedení všech montážních prací, zvláště pak svarových spojů a již uvedené těsnosti hydraulického systému.

Situace v místě těžení se mění v krátkých intervalech, čímž vznikají na navazujících pásových dopravnících úseky s uhelným či skryvkovým obsahem. Aby bylo možno tyto úseky navzájem oddělit, je třeba umístit na dopravní trase rozdělovací zařízení. Při použití řešené rozdělovací stanice s okamžitou změnou směru proudu těžného materiálu dochází k nasměrování uhlí nebo skryvky v krátkém časovém intervalu, tj. téměř okamžitě.

Výhody navržené rozdělovací stanice:

- tímto zařízením je možno s maximálním efektem oddělit druhy těžného materiálu, čímž se zvýší výtěžnost zbytkového uhelného produktu v důsledku zmenšení ztrát uhlí ve skryvce
- zvýší se časové a výkonové využití technologického celku z důvodu zkrácení manipulačních časů
- ke změně směru proudu materiálu dochází překlopením klapky v kalhotové výsypce; klapka je poháněna hydraulickým mechanismem, který zaručuje vyvození dostatečné síly i rychlosti
- proces překlápění klapky by bylo možno za pomoci vhodných prvků automatizovat
- ulehčení práce pracovníkovi shazovacího vozu (nemusí provádět složité přestavování výložníku)
- navržené uspořádání rozdělovacího uzlu je jednoduché a v největší míře využívá stávajících prvků současného řešení.

Nevýhody zařízení:

- hydraulický pohon je zdrojem nečistot; případný únik oleje je nutno zachycovat vanou s odpouštěním
- zdrojem nečistot je i prašnost materiálu při průchodu rozdělovací stanicí, která je však omezena tvarováním jednotlivých částí a optimalizací skluzu.

Vypracovaná diplomová práce je ve stavu návrhu. Po detailním rozpracování a dokončení je možno tento návrh realizovat v praxi.

Seznam použité literatury

- [1] FIALA, J.- SVOBODA, P.- ŠIMONOVSKÝ, M.: Strojnické tabulky 2 - základní strojní prvky a součásti. Praha, SNTL 1988.
- [2] HAVRÁNEK, J.- HOTOVÝ, A.- VRANKA, J.: Stroje a zařízení pro povrchové dobývání uhlí. Praha, SNTL 1967.
- [3] KLEPŠ, Z.- NOŽIČKA, J., a kol.: Technické tabulky. Praha, SNTL 1986.
- [4] PIVOŇKA, J., a kol.: Tekutinové mechanismy. Praha, SNTL 1983.
- [5] VÁVRA, P., a kol.: Strojnické tabulky pro SPŠ strojnické. Praha, SNTL 1983.
- [6] CHYTKA, L.: Závěrečná výzkumná zpráva dílčího úkolu 06A státního úkolu P 01-125-809. /Výzkumná zpráva/. Most, VÚHU 1988.
- [7] časopis: Hnědé uhlí, Technicko-ekonomický zpravodaj SHD. roč. 1987, 1988, 1989.
- [8] Přihlášky vynálezů k autorskému osvědčení z oboru rozdělovacích stanic:
AO 195 908
AO 197 515
AO 205 429

Výrobní dokumentace:

- [9] TRANSPORTA, Chrudim: Pojízdna násypka B = 1 200.
č.v. 0-112.915.039, 1977.

[10] TRANSPORTA, Chrudim: PVZ 2 500.

č.v. 2D-78.805, 1973.

[11] TRANSPORTA, Chrudim: Výložníková část SV 1 200.

č.v. 0-312.815.077, 1979.

[12] UNIČOVSKÉ STROJÍRNY, Uničov: Kalhotová výsypka rypadla

KU 300. č.v. 0-Rk-02358, 1969.

Firemní literatura:

[13] FERONA, Praha (ČSFR): Seznam skladového sortimentu.1985.

3 sv.

[14] GUMOKOV, Hradec Králové (ČSFR): Katalog pryžových

pružin. 1982.

[15] TOS, Rakovník (ČSFR): Stavebnicové agregáty SA3-40,

SA3-63. 1982.

[16] TOS, Rakovník (ČSFR): Stavebnicové agregáty SA3-100,

SA3-250. 1983.

[17] ZTS, Bratislava (ČSFR): Katalog přímočarých hydromotorů

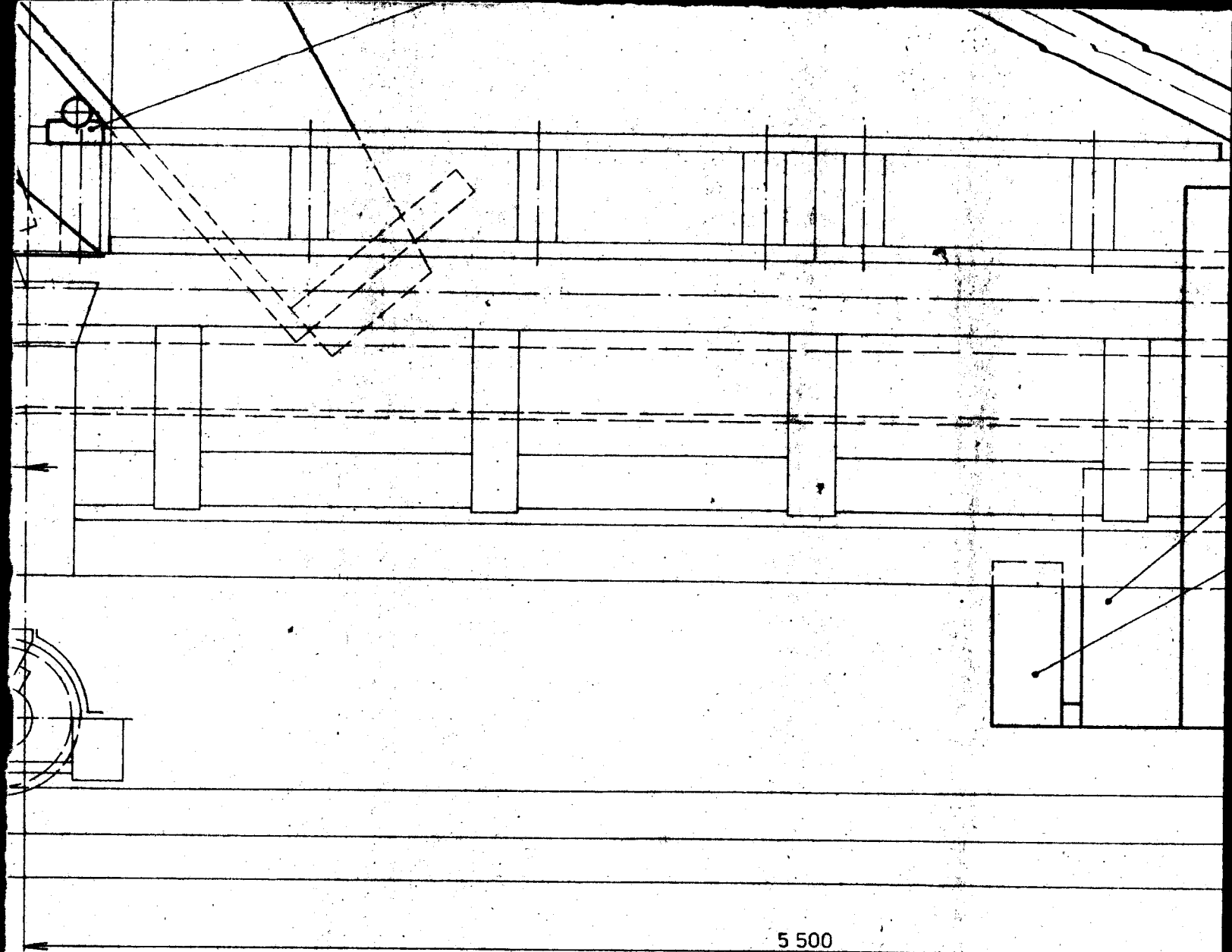
řady HV. 1988.

[18] Závody silnoproudé elektrotechniky: Katalogové listy.

Norma:

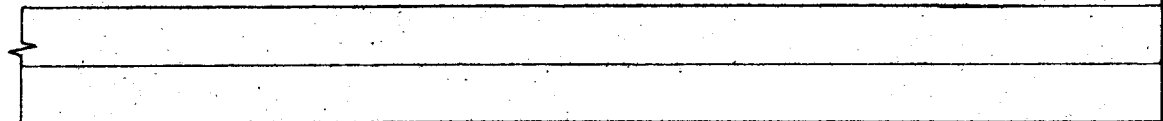
[19] ČSN 26 3108

KSD - 259 - 1



5 500

6 000



5 701

5 500

≈ 1 585

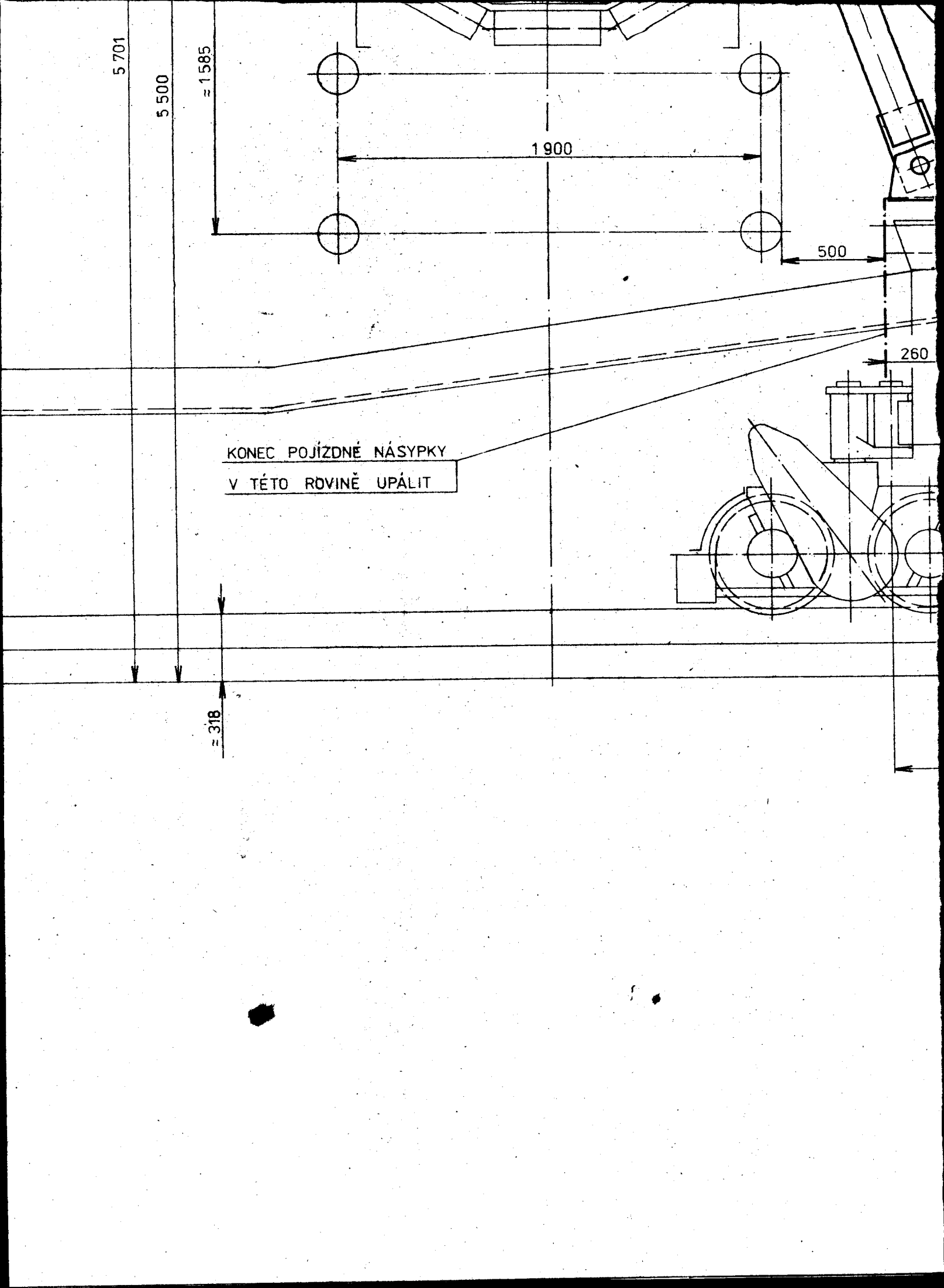
1 900

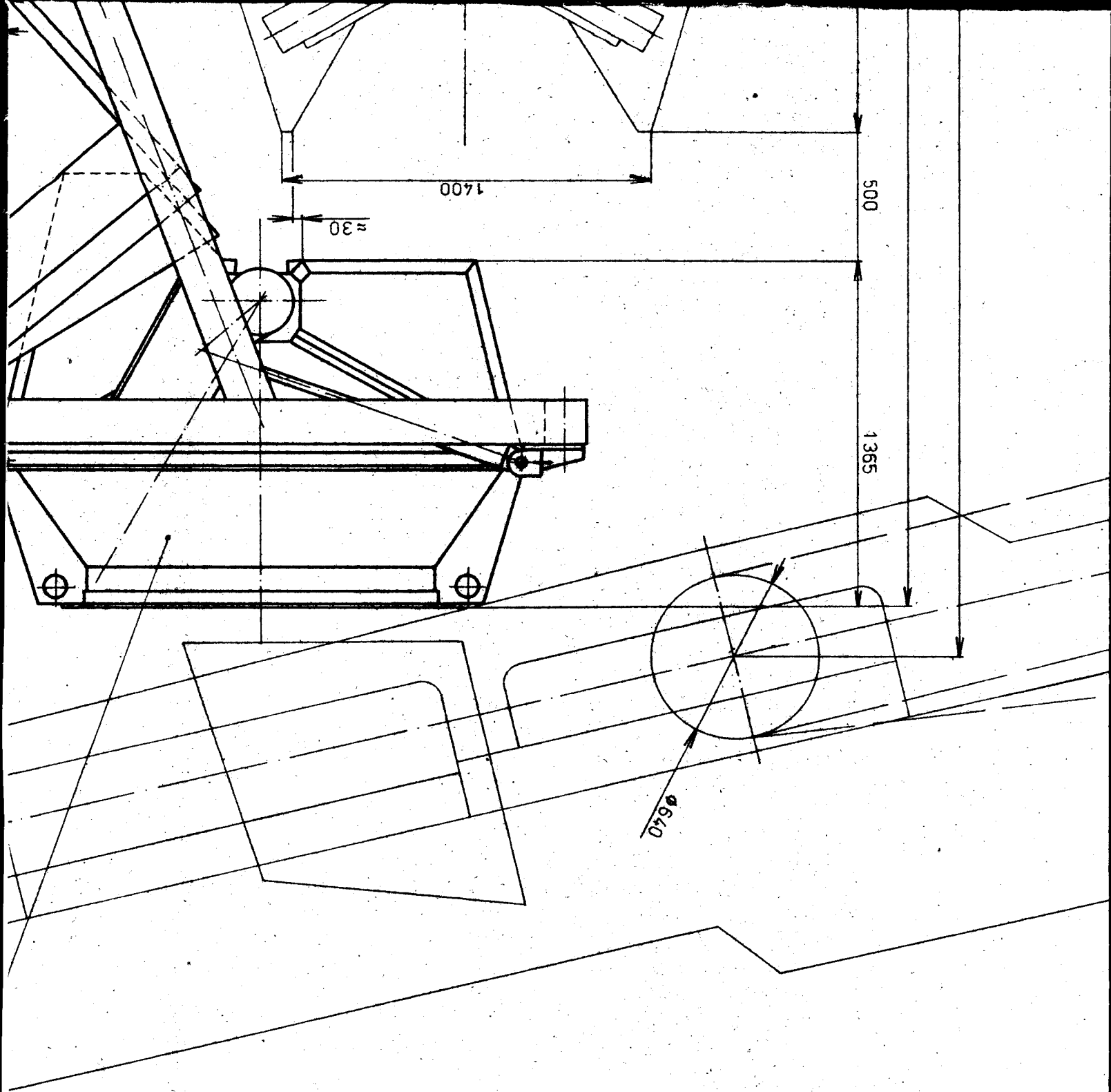
500

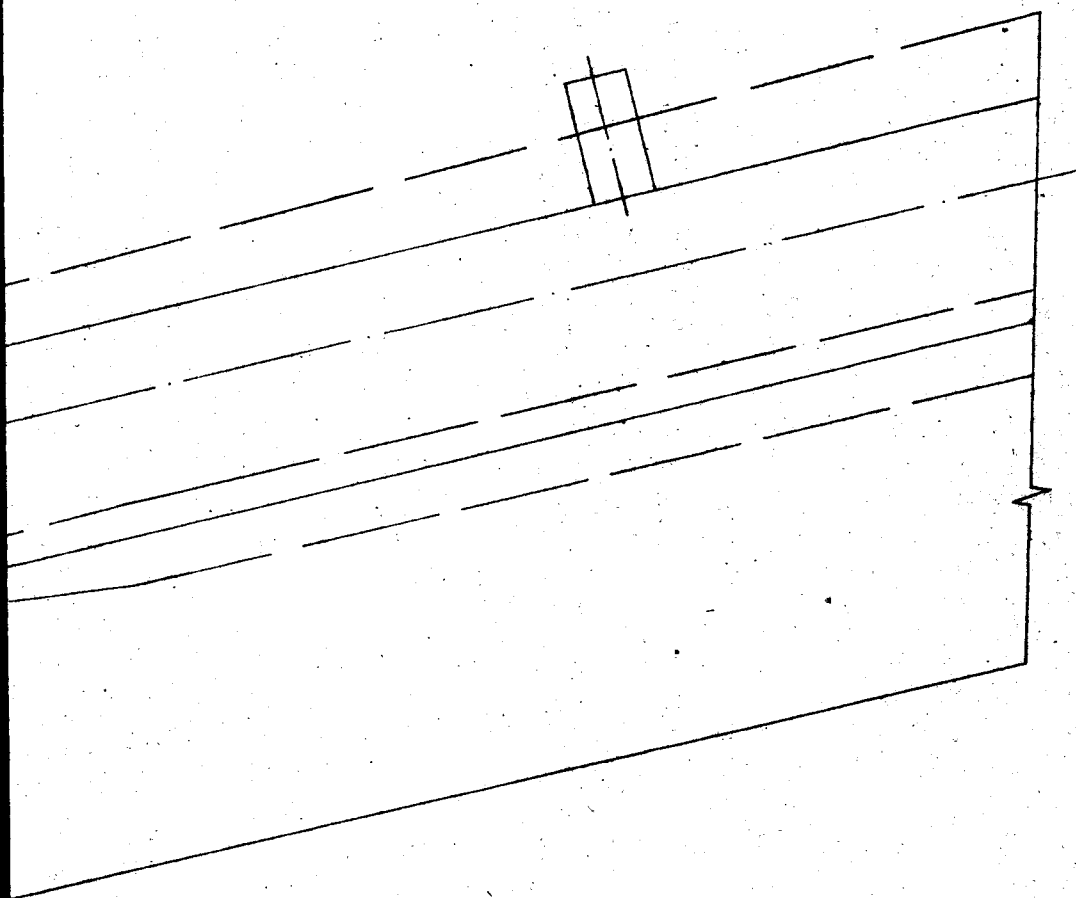
260

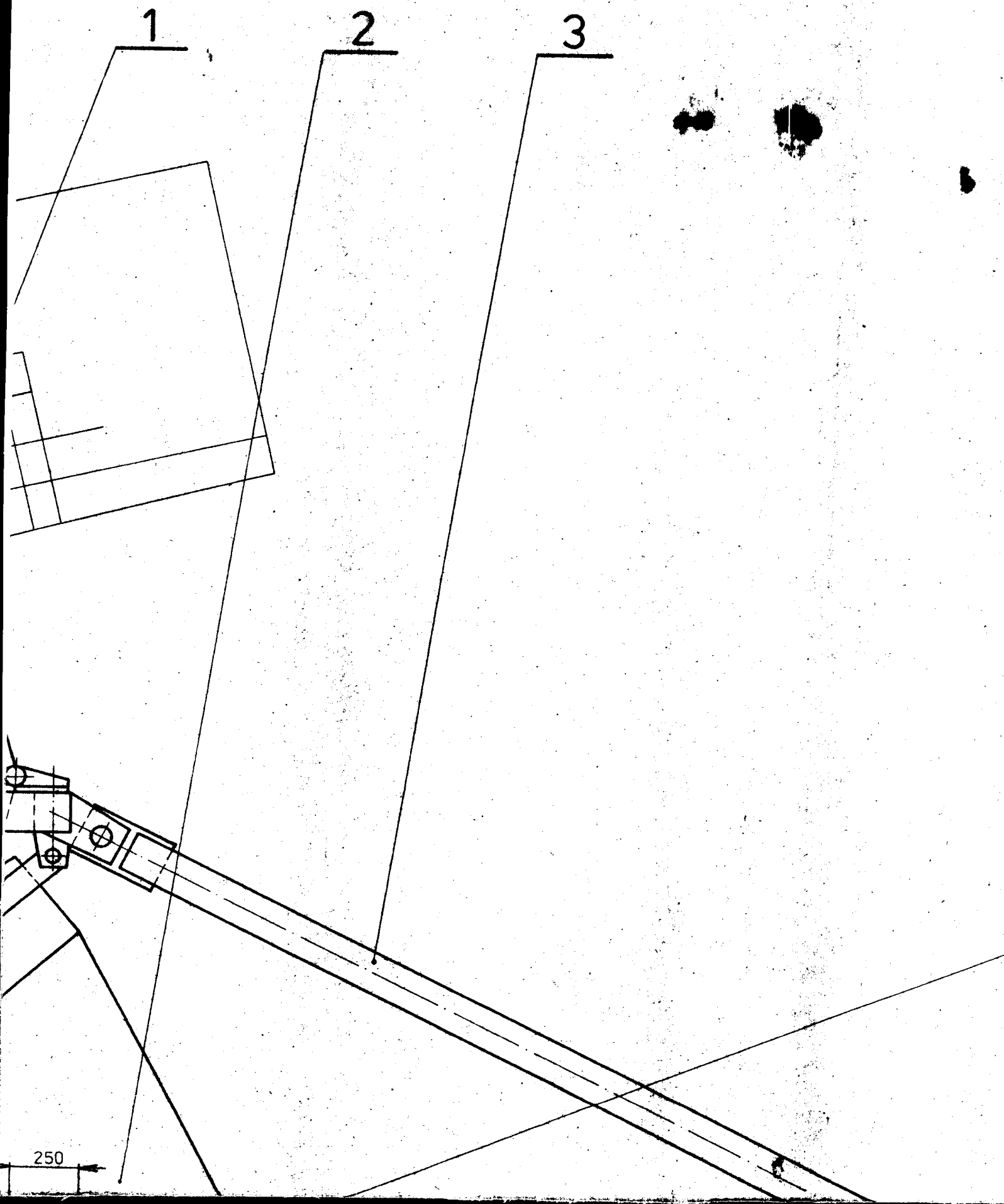
KONEC POJÍZDNÉ NÁSYPKY
V TÉTO ROVINĚ UPÁLIT

≈ 318









8

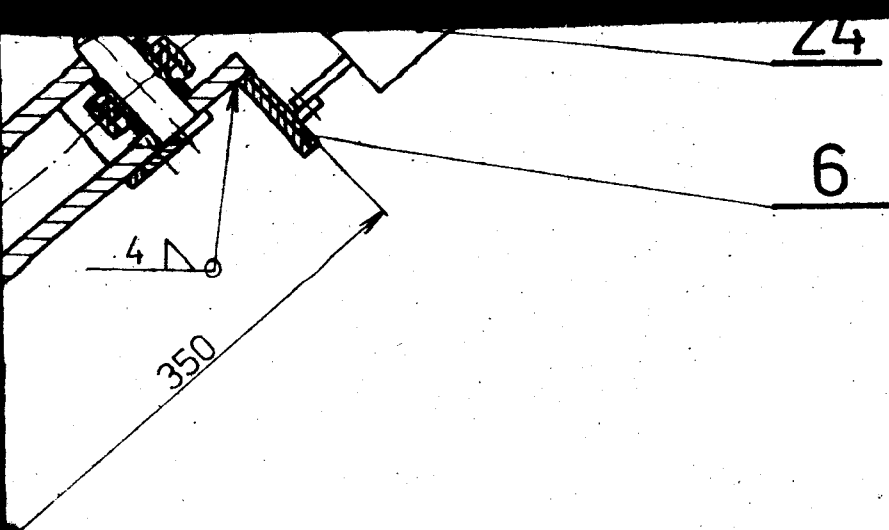
4

6

9

5

7



ŽÁČEK R.

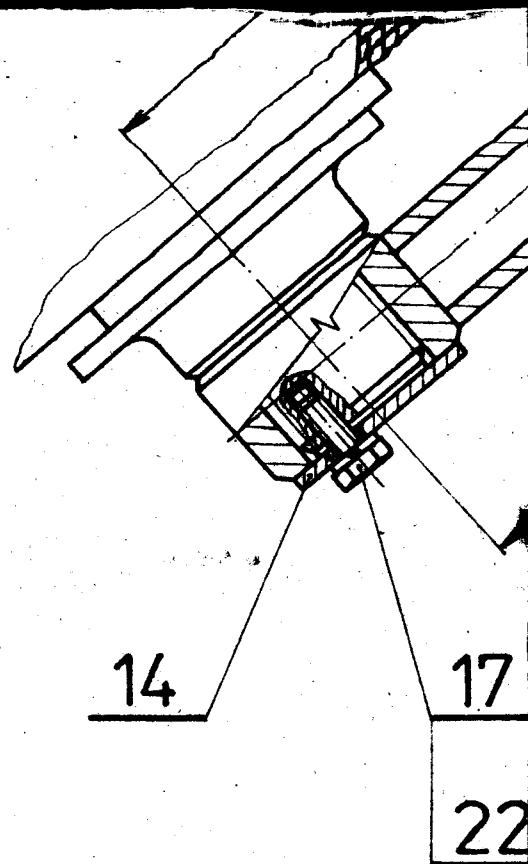
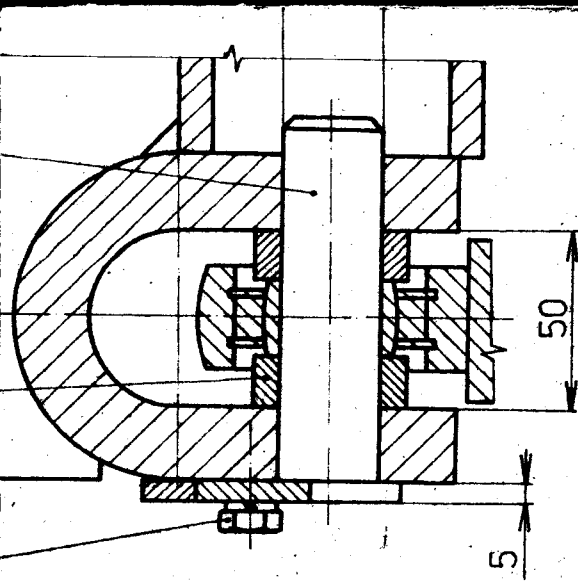
KALHOTOVÁ VÝSYPKA

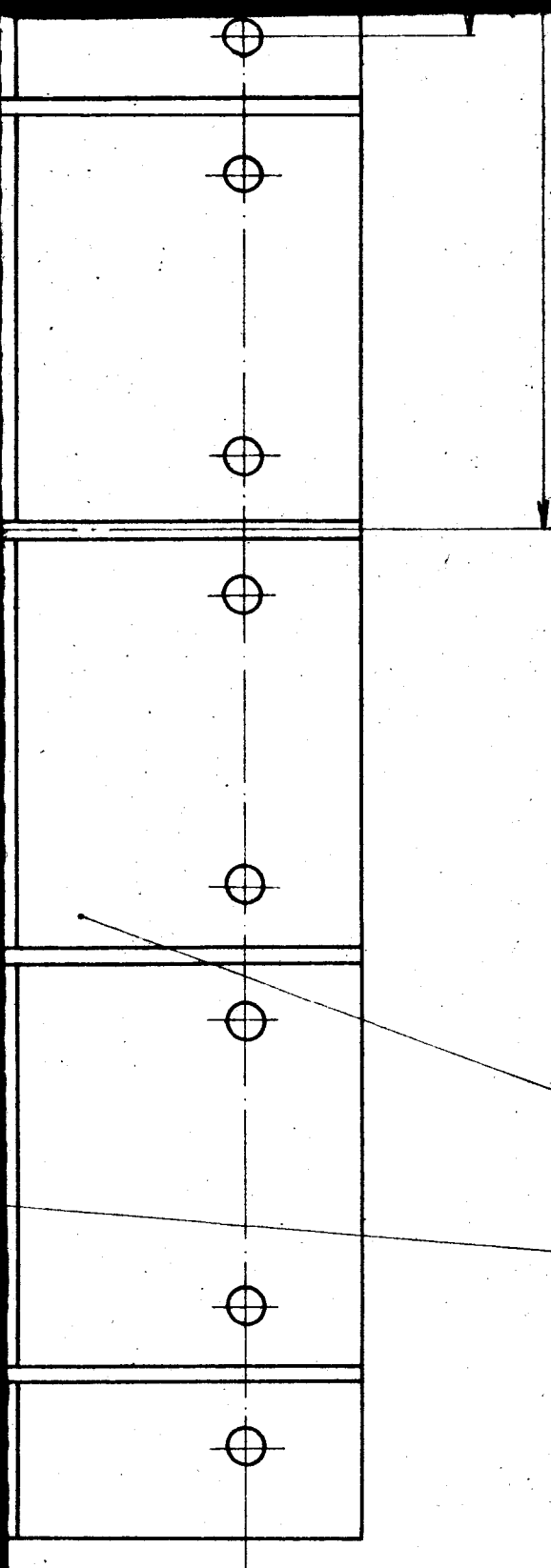
1420

1:5 1:2

KSD - 259 - 101

KSD - 259 - 1.01





8

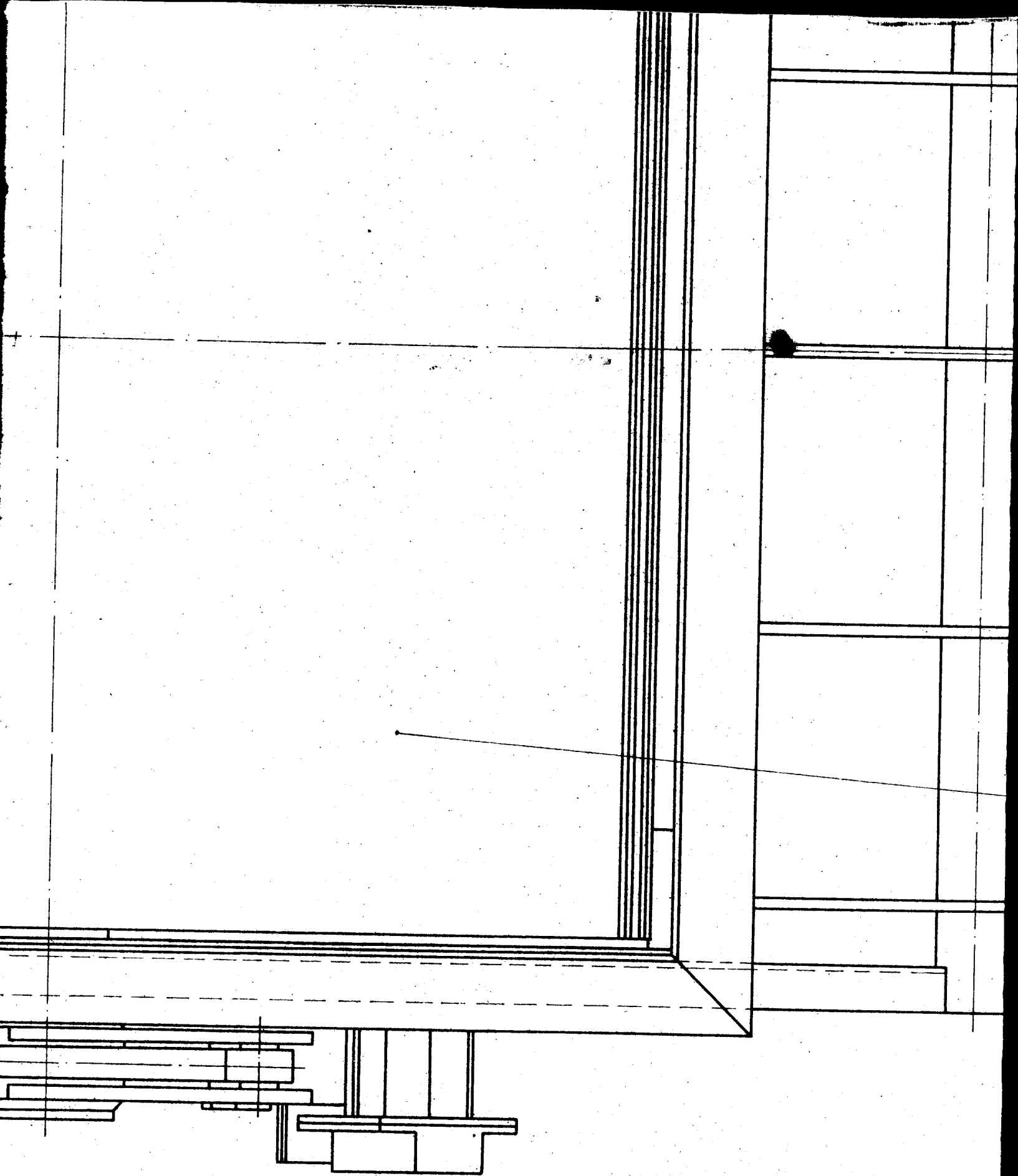
10

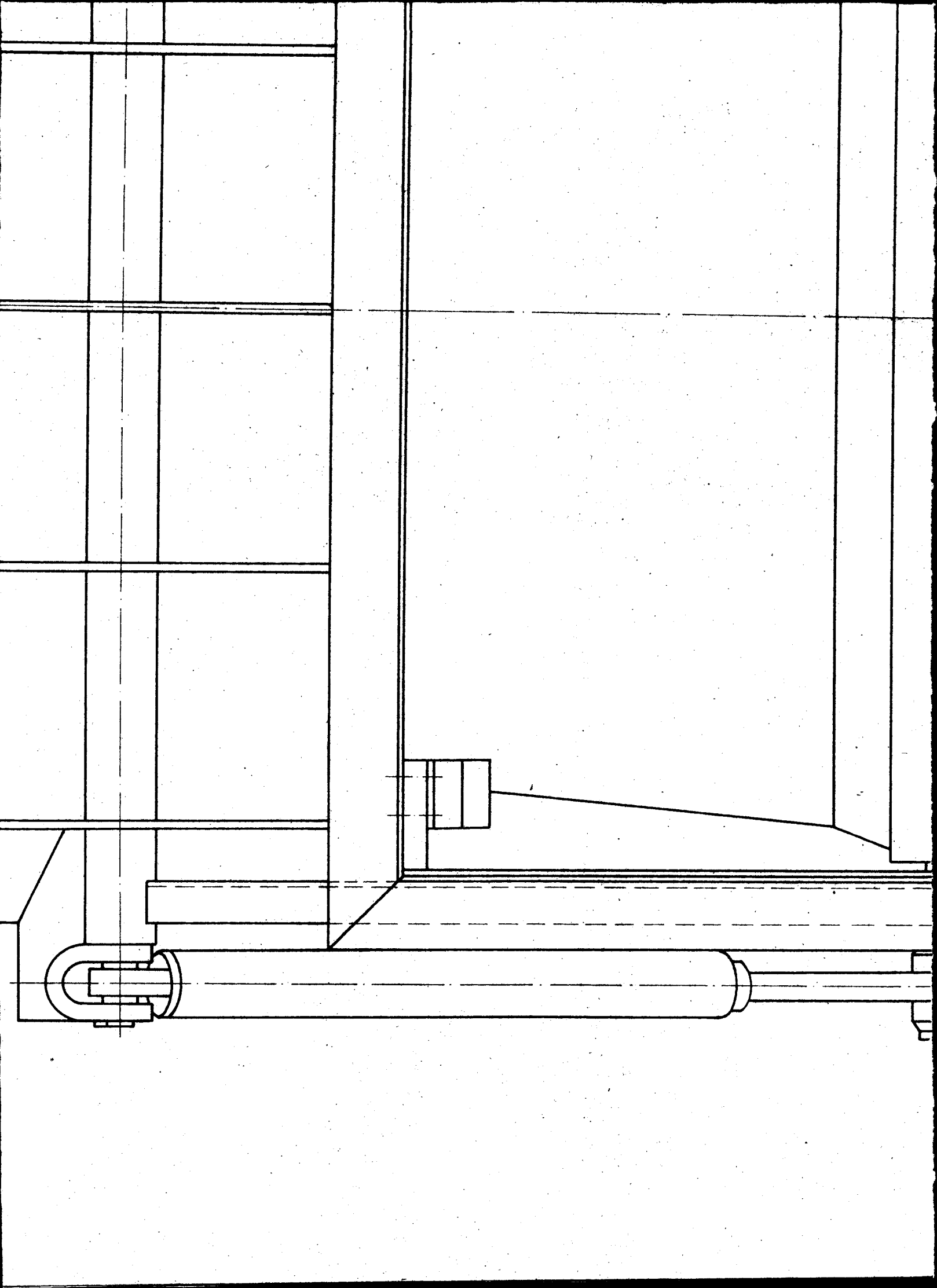
16

20

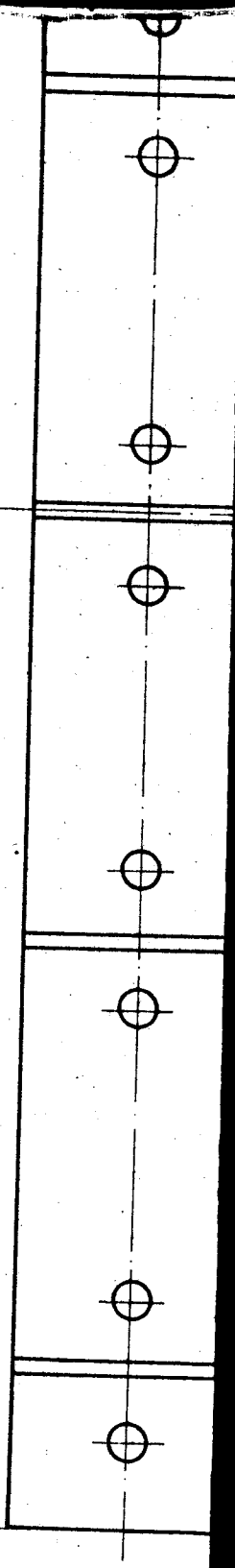
1

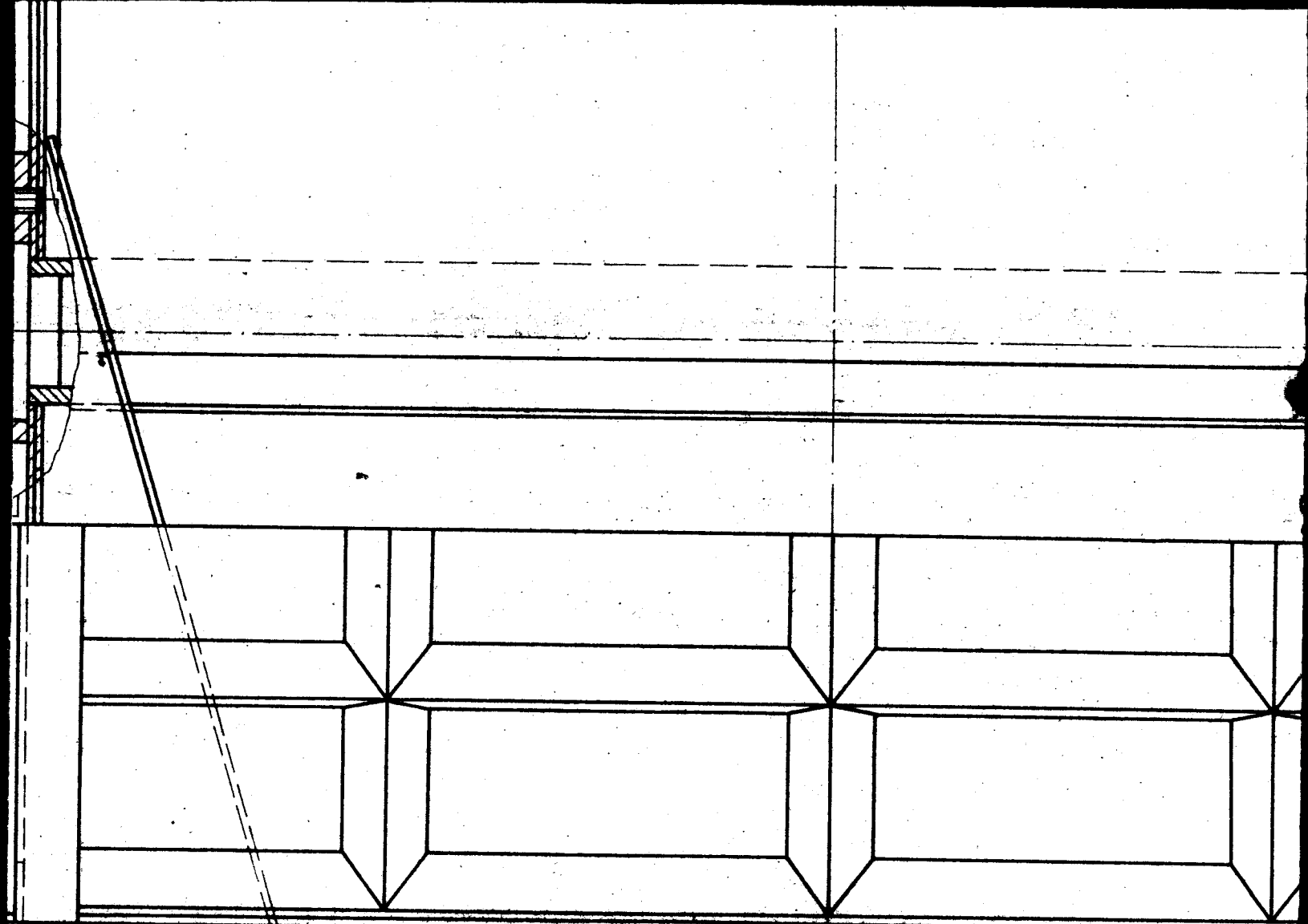
2





1430

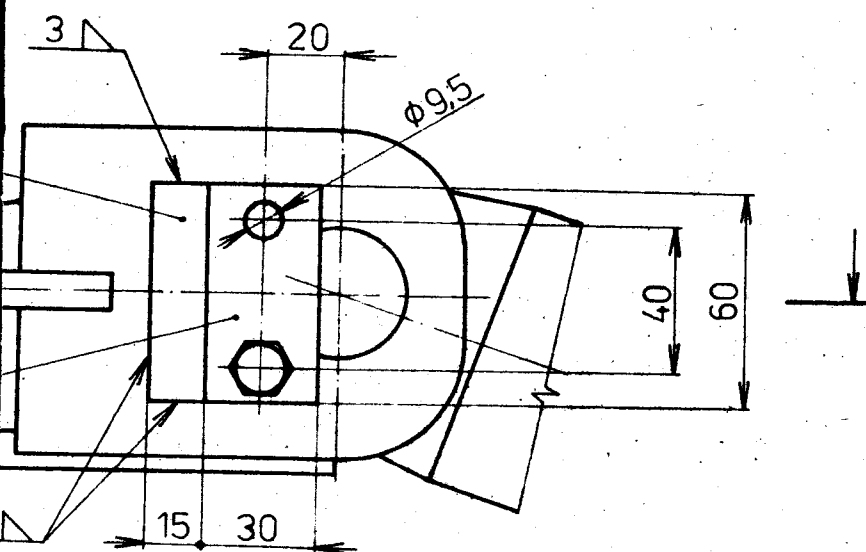


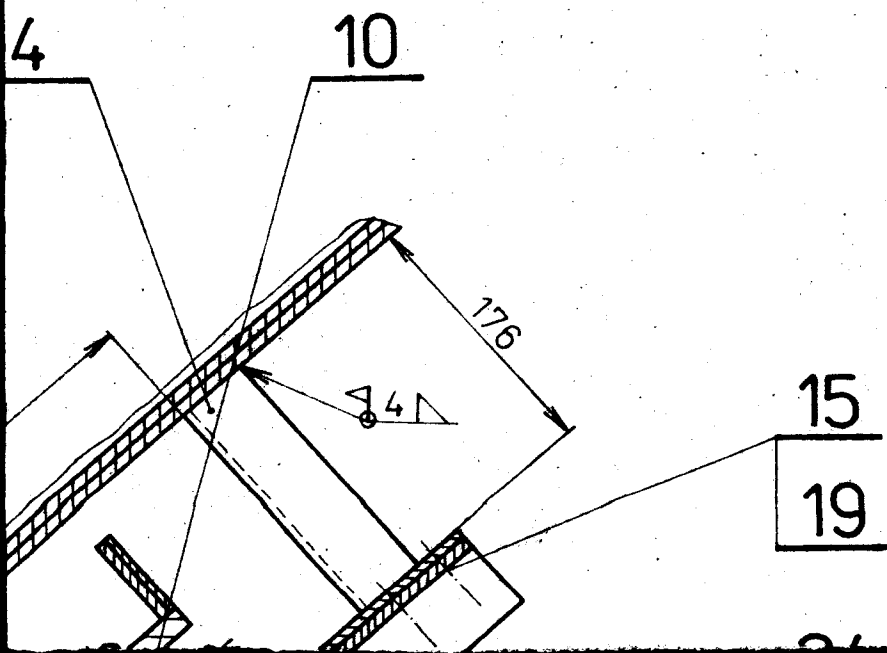
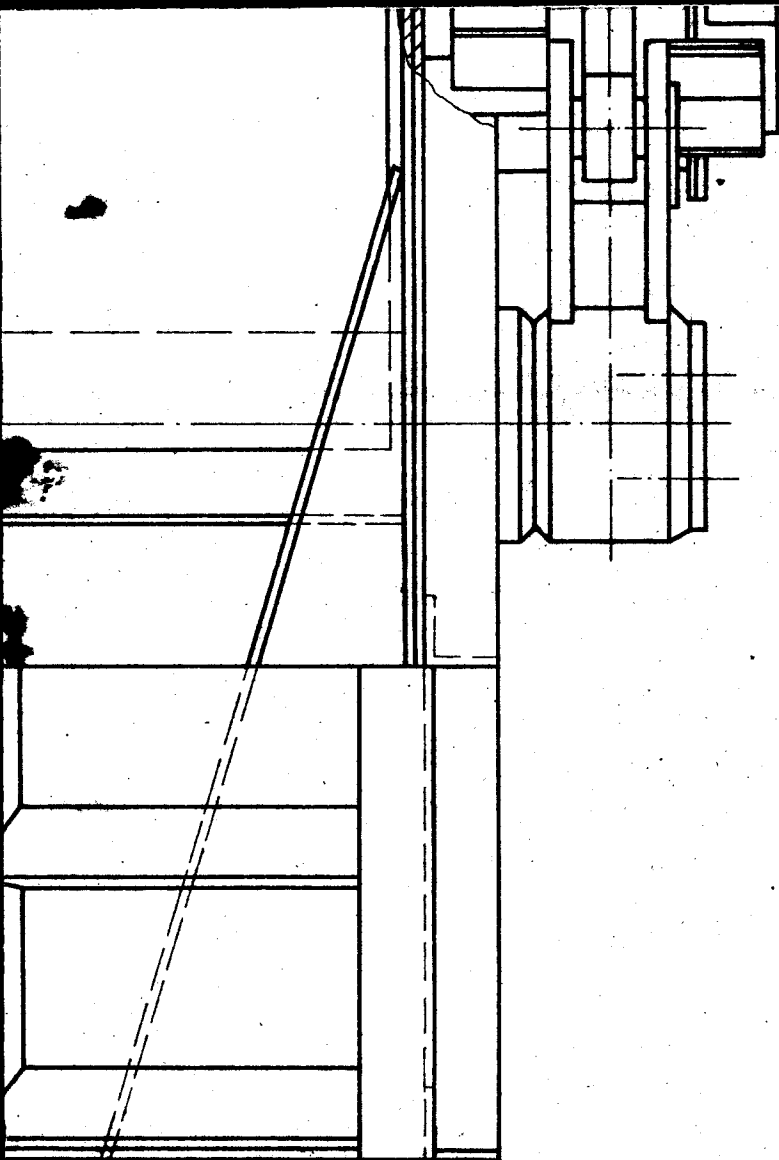


A

M 1:2

B - B





22

9

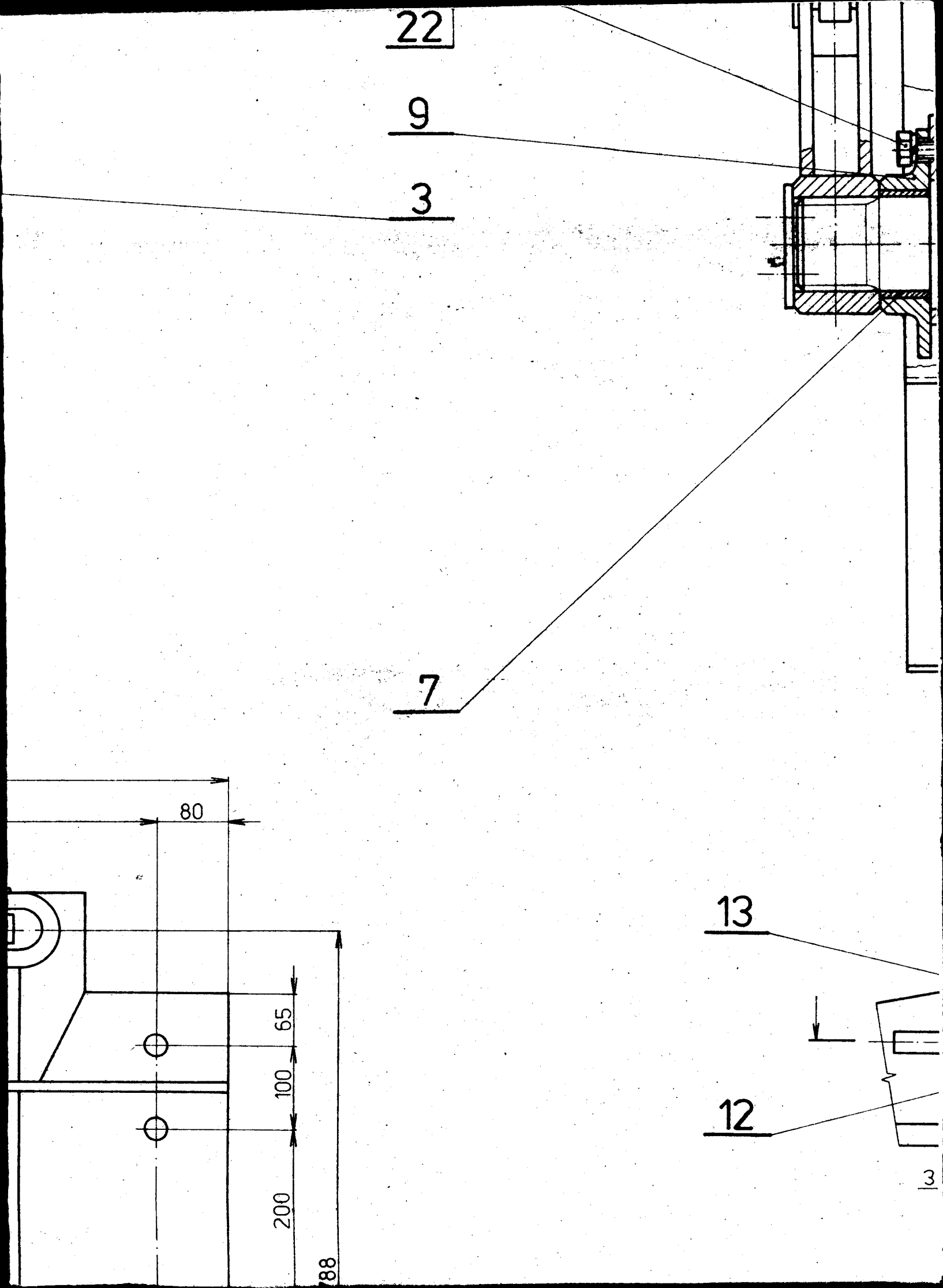
3

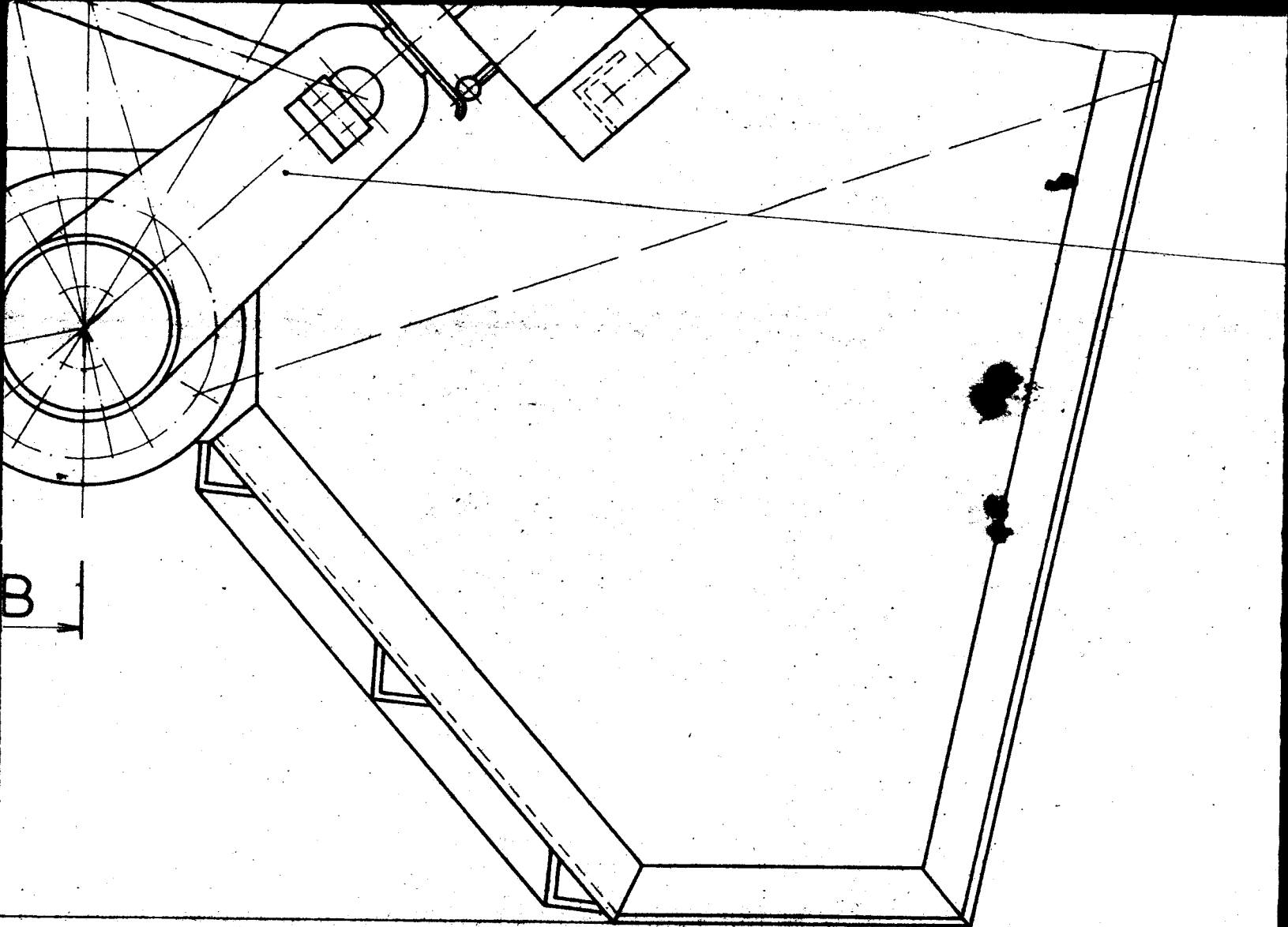
7

13

12

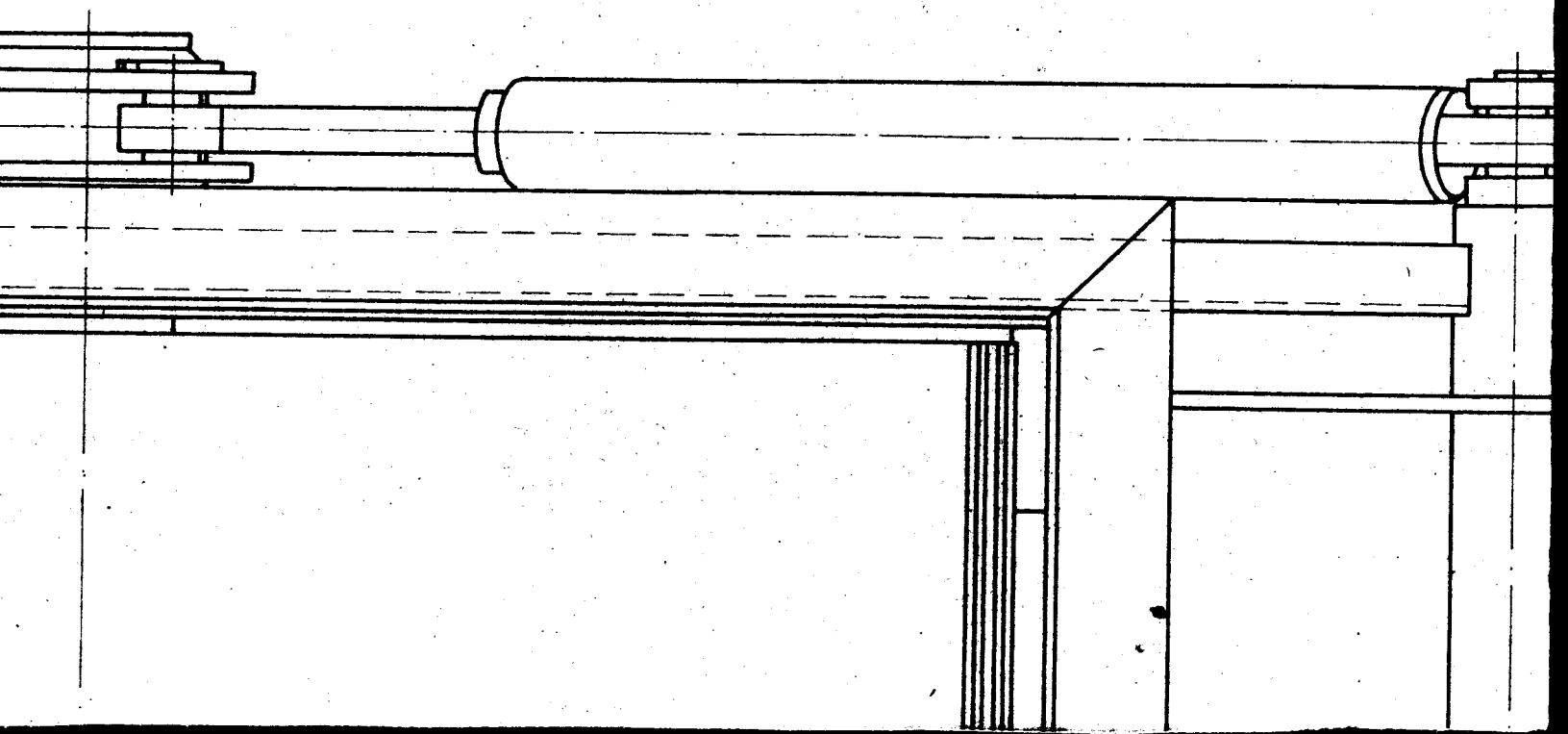
3

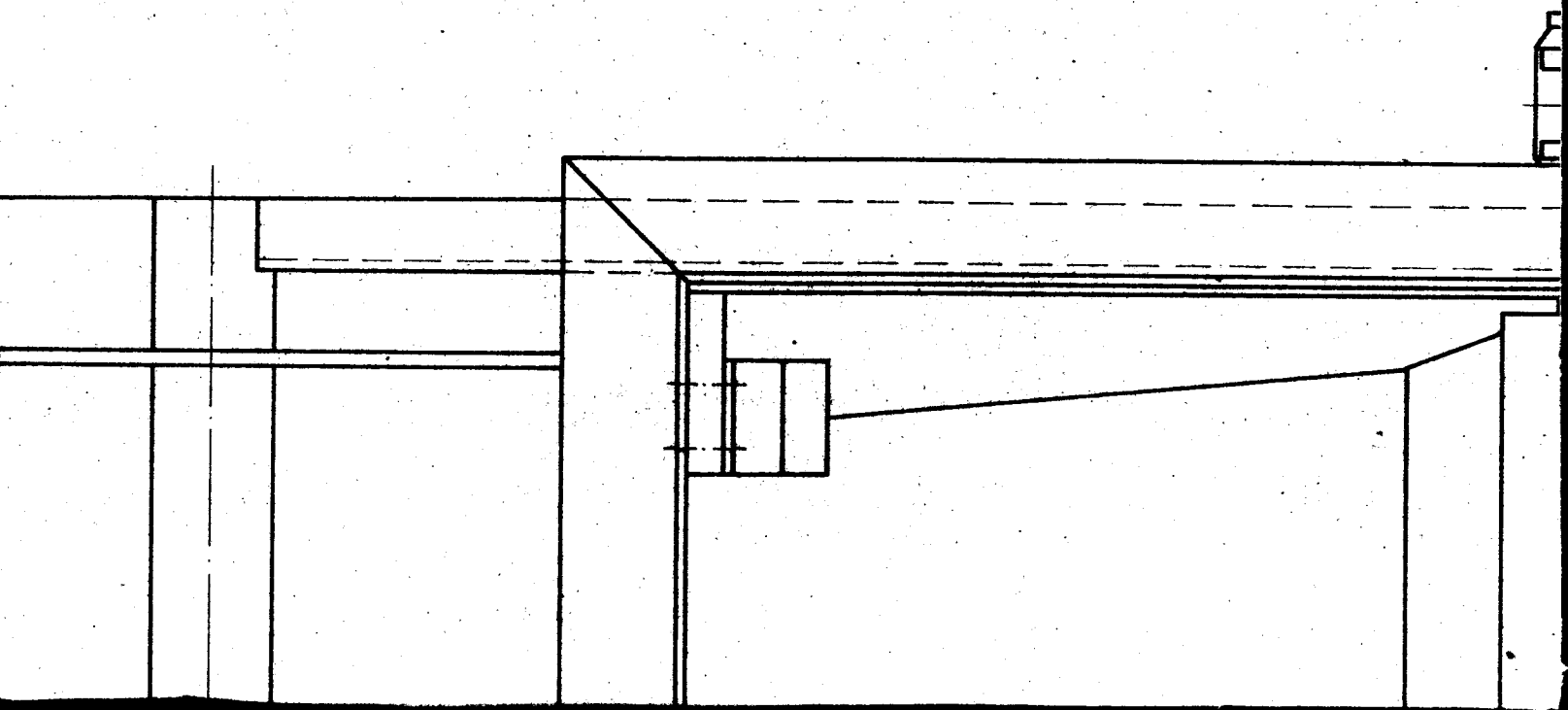
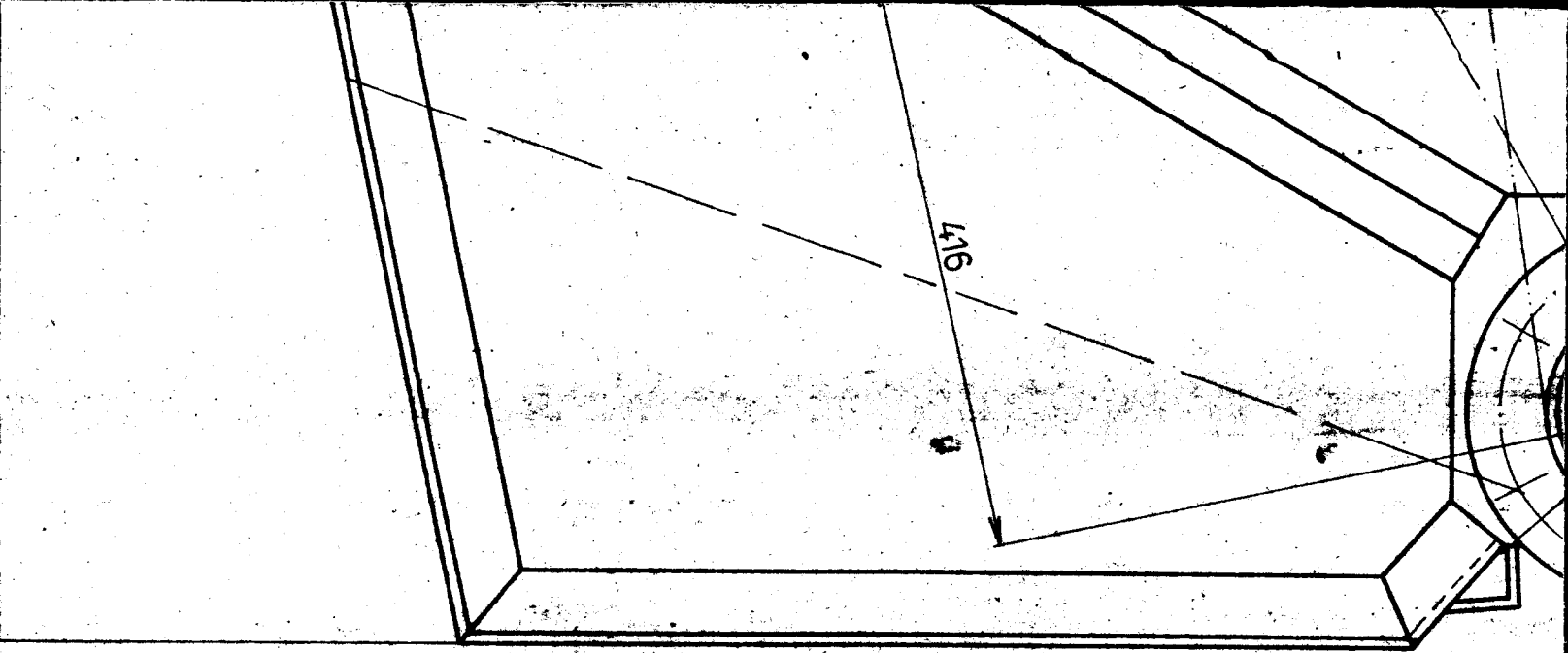


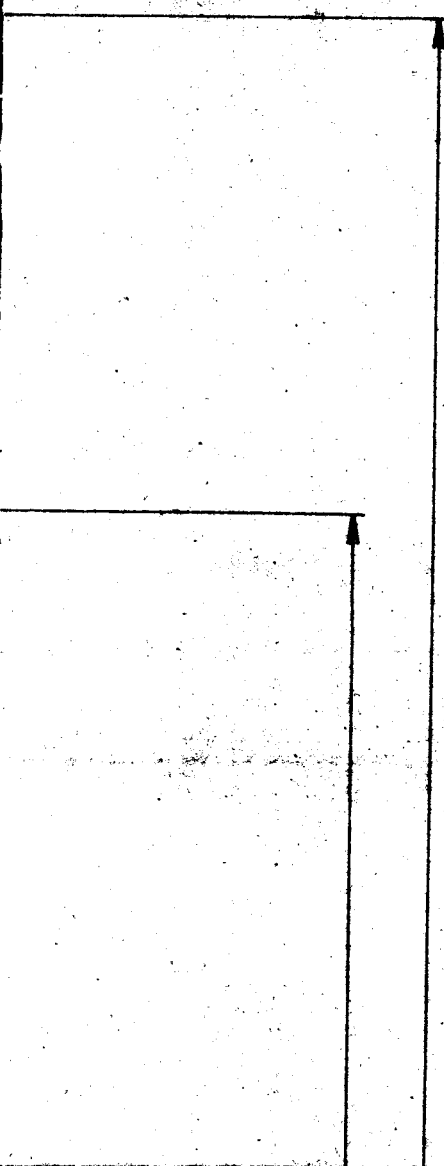
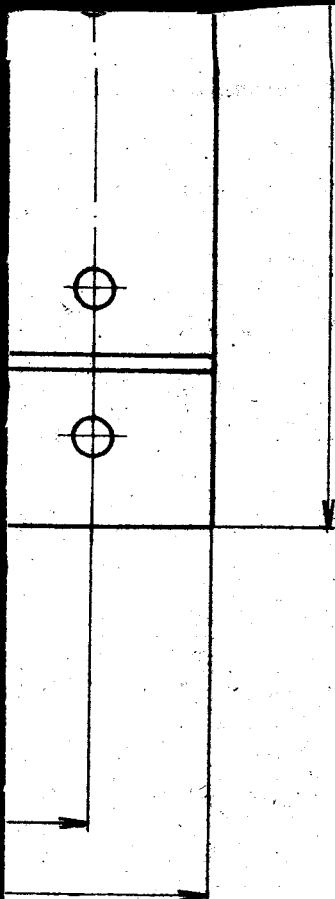


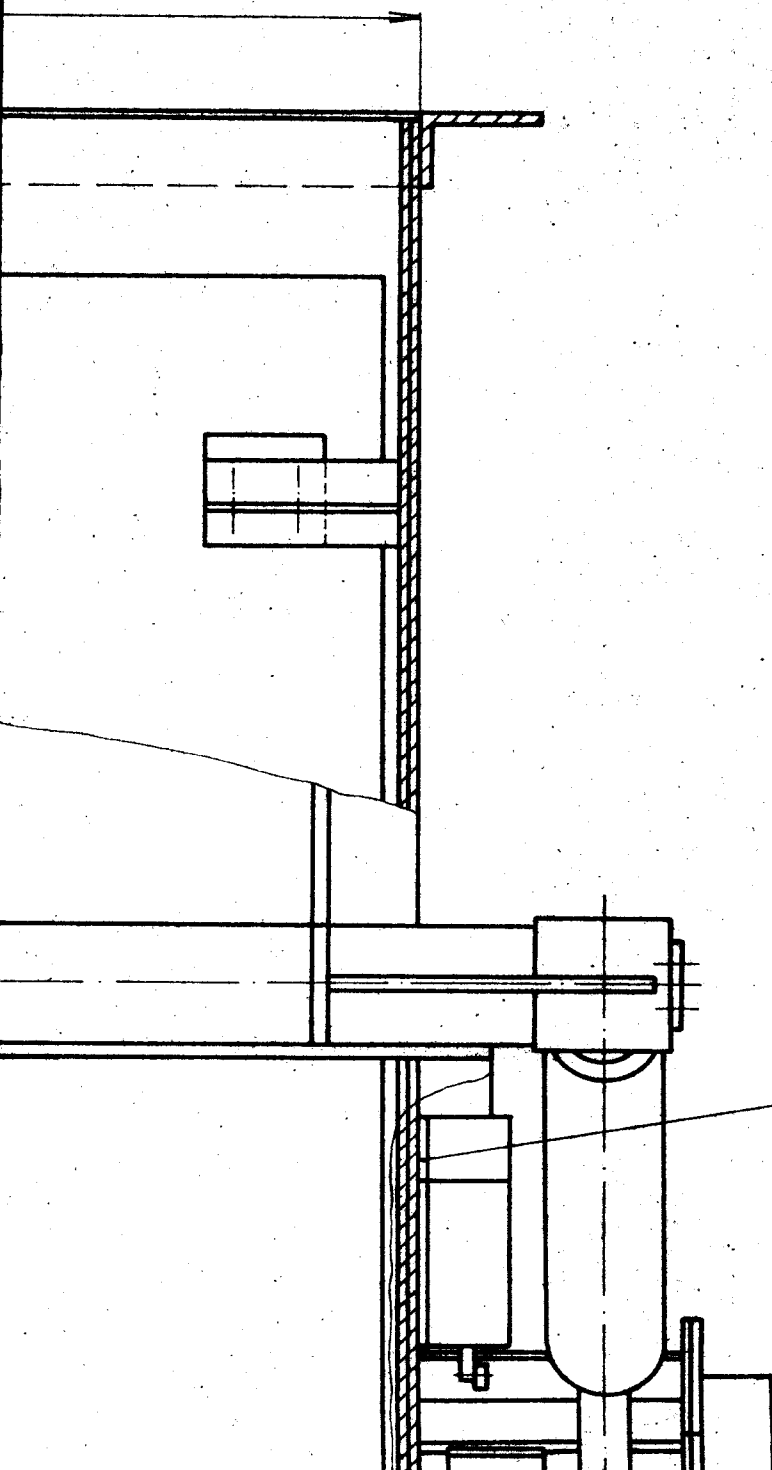
2520

2360

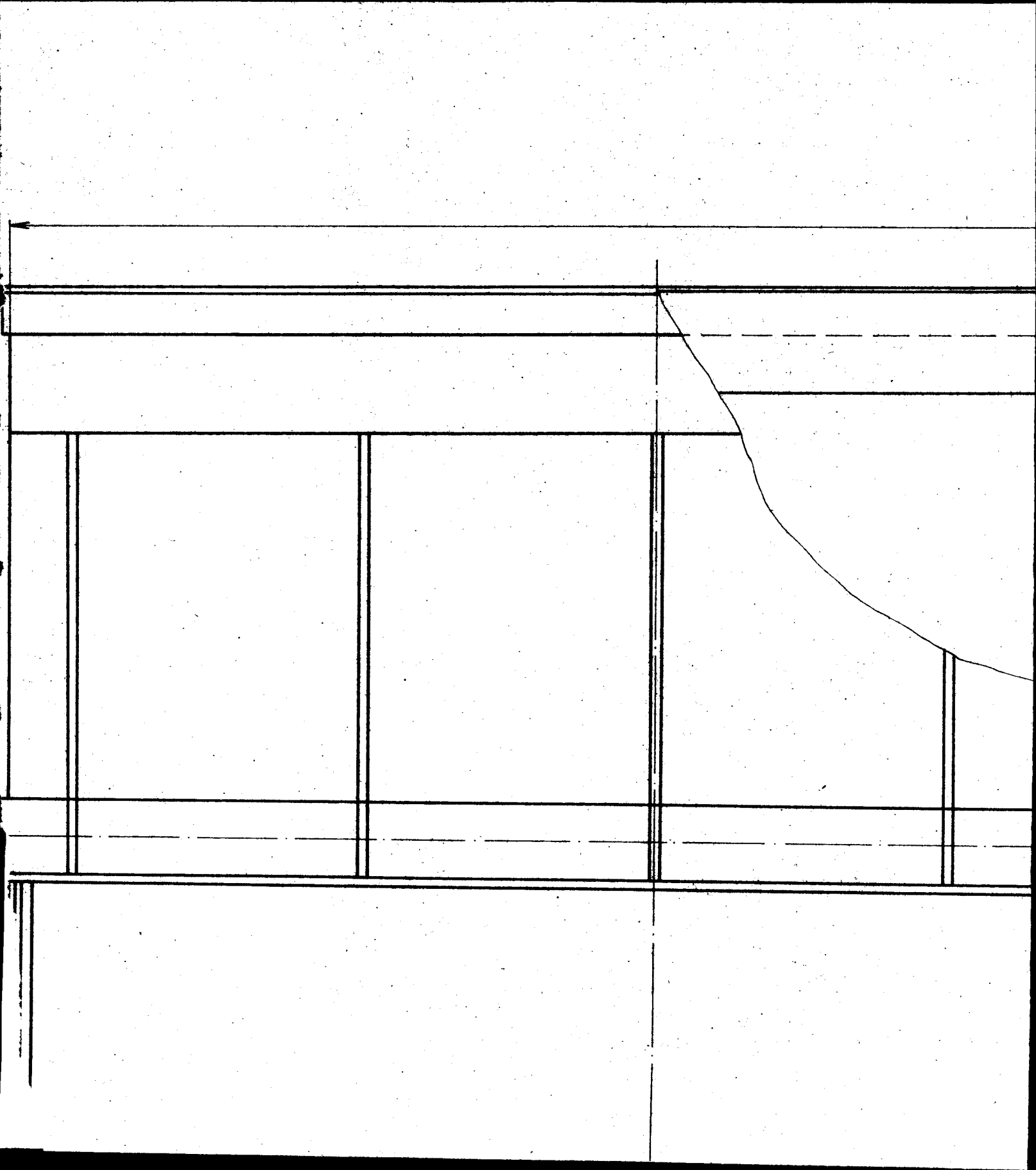


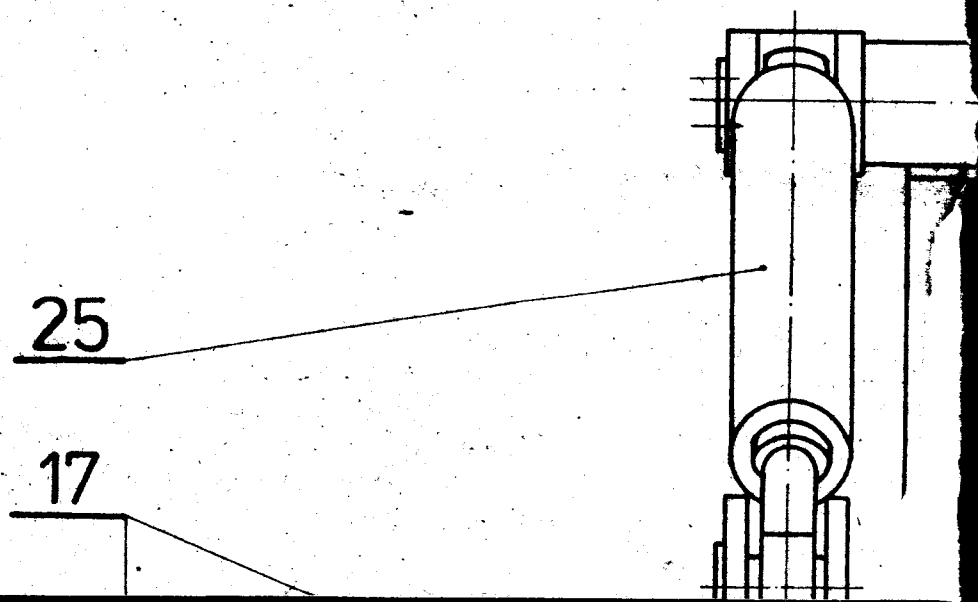
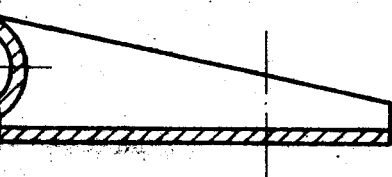
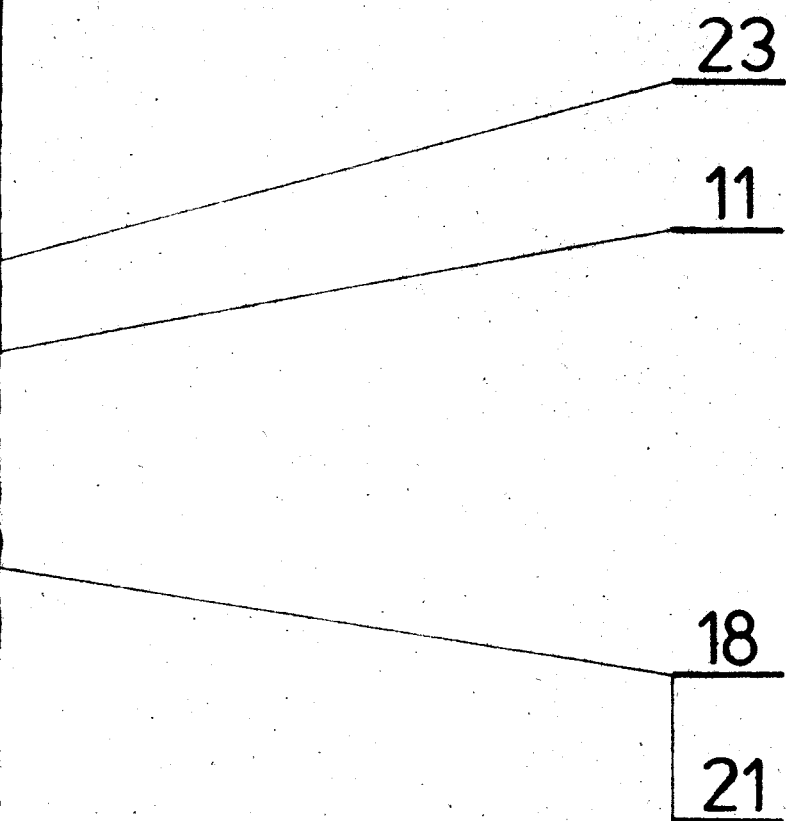




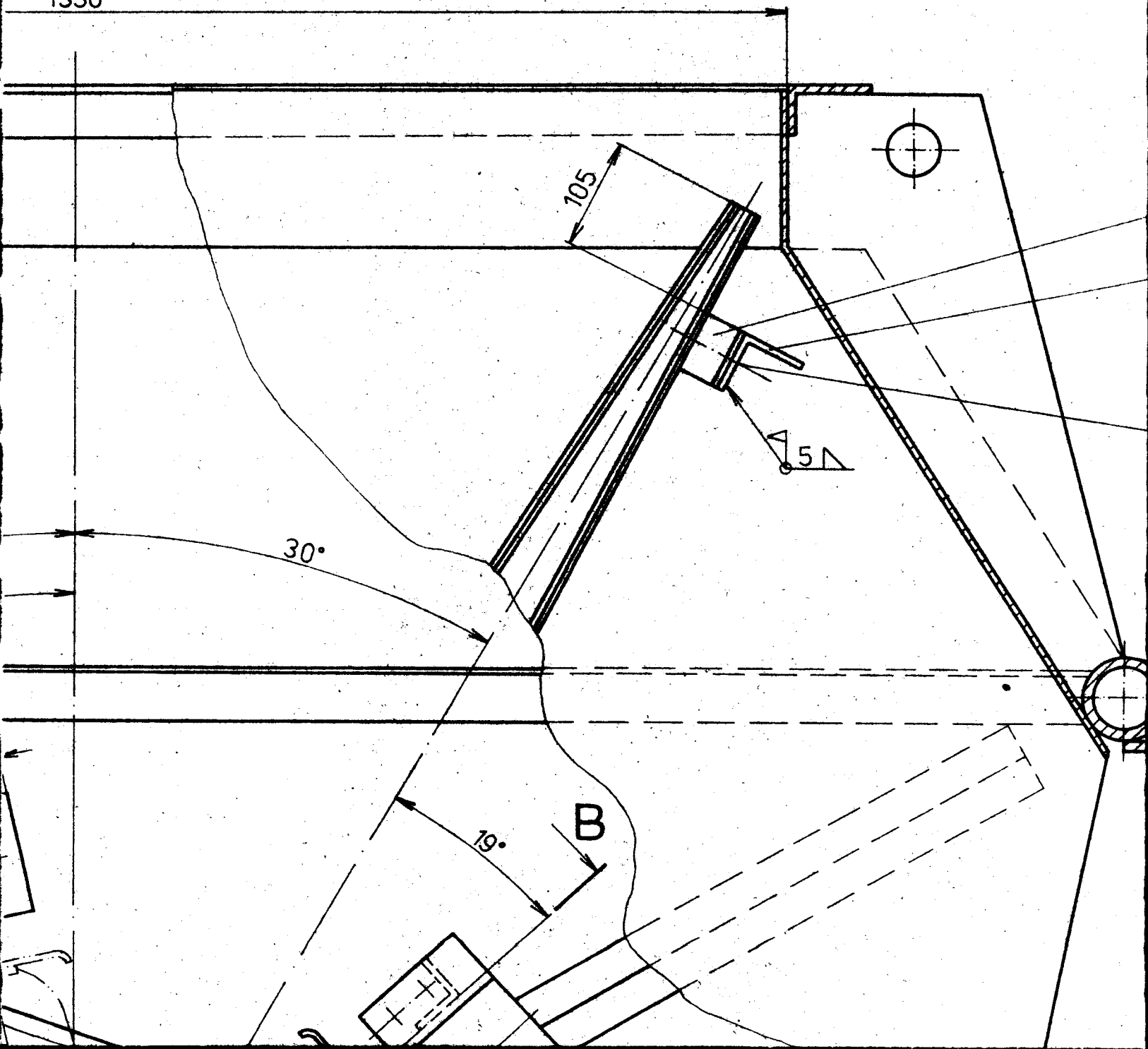


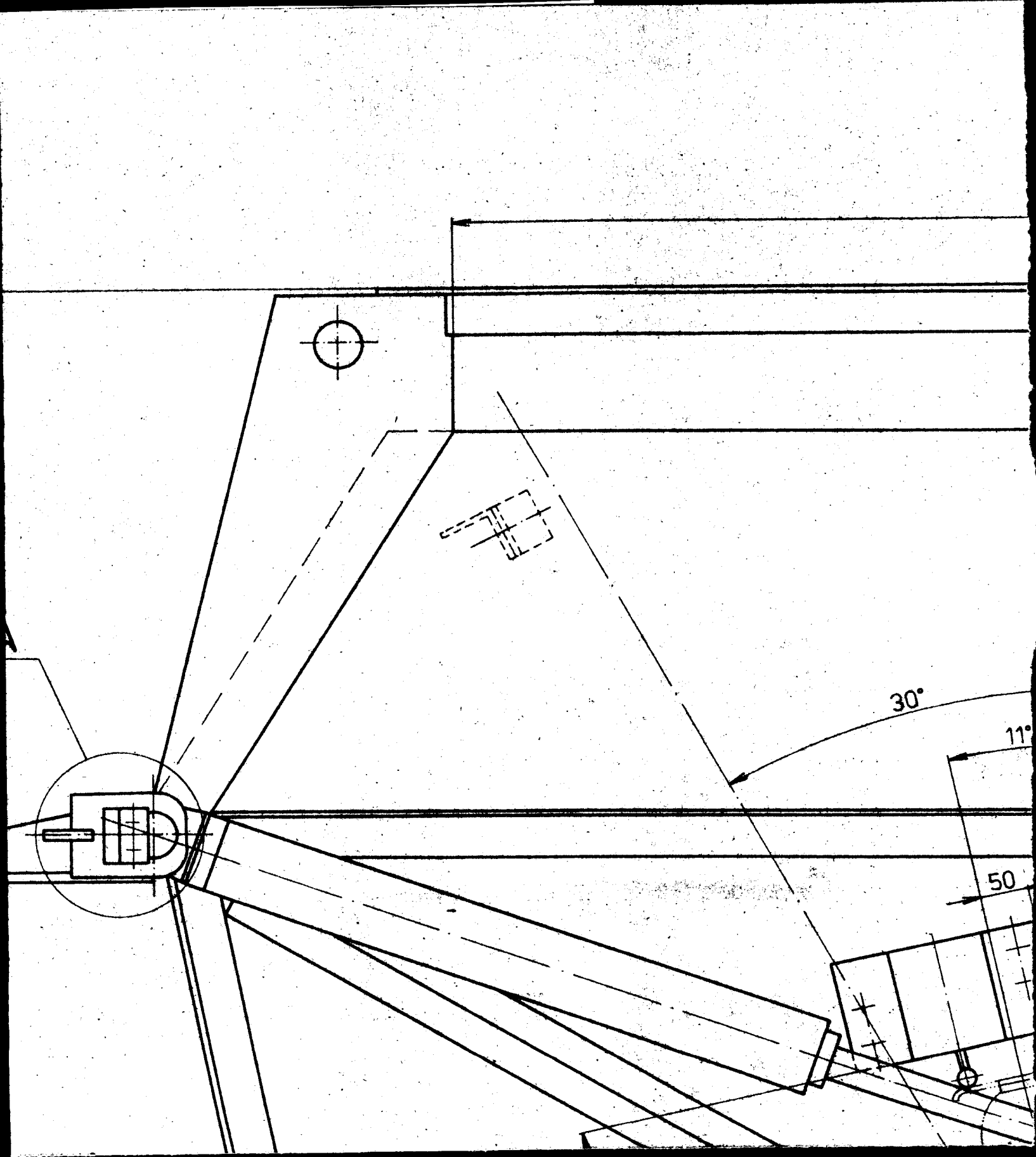
5





1330





1700

1365

635

