

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní
Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1989/90

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Lubomíra P a v l a
obor 23-20-08 výrobní stroje a zařízení pro stroj. 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: Jednoučelová dělička vzorků

Zásady pro vypracování:

1. Politicko-hospodářský rozbor.
2. Analýza současného stavu a potřeb.
3. Rozbor technologických podmínek, návrh technologie.
4. Návrh konstrukce.
5. Zpracování konstrukčních celků s podklady pro výrobu prototypu.
6. Technicko-ekonomické zhodnocení.
7. Závěr

V 1/91 S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ 6
PSC 461 17

Rozsah grafických prací: 6 a dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: 40 stran textu

Seznam odborné literatury:

1. DP V. KÖRBER - VŠST Liberec 1982
2. KÖNIG, V.: Stavebnicové obráběcí stroje, Liberec VŠST 1989
3. KÖNIG, V.: Jednouúčelové a stavebnicové stroje pro třískové obrábění. Liberec, VŠST 1989
4. BRENÍK, P. - PíČ, J.: Obráběcí stroje, Praha SNTL 1985

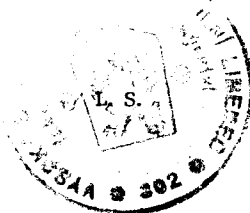
Vedoucí diplomové práce: Ing. Přemysl Pokorný, CSc.

Konzultant: Doc. Ing. Jiří Horyna, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 10. 10. 1989

Termín odevzdání diplomové práce: ~~1. 6. 1990~~

17 srpna 1989



Gazda
Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

v Liberci dne 10. 10. 1989

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Liberci dne : 17. 12. 1990

Vlastnoruční podpis

Juliana Bělá

P O D Ě K O V Á N Í

Na tomto místě bych chtěl poděkovat ing. Přemyslu POKORNÉMU
za odborné vedení diplomové práce.

1. Politicko-hospodářský rozbor

Každý stát, který má vyspělé hospodářství má také strojírenskou výrobu na vysoké úrovni. Náš stát má ve strojírenské výrobě velkou a mnohaletou tradici. Ovšem z této tradice toho již mnoho nezbylo a současná strojírenská výroba již zdaleka nedosahuje světové úrovně. Strojírenství jako jeden ze znaků vyspělého průmyslu jde nezadržitelně stále kupředu. Světové firmy předvádějí každoročně nové modely na nejruznějších výstavách a veletrzích.

Strojírenské výrobky nejznámějších a také nejlepších firem z daného oboru mají mnoho společných znaků, které charakterizují jejich určitý stupeň vyspělosti. Velice důležitý údaj ukazující také užitnou hodnotu výrobků je spolehlivost. Jedním z prestižních oborů strojírenství je automobilový průmysl. A právě zde hraje spolehlivost také svoji důležitou roli. Vývoj automobilu trvá i těm nejvyspělejšími automobilkám 5-6 let. Z toho vývoj trvá asi 2-3 roky a zbylá doba je využita na doladění vlastností a na zkoušky spolehlivosti. Najezdí se při ní statisíce kilometrů na nejruznějších vozovkách a v nejruznějších podmínkách. Úkolem toho všeho je dokonalá připravenost výrobku na spolehlivou službu majiteli.

Tyto finální zkoušky se neobejdou bez úzké spolupráce s vývojovými dílnami a to platí nejen pro automobilový průmysl, ale pro celé strojírenství. Při těchto zkouškách se naposledy kontrolují vlastnosti a vhodná volba materiálů na různé části výrobku. Při použití materiálů nových se tyto zkoušky provádějí samostatně již dříve. Na zkoumání vlast-

ností materiálů jsou vybaveny laboratoře v podstatě v každém strojírenském podniku a samozřejmě také výzkumné ústavy a pracoviště, která se zabývají zkouškami nebo vývojem nových materiálů. Materiály mají vedle správné koncepce a technologie zpracování hlavní vliv na spolehlivost zařízení. Proto se věnuje velká pozornost jejich výběru a použití. O každém materiálu je třeba hodně vědět, aby ho bylo možno použít správně. To znamená tak, aby byly zcela využity jeho vlastností a nebyl předimenzován ani poddimenzován, což má za následek ekonomické ztráty. K posuzování vlastností a složení materiálů slouží celá řada přístrojů. Mezi tyto přístroje patří zařízení na dělení materiálu. Je to zařízení nepostradatelné, protože při zkoumání není možné třeba pod mikroskop umístit celou velkou část. Aby mohl být materiál zkoumán pod mikroskopem, musí být proveden takzvaný metalografický výbrus. Ten se provádí tak, že se kousek materiálu zaleje dentakrylovou pryskyřicí do vhodné formy a potom se na speciálních strojích brousí a leští do požadovaného výsledku a tím je tento malý kousek materiálu připraven na vlastní zkoumání. A právě na odřezávání těchto malých kousků materiálu slouží děličky vzorků. Každá dělička musí splňovat obecné požadavky jako jsou snadné upínání vzorku, možnost dostatečného chlazení či možnost zaplavení vzorku, snadná obsluha a především bezpečnost.

Konkrétními požadavky mého zadání je možnost dělení čtyřmi způsoby a to řezání kotoučovou pilou, rozbrušování řezacím kotoučem, dělení diamantovým kotoučem a anodomechanické dělení. Z tohoto dále vyplývá podmínka snadné výměny

různých kotoučů. Dále je zde požadavek, aby průměry kotoučů byly v rozmezí 120-200 mm a průměry řezaných materiálů do průměru 30 mm. Požadavkem na koncepci stroje je snadná výroba v tradičně vybavených dílnách.

2. Analýza současného stavu a potřeb

Nyní se naše hospodářství nalézá v krizovém období, ze kterého by mu měla pomoci ekonomická reforma. Velké podniky mající monopol na určité výrobky se budou rozpadat a také se bude omezovat vojenská výroba, takže vzniknou nové možnosti. Jedním z možných výrobků jsou také zařízení do laboratorů pro výzkum materiálů. V současné době v našem státě neexistuje výrobce těchto zařízení, tedy konkrétně děliček vzorků. Tyto zařízení jsou k nám importována ze zahraničí, kde se jejich výrobou zabývá několik firem. K nejznámějším patří americká firma Buehler a dánská firma Struers. Tyto firmy vyrábějí samozřejmě celý arzenál zařízení pro laboratoře a nechybí mezi nimi ani několik druhů děliček. Další cestou jak si děličku opatřit je její výroba vlastními silami. Cesta je to možná a uskutečnitelná. O potřebnosti tohoto zařízení není třeba dlouho uvažovat, a tak dvě možnosti t.j. import cizího a drahého zařízení nebo vlastní výroba nejsou zrovna mnoho. Přímou se zde nabízí výroba tohoto zařízení na profesionální úrovni, která je zvládnutelná s domácí materiálovou základnou a do budoucna má dobré vyhlídky.

3. Rozbor technologických podmínek, návrh technologie

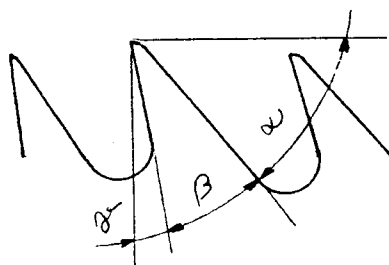
Jedním z požadavků na tuto děličku byla možnost dělení čtyřmi druhy kotoučů. Dělení kotoučovou pilou, řezacím kotoučem a diamantovým kotoučem patří mezi klasické třískové obrábění. Pilový kotouč lze zařadit mezi frézovací nástroje neboť má stejný princip práce. Je to v podstatě mnohabřítý nástroj, který se při práci posouvá relativně k obrobku kolmo na osu kotouče, otáčí se kolem své osy a postupným odebíráním třísek odděluje od obrobku větší část předepsaných rozměrů.

Broušení probíhá při velkých řezných rychlostech a nepatrných tlustkách třísky. Jednotlivá zrna mají negativní úhel čela a zaoblené vrcholy. Než se zrna zaříznu do povrchu obrobku, okamžik se po něm klouzají. Proto vznikají vysoké teploty, které zvyšují plastičnost deformovaného kovu. Vysoká teplota a deformace mohou způsobit řadu závad jako např. popuštění povrchových vrstev při broušení, vznik trhlin v důsledku pnutí, oduhličení atd. Z těchto důvodů je při broušení velmi důležité správné a vydatné chlazení.

Obrábění diamantovým kotoučem je obdobné jako u řzacích kotoučů, ale používá se hlavně na tvrdší materiály a uváženě, protože jejich ceny jsou značně vysoké vzhledem k použitému materiálu. Poslední druh dělení uvedený v požadavcích na toto zařízení je anodomechanické dělení. Tento způsob ubírá materiál elektrochemicky t.j. rozpouští jej elektrolýzou. Je to velice vhodný způsob pro dělení vzorků neboť narušení a tepelné ovlivnění je zde nejmenší.

3.1. Řezání kotoučovou pilou

Kotoučové pily se vyrábějí v širokém sortimentu rozměrů. Od nejmenších v průměru 50 mm až do průměrů desetinásobně větších. Vyrábějí se s trojím ozubením. Je to buď jemné, střední nebo hrubé. Kotouče s $\varnothing$ do 200 mm se vyrábějí pouze s jemným trojúhelníkovým ozubením. Jeho charakteristické údaje jsou na obr. č. 1.



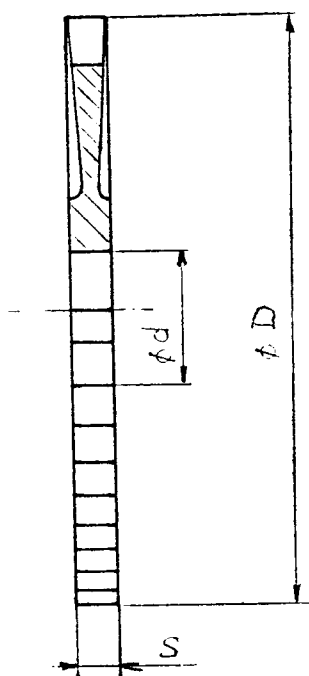
obr. 1

Asi do průměru 300 mm se volí pila z jednoho kusu, větší pily mají vložené zuby. Jejich vadou je, že jsou širší, je tedy větší odpad, ale zato pracují rychleji.

Pily z jednoho kusu jsou vyrobené z nástrojové nebo rychlořezné oceli. Kalí se mezi deskami, aby se nepokřivily. Šířka zubu má být větší než tloušťka listu pily, aby se předešlo tření. Buď je pila ke středu vybroušena asi o 0,1 až 0,12 mm na každé straně nebo se zuby rozvádějí na strany. Pila je upínána buď kolíky nebo pouhým třením. Otupený zub poznáme podle jeho lesklé plošky.

Kotoučová pila řeže podobně jako úzká fréza. Je to rychlý způsob dělení, avšak povrch není zcela ideální. Dále má kotoučová pila tu výhodu, že ji lze poměrně jednoduše brousit,

takže ji lze dlouho používat. Na obr. 2 jsou charakteristické údaje pro tab. 0



ϕD ... průměr kotouče

ϕd ... průměr upínací díry

s ... šířka kotouče

obr. 2

Otáčky kotoučové pily mají být takové, aby obvodová rychlost kotouče byla 60 m/s.

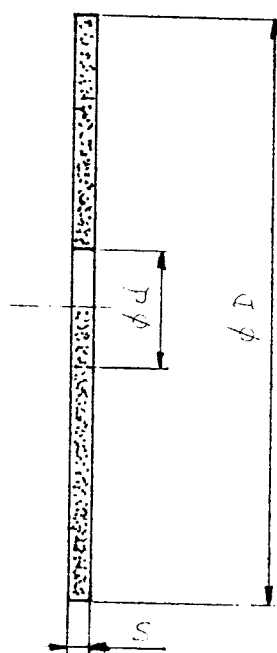
3.2. Rozbrušování řezacím kotoučem

Rozbrušování materiálu je jeden z nejproduktivnějších způsobů dělení materiálu za studena. V porovnání s řezáním klasickými způsoby umožňuje dosáhnout několikanásobně vyšší produktivity práce.

Porovnání různých strojů na dělení materiálu :

Způsob dělení materiálu	Výkon
- rozbrušování	3 cm ² /s
- kruhová (kotoučová) pila	0,3 cm ² /s
- rámová pila	0,03 cm ² /s

Rozměry řezacích kotoučů se pohybují v rozmezí od ϕ 50 mm do ϕ 500 mm. Charakteristické rozměry pro tab. 0 jsou na obr. 3



ϕD ... průměr kotouče

ϕd ... průměr upínací díry

s ... šířka kotouče

obr. 3

Řezací kotouče se vyrábějí v různých variantách, které se liší hlavně použitím brusného materiálu, velikostí brusných zrn a také použitým pojivem. Podle různých druhů pojiv je také různá dovolená obvodová rychlost, která je uvedena na štítku každého kotouče a nesmí být v žádném pří-

padě překročena. U běžných kotoučů bývají tak kolem 40 m/s, u řezných kotoučů s pojivem z umělé pryskyřice 60 - 80 m/s, u vyztužených až 100 m/s.

Brousící kotouče se musí upevňovat na brousící vřeteno velmi pečlivě a to se zřetelem na dodržení všech předpisů týkajících se bezpečnosti práce na obráběcích strojích. Kotouč se musí svou dírou nasadit na vřeteno, popř. má-li větší díru na upínací příruby s vůlí. Obě upínací příruby musí mít stejné průměry. Příruby musí být vyrobeny tak, aby dosedaly na kotouč jen svými okraji, jejichž šířka se rovná asi jedné dvacetině průměru kotouče.

3.3. Dělení diamantovým kotoučem

Diamantové pilové kotouče slouží k řezání nebo drážkování velmi tvrdých materiálů jako je kámen, umělé krystaly, mramor, pískovec, žula, varné sklo, keramický materiál, kokart, břidlice, porcelán, šamot, eternit, safír, slinuté karbidy atd.

Pilový kotouč s diamantovými zuby (břity) je v podstatě brusný kotouč, který má obvodovou činnou vrstvu s obsahem diamantového prášku. Vlastní pilový kotouč je vyroben z tvrdého ocelového nebo bronzového plechu. Na obvod se buď nalisují řezné vložky s diamantem nebo se diamantový prášek na obvod kotouče zaválcuje. Pro speciální účely se řezací kotouče zhotovují ve tvaru mezikružích a to pomocí galvanické metody. Se zřetelem k použití se volí vazba k uchycení diamantového prášku na obvodu kotouče.

Diamantové řezné kotouče se upínají mezi dvě příruby a to

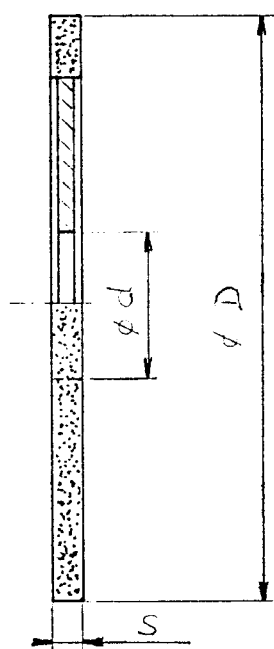
nejméně na čtyři desetiny ϕ kotouče. Chlazení kotouče při řezání je velmi důležité a proto musí být dostatečně vydatné.

Obvodová (řezná) rychlost kotouče závisí rovněž na druhu řezaného materiálu a volí se pro tvrdý materiál přibližně 20 až 25 m/s, pro křehký a mírně tvrdý materiál 25 až 50 m/s.

Výkon řezacího kotouče se také různí podle fyzikálních vlastností řezaného materiálu. Jako příklad uvádím některé výkony v množství odřezaného materiálu:

Průměr kotouče (mm)	Materiál	Odřezané množství (cm ³ /min)
100	Slinutý karbid	1,5
200 - 250	Sklo	100
	Mramor	200
	Křemen	40 - 60

Charakteristické údaje diamantového kotouče pro tab. 0 jsou na obr. 4

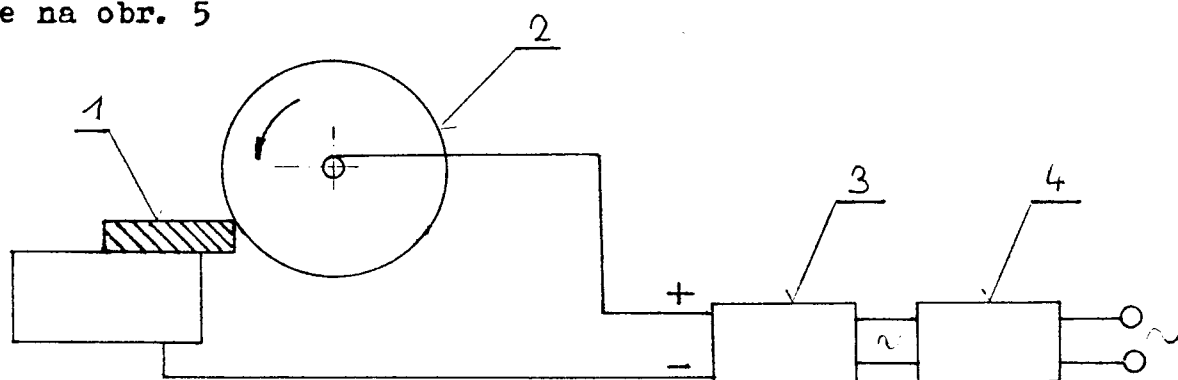


- ϕD ... průměr kotouče
- ϕd ... průměr upínací díry
- s ... šířka kotouče

obr. 4

3.4. Anodomechanické dělení

Anodomechanickému dělení se někdy říká dělení elektrolytické. Při této metodě se materiál ubírá elektrochemicky, tj. Rozpouští se elektrolyzou. Rychle se otáčející nástroj tvoří jako katoda jednu elektrodu, druhou elektrodu tvoří jako anodu obrobek. Nástrojem je obyčejný kotouč vystřižený z plechu nebo kotouč z šedé litiny. Mezi nástroj a obrobek se přivádí elektrolyt tj. kapalina, která elektrochemicky rozpouští materiál, poněkud to bývá vodní sklo. Schema anodomechanického řezání je na obr. 5



obr.5

1 - obrobek

3 - usměrňovač

2 - řezací kotouč

4 - transformátor

Transformátor musí mít dostatečný výkon, protože velikost proudu bývá 30 - 300 A při napětí 10 - 20 V. Dříve se používaly selenové usměrňovače, dnes již výhradně usměrňovače s použitím polovodičů.

Kotouč má mít obvodovou rychlost 15 - 20 m/s.

Nejdůležitější hodnoty a konstrukční parametry použitých nástrojů jsou uvedeny v následující tabulce 0.

tab. 0

Druh kotouče	Kotoučová pila		Brusný kotouč		Diamantový kotouč		Ocelový kotouč
Norma	ČSN 22 2910		ČSN 22 4513		ON 22 4621		-
$\emptyset D$ mm	125	160	125	150	125	150	125 150
$\emptyset d$ mm	22	22	20	22	20	22	20 20
s mm	1,2	1,6	1,2	1,4	1,2	1,2	1,2 1,2
v m/s	50	50	50	50	25 - 50	25 - 50	10 - 25 10 - 25
rad/s	799	624	799	666	319-399	266-333	159-399 133-333
n ot/min	7 639	5 968	7 639	6 366	399-799	333-666	1527-3819 1273-3183

4. Návrh konstrukce

Při návrhu konstrukce jsem vycházel z dále uvedené hodnotové analýzy, do které jsem pro názornost uvedl jak prosté hodnocení tak hlavně hodnocení pomocí vážených hodnot. Dále jsem při návrhu vycházel z modelových katalogů a prospektů renomovaných firem, podle kterých jsem zvolil zejména koncepci a tvar celého zařízení.

Jako nejvýhodnější koncepcí po provedení hodnotové analýzy vyšlo měření s polohou osy rotace nástroje vodorovnou. To umožňuje poměrně snadnou výměnu dělicích kotoučů, které se na hnací hřídel přichytí pomocí příruby a utahovací matice, která musí být jištěna ještě další maticí proti náhodnému povolení.

Z hlediska bezpečnosti se tato koncepce jeví jako velice výhodná, protože kryt dělicích kotoučů je možno vyrobit kompaktní, bez zbytečných prázdných míst a prostorů s co největším využitím místa. Tento kryt je možné vyndat jednoduše, respektive otevřít jeho část, což umožní snadnou výměnu dělicích kotoučů.

Po provedení hodnotové analýzy dále vyšlo, že posuv do řezu bude prováděn kyvným pohybem nástroje. Toto řešení je dosti významné pro zjednodušení celého mechanismu posuvu nástroje do řezu, neboť lze posuv řešit velmi jednoduše pomocí otočného uložení a páky vyvedené mimo pracovní prostor zařízení. Tím, že ovládání bude také ruční, lze citlivě měnit sílu a tak regulovat rychlost řezu. Ovládání bude samozřejmě také mechanické pomocí přímočarého hydromotoru, což rozšíří možnosti a užité vlastnosti zařízení. Z tohoto uspo-

řádání také vyplývá další konstrukční prvek a tím je svislá poloha kyvného ramene nástroje. svislá poloha je proti vodorovné výhodnější v tom, že odříznutý kus vzorku pod vlivem gravitačních sil spadne na upevňovací podložku. Při vodorovném uložení by tato část mohla za přispění kotouče způsobit destrukci některého zařízení v případě, že by nebylo dostatečně krytováno. Podmínky snadného upnutí a vyjmutí vzorku splňuje použití strojního svěráku, který je možno uchytit na podložce do potřebné polohy a je možné jej i směrově orientovat. Otáčením celého upínacího zařízení můžeme nastavit i tvarově složitý a členitý vzorek do přesně stanovené polohy. Zajištění požadované bezpečnosti je provedeno dostatečným krytováním. Dělicí kotouč je krytován samostatným krytem. Dále je zakrytován klínový řemen i obě řemenice. To zajišťuje plnou bezpečnost proti odletujícím úlomkům od kotouče nebo při roztržení kotouče, ale i proti náhodnému přetržení klínového řemenu. Krytování pracovního prostoru je sekundární krytování a zdvojuje v některých případech již zmíněné kryty a dále pak chrání proti postříkání chladicí kapalinou, chrání před dotekem s částmi pod elektrickým napětím a v neposlední řadě dává zařízení kompaktní tvar a určitý vzhled.

4.1. Varianty stroje

Při volbě koncepce jed noučelové děličky vzorků je třeba vycházet z těchto základních požadavků :

- jednotlivé varianty musí obsahovat všechny základní funkční skupiny
- všechny funkční skupiny musí zajišťovat správný průběh procesu dělení materiálu
- všechny funkční skupiny musí zajišťovat možnost jednoduchého a spolehlivého měření veličin

Varianty řešení jsou dány konstrukčním uspořádáním základních skupin, způsobem realizace jednotlivých pohybů a funkcí vlastní děličky vzorků a realizací způsobu pohonu. Výběr nejvhodnější varianty řešení stroje a nejvhodnějšího způsobu pohonu bude proveden metodou rozhodovací analýzy. Pro tuto analýzu je nutno stanovit hodnotící kritéria a posoudit jak jednotlivé varianty stroje těmito kritériím vyhovují. Posouzení bude provedeno v první fázi metodou prostého hodnocení, kde výhodnost varianty vyplývá z maximálního součtu bodových hodnot. Protože při prostém hodnocení je každému kritériu dána stejná důležitost, bude v druhé fázi provedeno jejich párování, stanovení váhy a výhodnost varianty posouzena podle počtu hodnot vážení.

Základní varianty A - G jednoúčelové děličky vzorků, které budou podrobeny hodnocení jsou uvedeny v tabulce 1.

tab. 1 Základní varianty řešení

Charakteristika uspořádání funkčních prvků										
Varianta	Poloha osy materiálu a vřetene		Posuv řezu se provádí				Poloha kyvného ramene			
			posuvným pohybem		kyvným pohybem					
			vodorovná	svislá	materiálu	nástroje			materiálu	nástroje
	A									
B										
C										
D										
E										
F										
G										

4.2. Stanovení kritérií pro rozhodovací analýzu

Pro varianty stroje A až G :

1. manipulace s materiálem
2. přístup k pracovnímu prostoru
3. zastavěná plocha
4. krytování - bezpečnost
5. konstrukční náročnost
6. investiční náročnost
7. výrobní náročnost
8. složitost odstraňování odpadu
9. nároky na údržbu a seřízení
10. přívod chladicí kapaliny

Stručná charakteristika kritérií :

- manipulace s materiálem - měřítkem jsou nároky na transportní a upínací zařízení a jejich obsluhu
- přístup k pracovnímu prostoru - měřítkem je výška pracovního prostoru nad základnou a požadavky ergonomie
- zastavěná plocha - měřítkem je půdorysná plocha
- krytování - bezpečnost - měřítkem je tvar a velikost ohroženého prostoru a složitost krytování
- konstrukční náročnost - měřítkem je obecná složitost
- investiční náročnost - měřítkem jsou pořizovací náklady na zkušební zařízení
- výrobní náročnost - definováno konstrukční náročností, počtem vyráběných dílů a nároky na strojní vybavenost výroby
- odstraňování odpadu - měřítkem je využití odstředivých a gravitačních sil

- nároky na údržbu - měřítkem je odhad časové náročnosti, složitosti a četnosti seřizovacích úkonů
- přívod chladicí kapaliny - měřítkem je výkon chladicího zařízení a dispozice pro umístění a funkci chladicích prvků

4.3. Stanovení stupnice hodnocení

Pro posuzování jak jednotlivé varianty vyhovují zvoleným kritériím a splňují požadavky a cíle, bude zvolena čtyřstupňová progresivní stupnice :

vyhovuje nejlépe	10 bodů
vyhovuje uspokojivě	7 bodů
vyhovuje málo	4 body
vyhovuje nejméně	1 bod

Výhodnost bude dána součtem přiřazených bodů.

4.4. Prosté hodnocení

tab. 2 varianty A až G

číslo kritéria	V a r i a n t a						
	A	B	C	D	E	F	G
1	7	7	7	7	7	4	4
2	7	7	4	10	4	4	4
3	4	7	4	10	4	10	10
4	7	7	7	7	7	7	7
5	4	1	7	10	4	1	4
6	4	4	1	7	4	4	4
7	4	4	4	7	4	1	4
8	7	10	7	10	7	1	1
9	4	7	4	10	7	4	7
10	10	10	7	4	1	1	1
součet	58	64	52	82	49	37	46
pořadí variant	3	2	4	1	5	7	6

4.5 Párování dvojic kritérií
tab. 3 Kritéria 1 až 10

Kritérium dle čl. 3.2		Párování kritérií										Body	Váha	Pořadí
č.	N á z e v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	manipulace s materiálem	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	9	2
2	přístup k pracov. prostoru			2	4	2	6	7	2	2	2	5	6	5
3	zastavěná plocha				4	5	6	7	3	9	3	2	3	8
4	krytování - bezpečnost					4	4	4	4	4	4	9	10	1
5	konstrukční náročnost						6	7	5	9	5	3	4	7
6	investiční náročnost							7	6	6	6	6	7	4
7	výrobní náročnost								7	7	7	7	8	3
8	složitost odstran. odpadu									9	8	1	2	9
9	nároky na údržbu a seřizování										9	4	5	6
10	přívod chladicí kapaliny											0	1	10

1.6 Výpočet vážených hodnot

tab. 4 Varianty A až G

H o d n o c e n í v a r i a n t															
Kritérium dle čl. 3.2	V í h a	A		B		C		D		E		F		G	
1	9	7	63	7	63	7	63	7	63	7	63	4	36	4	36
2	6	7	42	7	42	4	24	10	60	4	24	4	24	4	24
3	3	4	12	7	21	4	12	10	30	4	12	10	30	10	30
4	10	7	70	7	70	7	70	7	70	7	70	7	70	7	70
5	4	4	16	1	4	7	28	10	40	4	16	1	4	4	16
6	7	4	28	4	28	1	7	7	49	4	28	4	28	4	28
7	8	4	32	4	32	4	32	7	56	4	32	1	8	4	32
8	2	7	14	10	20	7	14	10	20	7	14	1	2	1	2
9	5	4	20	7	35	4	20	10	50	7	35	4	20	7	35
10	1	10	10	10	10	7	7	4	4	1	1	1	1	1	1
s o u č e t		58	307	64	325	52	275	82	442	49	295	37	223	46	274
pořadí variant		3	3	2	2	4	5	1	1	5	4	7	7	6	6

4.7. Výběr nejvhodnější koncepce

Na základě provedené rozhodovací analýzy a součtu vážených hodnot vychází pořadí variant koncepce jednoúčelové děličky vzorků :

D - B - A - C - E - G - F

Podle návrhů uspořádání bude tedy navržena jednoúčelová dělička vzorků následující koncepce a uspořádání funkčních skupin

- poloha osy rotace nástroje vodorovná
- posuv do řezu se bude provádět kyvným pohybem nástroje
- poloha kyvného ramene nástroje svislá
- upínač materiálu bude zajišťovat otáčení
- jednoúčelová dělička vzorků bude vybavena krytováním nástroje a pracovního prostoru
- krytování bude umožňovat přívod chladící kapaliny

5. Konstrukční řešení částí stroje

Celý stroj je sestaven z několika hlavních částí, které se spojí při konečné montáži zařízení. Jednotlivé části tvoří většinou svařence, dále krycí plechy a nejsložitější částí je kyvné rameno nesoucí vřeteno.

Zařízení je konstruováno jako stolní přístroj. Některé jeho součásti bude nutno proto umístit do pomocných konstrukcí. Pro chod celého stroje je důležité umístění transformátoru na anodomechanické dělení a umístění nádrže s čerpadlem a filtrem. Jen takto bude zařízení plně provozuschopné a bude plnit úkoly na něj kladené. Je také možné napojit ho na nádrž z jiného stroje, která bude dostatečně dimenzovaná.

5.1. Konstrukční řešení pohonu a uložení vřetene

Z hodnotové analýzy vyšlo jako nejlepší řešení s kývavým pohybem nástroje, vodorovnou osou rotace nástroje a svislou polohou nástroje. Celková sestava je na výkresu v měřítku 1 : 1. Motor je přírubový a je uchycen do ocelové desky pomocí čtyř šroubů. Výstupní hřídel motoru slouží jako otočný čep pro kyvné rameno. Toto rameno je skříňové konstrukce a tudíž je velmi tuhé při nevelké hmotnosti. Napínání řemene je provedeno pomocí napínací kladky.

5.1.1. Návrh motoru

Návrh motoru a vůbec pohonu nebyl jednoduchý problém, neboť použitím různých druhů nástrojů jsou zapotřebí různé velikosti obvodové rychlosti. Nakonec byla zvolena koncepce s pohonem asynchronním motorem s přepínáním počtu pólů, což umožňuje stupňovitou změnu otáček. Tyto motory se vyrábějí např. v podniku MEZ Náchod, jejichž nabídkovými listy jsem

se také zabýval. Existuje několik typů s dvojí možností otáček a dva typy s trojí možností volby otáček. Zvolil jsem motor se třemi úrovněmi otáček, které by po zpřevodování jedním převodovým poměrem vyhovovaly všem nástrojům. Výkon motoru jsem určil po prostudování desítek firemních katalogů renomovaných světových firem a po srovnání technických parametrů co nejvíce se blížících tomuto zařízení. Podle těchto údajů by výkon neměl být menší než 0,75 KW. Z této úvahy a rozboru mi vyšel nejvýhodnější motor z MEZ Náchod typ 4 AP 112 M s charakteristickými údaji

otáčky	1 500/3 000/700	(ot/min)
výkony	1,5/2,2/0,6	(KW)

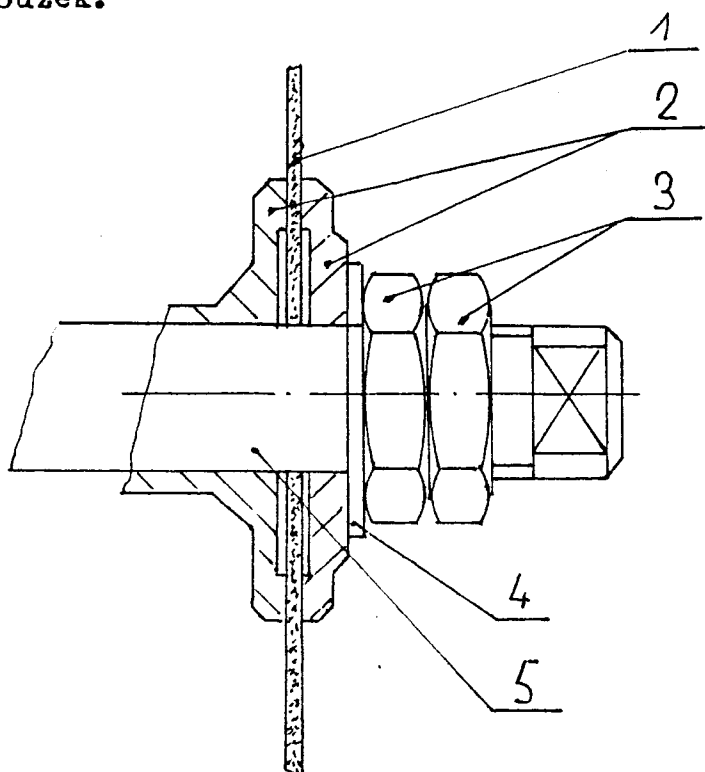
Pro dodržení obvodových rychlostí byl zvolen poměr 2,1 při kterém má hnací hřídel otáčky 3 150/6 300/1470.

5.1.2. Návrh uložení vřetene

Náboj vřetene je uložen do nosného ramene za obvodovou část a pomocí přivařené příruby, která slouží také jako opěra pro čtyři výstužná žebra. Žebra jsou na náboj přivařena v radiálním směru. Samotné vřeteno je uloženo ve dvou ložiskách. První a hlavní je dvouráde kuličkové ložisko, druhé jednořadé kuličkové ložisko. Mazání ložisek je provedeno náplní tuku, který je možno doplňovat pomocí maznice vyvedené na plechový ochranný kryt. Vřeteno je v náboji uzavřeno víčky, ve kterých jsou hřídelová těsnění gufero. Víčka jsou k náboji přichycena pomocí zcela zapuštěných šroubů. Řemenice je k hřídeli přichycena pomocí šroubu a krouticí moment je přenášen perem, co plně postačuje. Pero je kontrolováno v části 6.3.

5.1.3. Návrh uchycení nástrojů

Způsob uchycení nástrojů na hřídel je na obr. 6. Je provedeno tak, že kotouč je přichycen mezi dvě příruby. Příruby musí mít stejný vnější průměr a drží kotouč jenom na vnějším okraji ve tvaru mezikruží, jinak mají odlehčení. Na obr. 6 je znázorněno uchycení diamantového kotouče. Stejně bude uchycen kotouč pro anodomechanické řezání. Řezací kotouč a píla mají větší průměr upínací díry a tak je nutno použít vymezovací kroužek.



obr. 6

- 1 - řezací kotouč
- 2 - příruby
- 3 - utahovací matice

- 4 - podložka
- 5 - hřídel

5.1.4. Návrh klínového řemene

Návrh klínového řemene jsem prováděl podle instrukcí a podkladů s použitím tabulek z literatury (1). Jednotlivé body výpočtu jsou chronologicky seřazeny a očíslovány. Při výpočtu je uvažováno s největším přenášeným výkonem a uvedené tabulky jsou očíslovány stejně jako v literatuře (1).

$$\text{Výkon} \quad P = 2,2 \text{ KW}$$

Frekvence otáčení:

$$\text{hnací řemenice} \quad n_d = 50 \text{ ot/s}$$

$$\text{hnací řemenice} \quad n_D = 105 \text{ ot/s}$$

$$1) \text{ převodový poměr} \quad i = \frac{n_D}{n_d} = \frac{105}{50} = 2,1$$

2) Součinitel provozního zatížení C_2 z tab 43 až 45

$$C_2 = 1,1$$

$$3) \text{ Výpočtový výkon} \quad P_v = P \cdot C_2 = 2,2 \cdot 1,1 = 2,42 \text{ KW}$$

4) Skluz řemene z tab 40

$$\nu = 0,02$$

5) Výpočtové $\emptyset$ řemenic

a) d_p se znalo z tab. 47 až 51

$$d_p = 80 \text{ mm}$$

$$b) D_p = i d_p (1 - \nu) = 2,1 \cdot 80 (1 - 0,02) = 164,64 \text{ mm}$$

6) Volba průřezu řemene z diagramů na obr. 75 a 76

volím řemen SPZ

7) Jmenovitý výkon P_r přenášený jedním řemenem v závislosti na průřezu řemene,

$$n_d, d_p, i - \text{podle tab. 47 až 51}$$

$$P_r = 3,66 \text{ KW}$$

8) Součinitel úhlu opásání C_1 z tab. 42

$$C_1 = 0,97$$

9) Předběžná volba osové vzdálenosti A (mm)

$$0,7 \cdot (D_p + d_p) < A < 2 \cdot (D_p + d_p)$$

$$0,7 \cdot (164 + 65) < A < 2 \cdot (164 + 80)$$

$$170 < A < 488$$

10) Úhel opásání na malé řemenici

$$\alpha = \pi - \beta \qquad \beta = 2 \arcsin \frac{D_p - d_p}{2 A}$$

$$\alpha = 3,1415 - 0,216 \qquad \beta = 2 \arcsin \frac{164 - 80}{2 \cdot 330}$$

$$\alpha = 3,014 \text{ rad} \qquad \beta = 0,127$$

11) Výpočtová délka řemene

$$L_p = 2A \cos \frac{\beta}{2} + 0,5 \pi (D_p + d_p) + \beta (D_p - d_p)$$

$$L_p = 2 \cdot 360 \cos \frac{0,127}{2} + 0,5 \cdot \pi \cdot 244 + \beta \cdot 84$$

$$L_p = 1\,113 \text{ mm}$$

12) Stanovení délky pro řemen podle tab. 46

$$L_p = 1\,126 \text{ mm}$$

13) Součinitel délky řemene $C_3 = 0,90$

14) Počet klínových řemenů

$$z = \frac{p \cdot C_2}{p_r \cdot C_1 \cdot C_3} = \frac{2,2 \cdot 1,1}{3,66 \cdot 0,97 \cdot 0,9} = 0,75$$

volený 1 klínový řemen s označením

řemen SPZ - 126 L_a ČSN 02 3112

15) Skutečná vzdálenost os

$$A = p + p^2 - q$$

$$p = 0,25 L_p - 0,393 (D_p + d_p =$$

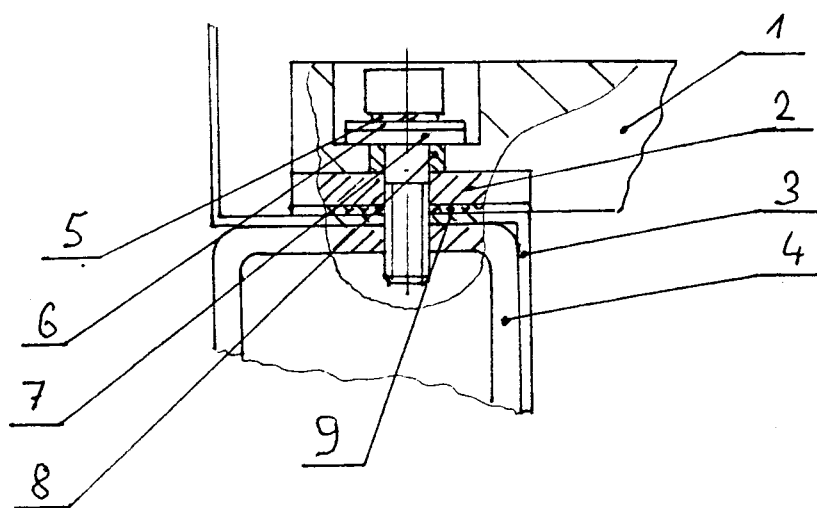
$$= 0,25 \cdot 126 - 0,393(164 + 80) = 185,6$$

$$q = 0,125 (D_p - d_p)^2 = 0,125 (164 - 80)^2 = 882$$

$$A = 185,6 + 185^2 - 882 = 368,2 \text{ mm}$$

5.1.5. Návrh izolování

Koncepce stroje je navržena tak, aby minus pól (anoda) byl upevněn na desce k přichycení upínače a tím byl spojen s obrobkem. Druhý pól (katoda) je přichycen na nosný rám, kudy je veden přes ocelové části na kyvné rameno. Dále je elektrický proud veden přes náboj a kuličková ložiska na hřídel a odtud pomocí přírub na kotouč. Odizolování nosné desky svěráku od rámu je provedeno pomocí silonových podložek a pouzder na všech připevňovacích šroubech. Bylo by zřejmě ještě vhodné zhotovit silonové krytky těchto upevňovacích šroubů. Způsob odizolování je na obr. 7.

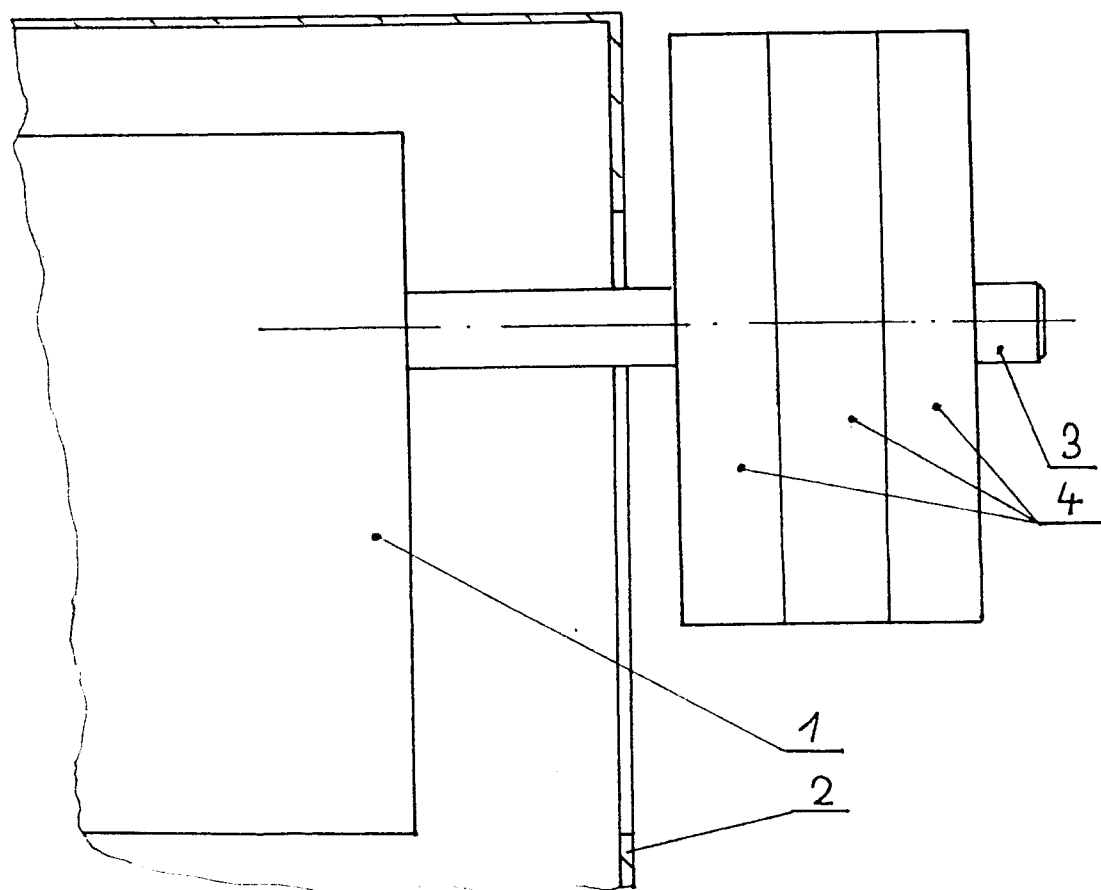


obr. 7

- | | | |
|--------------|--------------------|---------------------|
| 1 - deska | 4 - profil | 7 - silon. podložka |
| 2 - podložka | 5 - podložka | 8 - silon. pouzdro |
| 3 - vana | 6 - ocel. podložka | |

5.1.6. Návrh ovládání

Ovládání má několik alternativ z nichž nejjednodušší je ruční ovládání pomocí páky upevněné na kyvném rameni. Do horní výchozí polohy je rameno zvedáno pomocí pružiny. Další možností je využití ocelového čepu na bočnici ramena, na který lze připevňovat různá závaží o známé hmotnosti a do známé vzdálenosti, takže lze snadno spočítat krouticí moment respektive sílu vyvozenou v místě řezu. Schematicky je toto zařízení nakresleno na obr. 8.



obr. 8

1 - kyvné rameno
2 - ochranný kryt

3 - nosný čep
4 - závaží

Další je možnost ovládání pomocí přímočarého hydromotoru, který je upevněn místo vyrovnávací pružiny. S tímto hydromotorem je přísun do řezu zcela nezávislý na obsluze a na úrovni se světovými zařízeními. Jeho opětová demontáž a použití jiného druhu ovládání je velice snadná a rychlá .

5.1.7. Návrh krytování pracovního prostoru

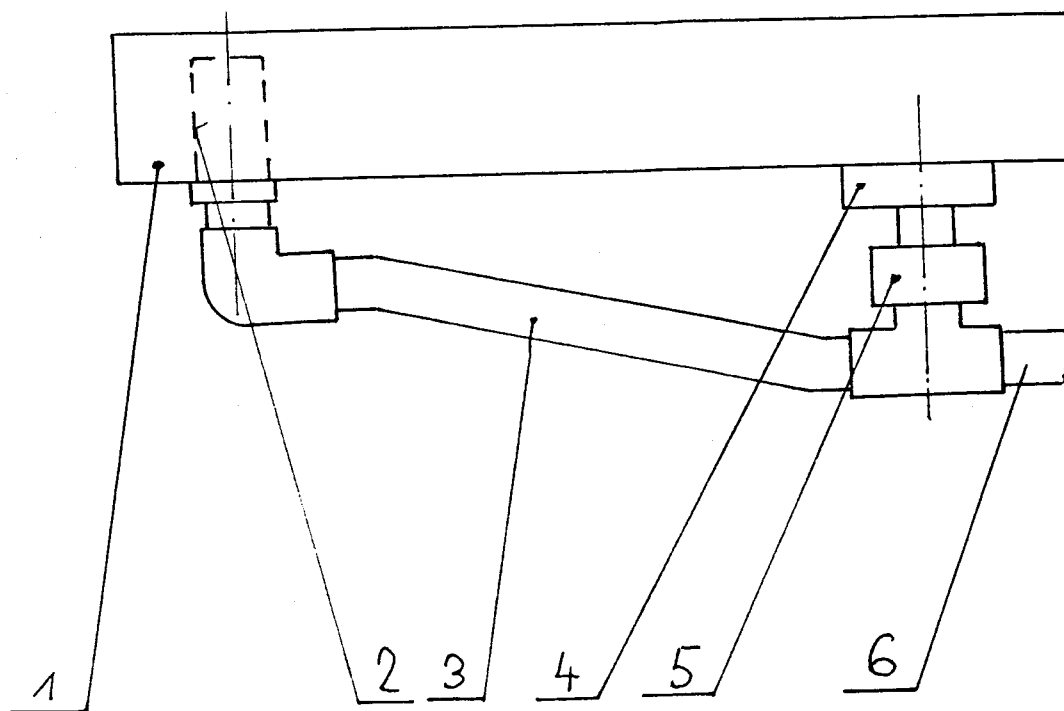
Krytování pracovního prostoru je provedeno pomocí ocelových plechů, které jsou na základní a pomocný rám připevněny pomocí šroubů. Toto krytování lze v případě potřeby snadno demontovat. Ke krytování stroje a zejména pracovního prostoru patří také odklápěcí kryt. Jeho nosná kostra je svařena z L profilů a na tento nosný systém je přichyceno plexisklo pomocí šroubů. To umožňuje sledovat průběh řezání a správnost jeho provádění.

5.1.8. Návrh odvodu odpadu a chlazení

Sběrná vana je svařovaná tak, aby se chladicí kapalina shromažďovala na určitém místě, ve kterém je umístěna vypouštěcí objímka. V této objímce je také sítko, které chrání další části odpadů před znečištěním nebo ucpáním. Toto sítko je možné z objímky vyjmout a vyčistit. Další částí odpadu je přepadová trubka. Tato trubka je výměnná a je možno s její pomocí nastavit libovolnou výšku hladiny potřebnou pro zaplavení obrobku.

Za odpadovou objímkou je umístěn kohout, kterým je možno odpad uzavřít, aby bylo možno vanu naplnit kapalinou. Přepadová trubka je napojena na odpad až za tímto kohoutem,

takže jeho uzavřením se funkce trubky nezmění. Chladicí kapalina je do pracovního prostoru přiváděna přes průchodku v krycím plechu pomocí pancéřové hadice. Tato hadice je dokonale ohebná, tkaže s ní lze vhodně nasměrovat proud kapaliny. Schematicky je celý systém nakreslen na obr. 9.



obr. 9

1 - vana
2 - přepad. trubka
3 - spojovací hadice

4 - odpadová objímka
5 - zavírací kohout
6 - odpadová hadice

6. Kontrola některých důležitých částí

Kontrola konstrukčních celků a jednotlivých součástí na tomto stroji není nijak složitá, protože toto zařízení obsahuje jen malé součástky, které se běžně kontrolují vzhledem k jejich možnému porušení. Nepůsobí zde žádné velké síly a extrémní napětí a ani tak klasická část jako je hnací hřídel nebo vřeteno není nijak zvlášť namáhána. Klínové řemeny již byly v podstatě navrženy a zkontrolovány v části 5.1.4.

6.1. Kontrola hřídele

Materiál hřídele 11 110

$R_m = 400 - 530 \text{ MPa}$ (počítám 400 MPa)

$\sigma_{ko} = 0,67 R_m = 268 \text{ MPa}$

$\tau_k = 0,34 R_m = 136 \text{ MPa}$

Kontrola na krut :

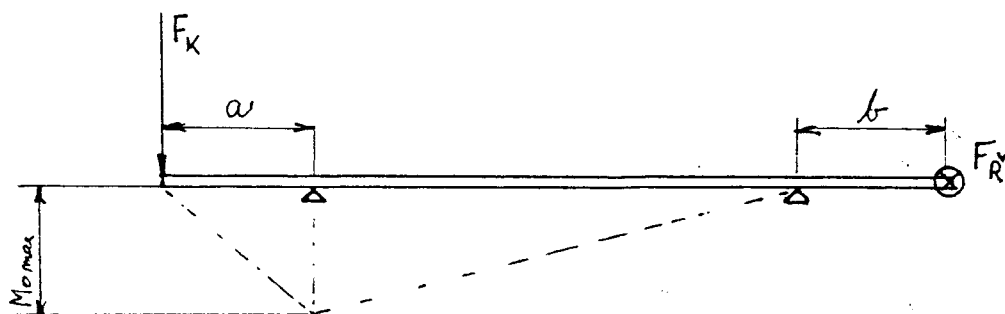
$$P = M_k \cdot \omega \qquad M_k = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

$$M_k = \frac{2,2}{2 \cdot 105 \cdot 3,14} = 3,3 \text{ Nm}$$

$$\tau_s = \frac{M_k}{W_k} = \frac{16 M_k}{d^3} = \frac{16 \cdot 3,3}{3,14 \cdot 0,02^3} = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\text{Bezpečnost : } K_\tau = \frac{\tau_k}{\tau_s} = \frac{136}{2,1} = 64$$

Kontrola na ohyb : $F_k \sim \perp F_{\check{r}}$



$$M_{ok \max} = F_k \cdot a = 150 \cdot 0,035 = 5,25 \text{ Nm}$$

$$M_{oř \max} = F_{\check{r}} \cdot b = 90 \cdot 0,03 = 2,7 \text{ Nm}$$

Ø hřídele 20 mm - větší $M_o = 5,27 \text{ Nm}$

$$\sigma_s = \frac{M_o}{W_o} = \frac{32 M_o}{d^3} = \frac{32 \cdot 5,27}{3,14 \cdot 0,02^3} = 6,7 \text{ MPa}$$

$$\text{Bezpečnost : } K_\sigma = \frac{\sigma_{ko}}{\sigma_s} = \frac{267}{6,7} = 40$$

$$\text{Celková bezpečnost: } K = \sqrt{\frac{K_\sigma^2 \cdot K_\tau^2}{K_\sigma^2 + K_\tau^2}} = 33,9 \approx 34$$

6.2. Kontrola a výpočet ložisek

Pro zjednodušení budeme uvažovat sílu od kotouče kol-
mou na sílu od řemene.

Síla od řemene

$$F_o = \frac{1}{2} F \cdot \frac{m_k + 1}{m_k - 1} = 0,5 \cdot 150,8 \frac{12,7 + 1}{12,7 - 1} = 88,2 \text{ N}$$

$$F = \frac{2 M_k}{d} = \frac{2 \cdot 3,3}{0,080} = 150,8 \text{ N}$$

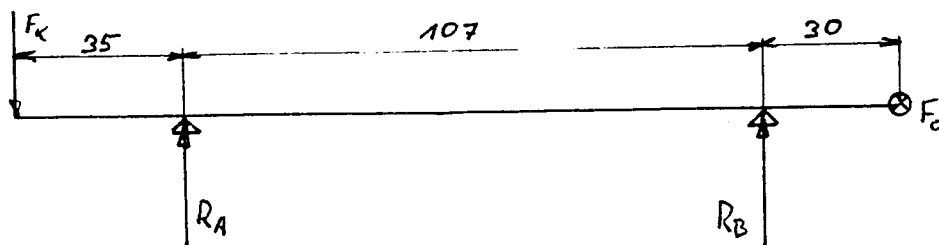
$$M_k = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2\pi n} = \frac{2,2}{2 \cdot \pi \cdot 150} = 3,3 \text{ Nm}$$

$$m_k = e^{f\alpha} = e^{0,87 \cdot 2,952} = 12,7$$

$$\alpha = 2,952$$

$$f = 0,87$$

Uložení ložisek a vzdálenosti



$$F_o = 90 \text{ N}$$

$$F_k = 150 \text{ N}$$

$$R_{Ao} = \frac{30}{107} \cdot F_o = 25,2 \text{ N} \quad R_{Ak} = \frac{142}{107} \cdot F_k = 199 \text{ N}$$

$$R_{Bo} = \frac{137}{107} \cdot F_o = 115,2 \text{ N} \quad R_{Bk} = \frac{35}{107} \cdot F_k = 49 \text{ N}$$

$$R_A = \sqrt{R_{Ao}^2 + R_{Ak}^2} = 200,5 \text{ N} \quad R_B = \sqrt{R_{Bo}^2 + R_{Bk}^2} = 125,1 \text{ N}$$

Hodinová životnost $L_h = 15\,000$ hodin

$$L = \frac{L_h \cdot n \cdot 60}{10^6} = \frac{15\,000 \cdot 6\,300 \cdot 60}{10^6} = 5\,670$$

$$C_A = R_A \sqrt[3]{L} = 3\,568,9 \text{ N} \text{ volím ložisko } 3204 \quad C = 16\,000 \text{ N}$$

$$C_B = R_B \sqrt[3]{L} = 2\,226,7 \text{ N} \text{ volím ložisko } 6004 \quad C = 7\,350 \text{ N}$$

6.3. Kontrola pera

Použité pero : 8 e7 x 7 x 10

Měrný tlak :

$$p = \frac{4 M_k}{d \cdot h \cdot l_p} = \frac{4 \cdot 3,3}{0,02 \cdot 0,007 \cdot 0,01} = 94 \text{ MPa}$$

Dovolený tlak : $p_d = 120 \text{ MPa}$ - pero vyhovuje

7. Technicko-ekonomické zhodnocení

Technické zhodnocení stroje v porovnání se zahraničními výrobky vychází poměrně příznivě. Je to dané tím, že toto zařízení není nijak složité. Proto bylo možné se držet ve směru světového vývoje a trendu. Použití asynchronního motoru s přepínáním otáček staví toto zařízení do dobrého průměru. Nej-
slabším místem stroje je upínací zařízení, které je ale možno doplnit přípravky vyplývajícími s používáním v praxi.

Určení ceny stroje jsem prováděl s pomocí zkušených pracovníků podniku Stavostroj v Novém Městě nad Metují. Po provedení všech výpočtů vyšla cena přístroje v rozmezí 15-20 tis. Kčs. Tato cena je velice příznivá vzhledem k cenám podobných zařízení na světových trzích a kurzu naší měny. V následující tabulce uvádím cenu výrobků dánské firmy Struers, které jsem čerpal z letošního modelového katalogu.

Název zařízení	Cena
Exotom	282 830 ös
Diskotom	95 000
Labotom	76 000
Orbitom	66 870
Minitom	38 300

Tato zařízení jsou stejného určení jako moje řešení. Vzhledem k tomu, že moje zařízení bude mít méně atraktivní desing a největší nedostatek v upínači je možné alespoň přibližné srovnání.

8. Z á v ě r

Navržená jednoúčelová dělička vzorků je jedním z nejuni-verzálnějších zařízení svého druhu. Její rozsah je zmenšen malým výběrem použitelných kotoučů na našem trhu. Stálo by zřejmě za úvahu nakoupení různých kotoučů od renomovaných firem, jejichž vlastnosti by přispěly ke kvalitnějšímu zpracování vzorků materiálu.

Její vlastnosti by měly být srovnatelné se zhraničnými výrobky, za kterými však zaostává v celkovém ztvárnění a designu a také v povrchové úpravě a zpracování, které v kusové výrobě nedosáhne zřejmě takové kvality, jako při výrobě ve vyspělých továrnách. Ovšem tyto nedostatky jsou pouze nepodstatného charakteru a vůbec neovlivní užité vlastnosti stroje. Výrobu tohoto zařízení by měla zvládnout každá dílna. Není zde použito žádných speciálních technologií výroby. Hlavním materiálem jsou tradiční ocelové tenkostěnné profily a plechy. Kostra z profilů je svařovaná bez speciálních nároků na přesnost. Nadstavbová část je také z čtvercových profilů, ke kterým jsou přišroubovány krycí plechy pomocí šroubů. Sběrná vana je pro jednoduchost také svařovaná z několika dílů a k vlastnímu rámu přichycena šrouby.

Klasických prací na obrábění je zde minimálně. K těm větším patří sostružení náboje, hřídele a přírub kotouče. Odizolování je provedeno velmi jednoduše pomocí silonových podložek a pouzder, které mají vhodné mechanické i elektrické vlastnosti. Obsluha stroje a práce s ním by neměla činit potíže žádnému pracovníkovi. Jeho ovládání spočívá v nastavení otáček motoru, samozřejmě upnutí vzorku a nastavení místa ře-

zu. Dále je nutno zapnout chlazení, při použití anodomechanického způsobu řezání ještě zapnout transformátor a nastavit zvolený proudový rozsah. Všechny prvky sloužící k zajištění těchto funkcí jsou na ovládacím panelu na horní stěně přístroje.

Tím bych ukončil stručnou charakteristiku a celkové zhodnocení zařízení. Všechny vlastnosti, výkony a návrhy jsou zatím pouze teoretické a je možné, že při výrobě a nebo v provozu by se vyskytly některé nedostatky. Tyto by již neměly být zásadního charakteru a neměly by ovlivnit předpokládané vlastnosti a rozsah činnosti tohoto zařízení.

Seznam použitých zkratk

P - výkon

M_k - kroutící moment

- úhlová rychlost

n - počet otáček

K - celková bezpečnost

F_k - síla vyvozená od kotouče

$F_{\tilde{r}}$ - síla vyvozená od řemene

M_{ok} - ohybový moment od síly F_k

$M_{o\tilde{r}}$ - ohybový moment od síly $F_{\tilde{r}}$

K - bezpečnost v ohybu

K - bezpečnost v krutu

m_k - součinitel úhlu opásání

- úhel opásání

f - součinitel tření

R_A - reakce v prvním ložisku

R_B - reakce v druhém ložisku

p - měrný tlak na pero

d_p - průměr malé řemenice

D_p - průměr velké řemenice

L i t e r a t u r a

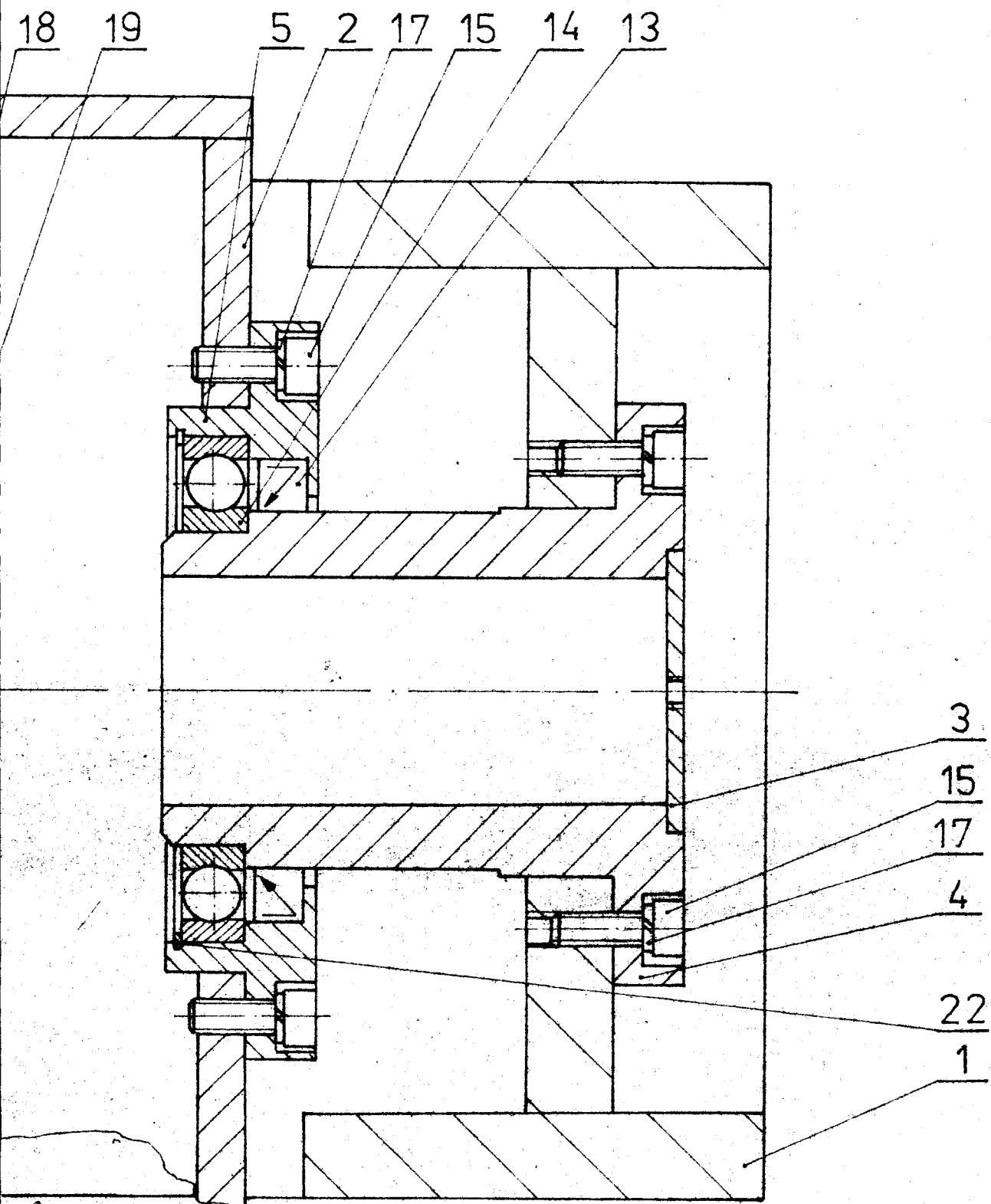
- (1) Prášil L. - Olehlová M.: Části strojů a mechanismů (skripta) Liberec, VŠST 1984
- (2) Švec L.: Řezné nástroje (skripta) Praha, ČVUT 1970
- (3) Černý V. - Pospíšil L.: Broušení a brusné nástroje SNTL 1967
- (4) Kříž B. - Vrána L.: Diamantové nástroje a jejich použití v průmyslu SNTL, Praha 1965
- (5) Bartsh W.: Nářadí, stroje a práce s nimi SNTL, Praha 1963
- (6) Dobrovolný B.: Obráběcí stroje a nástroje Práce, Praha 1950
- (7) Kusl F. - Kramerius F.: Příručka pro domácí dílnu SNTL, Praha 1981
- (8) Bartoš J. a kol.: Strojírenské tabulky SNTL, Praha 1970
- (9) Československé státní normy
- (10) Katalog asynchronních motorů - MEZ Náchod
- (11) Katalog metalografických strojů firem :Struers, Buehler, Dujardin, Leco, Presi
- (12) Časopisy: Practical Metallography - 3/81, 11/83, 12/83
Udělej si sám - 69/89

O b s a h

strana

1. Politicko-hospodářský rozbor	5 - 7
2. Analýza současného stavu a potřeb	8
3. Rozbor technolog. podmínek, návrh technologie	9
3.1. Řezání kotoučovou pilou	10 - 11
3.2. Rozbrušování řezacím kotoučem	11 - 13
3.3. Dělení diamantovým kotoučem	13 - 14
3.4. Anodomechanické dělení	15
4. Návrh konstrukce	17 - 18
4.1. Varianty stroje	18 - 19
4.2. Stanovení kritérií pro rozhodovací analýzu	19 - 22
4.3. Stanovení stupnice hodnocení	22
4.4. Prosté hodnocení	23
4.5. Párování dvojic kritérií	24
4.6. Výpočet vážených hodnot	25
4.7. Výběr nejvhodnější koncepce	26
5. Konstrukční řešení částí stroje	27
5.1. Konstrukční řešení pohonu a uložení vřetene	27
5.1.1. Návrh motoru	27 - 28
5.1.2. Uložení vřetene	28
5.1.3. Návrh uchycení nástrojů	29
5.1.4. Návrh klínového řemene	30 - 32
5.1.5. Návrh izolování	32
5.1.6. Návrh ovládání	33 - 34
5.1.7. Návrh krytování pracovního prostoru	34
5.1.8. Návrh odvodu odpadu a chlazení	34 - 35
6. Kontrola některých důležitých částí	36
6.1. Kontrola hřídele	36 - 37

6.2. Kontrola a výpočet ložisek	37 - 38
6.3. Kontrola pera	38
7. Technicko-ekonomické zhodnocení	39
8. Závěr	40 - 41
Seznam použitých zkratek	42
Literatura	43



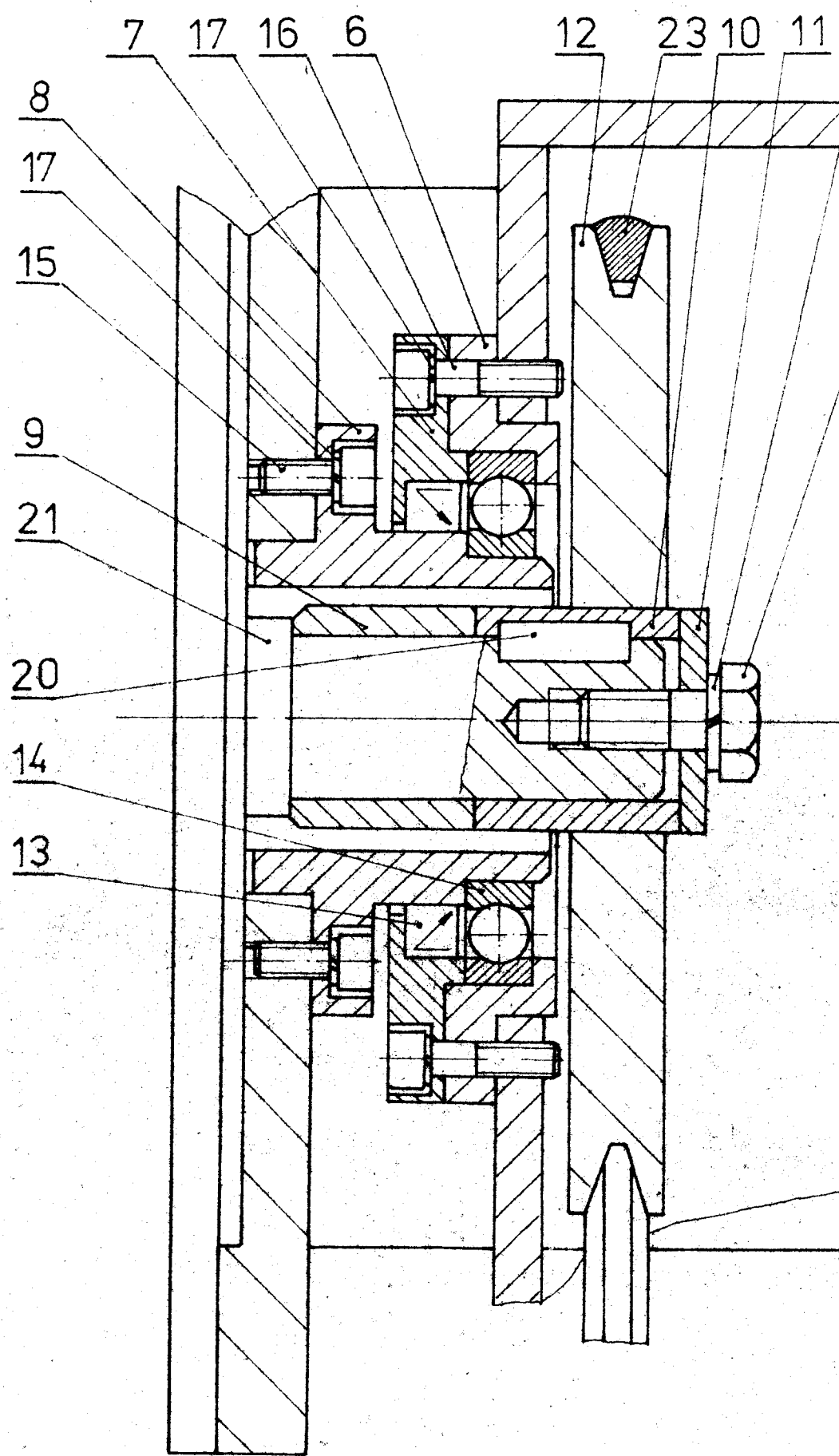
1:1

L. Pauc

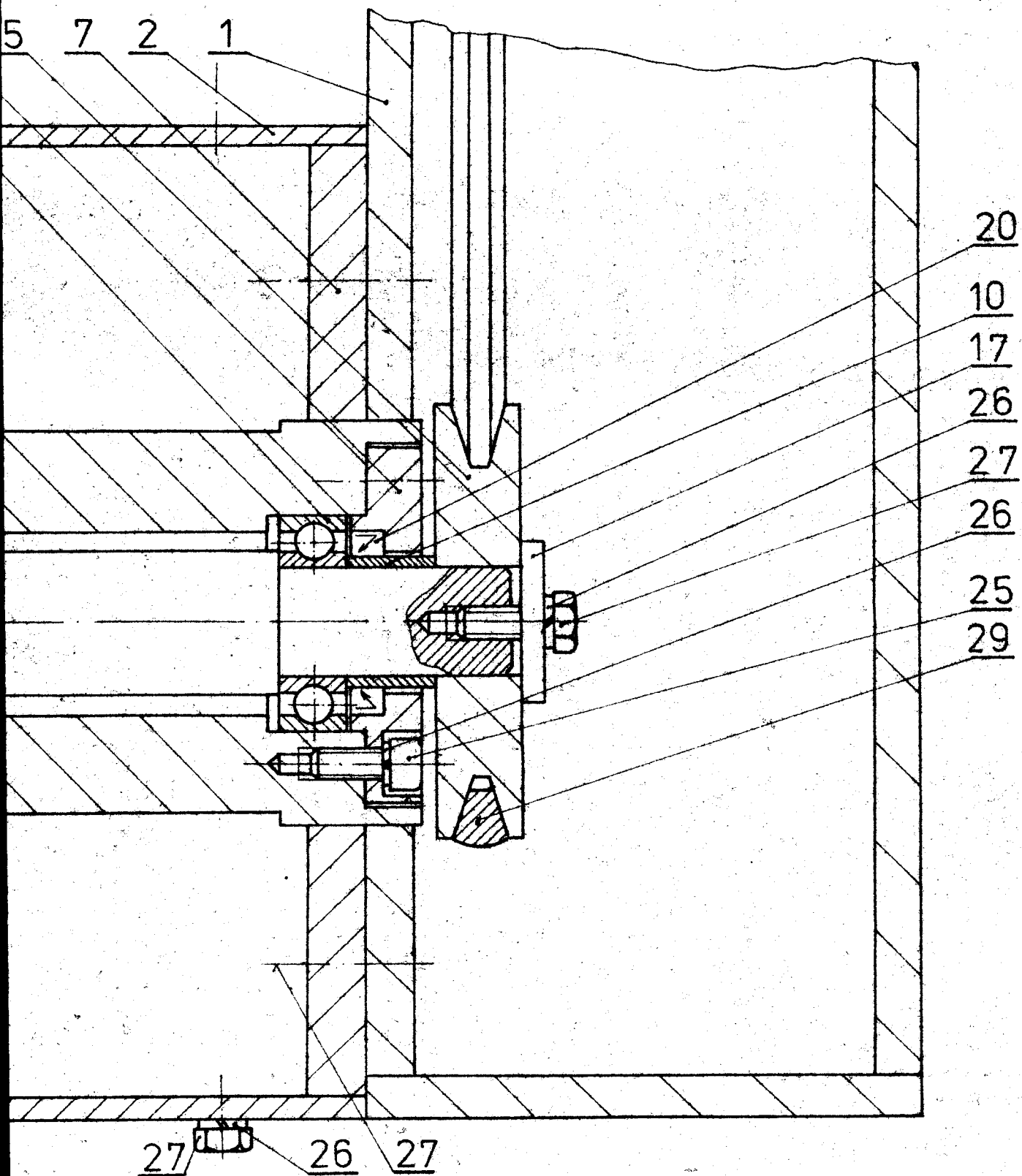
ULOŽENÍ KYVNÉHO
RAMENA

1 KVS-A3-001/02

1



1 Držák motoru				1
1 Kyvné rameno				2
1 Zíslepka P3 - Ø 50	ČSN 425310	11 353		3
1 Čep Ø 105-90	ČSN 420074	11 500		4
1 Pouzdro Ø 132-28	ČSN 420074	11 110		5
1 Pouzdro Ø 132-18	ČSN 420074	11 110		6
1 Víko Ø 132-12	ČSN 420074	11 110		7
1 Čep Ø 100-50	ČSN 420074	11 500		8
1 Pouzdro Ø 33-30	ČSN 420074	11 110		9
1 Pouzdro Ø 33-30	ČSN 420074	11 373		10
1 Podložka P5 Ø 33	ČSN 425310	11 353		11
1 Řemenice Ø 165-15	ČSN 420074	11 110		12
2 Kroužek 63x82x9	ON 029401			13
2 Ložisko 16011	ČSN 024630			14
12 Šroub M6 x 15	ČSN 021143			15
4 Šroub M6 x 20	ČSN 021143			16
16 Podložka 6,1	ČSN 021740			17
1 Podložka 10,2	ČSN 021740			18
1 Šroub M10 x 25	ČSN 021101			19
1 Pero 3e7x7x22	ČSN 022562			20
L. Pavel				



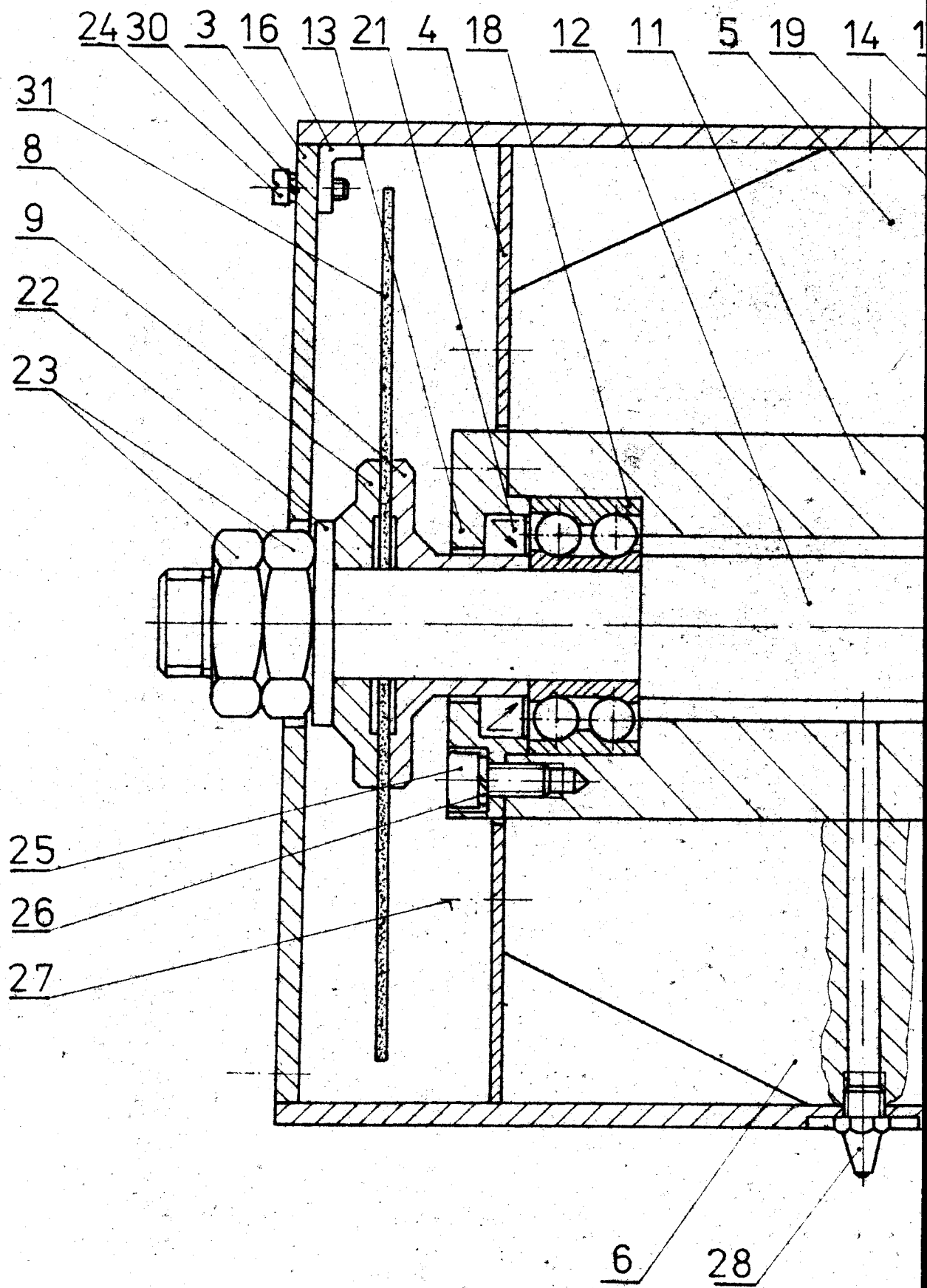
1:1

L. Pavel

ULOŽENÍ VŘETENE

1 KVS-A3-001/01

1



1	Kroužek 25 x 42 x 7	ON 029401	21
1	Podložka 20,5	ČSN 021740	22
2	Matka M20x1,5	ČSN 021403	23
6	Šroub M4 x 10	ČSN 021131	24
8	Šroub M5 x 12	ČSN 021143	25
14	Podložka 6,1	ČSN 021740	26
8	Šroub M6 x 13	ČSN 021101	27
1	Zátka M5	ČSN 027463	28
1	Řemen GPZ 1 126	ČSN 023112	29
6	Podložka 4,1	ČSN 011740	30
1	Řezací kotouč	ČSN 224513	31

L. Pauc

1	Motor 4AP112 M	MEZ Náchod	21
1	Kroužek 90	ČSN 022931	22
1	Řemen SPZ 1 126	ČSN 023112	23

L. Páral

1	Kroužek 25 x 42 x 7	ON 029401	21
1	Podložka 20,5	ČSN 021740	22
2	Matka M20x1,5	ČSN 021403	23
6	Šroub M4 x 10	ČSN 021131	24
8	Šroub M6 x 12	ČSN 021143	25
14	Podložka 6,1	ČSN 021740	26
8	Šroub M6 x 13	ČSN 021101	27
1	Zátka M5	ČSN 027463	28
1	Řemen SPZ 1 126	ČSN 023112	29
6	Podložka 4,1	ČSN 011740	30
1	Řezací kotouč	ČSN 224513	31

L. Pauc

1	Kyvné rameno			1
1	Kryt			
1	P4 - 180 x 300	ČSN 425310	11 373	2
1	Kryt			
1	P4 - 180 x 160	ČSN 425310	11 373	3
1	Kryt			
1	P3 - 180 x 160	ČSN 425310	11 373	4
2	Žebro			
2	P8 - 130 x 40	ČSN 425310	11 373	5
2	Žebro			
2	P8 - 130 x 55	ČSN 425310	11 373	6
1	Příruba			
1	P10 Ø 175	ČSN 425310	11 373	7
1	Příruba			
1	Ø 60 - 25	ČSN 420074	11 300	8
1	Příruba			
1	Ø 60 + 8	ČSN 420074	11 300	9
1	Pouzdro			
1	TR Ø 24-15	ČSN 420074	11 110	10
1	Náboj			
1	Ø 75 - 150	ČSN 420074	11 300	11
1	Hřídel			
1	Ø 26 - 230	ČSN 420074	11 110	12
1	Víko			
1	Ø 75 - 14	ČSN 420074	11 110	13
1	Víko			
1	Ø 66 - 12	ČSN 420074	11 110	14
1	Řemenice			
1	Ø 80 - 15	ČSN 420074	11 110	15
3	Držák			
3	P 3 - 15x25	ČSN 425301	11 373	16
1	Podložka			
1	P4 Ø 30	ČSN 425310	11 373	17
1	Ložisko 3204	ČSN 024665		18
1	Ložisko 6004	ČSN 024630		19
1	Kroužek			
1	28 x 35x6	ON 029401		20

L. Pavel

1	Rám				1
1	Krycí rám				2
1	Rám víka				3
1	Přístrojová deska				4
1	Levý kryt P1,8-565x725	ČSN 425301	11 373		5
1	Horní kryt P1,8-672x820	ČSN 425301	11 373		6
1	Pravý kryt P1,8-565x725	ČSN 425301	11 373		7
1	Přední kryt P1,8-672x285	ČSN 425301	11 373		8
	Uložení vřetene			KVS-A3-001/01	9
1	Držák motoru				10
1	Kyvné rameno				11
1	Vzpěra				12
1	Upínací deska P15-300x350	ČSN 425310	11 373		13
1	Vana				14
1	Kryt P2-270x440	ČSN 425301	11 373		15
1	Páka tyč 18-280	ČSN 426520	11 340		16
1	Držák P5-45x48	ČSN 425310	11 373		17
1	Páka P7-45x20	ČSN 425310	11 373		18
1	Průchodka Ø 40-35	ČSN 420074	11 110		19
60	Podložka 4,3	ČSN 021702			20

L. Paul

60 Šroub M4x10	ČSN 021155		21
1 Kolík typ 17-50	ČSN 426530	11 370	22
8 Matka M10x1,25	ČSN 021401		23
1 Matka M6	ČSN 021401		24
21 Šroub M4x10	ČSN 021131		25
6 Podložka 10,5	ČSN 021702		26
10 Podložka 10,2	ČSN 021740		27
6 Šroub M10x90	ČSN 021101		28
2 Šroub M8x20	ČSN 021101		29
2 Podložka 8,2	ČSN 021740		30
4 Šroub M10x30	ČSN 021101		31
1 Matka M18x1,5	ČSN 021401		32
1 Podložka 18,3	ČSN 021740		33
1 Čep typ 26-60	ČSN 426530	11 370	34
8 Šroub M8x18	ČSN 021143		35
8 Podložka 8,2	ČSN 021740		36
2 Kroužek 16	ČSN 022930		37
1 Čep Ø 20-25	ČSN 426510	11 600	38
1 Motor 4AP 112M	MEZ Náchod		39
1 Pouzdro Ø 12-5	ČSN 420074	11 110	40

L. Páral

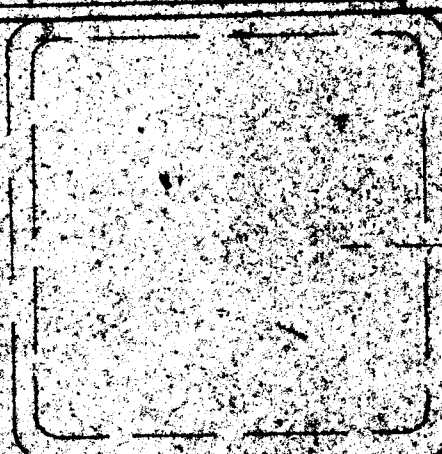
20 Podložka 6,1	ČSN 021740			
1 Matka M10	ČSN 021403			41
1 Průchodka Ø 18-12	ČSN 420074	11 110		42
Objímka 1 Ø 28-30	ČSN 420074	11 110		43
1 Trubka				44
1 Táhlo Kruhová tyč 6	ČSN 425510	10 370		45
1 Spojka Ø 16-22	ČSN 420073	11 110		46
Hadice Ø 22x2				47
1 Výpusť Ø 60-15	ČSN 420074	11 110		48
1 Odbočka T	ČSN 139220			49
1 Kohout				50
1 Koule 40	ČSN 025181			51
Zarážka 1 P5-175x33	ČSN 425310	11 373		52
Uložení ramena				53
4 Těsnění Ø 30-1			KV8-A3-001/02	54
4 Podložka P5 Ø 30	ČSN 425301	guma 11 373		55
4 Pouzdro Ø 12-6		silon		56
4 Podložka Ø 16-2		silon		57
4 Podložka P2 Ø 16	ČSN 425301	11 373		58
4 Šroub M6x25	ČSN 021143			59
L. Pánel				60

Dělička vzorků

4 KVS-A1-001

2	Průchodka Ø 40-90	ČSN 420074	11 110	61
1	Zadní kryt P1,8-820x725	ČSN 425301	11 373	62
12	Šroub M6x18	ČSN 021101		63
2	Šroub M6x16	ČSN 021143		64
1	Plexisklo 590x500			65
1	Držák kruhová tyč 14	ČSN 425510	10 370	66
1	Kroužek 20	ČSN 012930		67
1	Excentr Ø50-52	ČSN 420074	11 110	68
1	Ložisko 16004	ČSN 024630		69
1	Kroužek 42	ČSN 022931		70
1	Řemenice Ø 80-15	ČSN 420074	11 110	71
1	Podložka P5Ø 30	ČSN 425301	11 373	72

L. Pávek



26

23

62



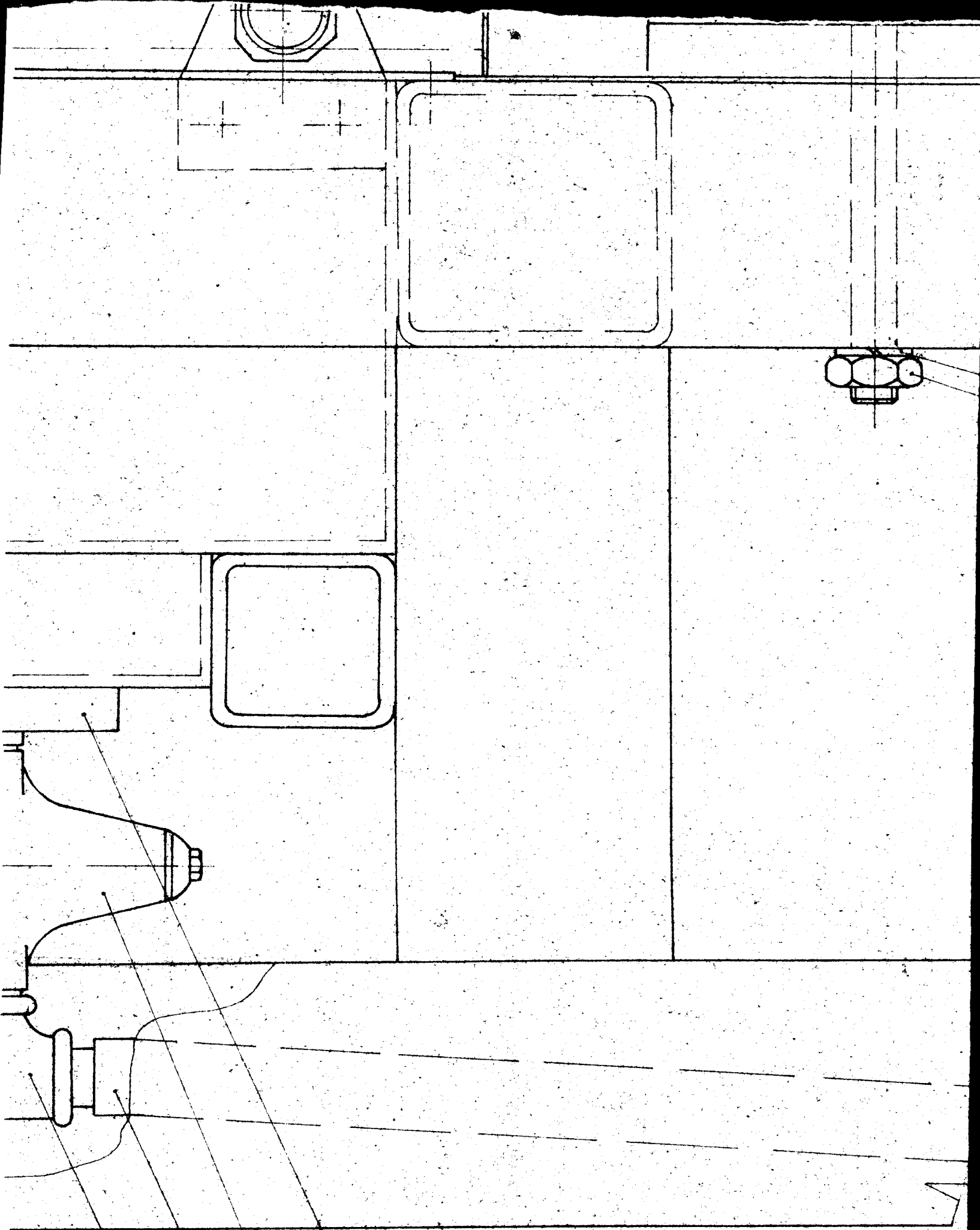
2. Pavel

1:1

DĚLIČKA VZORKŮ

4 KVS-A1-001

2

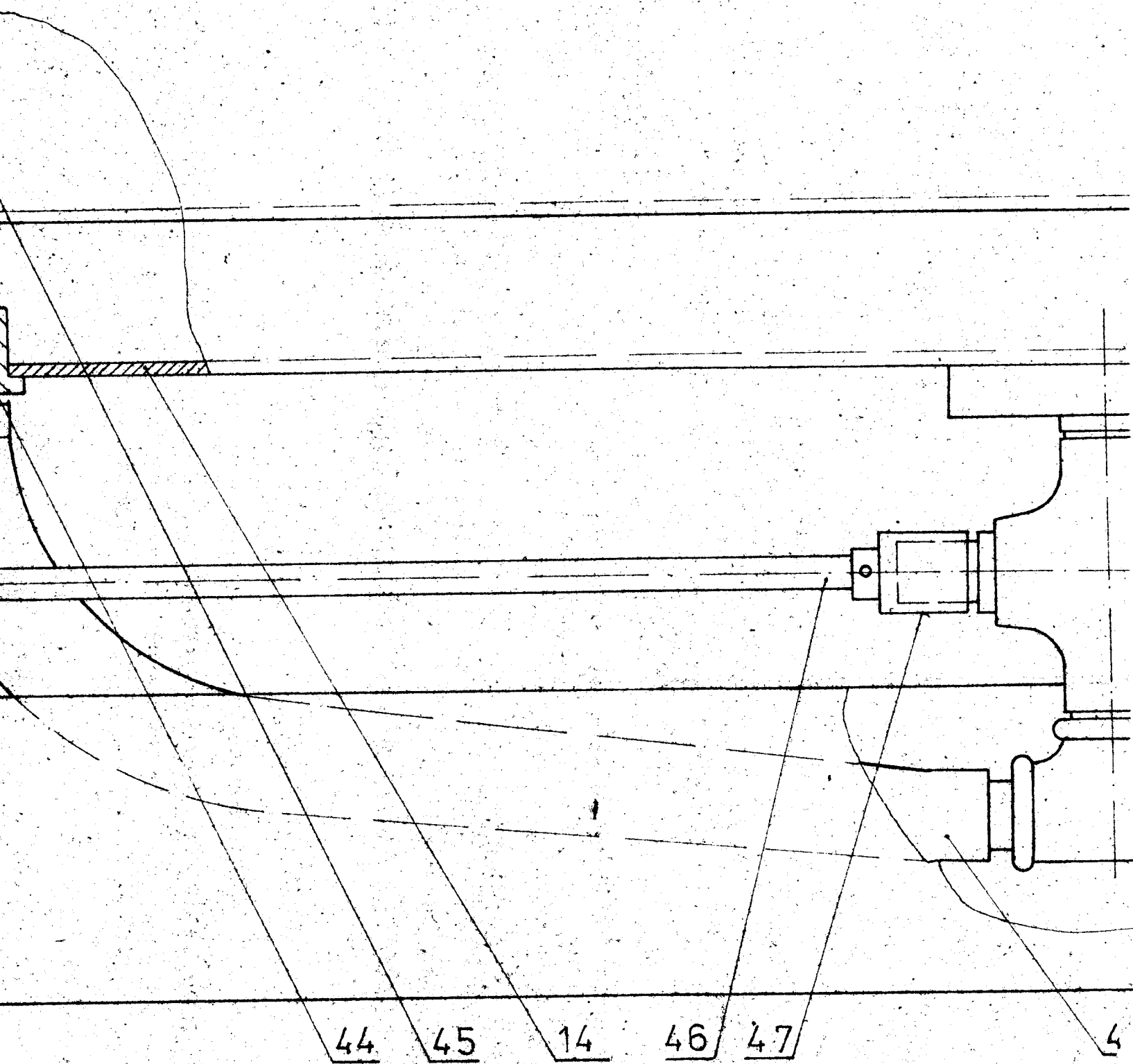


50

48

51

49



40

18

41

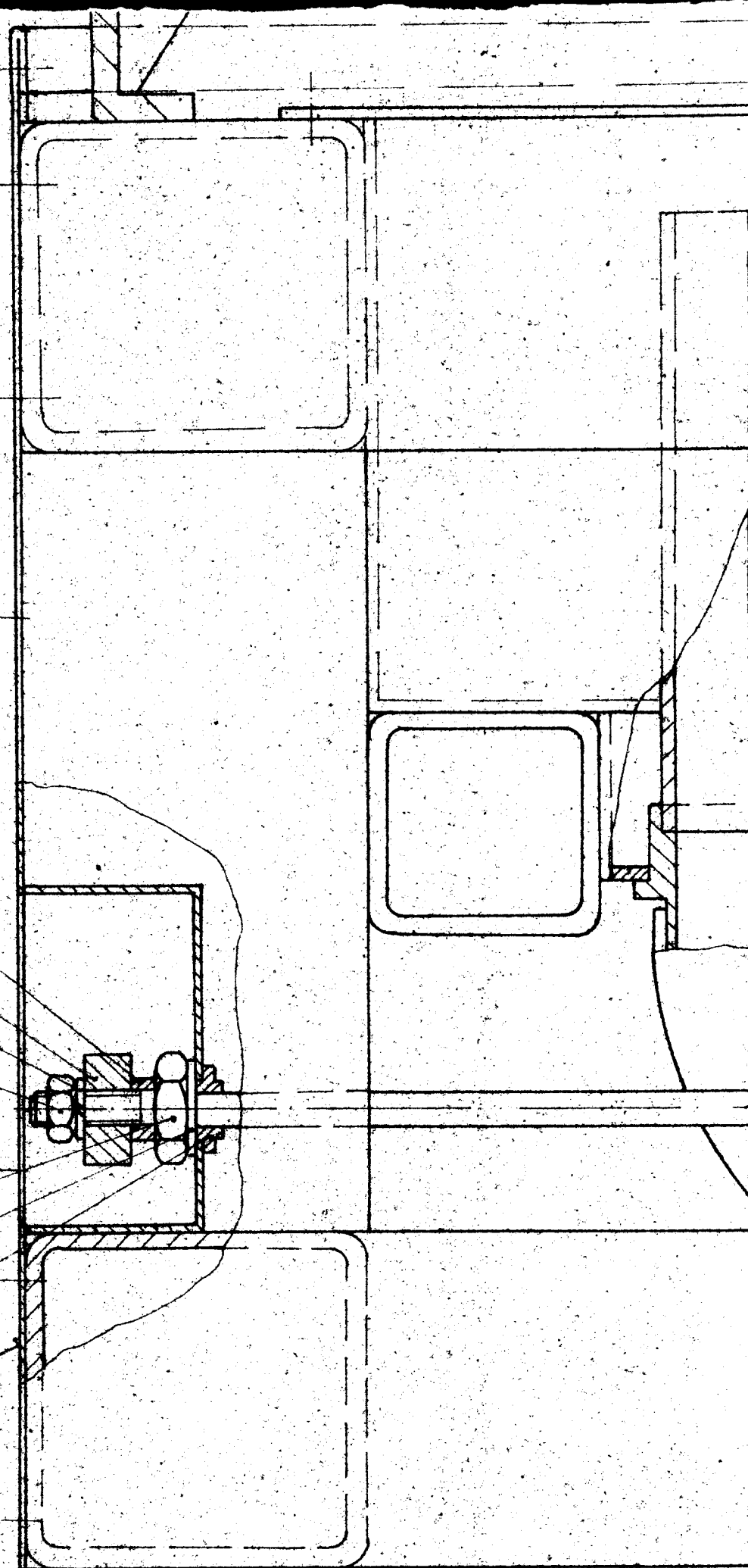
24

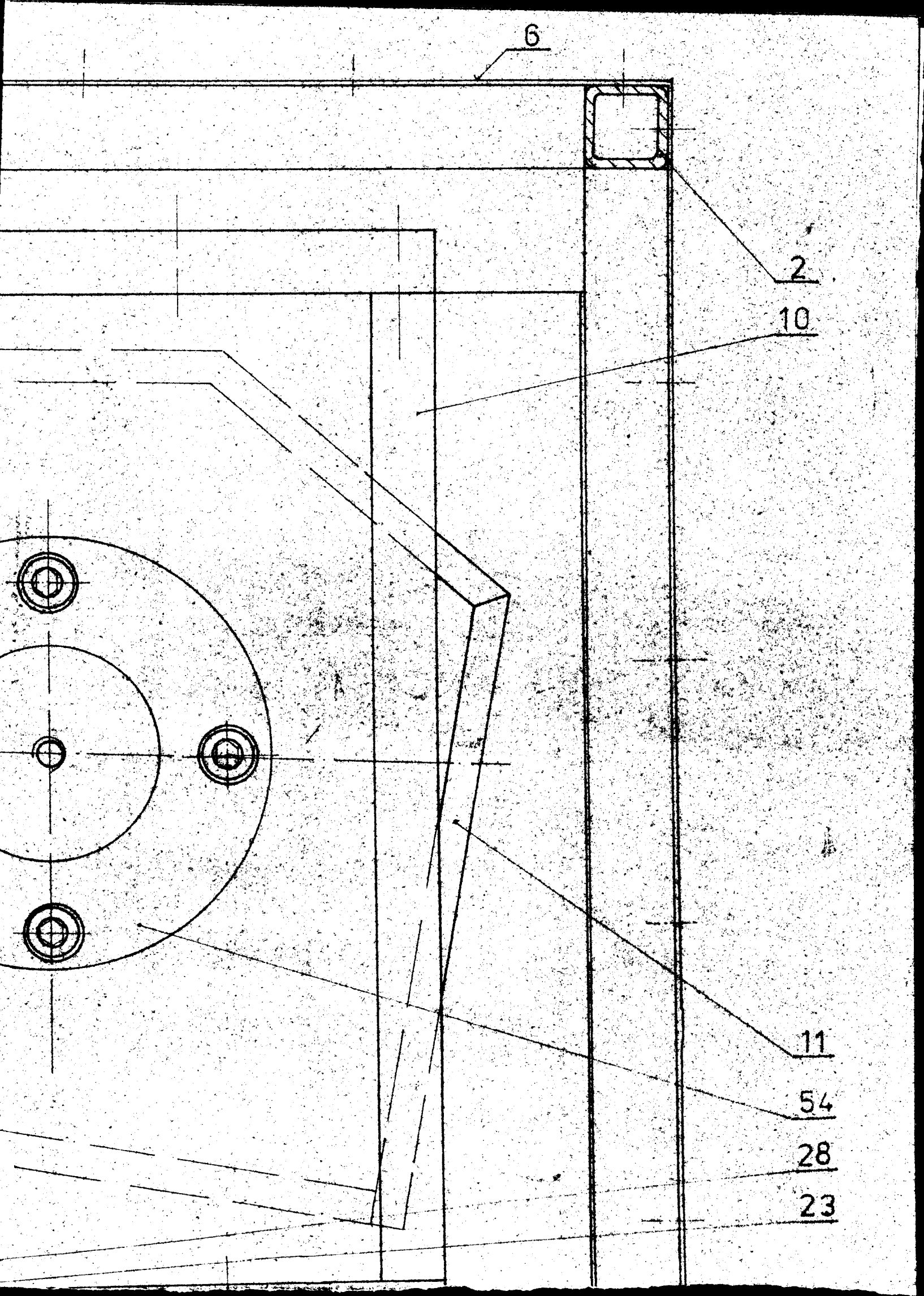
42

26

43

8



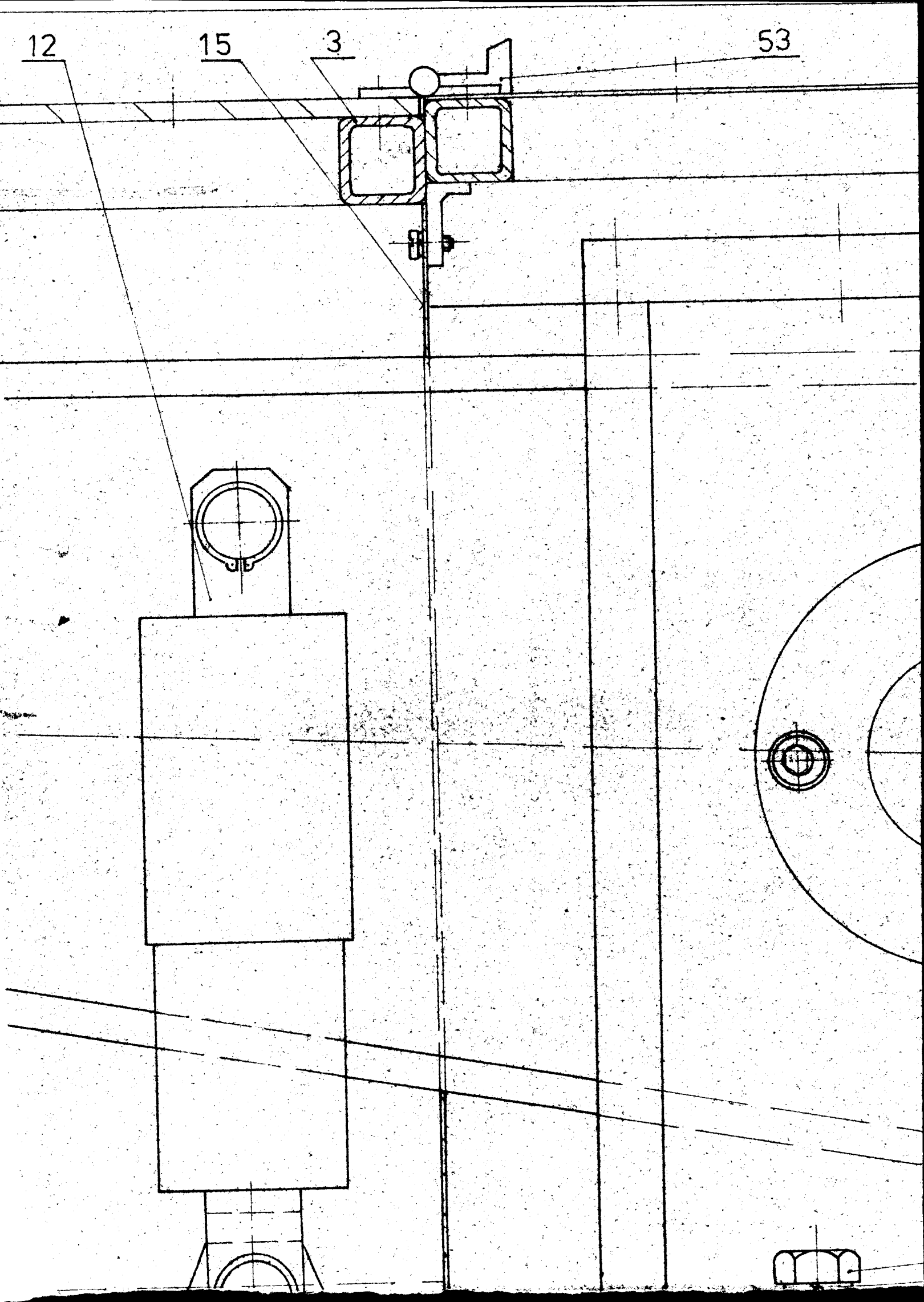


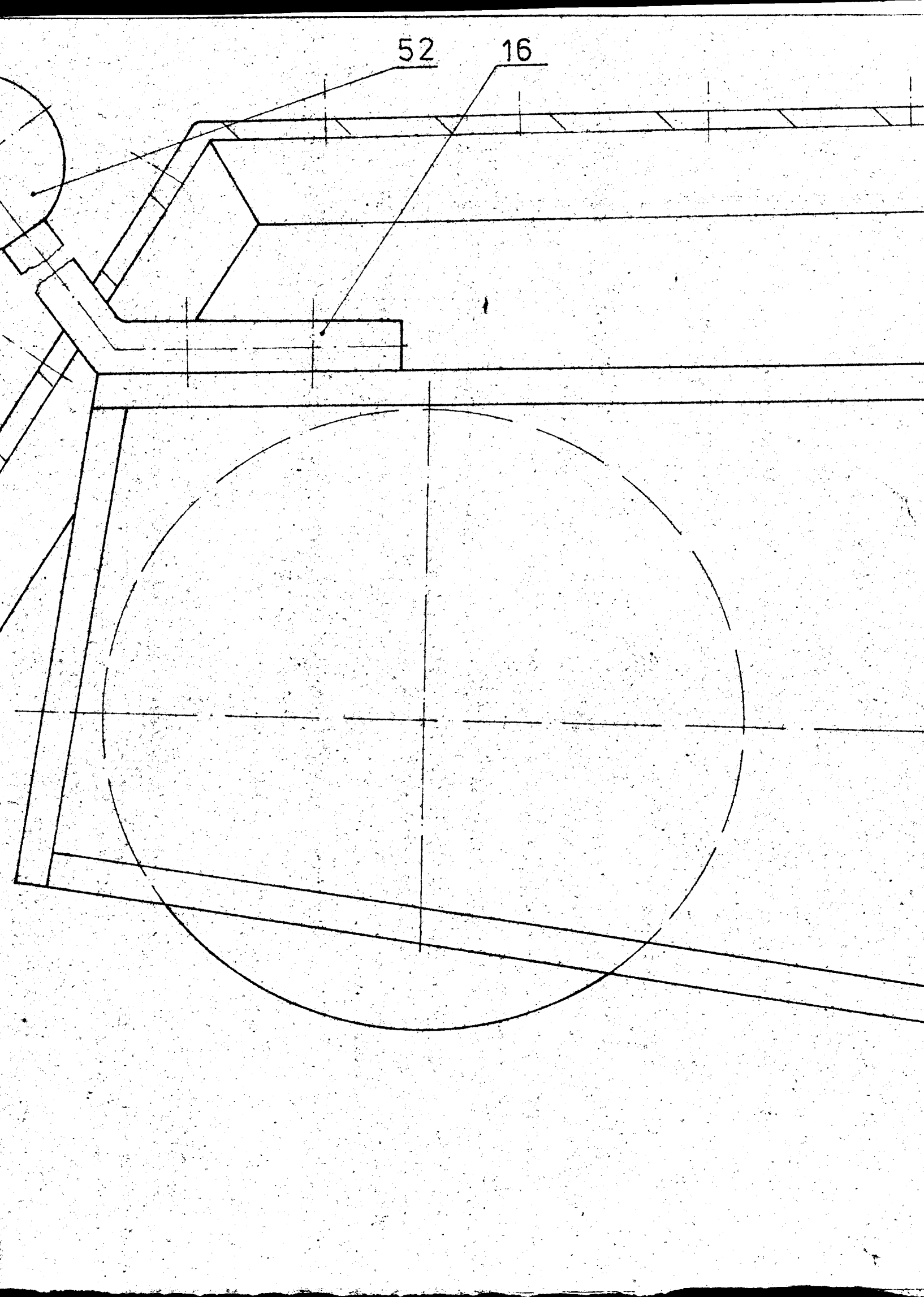
12

15

3

53





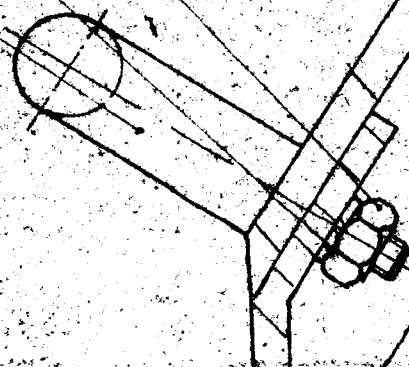


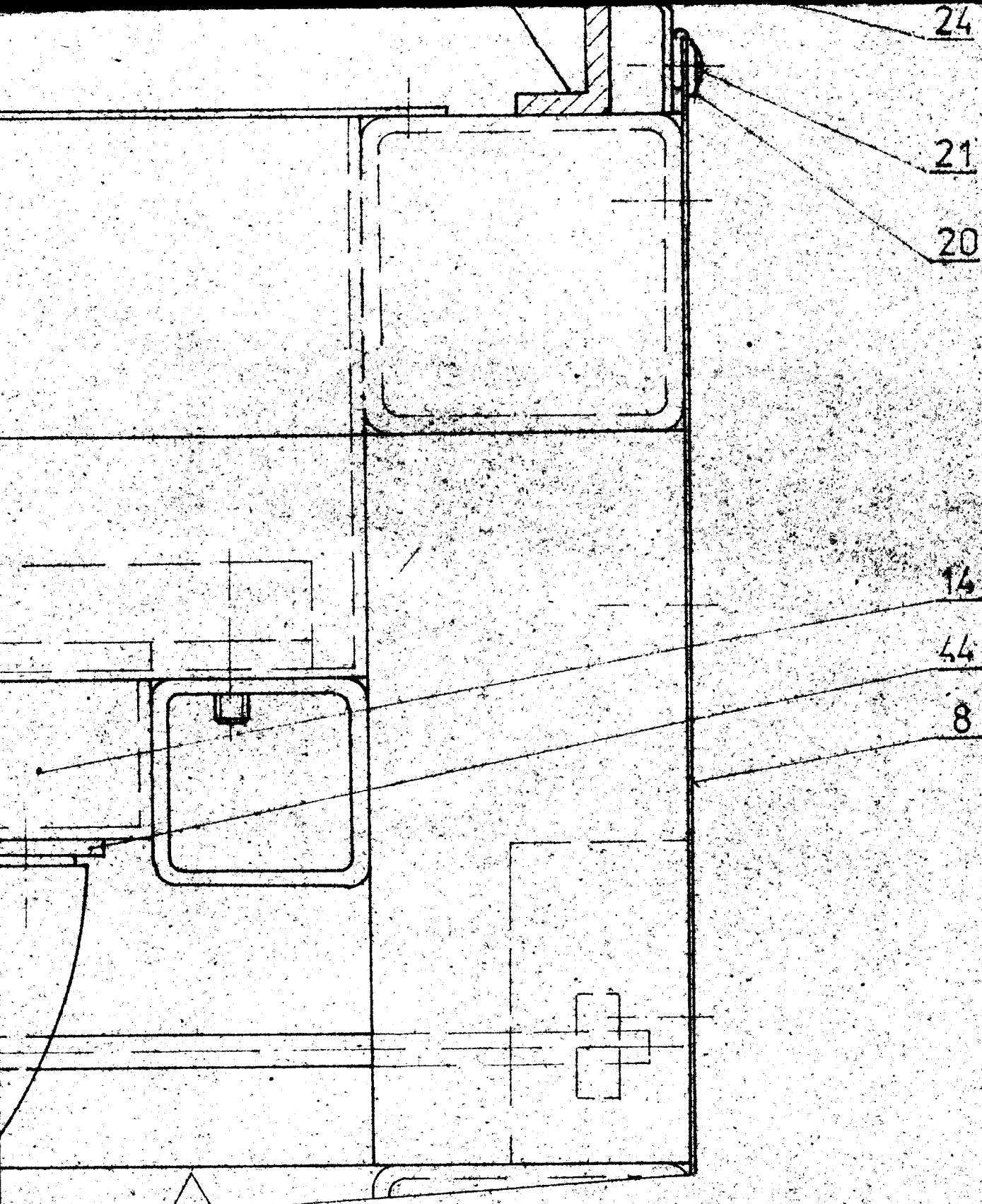
65

24

41

66





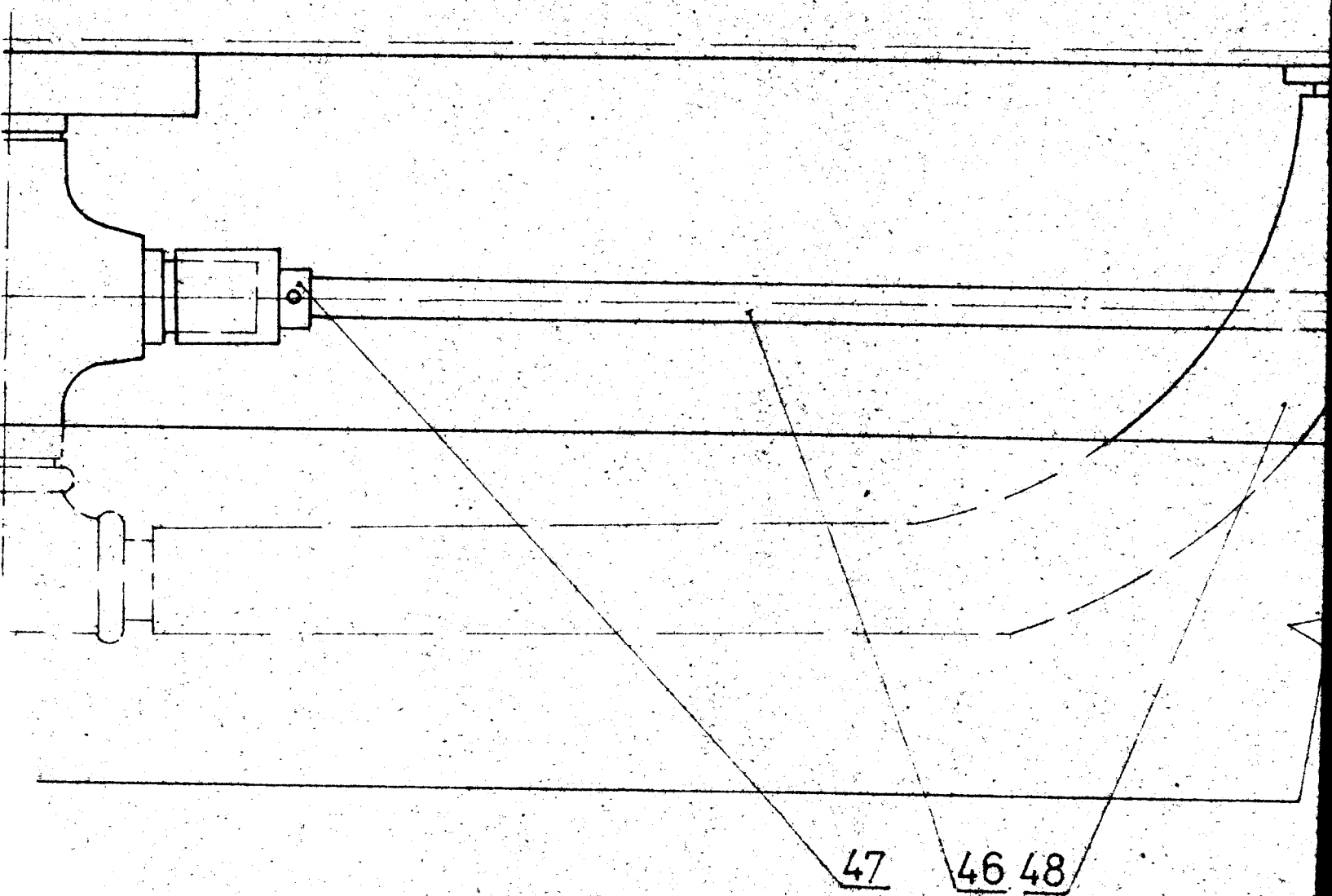
1:1

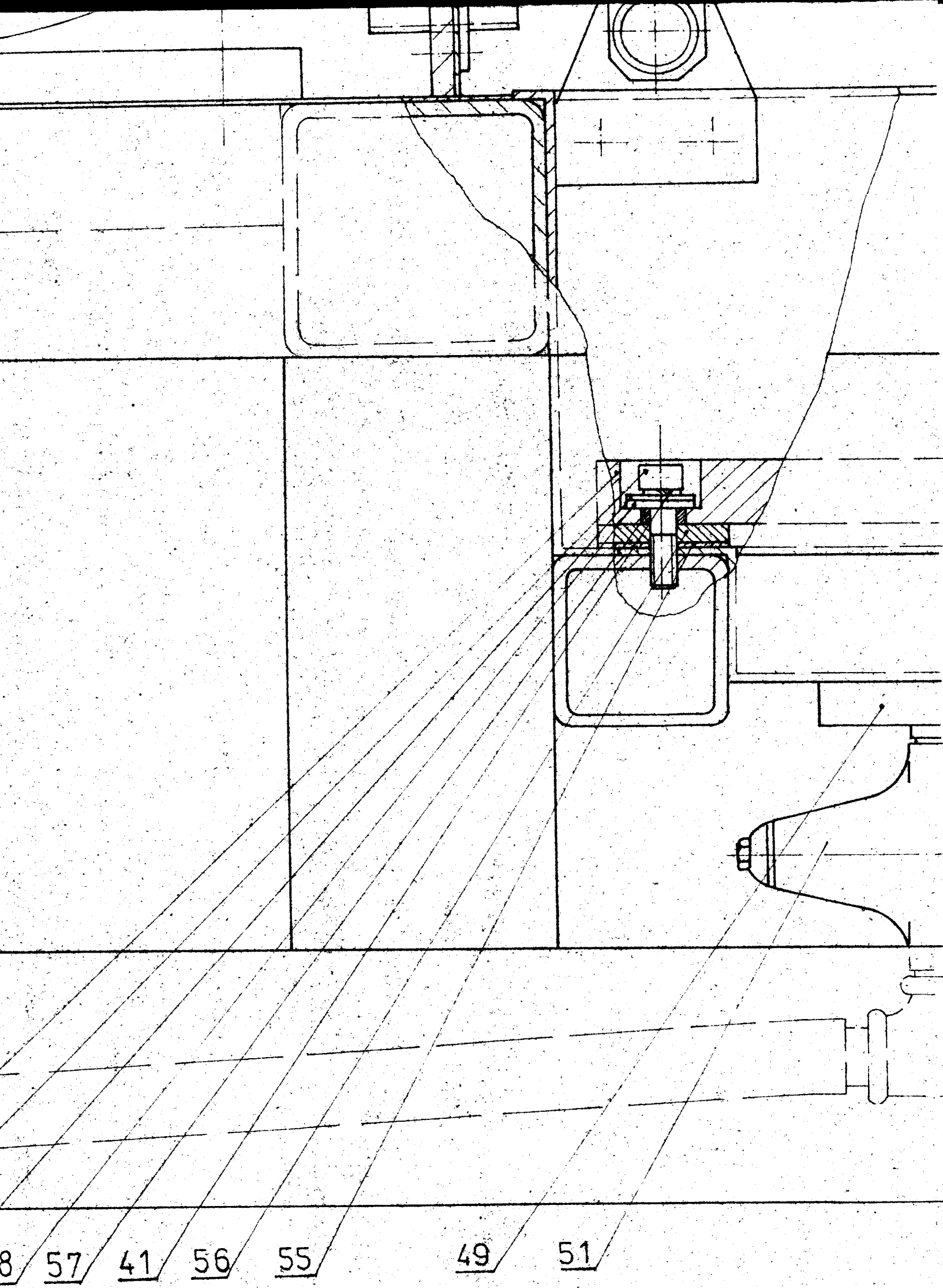
L. Paul

DĚLIČKA VZORKŮ

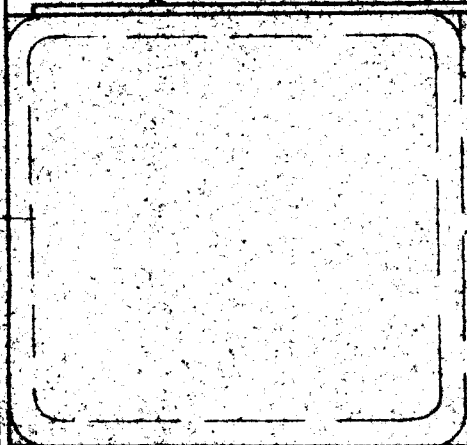
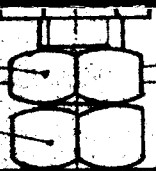
4 KVS-A1-001

3





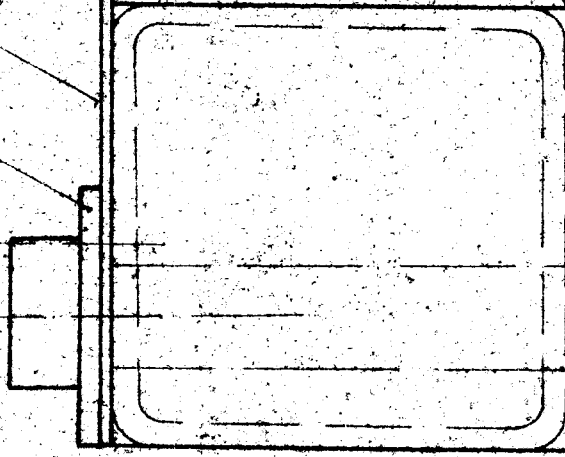
10



1

62

61

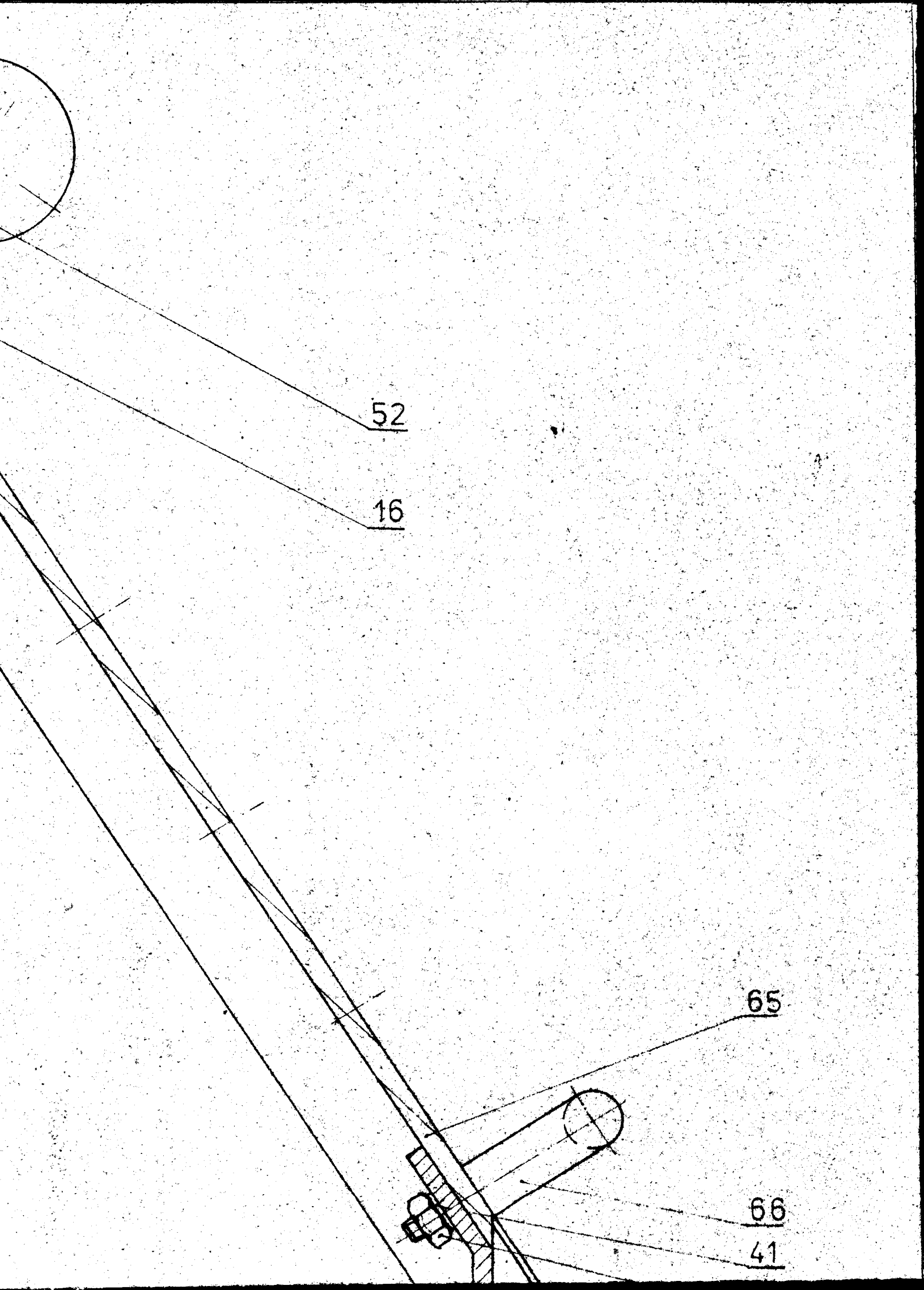


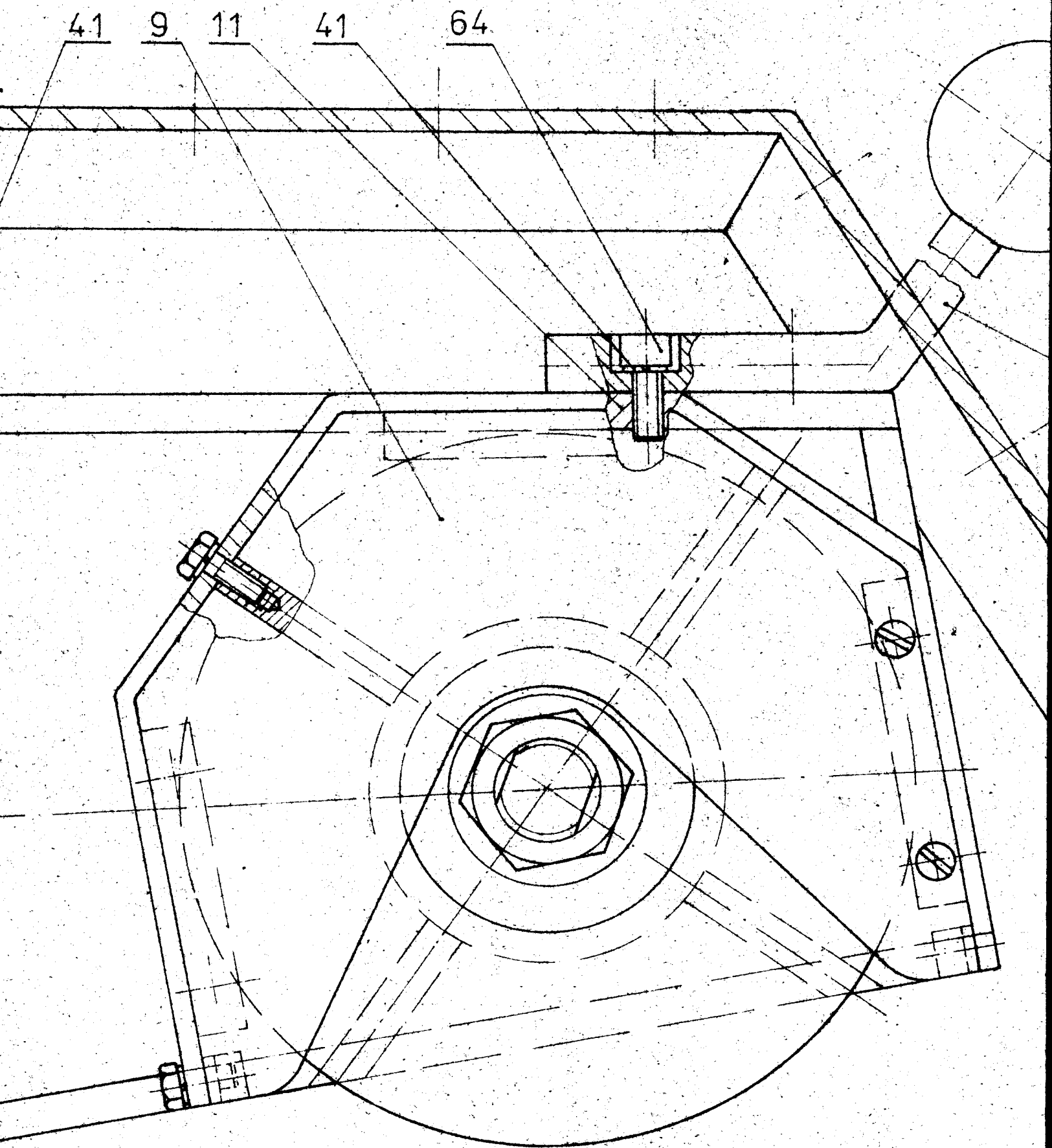
13

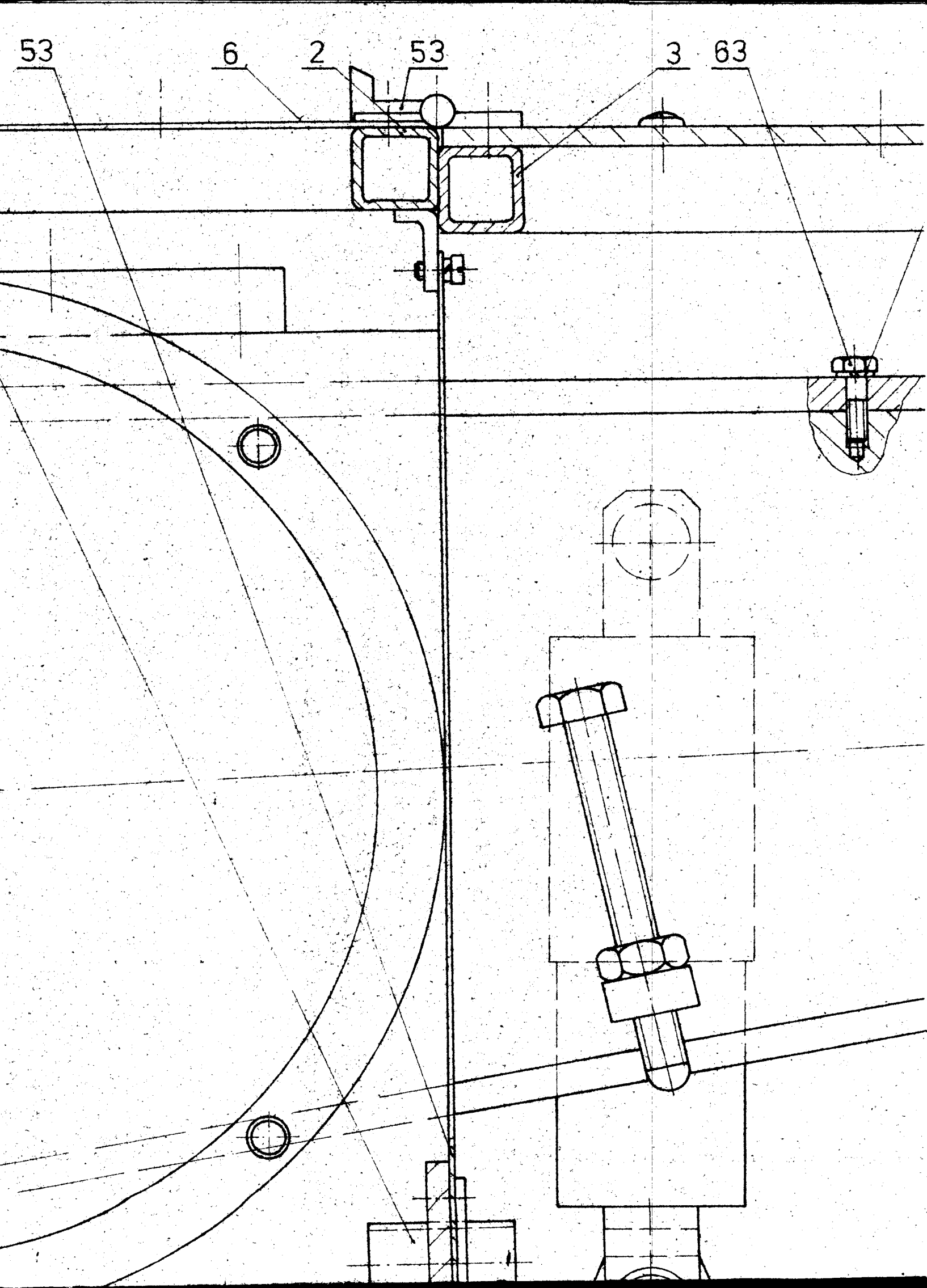
60

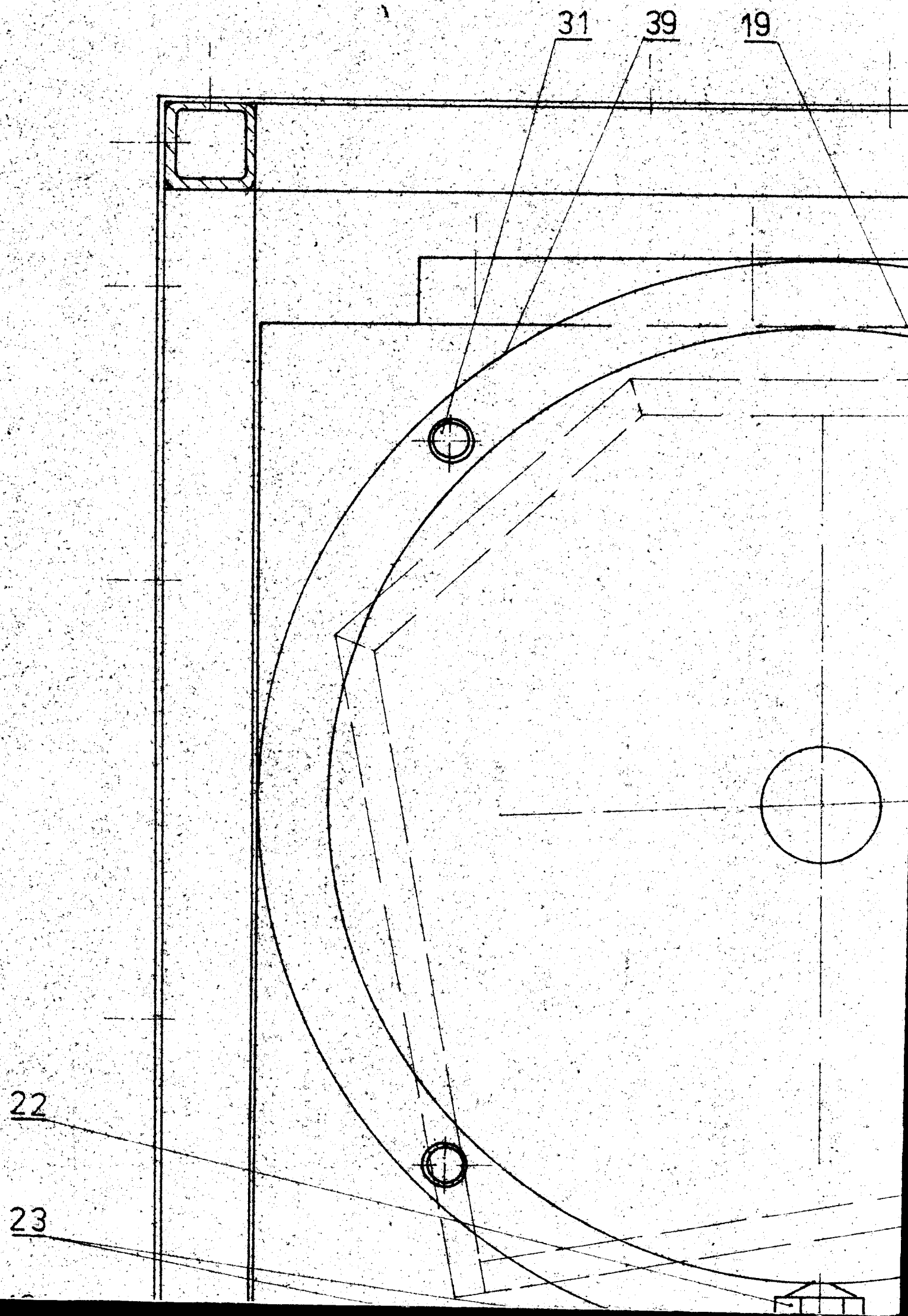
59

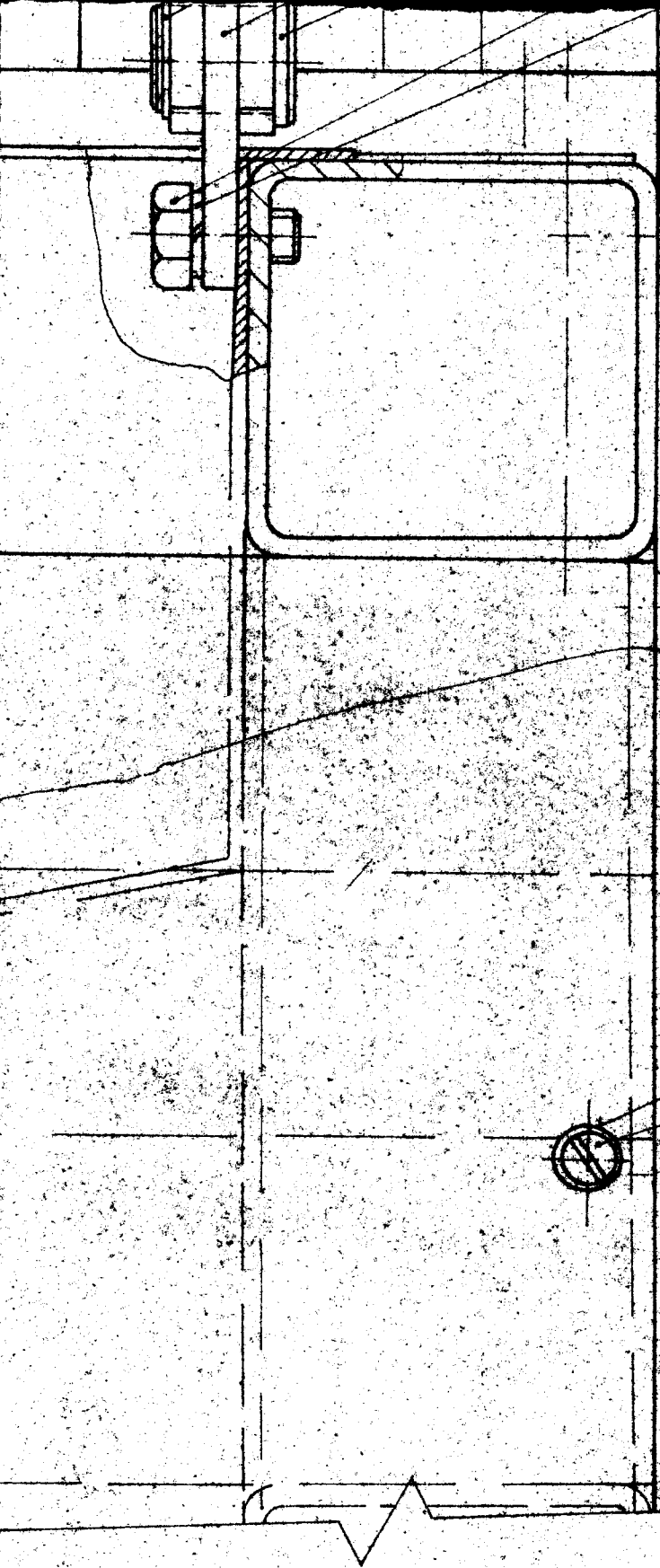
5











20

21

1:1

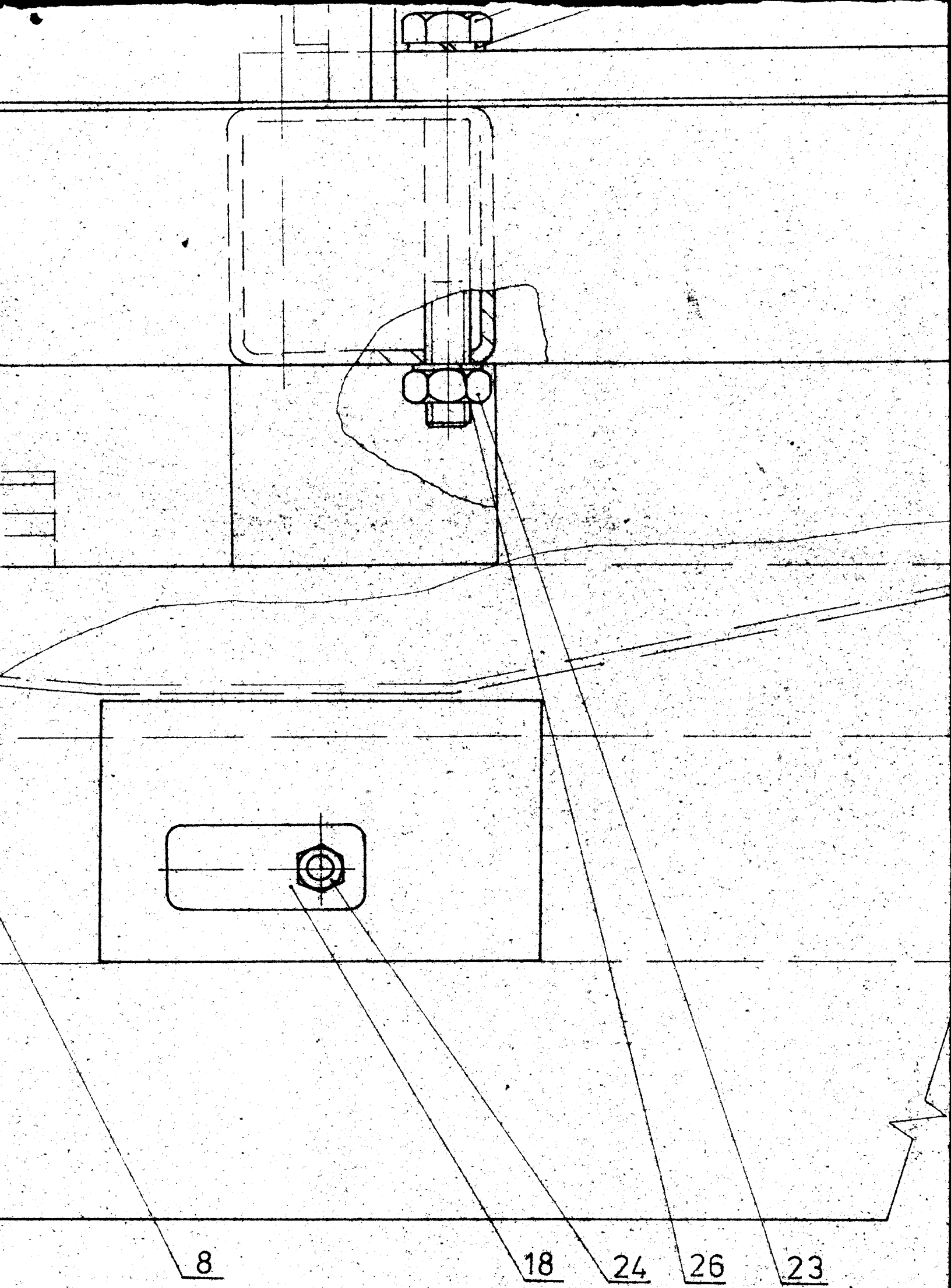
L. Pavil

DĚLIČKA VZORKŮ

4

KVS-A1-001

1



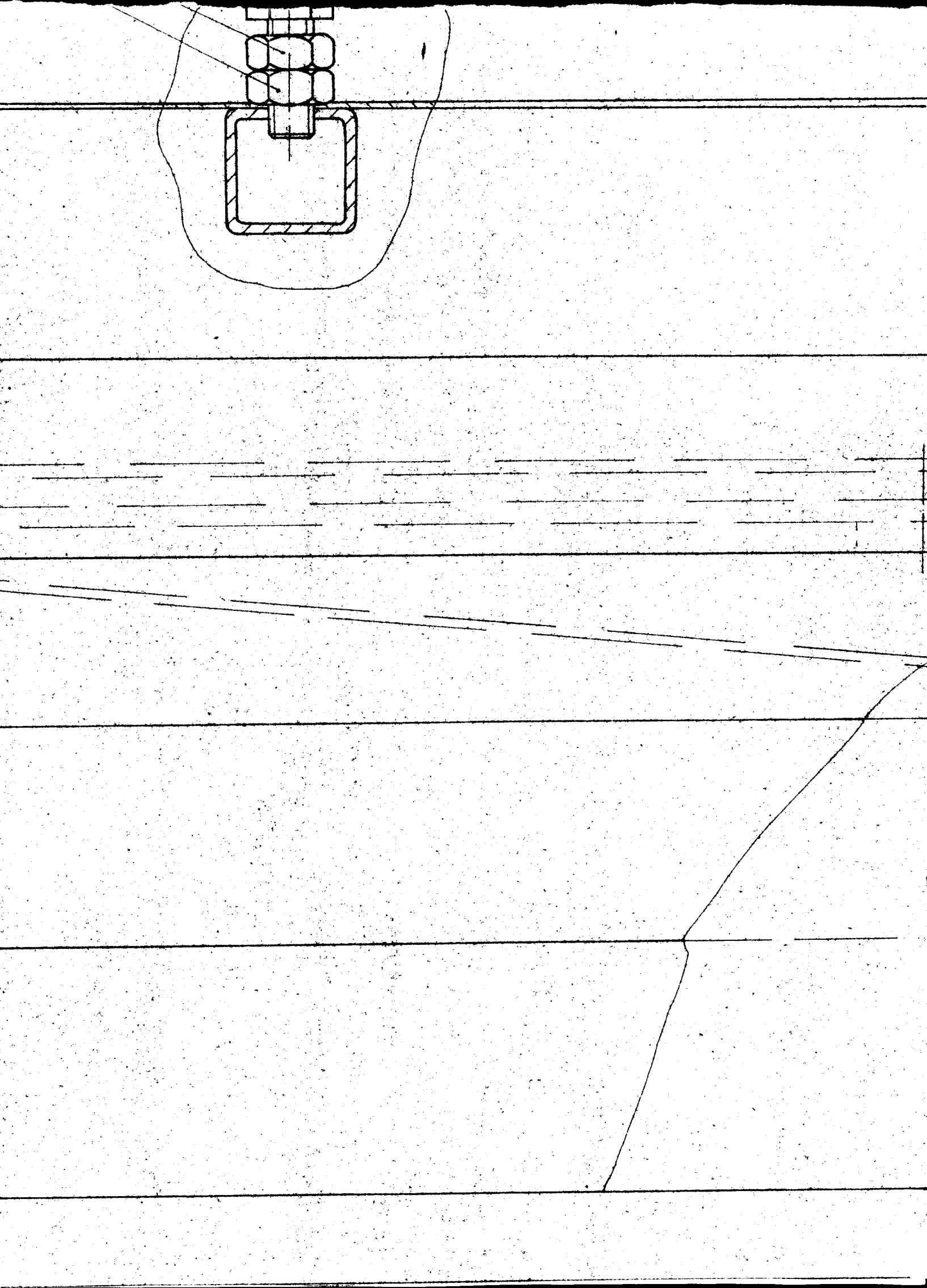
8

18

24

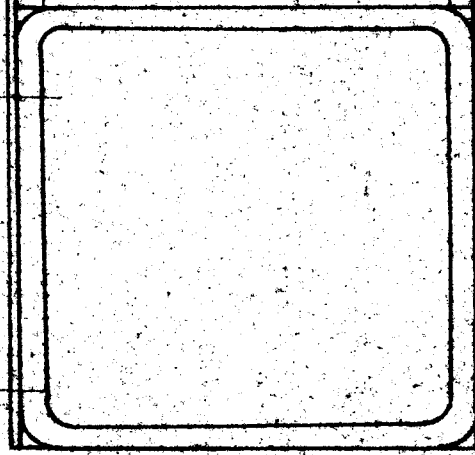
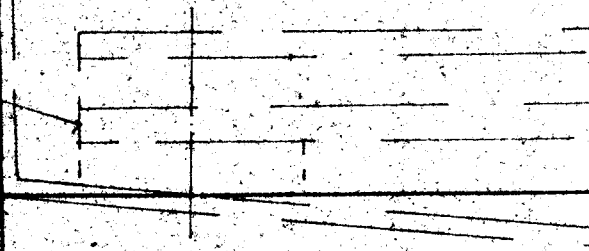
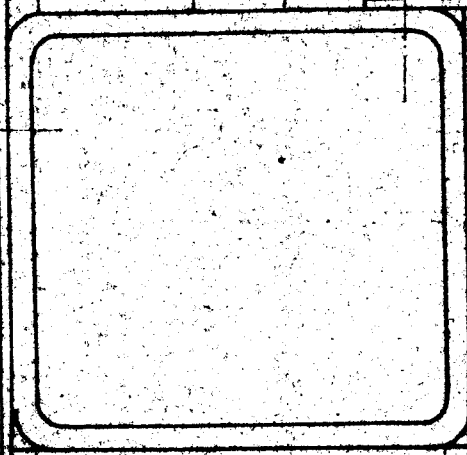
26

23

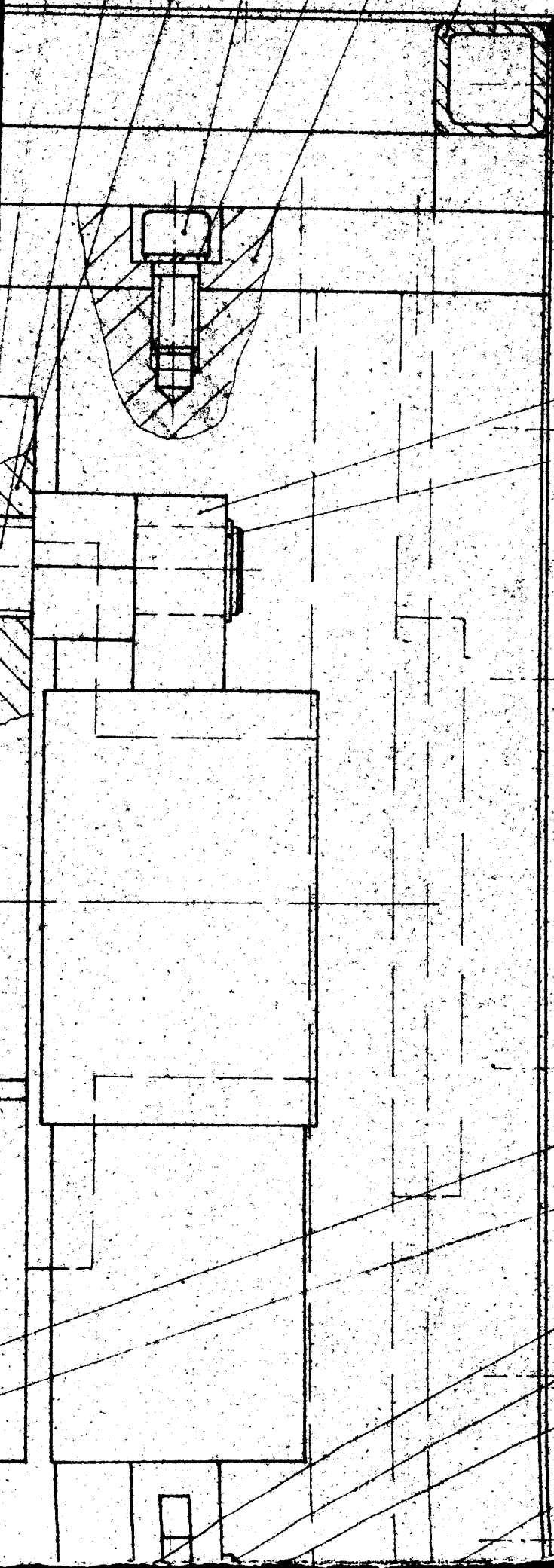


1

13



32 33 34 11 35 36 10 2



7

12

37

28

27

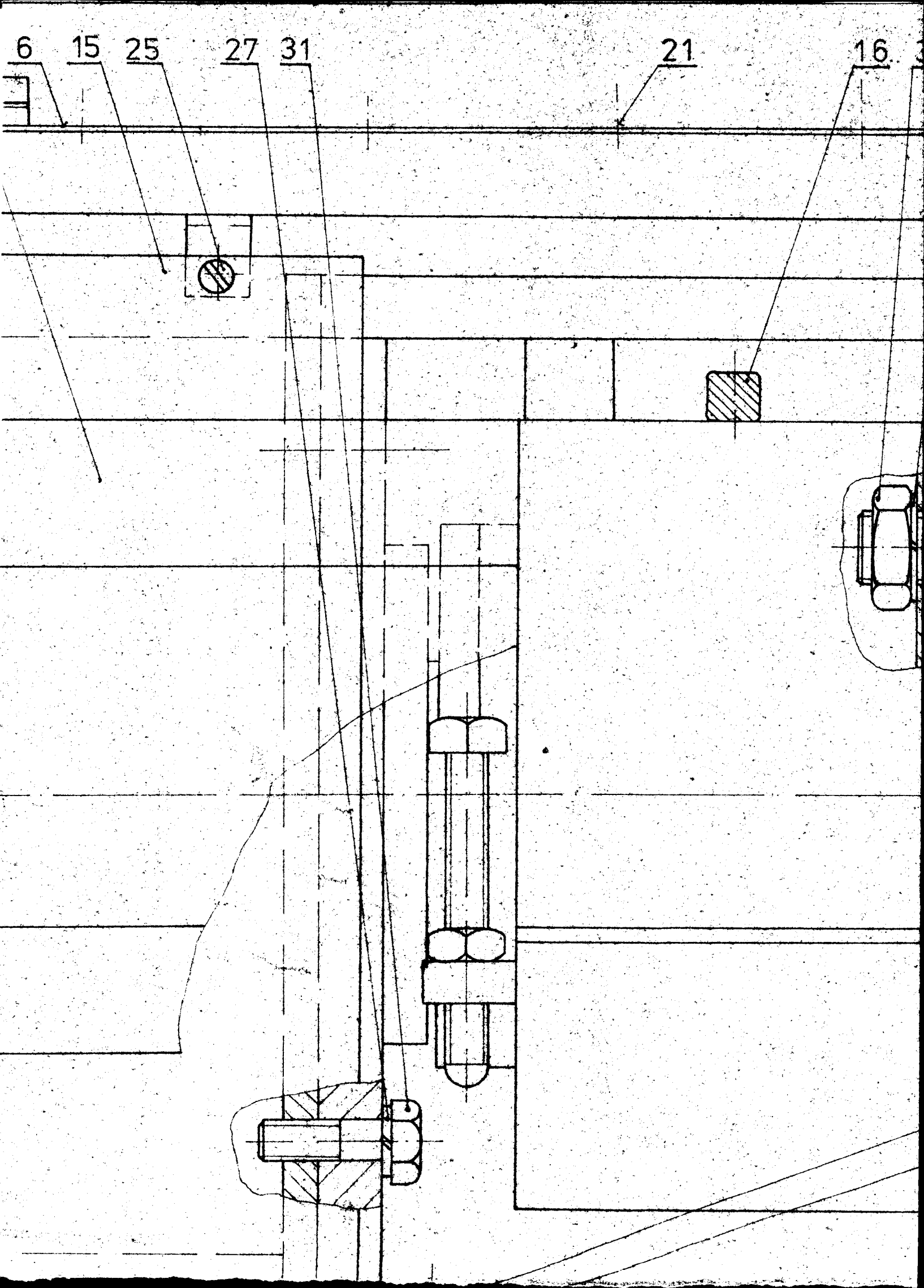
37

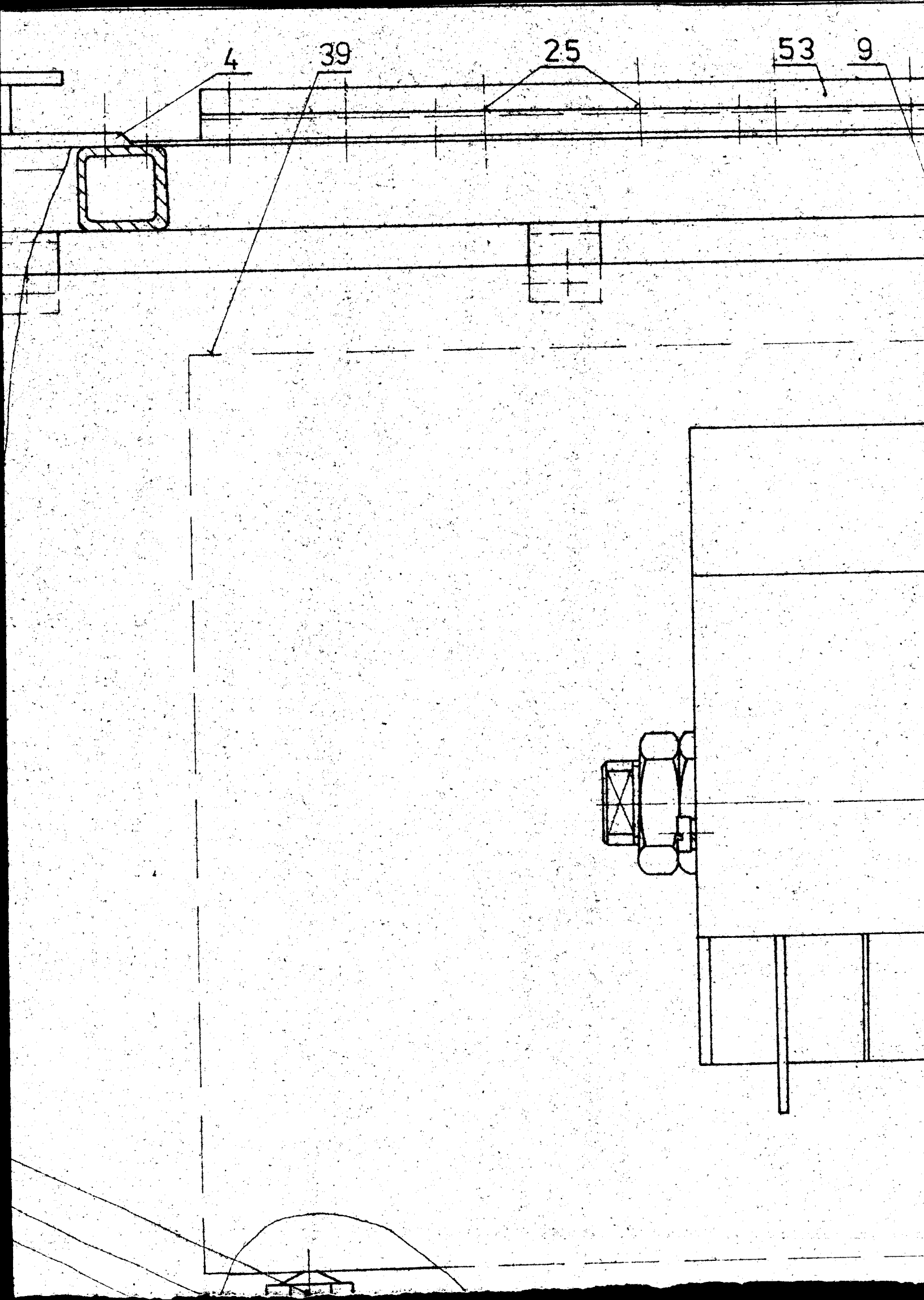
17

38

29

30





3

5

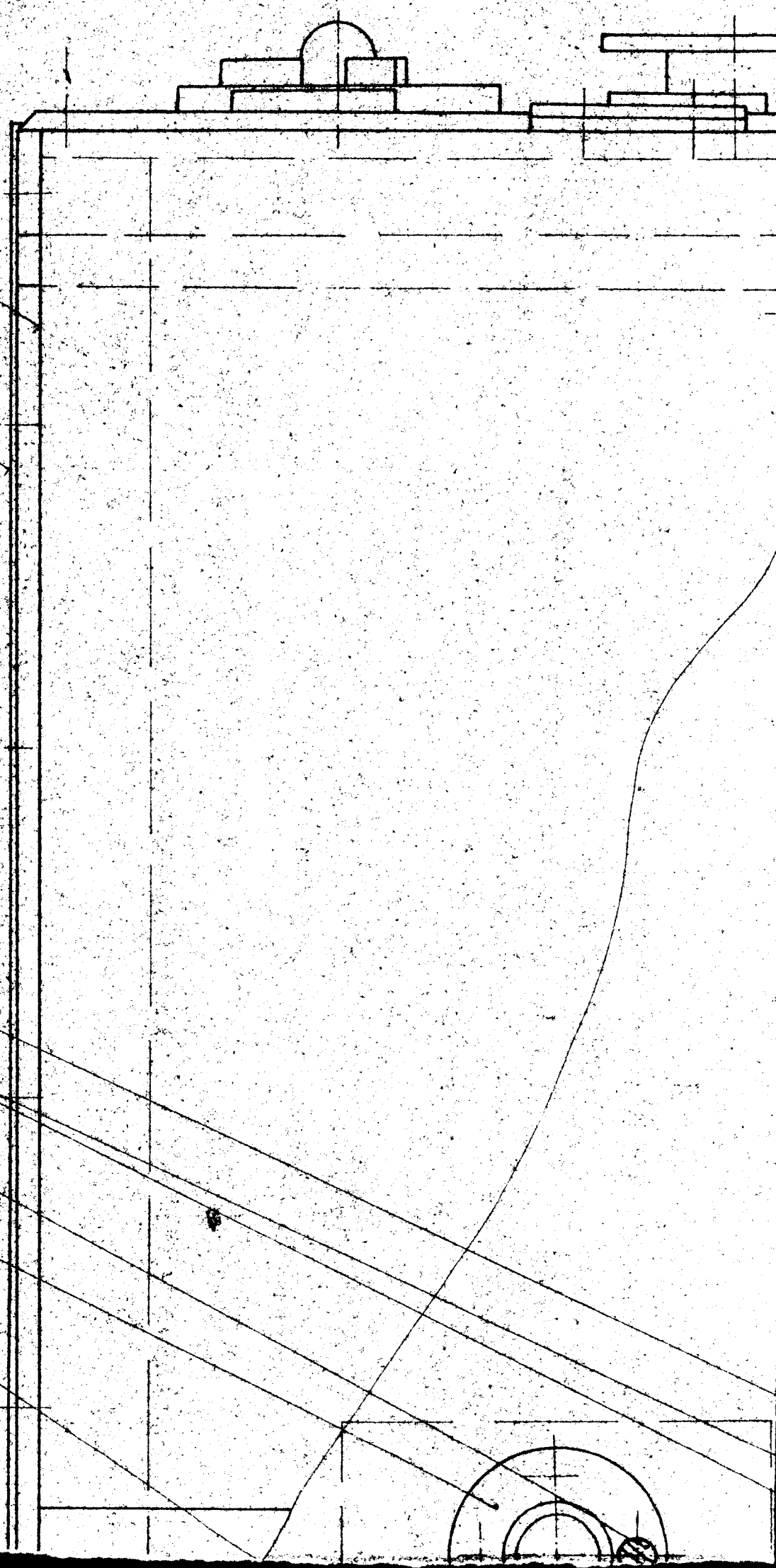
22

23

25

19

14



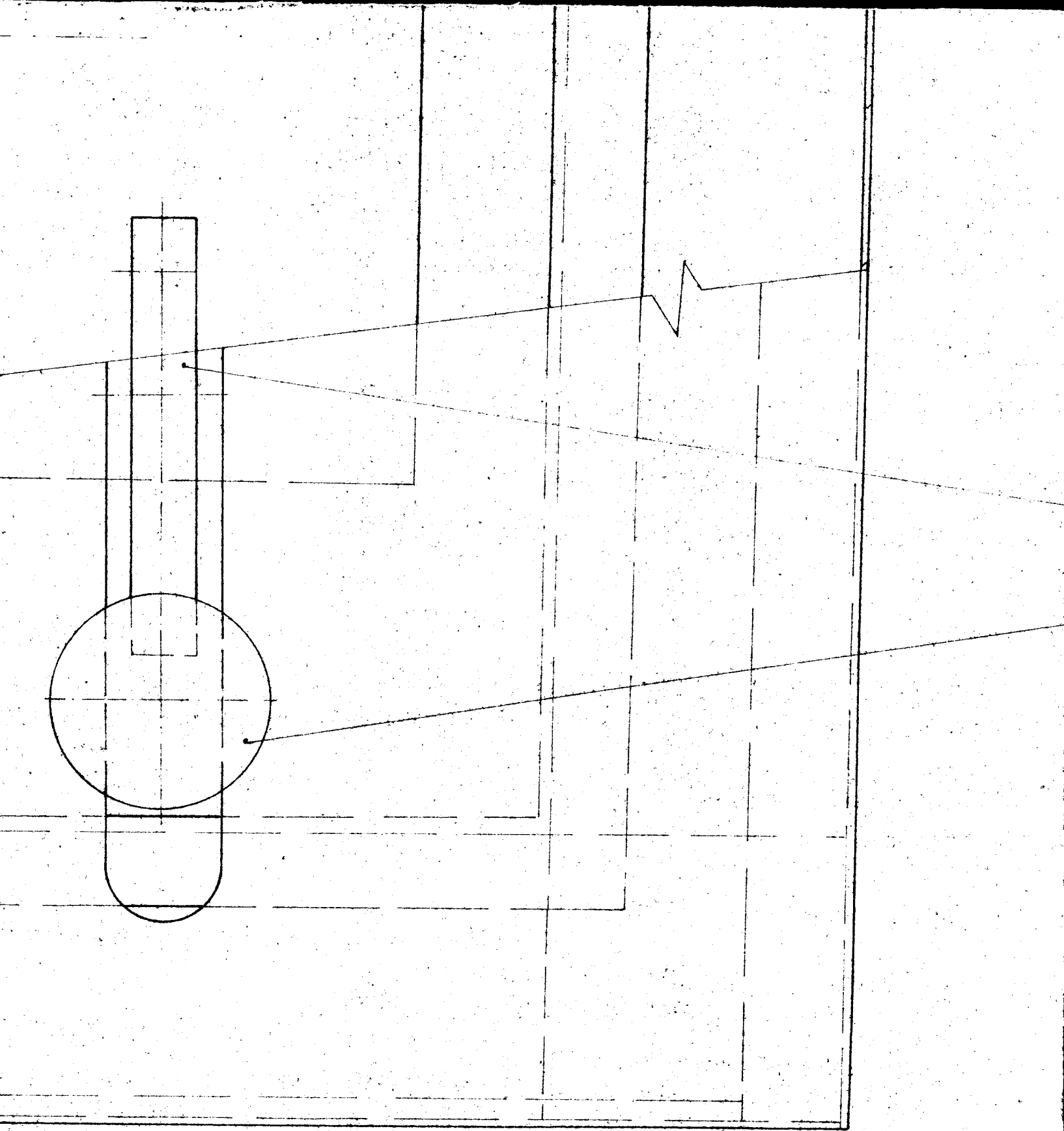
16

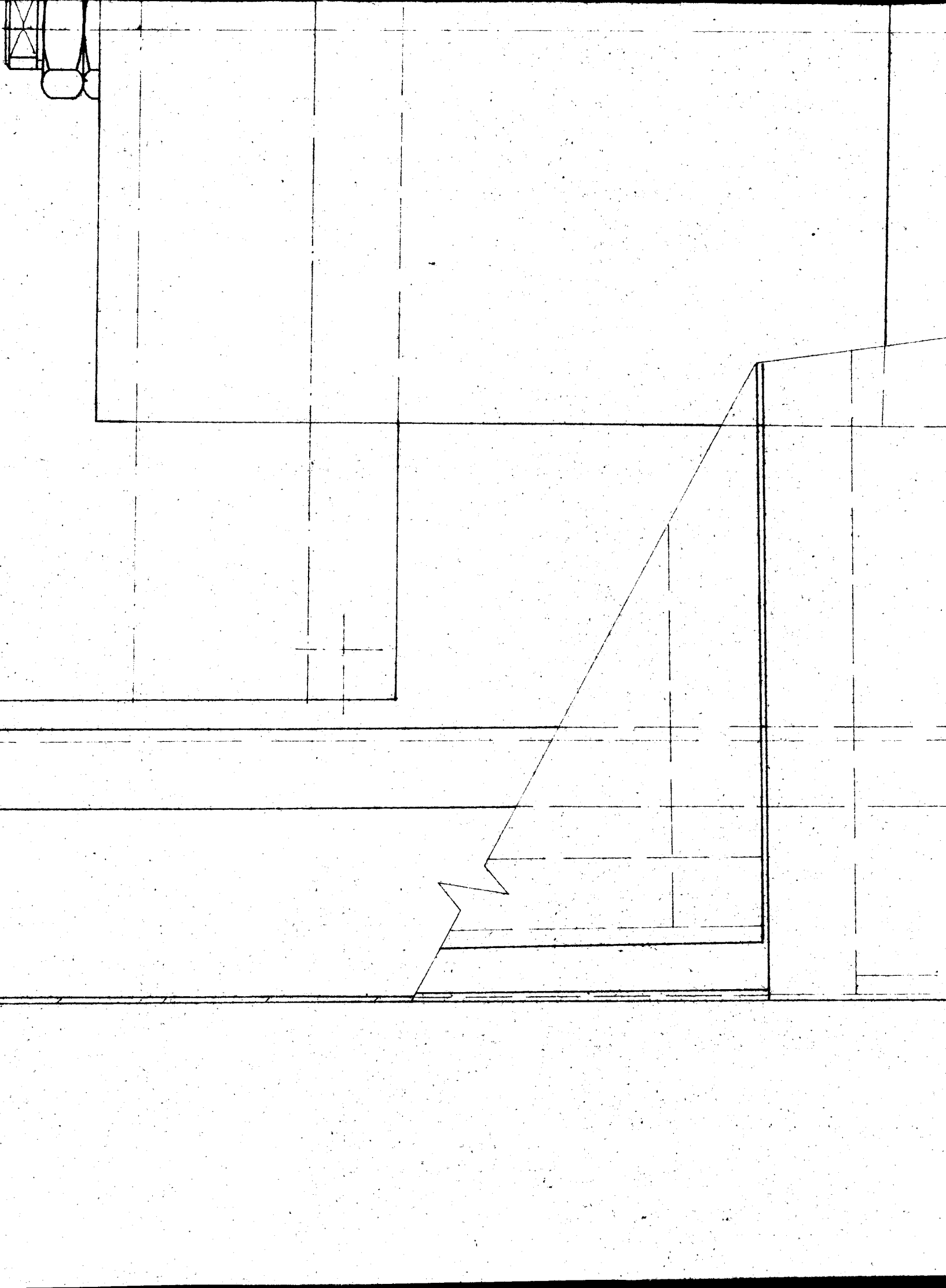
52

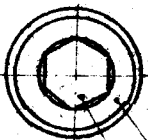
DĚLIČKA VZORKŮ

4 KVS-A0-001

4







13

60

59

8

42

26

72

71

12

70

69

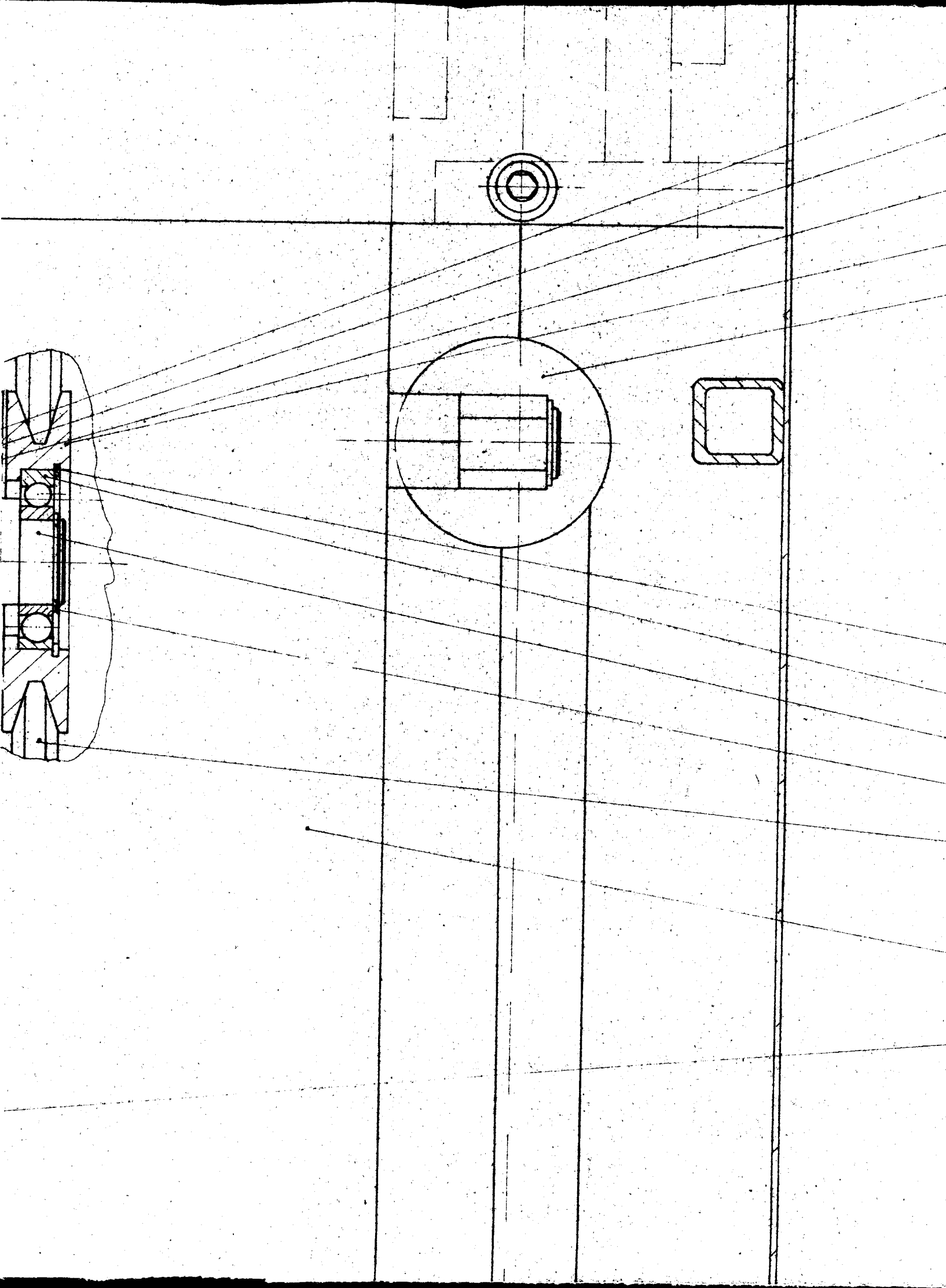
68

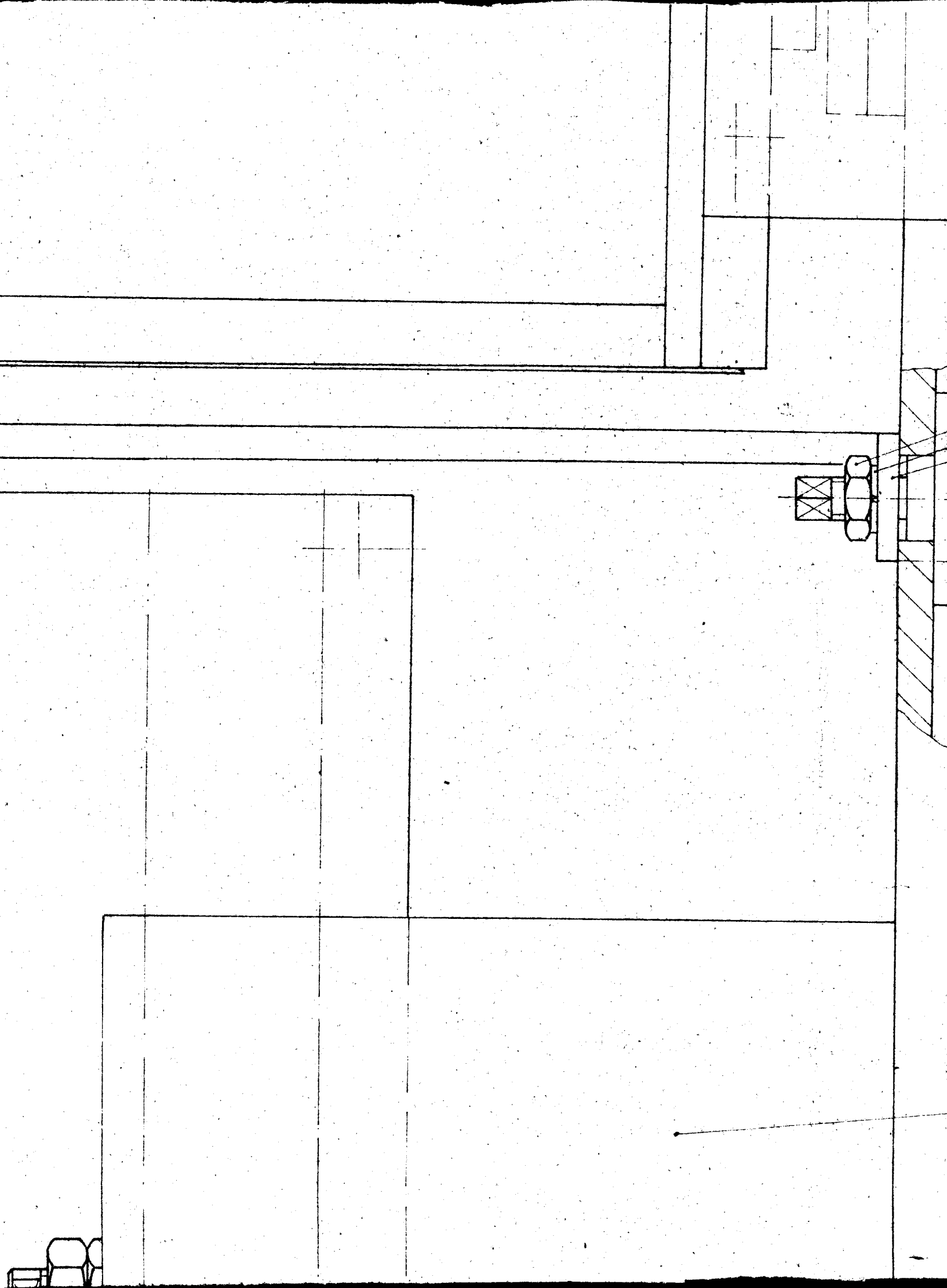
67

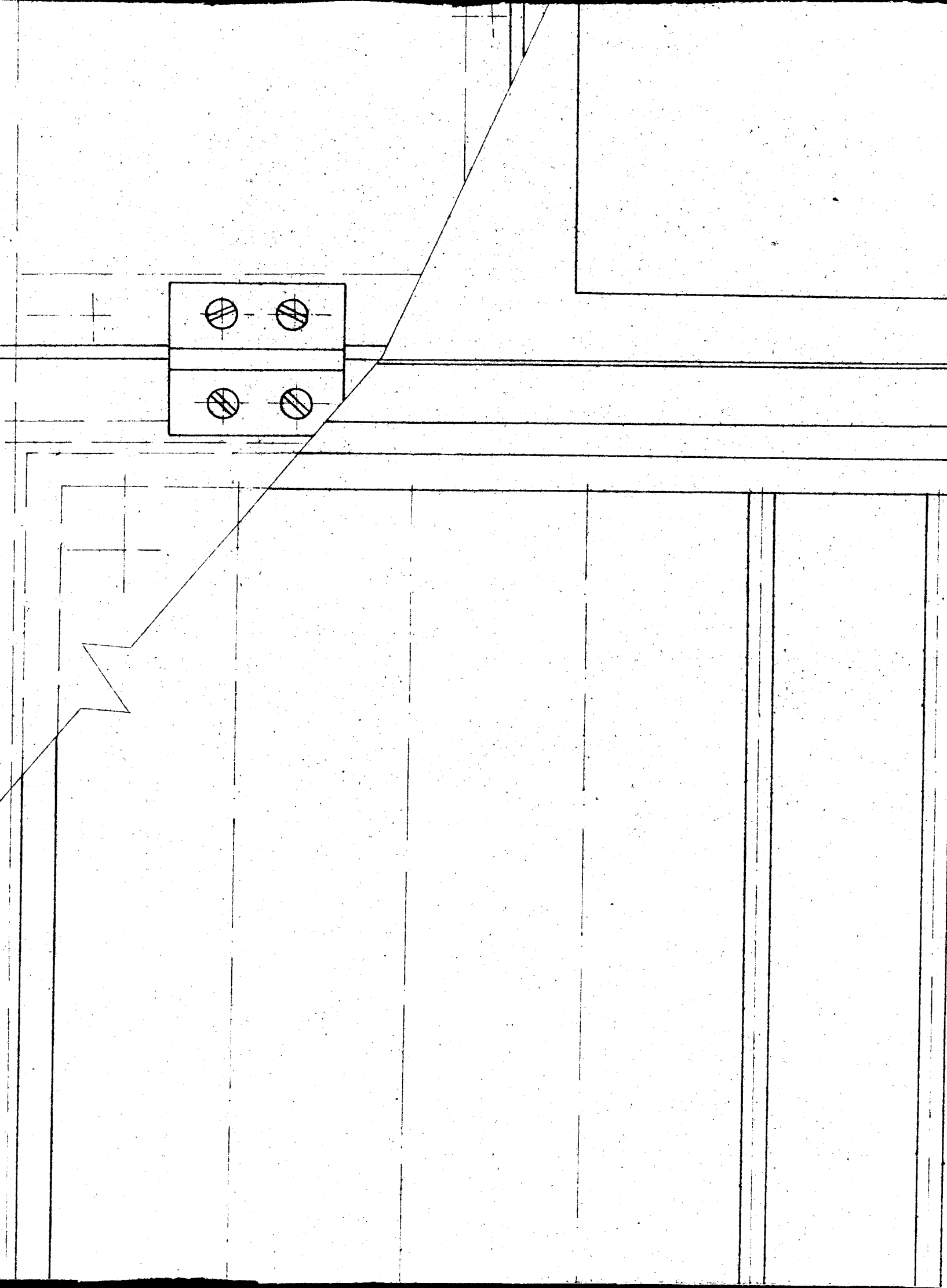
73

11

9







5

21

20

65

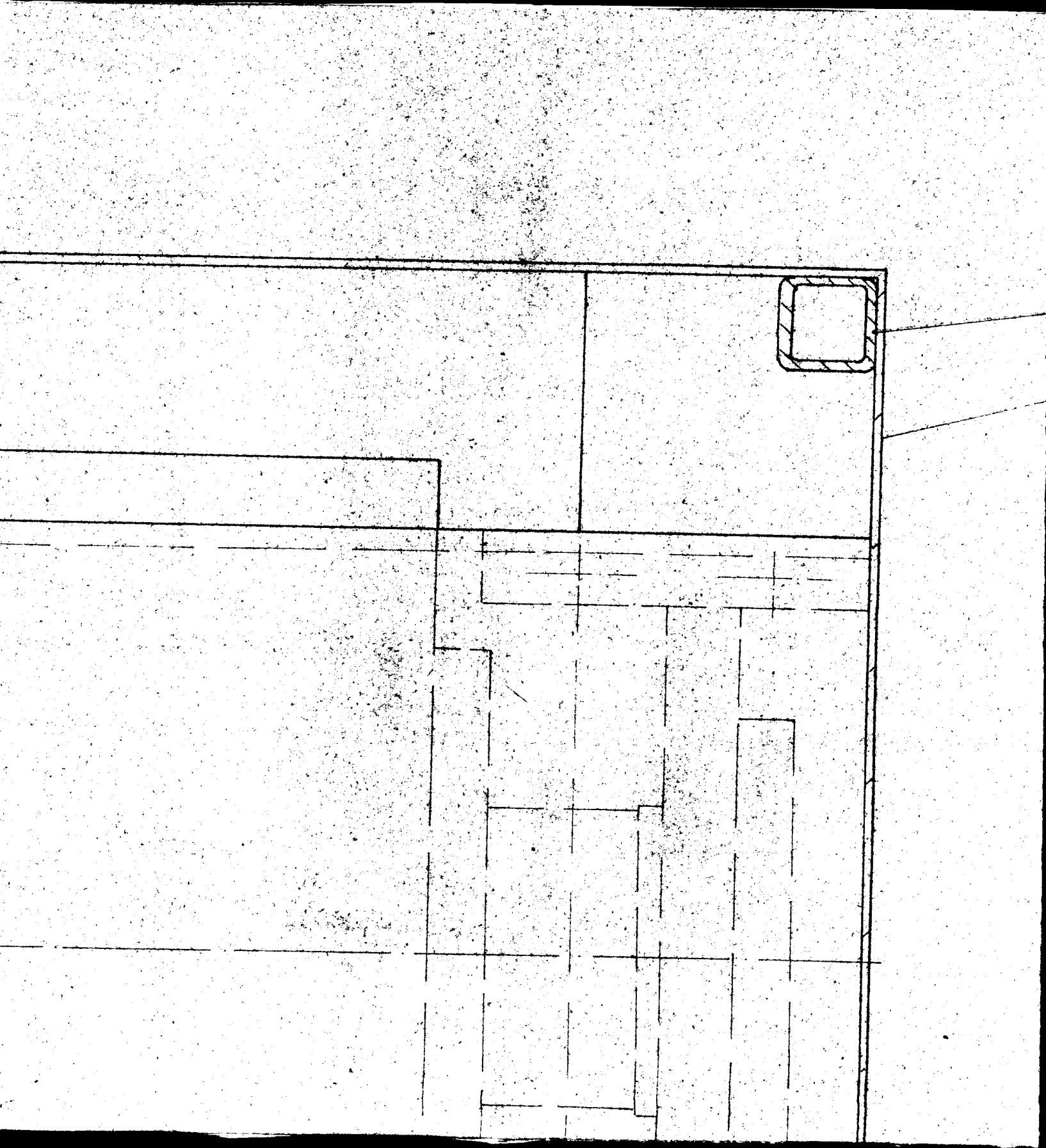
1

14

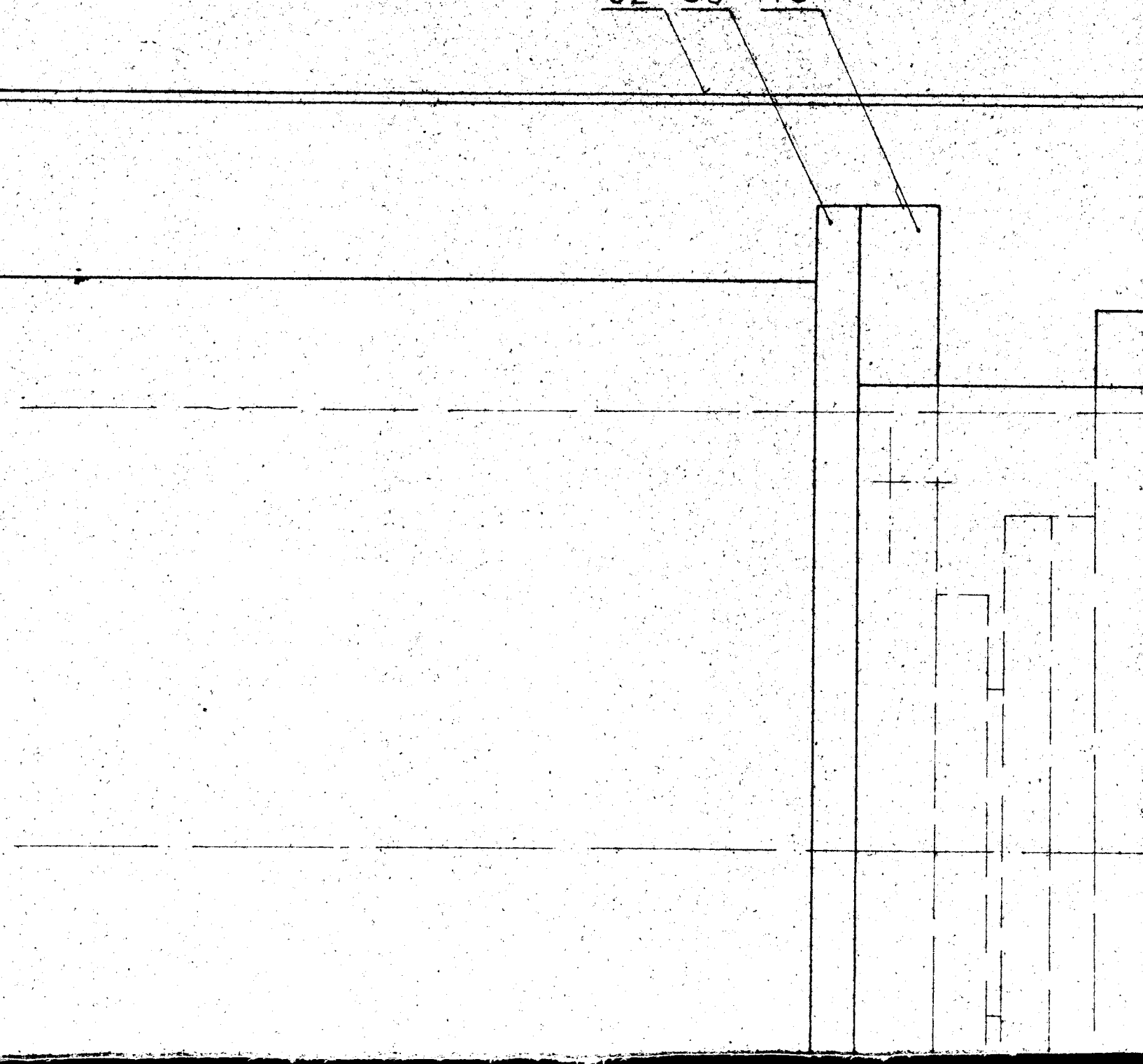


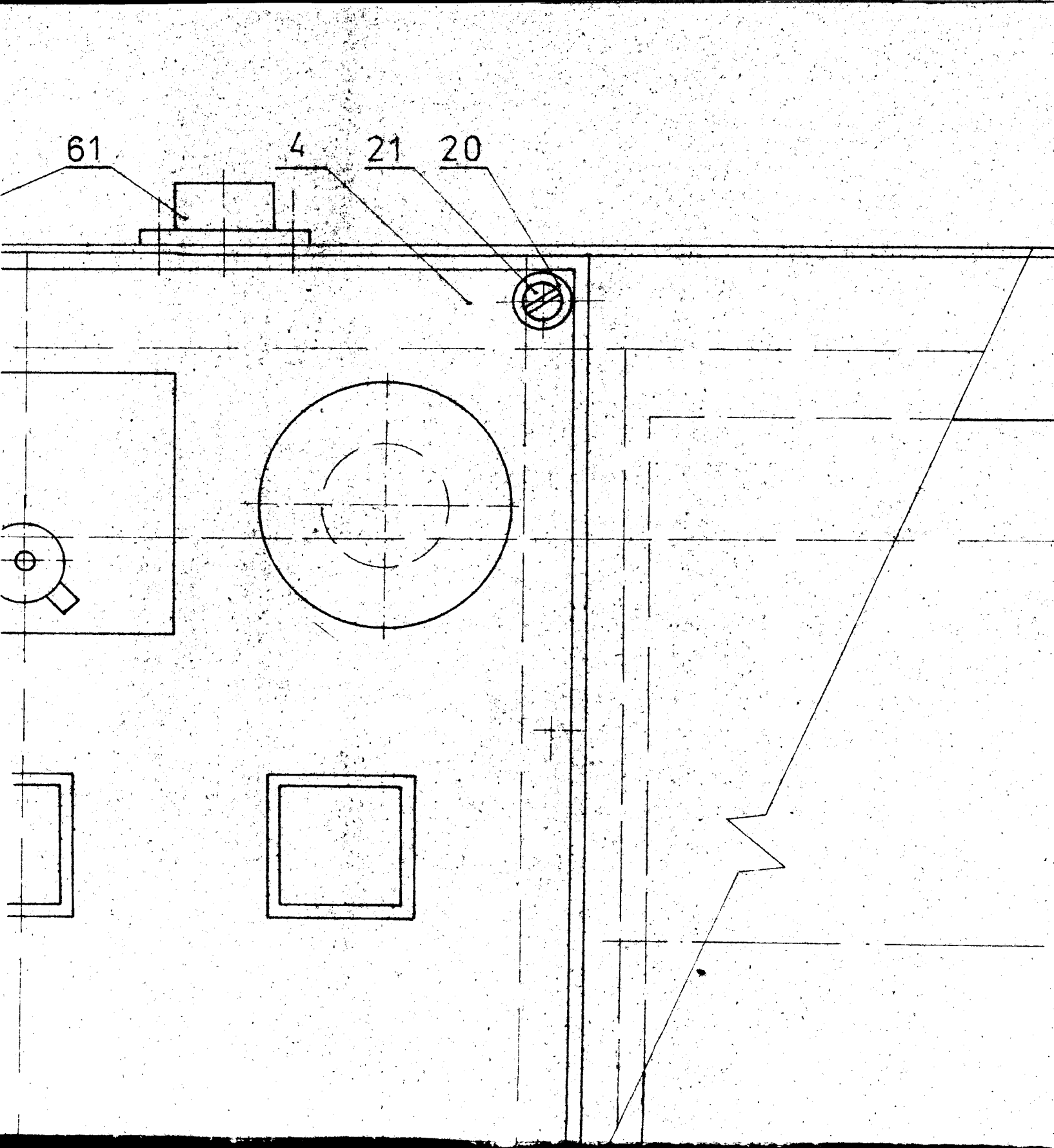
2

7



62 39 10





25

