

Vysoká škola strojní a textilní Fakulta: **strojní**
Katedra: **sklářských a keramických strojů** Školní rok: **1983/84**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **Jiřího Š é n a**

obor **23-21-8 Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a
spotřebný průmysl**

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: **Automatizace balení skla malých formátů na lince Float**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte analýzu současného stavu balení skla malých formátů na LINCÉ Float
2. Podle výkresové dokumentace stávající výrobní linky belgické firmy HMS proveďte návrh na automatizaci balení skla malých formátů a hlavní uzel zpracujte konstrukčně.
3. Proveďte technicko ekonomické zhodnocení nového konstrukčního provedení.

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

V 215/84 S
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

KSK/SK

Rozsah grafických prací: cca 40 stran textu doložených příslušnými výpočty a výkresovou dokumentací.

Rozsah průvodní zprávy:

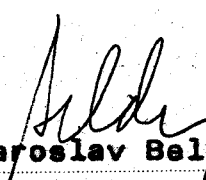
Seznam odborné literatury: Firemní literatura zahraničních výrobců .
Studie vypracovaná konstrukčním odd. SKLOTAS, Řetenice.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc

Datum zadání diplomové práce: konečné zadání 27.9.1983

Termín odevzdání diplomové práce: 25.5.1984




Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc

Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stráž, CSc

Děkan

v Liberci dne 27.9. 1983

V Š S T L I B E R E C

Fakulta stroiní

Výrobní stroje a zařízení

zaměření

sklářské a keramické stroje

Katedra sklářských a keramických strojů

AUTOMATIZACE BALENÍ SKLA MALÝCH FORMÁTŮ NA LINCE FLOAT

Jiří Š Ě N

KSK - 070

Vedoucí práce : Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc

VŠST

Konzultant : Ing. Alexander Pek

Sklotas

Recenzent : Ing. Štěpán Popovič

Sklotas

Rozsah práce a příloh

Počet stran		58
Počet příloh		6
Počet obrázků		8
Počet výkresů		7

Datum odevzdání : 25. června 1984

P R O H L Á Š E N Í

Na závěr studia na VŠST v Liberci předkládám k posouzení svou diplomovou práci.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně v souladu s předpisy o vypracování závěrečného úkolu.



V Teplicích 10.5.1984

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	3	list
		J. Šén	

P o d ě k o v á n í

Při příležitosti odevzdání své diplomové práce, bych rád poděkoval všem učitelům VŠST v Liberci za vědomosti získané během studia.

Zvláště chci poděkovat svému vedoucímu diplomové práce.

Za zdárné dokončení závěrečného úkolu vděčím i pracovníkům závodu Sklotas Řetenice, kteří mi pomohli cennými radami a informacemi.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	4	list
		J. Šén	

1. ÚVOD, CÍL A PŘÍNOSY ŘEŠENÍ

1.1. Úvod

Rozvoj vědy a techniky a rychlá aplikace výsledků vývoje do praxe při současném využití mikroelektroniky a moderních způsobů zintenzivnění výroby je jedním ze základních úkolů 7. pětiletého plánu. Přitom je nutno v maximální míře využívat řešení vycházejících z tuzemské materiálně technické základny.

Moje práce "Automatizace balení skla malých formátů na lince Float" vychází výhradně z tuzemských zdrojů a řeší mechanizaci jednoho z uzlových míst výrobní linky plaveného zrcadlového skla Float, které se v současné době vyznačuje ještě velkým podílem namáhavé lidské práce. Automatizace balení musí vyhovovat i parametřům nově budovaného velkokapacitního provozu Float II s plánovaným objemem tavení 700 tun za 24 hodin. Současně práce řeší náhradu zamýšleného dovozu podobného zařízení z kapitalistických států.

Z hlediska konstrukce strojního zařízení se jedná o soubor několika samostatných zařízení sestavených do linky bezprostředně navazující na stávající výrobní linku plaveného skla. Vzhledem k rozsahu problematiky a v souladu se zadáním práce jsem podrobně zpracoval pouze koncový prvek navrhované linky - překlápěcí vidlici.

Diplomová práce je řešena pro využití v koncernovém podniku Sklotas Teplice, který je zařazen do koncernu Sklo Union. Konkrétně se jedná o závod Sklotas Řetenice, kde se od roku 1971 vyrábí ploché sklo systémem Float. Uvedený závod je monopolním výrobcem tohoto zrcadlového skla v celé ČSSR.

Z hlediska pokrokovosti výrobků je plavené sklo na vysoké světové úrovni.

V současné době jsou tyto výrobky / označené K 3 Float/ zařazeny do I. jakostního stupně. Mimo zajišťování plochého skla pro stavebnictví a další odvětví čs. průmyslu je další část produkce zpracovávána v jiných závodech koncernového podniku na finální výrobky.

Zvlášť se jedná o výrobky izolačních dvojskel, trojskel, výrobu zušlechťených skel tvrzením nebo vrstvením pro automobilový průmysl a výrobu zrcadel. Průměrně 46 procent výroby se exportuje. Roční výroba provozu Float I dosahuje hodnoty 330 miliónů Kčs.

Budovaný velkokapacitní provoz Float II má plánovanou kapacitu více než jednu miliardu Kčs.

Současná linka je plně automatizována vyjma skládání skel a balení. Kmenárna, vana cínová lázeň, chladička a primární řez jsou napojeny a řízeny velkou výpočetní technikou. Řídicím centrem je počítač IBM 1800. Základní úkoly zapojení počítače tkví v řízení optimálních hodnot všech vstupů a automatické regulace technologického toku.

V současné době se dokončuje uplatnění dalšího počítače IBM 370 k řízení výroby v oblasti technické i komerční.

VŠST Liberec		6	list
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	J. Šén	
Pro nejbližší budoucnost se volba formátů skel bude zužovat. Bude vytvořena unifikovaná rozměrová řada pro dosažení maximální výtěžnosti hodnotného zrcadlového skla Float. I v navrhovaném řešení mechanizovaného skládání a balení se dosáhne podstatně vyšší efektivnosti ve výrobě zboží. Nárůstu bude dosaženo především tím, že vzroste objem přesně řezaného skla oproti levnějším zakázkám ve volných mírách. Další oblastí trvalého celospolečenského zájmu je dosahování úspor všech druhů energií, surovin, materiálů a především namáhavé lidské práce. K řadě racionálních opatření v hutním provozu Float chci připojit i reálné úspory materiálů hromadným uplatněním nového způsobu balení. Podrobný rozbor dosažených úspor bude uveden v ekonomickém zhodnocení.			

1.2. Cíl a přínosy řešení

Cílem diplomové práce je automatizované skládání a balení. Tím se odstraní namáhavá ruční práce. Jde o zatížení pracovníků v pásovém pracovním rytmu a čtyřsměnný provoz. Dále je cílem vyloučit z potřeb balení pomocné balicí materiály, převážně úzkoprofilového charakteru.

Realizací automatizované linky musí být dosaženo:

- odstranění ruční práce
- absolutní úspory několika pracovníků
- snížení úrazovosti
- sjednocení přepravních prostředků
- uspoření balicích, prokládacích a fixačních materiálů
- úspora skladovacích prostorů
- jednotné prokládání skel přáškováním
- hromadné využití úsporných obalů "End kap"
- vyšší stupeň řízení výroby, koordinace skladby objednávek pomocí optimálních sestav řezaných formátů
- počítání tabulí skla v bloku se samočinným dávkovačem
- použitelnost pro budovaný provoz Ffloat II s plánovanou kapacitou výroby o 110% vyšší než Float I
- dodržování technických a přejímacích podmínek pro balení plochého skla v ČSSR a pro export.

Pozn: Pro eventuelní výpadek mechanického skládání musí být uchováno zařízení pro nouzové skládání skel ručně.

2. POPIS SOUČASNÉHO STAVU A ALTERNATIVY ŘEŠENÍ2.1. Popis současného stavu

Závod Sklotas Řetenice koncernu Sklo Union je monopolním výrobcem plochého plaveného zrcadlového skla Float v celém ČSSR.

Kapacita tavicího agregátu je 335 tun utavené skloviny za 24 hodin. V kontinuálním výrobním procesu se vyrábí skleněný pás o šíři 2800 mm a tloušťce 3,4,5 a 6 mm. Mimořádně se vyrábí tloušťky 2,1 mm, 8, 10 a 12 mm. Rychlost pasu skla se pohybuje od 3 do 13 m/min v závislosti na tloušťce skla. Po vychlazení nepřetržitého pásu jsou odřezávány jednotlivé tabule skla, které jsou po odlomení urychleny na transportní válečkové trati na rychlost 33 m/min. Tabule jsou dále zpracovávány na dvou samostatných větších linky, přičemž tzv. "severní větev" je vybavena jednak stabilním zařízením pro snímání maximálních formátů skla 5500 x 2800 mm, jednak zpracováním malých formátů o rozměrech 400 x 400 mm až 800 x 1500 mm. Dále se budu zabývat pouze zpracováním malých formátů.

Tabule skla o délce 5500 mm a šířce 2800 mm je po lince dopravena až na transportní stůl č. 25 / viz. příloha č. 1 /, kde je provedeno polohování tabule v podélné ose linky pomocí gumových přísavek, které přitáhnou tabuli skla k pevnému dorazu. Po provedení této operace se tabule přemístí na řezací stůl č. 26, kde je provedeno polohování tabule v příčném směru dotažením přední hrany na pevné dorazy. Tím je tabule fixována pro provedení příčného řezu.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	9	list
		J. Šén	

Řezací most s přesně nastavenými řezáky provede nařiznutí tabule napříč podélné osy. Tabule skla projede soustavou lámacích válců a rozloží se na jednotlivé pruhy. Pruhy pokračují společně po lince až na transportní stůl č. 31 a č. 32, kde se zastaví. Odtud jsou propouštěny jednotlivé pruhy ke zpracování na dvě samostatné koncové větve linky označené v literatuře Sklo Unionu jako "S 1" a "S 2". Každá větev je vybavena obdobným polohovacím zařízením jako hlavní linka. Na stole č. 44 resp. 36 je provedeno příčné nařiznutí pruhu skla na konečné malé formáty. Mezi stolem 44 /36/ a stolem 45 /37/ projde pruh skla soustavou lámacích válců a je rozlomen na jednotlivé tabule. Na stole 45 /37/ je provedena poslední technická kontrola jakosti skla a automatický posyp práškem z plastické hmoty. Na pokyn obsluhy se jednotlivé tabule přesunou na stůl č. 46 /38/ odkud jsou ručně snímány a ukládány do beden.

Snímání malých formátů zajišťuje na obou větvích 15 pracovníků v jedné směně. Jedná se o velmi namáhavou práci s rizikem častých úrazů, které mají vzhledem ke svému charakteru /pořezání sklem/ za následek dlouhou rehabilitaci a tím výpadek pracovníka z výrobního procesu. Další nevýhodou je používání různých systémů balení a tím velké spotřeby řeziva a pomocného balicího materiálu.

Na 1000 m² zabaleného skla je to:

1,56 m³ řeziva

16,5 m² polystyrénu

6,60 kg hřebíků

50,- kg papíru

V případě balení skla do nového obalu - koncových návleků, které mají velmi úspornou konstrukci, obsluha ručně skládá tabule skla do bloku odkloněného od svislé polohy o 5° . Tento blok je vytvořen na speciálním jednostranném stojánku. Po vytvoření bloku jsou na konce navlečeny koncové návleky a blok je zapáskován. Velkou nevýhodou tohoto způsobu balení je ta skutečnost, že ani při nejlepší snaze se obluze nepodaří složit kompaktní blok skla a dojde k tzv. rozvějíření bloku. To má za následek uvolnění bloku při dopravě. S tím souvisí poškození tabulí skla. Špatná fixace je následně zdrojem častých reklamací, u některých odběratelů jde přímo o vyloučení možnosti dopravit skla v koncových návlecích.

2.2. Alternativy řešení

a/ alternativa použití zahraničních výrobků.

Problematika skládání skla z linky do bloků a následujícího balení byla dosud řešena jednáním se zahraničními výrobci.

Nejvýhodnější se zdála nabídka firmy Bistronic, která uvedla toto zařízení:

Automatický snímač skel s regulací 4 až 8 sec. takty ve velikosti od 400 x 400 mm, do 2550 x 1500 mm. Cena 205 000,- šv. franků. Součástí nabídky byl i řezací stůl s elektrickou regula-

cí a programátorem s frekvencí řezu v ose x a y 32 sec. Umožňoval max. dosah řezání 5500 mm x 3200 mm, cena 400 000,- šv. franků. Firmy zabývající se výrobou skla v porovnatelném objemu k závodu Sklotas Řetenice - například Pilkington, Saint-Gobain, mají snímání skla malých formátů rovněž zcela automatizováno.

Úrovní balicích automatů odpovídají i prostředky určené k balení. Jedná se o výhradně jednotné palety, přepravníky, stojany, dřevěné návleky, ale i materiály k fixování skel.

V našich podmínkách, kdy je značný sortiment těchto prostředků v různých kvalitách, velikostech a parametrech se využití nabízené technologie výrazně omezuje. Nakoupené zařízení by muselo být upravováno na naše parametry. Jednalo by se o značné náklady na rekonstrukci a vysokou pořizovací hodnotu zahraničního zařízení v devizové měně.

b/ alternativa využití manipulátorů a průmyslových robotů.

Pro uvažované snímání tabulí skla a ukládání na "A" stojan vyhovuje zařízení Unimate, Kawasaki, Versatran a z československé produkce průmyslový robot QJN 20 a stavebnicový robot PR 16. Požadovaná výrobní operace však zdaleka nevyužívá rozsahu použití programově řízených průmyslových robotů. Při současném požadavku vybavit 2 linky a po zprovoznění Float II dalších 6 linek mechanizovaným skládáním je i pořizovací cena a náklady na nutný servis neúměrně vysoká. Další skutečností, která tuto alternativu téměř vylučuje je ma-

lá manipulační rychlost robotů. Při časovém rozboru taktu u výroby a skládání skel tloušťky 2,1 a 3 mm je použití vyloučeno.

c/ alternativa využití stávajících konců severní linky Float s doplněním o zařízení pro mechanizované skládání skel do bloku.

Jednotlivé prvky zařízení vyrobí v mechanizačním středisku Sklo Union Duchcov a doplnit nákupem hydraulických jednotek a programovatelného automatu výhradně československé produkce. Tato alternativa postihuje rozsah operací: snímání skel z linky a vytvoření jednotného bloku skla. Balení a manipulace do skladů zůstává zachována podle současných technologických předpisů. Navržené řešení vyhovuje pro celý sortiment výrobků plaveného skla Float. Současně stačí zajistit objem výroby z budovaného velkokapacitního provozu Float II.

d/ Rozhodnutí pro alternativu "C".

U prvních dvou návrhů jsou velmi nepříznivé ekonomické náklady na pořízení a údržbu. Rovněž dodatečné úpravy a přizpůsobení současných dopravních linek by v nepřetržitém výrobním cyklu připadalo v úvahu pouze v době generální opravy a ještě by dále zvyšovalo náklady na nové zařízení.

Jako optimální se jeví řešení alternativy "C". Proto jsem se dále zabýval pouze tímto návrhem.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	13	list
		J. Šén	

3. NÁVRH ŘEŠENÍ AUTOMATICKÉHO SKLÁDACÍHO ZAŘÍZENÍ MALÝCH FORMÁTU NA LINCE FLOAT

3.1. Účel navrhovaného zařízení

Účelem navrhovaného zařízení je mechanizovat v maximální možné míře dosud fyzicky namáhavou práci při snímání malých formátů skla z linky a jejich balení. Tato operace spočívá ve vytvoření bloku skla o jednotné výšce 580 mm, přičemž jsou tabule orientovány v horizontální poloze. Následuje transport takto vzniklého bloku skla do sklápěcí vidlice. Dále vložení dna obalu vertikálně těsně k vidlici, naklonění bloku skla do balicí polohy - pootočení o 80° , nasazení koncových návleků, zapáskování bloku skla, dotočení do 90° a sejmutí bloku skla z linky. Sejmutí kompaktního celku provádí řidič motorového vozíku s vysokozdvížným Lansingem. Realizací zařízení je dán předpoklad pro unifikaci obalu pro malé formáty a tím možnost využití všech výhod plynoucích z této skutečnosti. Hlavním přínosem je úspora pracovních sil, úspora baličích a fixačních materiálů a lepší využití manipulačního prostoru. Důležitým přínosem je rovněž zvýšení bezpečnosti práce. Zařízení bude pracovat v automatickém cyklu řízeném volně programovatelným automatem Tesla Kolín NS 915, který zajistí mimo sledu jednotlivých operací i přesný počet tabulí v bloku skla a povede rovněž evidenci o celkovém stavu právě vyráběné objednávky. Uplatněním počítačové tabulí se zamezí reklamacím na nekompletní dodávky, které byly při manuálním balení v praxi běžné.

3.2. Soubor prvků

Navrhované zařízení je souborem jednotlivých samostatných prvků:

1. Savkový snímač
2. Nůžková stohovací plošina
3. Transportér bloku skla
4. Překlápecí vidlice
5. Řídící jednotka NS 915.

3.3. Alternativy umístění zařízení

Umístění souboru je možno realizovat ve dvou alternativách, které jsou závislé na další modernizaci současné zpracovatelské linky Float.

Alternativa č. 1 předpokládá modernizaci řezacího stolu č. 26 a to v tom smyslu, že bude výchozí tabule skla rozřezána podélně i příčně na požadované formáty. V tom případě bude demontováno zařízení příčného řezání pruhu - stůl č. 36 /44/ a soustava lámacích válců bude přemístěna na stůl č. 35 /43/.

Dále odpadnou transportéry 37 a 38 /45 a 46/ a soubor balení malých formátů bude instalován přímo za stůl č. 35 /43/. Tím dojde k podstatnému zkrácení linky a vytvoření dalších manipulačních prostor.

Alternativa č. 2 předpokládá nezměněný stav řezací linky. V tom případě bude soubor zařízení instalován za stůl č. 38 /46/.

Zvolená alternativa:

Pro řešení je vybrána alternativa č. 2 vzhledem k tomu, že modernizace řezacího stolu není dosud technicky dořešena.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	15	list
		J. Šén	
<u>3.4. Popis funkce celku.</u> Popis funkce lze odečíst z výkresu / viz. výkres č. 1 - 84 - 00/. Rozlomené tabule skla se pohybují po koncovém transportéru linky č. 38 /46/ k předávacímu místu. Předávací místo je 1 m dlouhá část transportéru nad níž přesahuje savkový snímač. Jednotlivé přísavky savkového snímače se pohybují shodnou rychlostí s transportérem a postupně se přísávají na tabuli skla. V místě, kde tabule skla opouští transportér linky je již celá váha nesena savkami. V okamžiku, kdy hrana skla přeruší paprsek fotoelektrického snímače je vydán impuls k zavzdušnění savek v oblasti nad nůžkovým stohovacím stolem. Tabule se uvolní ze savek a vlastní vahou padá na horní povrch nůžkového stohovacího stolu zhruba z výšky 2cm. K ustavení její polohy slouží dorazy. Po dopadu tabule skla na nůžkový stohovací stůl dojde k přerušení dalšího fotoelektrického snímače, který dá impuls hydraulickému systému. Tekutinový mechanismus pomocí šoupátka sníží nůžkový stůl až do polohy, kde se obnoví kontakt fotoelektrického snímače. Veškeré operace probíhají bez zastavení transportéru až do naplnění nastaveného počtu tabulí v bloku skla. V tomto okamžiku zastaví řídicí automat pomocí elektromagnetických spojek transportéry skla a tím i savkový snímač. Pomocí hydraulického systému je blok skla na nůžkovém stole snížen do úrovně transportéru bloků skla.			

Poloha nůžkového stolu je v tomto případě zajištěna pevnými dorazy. Koncový spínač dolní polohy nůžkového stolu umožní přes řídicí automat sepnutí kuželové spojky náhonu válečkové trati. Tím je mechanicky spojen náhon transportéru bloků skla s válečkovým dopravníkem nůžkového stolu.

Blok skla se přesune na transportér bloků skla. Jakmile opustí blok skla horní plochu válečkové trati nůžkového stolu, dá koncový spínač pokyn přes řídicí automat k rozpojení kuželové spojky a zdvihu nůžkového stolu do horní pracovní polohy.

Kuželová spojka je konstruována tak, že v případě rozpojení náhonu působí jako brzda válečkové trati nůžkového stolu. Když dosáhne horní část nůžkového stolu výchozí polohy rozběhne se opět soustava všech transportérů. Tím začíná vznikat nový blok skla shodným postupem. Mezi tím se hotový blok přesunul až na doraz do překlápěcí vidlice. Těsně u překlápěcí vidlice je již předem obsluhou umístěné dno budoucího obalu.

Koncový spínač vydá povel k naklopení bloku skla do balicí polohy, což je zhruba pootočení o 80° . V této poloze se blok skla zastaví a následuje ruční navlečení koncových návleků na čela bloku skla a zapáskování ve dvou polohách. Páska je přitom provlečena vybráním ve vidlici tak, aby později při snímání bloku skla z vidlice byla páska volná.

Po zapáskování a předepsaném dotažení připevní obsluha na bok koncového návleku baličí lístek a tlačítkem dá pokyn k dokončení překlopení bloku o 90° . Jedná se tedy o zbytkové pootočení o 10° do vertikální polohy skleněných tabulí.

V této poloze je blok z vidlice sejmut pomocí vysoko zdvižného vozíku nebo jeřábu. Jakmile blok opustí prostor vidlice je dán pokyn pomocí fotoelektrického spínače k překlopení vidlice do výchozí polohy.

3.5. Kapacita zařízení.

Předpokládaná kapacita zařízení pro snímání malých formátů přesných rozměrů skel Float je odvozena od rytmu urychlených tabulí na obou koncích linky. Dosažitelná rychlost posunu je $33 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Prostoje nastávající při přesunu hotového kvádru skla z válečkového dopravníku nůžkového stolu na transportér bloků skla.

Vypočtená kapacita při statistickém rozboru objednávek v přesných rozměrech a různých tloušťkách je cca 7000 m^2 skla za 24 hodin. Časově nejnáročnější bude snímání minimálního formátu skla Float, to je $400 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$ v tloušťce 6 mm . Blok skla vysoký 580 mm obsahuje v tomto případě 96 tabulí $96 \times 6 = 576 \text{ mm}$ $576 + 4 \dots$ rozměrová tolerance a prokládací materiál/. Plocha jedné tabule je $0,28 \text{ m}^2$. Za 24 hodin je nutno zabalit 260 bloků skla. Z toho plyne, že nutný čas pro zpracování jednoho hranolu skla je 5,5 minuty. Tato doba je reálná.

3.6. Technický popis jednotlivých prvků souboru.

3.6.1. Savkový snímač.

Savkový snímač je tvořen čtyřmi rameny spojenými základovou konstrukcí vytvořenou z normalizovaných válcovaných profilů a upevněnou kotevními šrouby M 20.

Konstrukce je zakotvena vně stávající linky a vytváří prostor pro ostatní součásti souboru. Všechna ramena savkového snímače mají společný náhon odvozený mechanicky od náhonu linky, čímž je zajištěn synchronní pohyb savek s pohybem tabulí skla v předávacím místě. Rozteče ramen jsou voleny tak, že savky nepřicházejí do kontaktu s transportními pásky dopravního stolu. Základem konstrukce ramen je rám z plechu 2 mm na jehož koncích jsou umístěna ložisková tělesa napínacích a hnacích řetězů. Nekonečný řetěz propojuje tělesa opatřená ložiskovými běhouny, která nesou vlastní savky a zavzdušňovací ventily.

Gumová část savky je navulkanizována na závitové vložce v níž je rovněž vytvořeno ventilové sedlo zavzdušňovacího ventilu. Těsně nad sedlem je ve vložce navrtán otvor 6 mm pro snazší vstup vzduchu do tělesa. Proti závitové vložce je do tělesa našroubována příruba, která tvoří opěrku pružině přitlačující kuželku zavzdušňovacího ventilu do sedla.

Dřík ventilu je prodloužen a na konci opatřen zvedacím kotoučkem z teflonu. V oblasti nad nůžkovým stohovacím stolem prochází zvedací kotoučky volně plechovým " C " profilem zavěšeným na vahadlech pák, které jsou spojeny s pneumatickým siloválcem.

V okamžiku odhození tabule skla přitáhnou siloválce současně na všech ramenech zvedací páky " C " profilů a ty pomocí zvedacích kotoučků nadzvednou zavzdušňovací ventily savek.

Do savek vnikne vzduch a tabule skla odpadnou. Jelikož tato operace probíhá za pohybu, je začátek "C" profilu opatřen náběhem tak, aby následující zvedací kotouček byl vtažen do profilu.

Horní část ramene je zakryta krytem, který chrání savky před znečištěním.

Prosypávání skla práškem z plastické hmoty je situováno do mezer mezi rameny savkového snímače.

Prokládání skel Float tímto způsobem bylo již v praxi vyzkoušeno a vyhovuje.

3.6.2. Nůžkový stohovací stůl

Nosnost stolu je 2000 kg, maximální zdvih 600 mm, šířka činné části 800 mm, délka 1500mm. Mechanická část zvedacího nůžkového stolu je vyrobena z ocelových normalizovaných profilů. Základem je svařený rám upevněný základovými šrouby. Zvedací rameno vnitřní je na rámu kyvné. Zvedací rameno vnější má na spodní straně rolny, které jsou ve vodítkách rámu posuvné. Vzájemně jsou vnitřní a vnější ramena propojena čepy. Stůl je půdorysně shodný s rámem a při zvedání zachovává vodorovnou polohu bez stranového posuvu. Tento pohyb je umožněn uložením ramen a to tak, že rameno vnější je na čepu stolu kyvné, kdežto rameno vnitřní má na horní straně rolny a je ve vodítkách stolu posuvné. Horní rovina stolu je opatřena válečkovou trati. Válečky jsou opatřeny ložisky a dvojítymi naháněcími rozetami. První řada válečků je pevně propojena a tvoří jednotku náhonu. Osa pohonu je opatřena na levé straně / ve směru pohybu bloku skla / speciální kuželovou spojkou, která je odpružena silnou vinutou pružinou a tvoří zároveň třecí brzdu ve stavu rozpojení kuželové spojky.

Kuželová spojka se spojuje s protikusem až po dosednutí stolu na dorazy ve spodní poloze. Hydraulický přímočarý motor přemůže při sepnutí vinutou pružinu, čímž se jednak odbrzdí válečková trať, jednak pevně spojí náhon válečkové trati s dopravníkem bloků skla.

Zvedací síla je vyvozena dvěma přímočarými hydraulickými motory.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	21	list
		J. Šén	

Tlakový olej k motorům se přivádí od hydraulického agregátu přes rozvaděč a rozváděcí kostku pryžovými vysokotlakými hadicemi. Rozvod mezi nepohyblivými prvky je proveden ocelovým potrubím. Hydromotory mají zabudovaný škrťací ventil, který v případě prasknutí přívodní hadice nedovolí okamžité vyprázdnění válce a z toho plynoucí rychlé klesnutí stolu. Ve spodní poloze dosedá stůl na pevné dorazy. Rozvaděče jsou elektromagnetické a jejich ovládání je spojeno s řídicí jednotkou Tesla NS 915.

Jištění stolu v obou krajních polohách je koncovými spínači. Spodní okraj stolu je opatřen pohyblivými lištami spojenými mikrospínači, které zabraňují nežádoucímu vstupu do prostoru pod zvednutý stůl.

3.6.3. Transportér bloků skla.

Nosnost 2000 kg, šířka 1500 mm. Transportér tvoří spojovací část mezi nůžkovým stohovacím stolem a překlápěcí vidlicí. Je tvořen svařencem z tvarových plechů zakotveným do podlahy. Horní část je osazena soustavou válečků naháněných dvojími rozetami spojenými řetězem, s osou náhonu umístěnou v přední části dopravníku. Zadní část má vybrání do kterého zapadají ramena překlápěcí vidlice. Náhon je proveden převodovým motorem a je společný i pro stohovací stůl. Tím je zajištěna synchronní rychlost válečků obou transportérů.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	22	list
		J. Šén	
Transportér je vybaven koncovým spínačem, který zabráňuje najetí bloku skla do prostoru překlápěcích vidlic pokud nejsou vidlice zapadlé ve vybrání v zadní části. Před přesunem skla umístí obsluha do vidlice dno obalu.			

4. PŘEKLÁPĚCÍ VIDLICE

4.1. Popis funkce

Překlápěcí vidlice je posledním mechanickým prvkem navrhované automatické linky. Jejím úkolem je vytvořený blok skla sejmout z transportní trati a fixovat jej v poloze, ve které je možno na volné konce bloku navléct koncové návleky a celý blok zapáskovat. Zhruba 10° od vodorovné roviny. Po zapáskování bloku skla s koncovými návleky dokončí vidlice překlopení do 90° . Tím se skla v bloku dostanou do svislé přepravní polohy.

Volný prostor mezi patkami vidlice umožňuje převzetí bloku skla vysokozdvížným vozíkem nebo pomocí jeřábových lan.

4.2. Technický popis

Překlápěcí vidlice sestává ze čtyř základních prvků:

1. rámu - ložiskového stojanu
2. otočného hřídele
3. vidlice
4. hydraulického pohonu

4.2.1. Rám - ložiskový stojan je tvořen dvěma rovnoběžnými nosníky U 16 uzavřenými pásy z plechu 8 mm. Nosníky jsou uloženy na betonovou mazaninu a kotveny čtyřmi šrouby M 20. Na vnitřní straně jsou přivařeny stojiny PL 12 nesoící ložisková tělesa.

Stojiny jsou propojeny trémcem vytvořeným dvěma profily U 14 navzájem propojenými

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	24	list
		J. Šén	

pásnicemi z plechu 8 mm. Stojiny jsou vyztuženy na každé straně třema žebry vedenými od ložiskového tělesa k příčnému trámci. Na vnějších stranách podélných nosníků U 16 jsou přivařeny bočnice z plechu 12 mm. Tím je vytvořen prostor mezi stojinou a bočnicí, kde jsou uloženy hydraulické siloválce. Ložisková tělesa jsou osazena z vnitřní strany pro jednosměrné axiální pojištění ložiska. Druhý směr je pojištěn pojistným kroužkem. Ložiska jsou použita dvouřadová kuličková naklápěcí s válcovou dírou 1220.

4.2.2. Otočný hřídel

Otočný hřídel je tvořen trubkou TR 152 x 10 z materiálu 11373 do jejichž obou konců jsou vsazeny a přivařeny čepy z materiálu 11523. Čepy jsou vsazeny průměrem 136 mm do hloubky 100 mm do trubky a po celém obvodu jsou přivařeny 1/2 v svárem, který je opracován. Hřídele jsou osazeny na 100 mm do ložisek. Stejným průměrem pokračují do otočných pák hydraulického mechanismu. Vnitřní kroužky ložisek jsou na hřídeli pojištěny pojistnými kroužky. Náboj páky hydraulického mechanismu je zajištěn podložkou a šroubem M 16.

Na hřídeli jsou symetricky umístěny vidlice. Krajsní jsou umístěny 400 mm od osy ložisek. Další dvě jsou umístěny s roztečemi 360 mm. Tyto vzdálenosti nejlépe vyhovují snímanému sortimentu rozměrů skla a umožňují řešení náhonu, transportní trati bloků skla.

4.2.3. Vidlice

Vidlice - 4 kusy - slouží k uchopení bloku skla a jsou přizpůsobeny maximálnímu rozměru bloku 1500 x 800 x 580 mm. Pro případ minimálního bloku skla 700 x 400 x 580 mm jsou dvě vidlice odnímatelné pro snazší obsluhu navlékání koncových návleků. Povrch vidlic, který přijde do styku se sklem je chráněn nalepenými gumovými deskami. Spodní rameno vidlice je tvarováno tak, aby bylo možno snadno navádět ocelovou vazací pásku.

Konstrukce vidlice je svařena z podélných plátů 45 x 10 mm mezi něž jsou vloženy tvarované stojiny z plechu 8 mm. 1/2 V sváry jsou obroušeny pro snížení vrubového účinku. Tvarová spodního ramene je provedeno "lavičkami" ohýbanými z plechu 6 mm do tvaru U a přivařenými 1/2 V svarem k vrchnímu podélnému plátu. Svar je obroušen.

4.2.4. Hydraulický pohon

Hydraulický pohon je zabezpečen dvěma přímočarými hydromotory řady HV - výrobce Závody těžkého strojárstva n.p. Bratislava.

Použité typy: HV 80/40/425 - 121211

Hydromotory jsou připojeny na hydraulický rozvod podle schématu.

Hydromotory jsou pomocí tlakových hadic připojeny k rozváděcím kostkám.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	26	list
		J. Šén	

Rozváděcí kostky jsou napojeny na soustavu ventilů. Dvojitý jednosměrný škrticí ventil typ VJS 2 M L - 06

Výrobce : Továrny strojírenské techniky k.p.
TOS Rakovník.

Soustava ventilů je připojena na přímočarý šoupátkový rozvaděč

Typ RSE 1 - 103 C 21/220 50 H 1

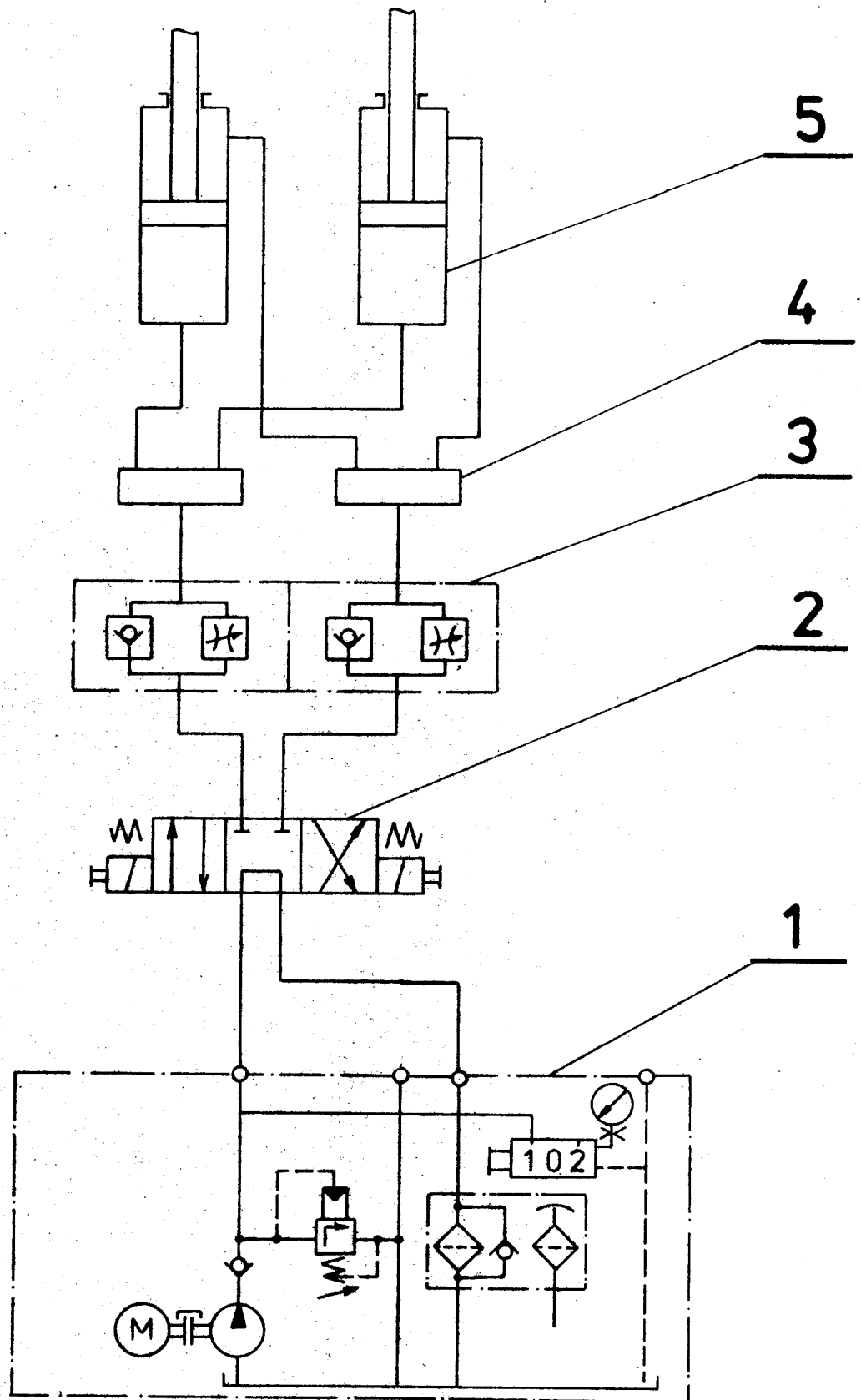
Výrobce : Továrny strojírenské techniky k.p.
TOS Rakovník

Rozvod je napojen na hydraulický agregát

SA 3 - 63 - 00 - 400 - 7 - 282

Tento hydraulický agregát je společný rovněž pro nůžkový stohovací stůl.

SCHÉMA HYDRAULICKÉHO OBVODU



VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	28	list
		J. Šén	

4.2.5. Hydraulické schéma

1. - Hydraulický agregát
SA3-63-00-400-7.282
výrobce:
Továrny strojírenské techniky
k.p. TOS Rakovník

2. - Rozvaděč třípolohový
RSE 1- 103 C21
výrobce:
TOS Rakovník

3. - Dvojitý jednosměrný škrťací ventil
VJS 2 M1 - 06
výrobce:
TOS Rakovník

4. - Rozváděcí kostka
výrobce:
TOS Rakovník

5. - Přímočarý hydromotor
HV - 2 - 80 mm
výrobce:
závody těžkého strojárstva
n.p. Bratislava

5. VÝPOČTOVÁ ČÁST5.1. Statický výpočet nejexponovanějších součástí
překlápěcí vidlice

Výpočet je proveden dle ČSN 73 14 01
ČSN 73 00 35
ON 27 01 06

Výchozí údaje :

Zatížení : $Q = 18\,000\text{ N} / 1\,800\text{ kp} / \text{rovno-}$
měrné
Počet cyklů : 8 cyklů/hod, 3 směny, 6 měsíců
Materiál : 11373 - svařenec, plechy, trubka
11623 - konce hřídele, čepy

Stanovení součinitele zatížení

Malá pravděpodobnost přetížení, střední
pracovní podmínky, větší hmotnost břemene vůči
stroji.

$$n_a = 1,25$$

- stanovení dynamického součinitele
jedná se o stroj nevyvážený s hydraulickým pís-
tovým pohonem

$$\delta = 1,5$$

Výpočtové zatížení

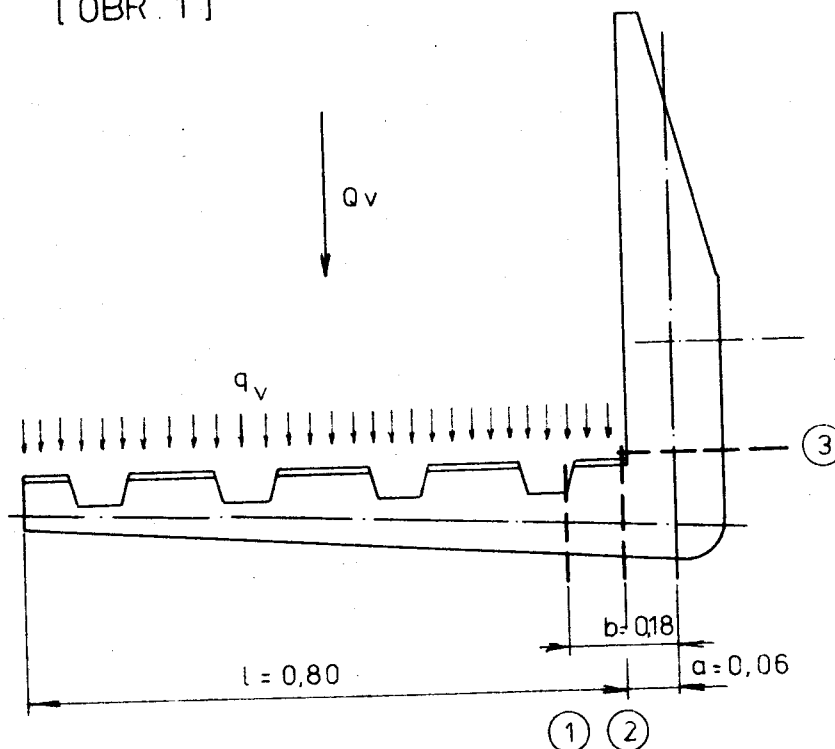
$$Q_v = Q \cdot n_a \cdot \delta = 18000 \cdot 1,25 \cdot 1,5 = \underline{\underline{33750\text{ N}}}$$

$$Q_v = 33750$$

[N]

5.1.1. Návrh a kontrola vidlice

[OBR. 1]



5.1.1.1. - zatížení

$$q_v = \frac{Q_v}{l} = \frac{33750}{0,8} = 42\,188 \text{ N/m}$$

$$q_v = 42188 \text{ [N m}^{-1}\text{]}$$

5.1.1.2. - účinky sil /vlastní váhu zanedbáme/

$$\text{Místo 1} \quad M_1 = \frac{1}{2} q_v \cdot (l + a - b)^2 = 9754 \text{ Nm}$$

$$M_1 = 9754 \text{ [Nm]}$$

Místo 2

$$M_2 = \frac{1}{2} q_v \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 42188 \cdot 0,8^2 = 13\,500 \text{ Nm}$$

$$M_2 = 13\,500 \text{ [Nm]}$$

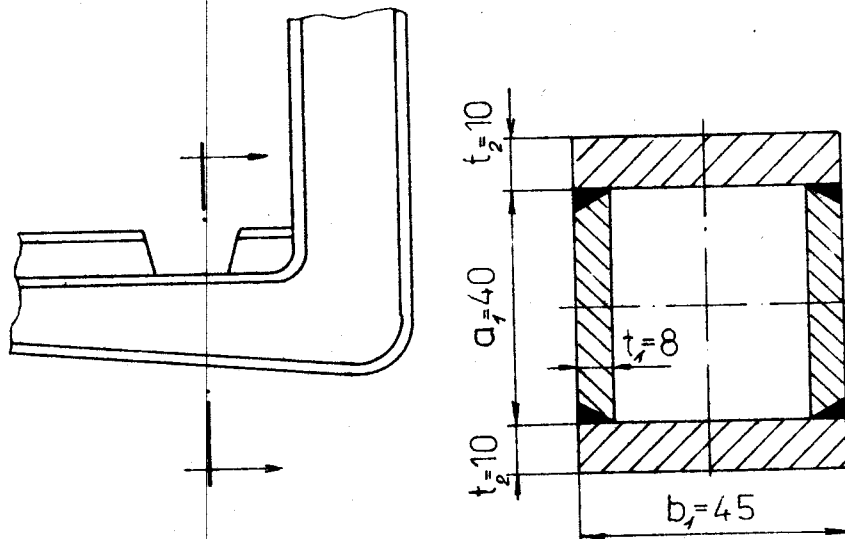
Místo 3

$$M_3 = \frac{1}{2} qv \cdot (f + a)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 42188 \cdot (0,8 + 0,06)^2 = \underline{\underline{15\,601\, \text{Nm}}}$$

$$M_3 = 15\,601\, [\text{Nm}]$$

Podélný řez



[OBR. 2]

5.1.1.3 - Průřezové hodnoty

$$J_{x_1} = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot t_1 \cdot a_1^3 + b_1 \cdot t_2 \cdot \left(\frac{1}{2} (a_1 + t_2) \right)^2 \right] =$$

$$= 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 0,8 \cdot 4^3 + 4,5 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1}{2} (4 + 1) \right)^2 \right] = \underline{\underline{64,8\, \text{cm}^4}}$$

$$W_{x_1} = \frac{J_{x_1}}{\frac{1}{2} a_1 + t_2} = \frac{64,8}{\frac{1}{2} \cdot 4 + 1} = \underline{\underline{21,6\, \text{cm}^3}}$$

Kontrola napětí v místě 1

Předpoklad rovnoměrného rozložení tlaku břemene
na vidlice - 4 vidlice - 3 úseky
Jedna vidlice nese $\frac{1}{3}$ váhy břemene

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{3 \cdot W_{x_1}} = \frac{754}{3 \cdot 21,6} = \underline{\underline{151 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_1 = 151 \text{ [MPa]}$$

Kontrola na únavu

- rozkmit napětí

Průměrné břemeno je shodné se jmenovitým

Podmínky velmi těžké $n_u = 1$

$$n_q = 1,25$$

$$\Delta \sigma_1 = \frac{\sigma_1}{n_q} \cdot n_u = \frac{151}{1,25} \cdot 1 = \underline{\underline{121 \text{ MPa}}}$$

- součinitel koncentrace napětí m_1

podélné sváry zabroušené ruční skupina C

$$m_1 = 0,63$$

- součinitel časové pevnosti m_2

při 8 cyklech za hod, trojsměnném provozu,
po dobu 6 měsíců v roce a životnosti 15 let:

$$c = 8 \cdot 24 \cdot \frac{1}{2} \cdot 365 \cdot 15 = 525\,600 \Rightarrow m_2 = 1,5$$

- dovolené únavové napětí

$$R = 170 \cdot m_1 \cdot m_2 = 170 \cdot 0,63 \cdot 1,5 =$$

$$= 160 \text{ MPa} > 121 \text{ MPa}$$

vyhovuje

Kontrola napětí v místě 2

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{3 \cdot W_{x1}} = \frac{13\,500}{3 \cdot 21,6} = \underline{\underline{208 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_2 = 208$$

[MPa]

Ponechány průřezové hodnoty z místa 1

- kontrola na únavu

$$\Delta \sigma_2 = \frac{\sigma_2}{n_q} \cdot n_u = \frac{208}{1,25} \cdot 1 = \underline{\underline{166,6 \text{ MPa}}}$$

$$R = 160 \text{ MPa} \hat{=} \Delta \sigma_2$$

Kontrola napětí v místě 3

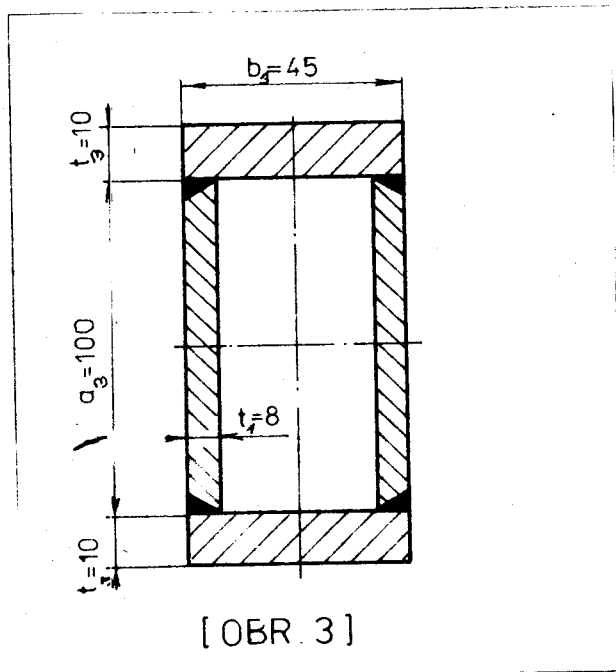
- průřezové hodnoty viz. obr. 3

$$J_{x3} = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} t_4 \cdot a_3^3 + b_3 \cdot t_3 \cdot \left(\frac{1}{2} a_3 + \frac{1}{2} t_3 \right)^2 \right] =$$

$$= 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 0,8 \cdot 10^3 + 4,5 \cdot 1 \cdot (5 + 0,5)^2 \right] =$$

$$= \underline{\underline{405 \text{ cm}^4}}$$

$$W_{x3} = \frac{J_{x3}}{\frac{1}{2}a_3 + t_3} = \frac{405}{5+1} = \underline{\underline{67,6 \text{ cm}^3}}$$



Kontrola napětí

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{W_{x3} \cdot 3} = \frac{15\,601}{67,6 \cdot 3} = \underline{\underline{77 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_3 = 77 \text{ [MPa]}$$

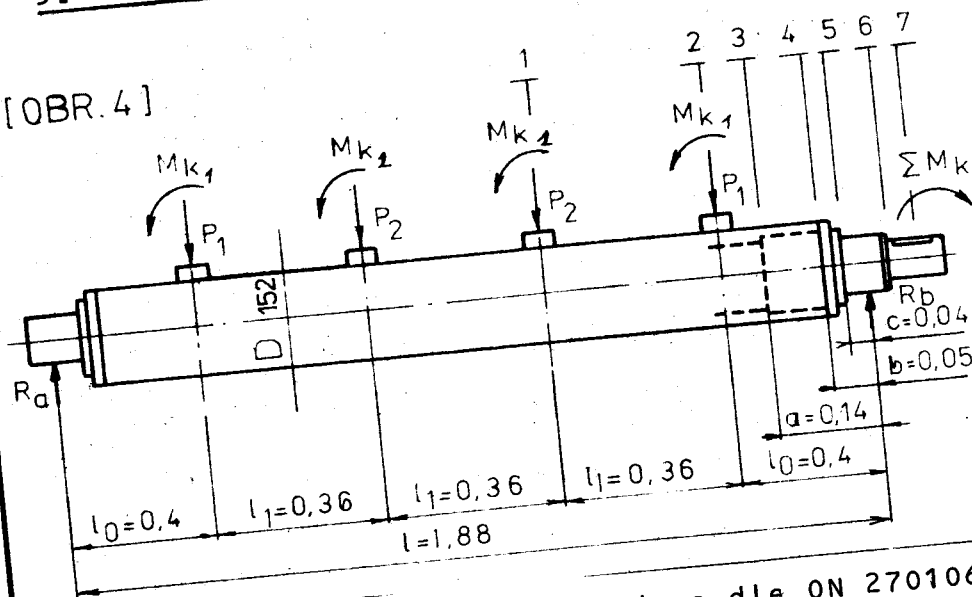
Kontrola na únavu není nutná

vyhovuje

/ tvrzení dokládám předchozími výpočty/

5.1.2. Návrh a kontrola hlavního hřídele

[OBR. 4]



Kontrola hřídele bude provedena dle ON 270106

5.1.2.1. - Stanovení bezpečnosti

- síly P_1 P_2 $P_2 = 2 P_1$

$$\sum P_i = q \Rightarrow P_2 = \frac{1}{3} q = \underline{\underline{6\,000\text{ N}}}$$

$$P_1 = \underline{\underline{3\,000\text{ N}}}$$

- momenty M_{k1} , M_{k2}

$$M'_{k1} = P_1 \cdot \left(\frac{1}{2} l + 2a + \frac{1}{2} D \right) =$$

$$= 3000 \cdot (0,4 + 0,12 + 0,08) = \underline{\underline{1\,800\text{ Nm}}}$$

$$M'_{k2} = 2M'_{k1} = 2 \cdot 1\,800 = \underline{\underline{3\,600\text{ Nm}}}$$

$$P_1 = 3\,000\text{ [N]}$$

$$P_2 = 6\,000\text{ [N]}$$

$$M'_{k1} = 1\,800\text{ [Nm]}$$

$$M'_{k2} = 3\,600\text{ [Nm]}$$

- počet cyklů za rok

$$T_c = 8 \cdot 24 \cdot \frac{1}{2} \cdot 365 = 35\,040$$
$$[20\,000 - 50\,000]$$

- poměrné vytížení

mezi 30 ÷ 60% max. břemene

- otáčecí rychlost sklápění

do 50 m/min

$$k = 1,98 \quad / \text{ pro sklápění } /$$

5.1.2.2. - Stanovení smyčkového diagramu

Materiál trubky 11353 - 11 373

$$\sigma_{PT} = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{KT} = 210 \text{ MPa}$$

mez únavy v ohybu

$$\sigma_{co} = 0,42 \sigma_{PT} = 0,42 \cdot 360 = \underline{\underline{151 \text{ MPa}}}$$

mez únavy v krutu

$$\tau_c = 0,22 \sigma_{PT} = 0,22 \cdot 360 = \underline{\underline{79 \text{ MPa}}}$$

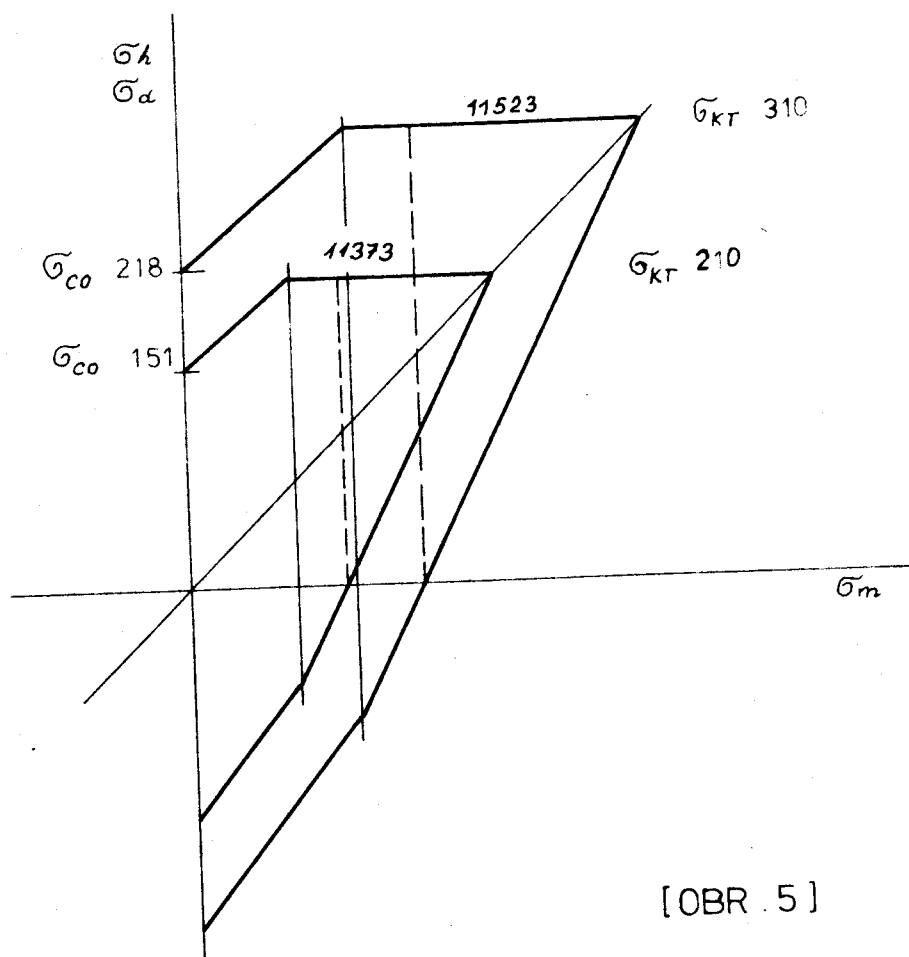
Materiál čepu 11523

$$\sigma_{PT} = 520 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{KT} = 310 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{co} = 0,42 \sigma_{PT} = 0,42 \cdot 520 = \underline{218 \text{ MPa}}$$

$$\tau_c = 0,22 \sigma_{PT} = 0,22 \cdot 520 = \underline{114 \text{ MPa}}$$



[OBR. 5]

V obou případech rozhoduje σ_{KT}

5.1.2.3. - Kontrola v jednotlivých místech hří-
deleMísto 1

$$R_B = \frac{1}{2} Q = 9\,000\text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_{01} &= R_B \cdot (l_0 + l_1) - P_1 \cdot l_0 = \\ &= 9\,000 (0,4 + 0,36) - 3000 \cdot 0,4 = \underline{5\,640\text{ Nm}} \end{aligned}$$

$$M_{K1} = M_{K1} + 2 M_{K2} = 1800 + 2 \cdot 3600 = \underline{9\,000\text{ Nm}}$$

$$\begin{aligned} W_{01} &= 0,1 \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = 0,1 \cdot \frac{15,2^4 - 13,8^4}{15,2} = \\ &= \underline{112,5\text{ cm}^3} \end{aligned}$$

$$W_{K1} = 2 \cdot W_{01} = 225\text{ cm}^3$$

$$\sigma_{01} = \frac{M_{01}}{W_{01}} = \frac{5\,640}{112,5} = \underline{\underline{50\text{ MPa}}}$$

$$\sigma_{01} = 50\text{ [MPa]}$$

$$\tau_{K1} = \frac{M_{K1}}{W_{K1}} = \frac{9\,000}{225} = \underline{\underline{40\text{ MPa}}}$$

$$\tau_{K1} = 40\text{ [MPa]}$$

- stanovení skutečných mezí únavy - mat.11373

$\gamma_P = 0,78$ povrch s okujemi /válcovaná
trubka/

$\gamma_v = 0,7$ průměr hřídele nad 120 mm

$$\beta_o = 1 \dots\dots \text{bez vrubů}$$

$$(\sigma_{OH})_{s1} = \sigma_{KT} \cdot \frac{\gamma_P \cdot \gamma_v}{\beta_o} = 210 \cdot \frac{0,78 \cdot 0,7}{1} =$$
$$= \underline{115 \text{ MPa}}$$

$$(\tau_c)_{s1} = \frac{\tau_c \cdot \gamma_P \cdot \gamma_v}{\beta_\tau} = 79 \cdot \frac{0,78 \cdot 0,7}{1} =$$
$$= \underline{43 \text{ MPa}}$$

$$k_o = \frac{(\sigma_{OH})_{s1}}{\sigma_{o1}} = \frac{115}{50} = 2,3$$

$$k_\tau = \frac{\tau_{cs1}}{\tau_{K1}} = \frac{43}{40} = 1,075$$

$$k = \frac{k_o \cdot k_\tau}{\sqrt{k_o^2 + k_\tau^2}} = \frac{2,3 \cdot 1,075}{\sqrt{2,3^2 + 1,075^2}} = 0,97 < 1,98$$

nevyhovuje

Jelikož navržená konstrukce nevyhovuje, je nutno provést konstrukční úpravy.

1. Bude provedena změna uspořádání pohonu překlápěcí vidlice tak, že hydraulické siloválce budou umístěny z obou stran.
2. Bude zvolena trubka s větší silou stěny
TR 152/10

Trubka 152/10

$$W'_{o1} = 149 \text{ cm}^3$$

$$W'_{K1} = 298 \text{ cm}^3$$

$$\sigma'_{01} = \frac{5\,640}{149} = 37,85 \text{ MPa}$$

$$\tau'_{k1} = \frac{3\,600}{298} = 12 \text{ MPa}$$

$$k'_{01} = \frac{115}{37,85} = 3,03$$

 $\Rightarrow$

$$k'_{\tau 1} = \frac{43}{12} = 3,56$$

$$k'_1 = \frac{3,03 \cdot 3,56}{\sqrt{3,03^2 + 3,56^2}} = 2,31 > 1,98$$

 $k'_1 = 2,31$
vyhovujeMísto 2Zeslabená trubka na rozměr $\varnothing$ 152/8

$$W_{02} = 124 \text{ cm}^3$$

$$W_{K2} = 248 \text{ cm}^3$$

$$M_{02} = R_B \cdot a = 9\,000 \cdot 0,14 = 1\,260 \text{ Nm}$$

$$M_{K2} = M'_{K1} + M'_{K2} = 1\,800 + 3\,600 = 5\,400 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{02} = \frac{M_{02}}{W_{02}} = \frac{1\,260}{124} = 10 \text{ MPa}$$

$$\tau_k = \frac{M_{K2}}{W_{K2}} = \frac{5\,400}{248} = 21,8 \text{ MPa}$$

$$k_{02} = \frac{115}{10} = 11,5$$

⇒

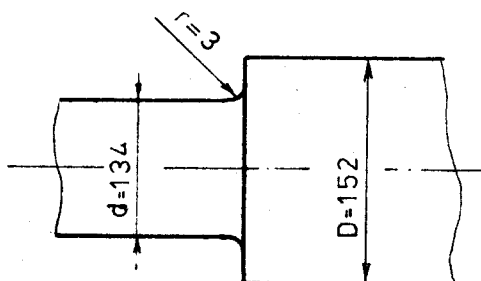
$$k_{\tau 2} = \frac{43}{21,8} = 1,97$$

$$k_2 = \frac{11,5 \cdot 1,97}{\sqrt{11,5^2 + 1,97^2}} = \underline{\underline{1,94}} \doteq 1,96$$

$$k_2 = 1,94$$

vyhovuje

Místo 3



[OBR. 6]

Materiál 11523

$$W_{03} = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 13,4^3 = 241 \text{ cm}^3$$

$$W_{K3} = 2W_{03} = 482 \text{ cm}^3$$

$$\frac{r}{d} = \frac{3}{134} = 0,0223$$

⇒

$$\frac{r}{D - d} = \frac{3}{152 - 134} = 0,166$$

$$\alpha_{\delta} = 1,9, \quad \alpha_{\tau} = 1,45$$

$$\gamma_c = 0,52$$

$$\beta_o = 1 + (\alpha_{\delta} - 1) \gamma_c = 1 + (1,9 - 1) \cdot 0,52 =$$

$$= 1,468$$

$$\beta_{\tau} = 1 + (\alpha_{\tau} - 1) \gamma_c = 1 + (1,45 - 1) \cdot 0,52 =$$

$$= 1,234$$

$$M_{03} = R_B \cdot b = 9\,000 \cdot 0,05 = 450 \text{ Nm}$$

$$M_{K3} = M_{K2} = 5\,400 \text{ Nm}$$

$$\delta_{03} = \frac{M_{03}}{W_{03}} = \frac{450}{241} = 2 \text{ Nm}$$

$$\tau_{K3} = \frac{M_{K3}}{W_{K3}} = \frac{5\,400}{482} = 11,2 \text{ Nm}$$

$$\gamma_p = 0,88 \dots\dots \text{hrubováno}$$

$$\gamma_v = 0,7 \dots\dots \text{větší než } 100 \text{ mm}$$

$$(\sigma_{0H})_{S3} = \delta_{KT} \cdot \frac{\gamma_p \cdot \gamma_v}{\beta_o} = 310 \cdot \frac{0,88 \cdot 0,7}{1,468} =$$

$$= 130 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_c)_{s3} = \sigma_c \cdot \frac{\eta_p \cdot \eta_v}{\beta_e} = 114 \cdot \frac{0,88 \cdot 0,7}{1,234} =$$

$$= 57 \text{ MPa}$$

$$k_{03} = \frac{130}{2} = 65$$

→

$$k_{\tau 3} = \frac{57}{11,2} = 5$$

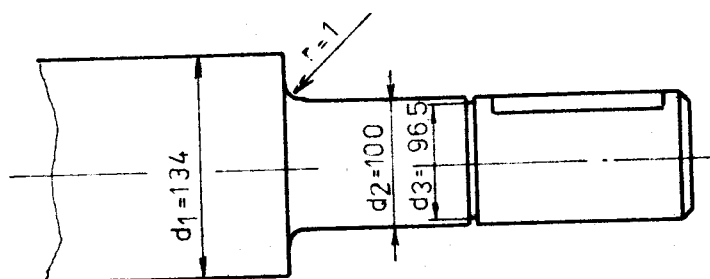
$$k_3 = \frac{65 \cdot 5}{\sqrt{65^2 + 5^2}} = \underline{\underline{4,98}} > 1,98$$

$$k_3 = 4,98$$

vyhovuje

Místo 4

Namáhání pouze v krutu



[OBR. 7]

$$\frac{r}{d_2} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$\frac{r}{d_1 - d_2} = \frac{1}{34} = 0,03 \Rightarrow$$

$$\alpha_2 = 1,7$$

$$z_c = 0,52$$

$$\beta_\tau = 1 + (1,7 - 1) \cdot 0,52 = 0,636$$

$$W_{K4} = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 10^3 = 200 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{K4} = \frac{5400}{200} = \underline{\underline{27 \text{ MPa}}}$$

$$\tau_{K4} = 27 \text{ [MPa]}$$

$$(\tau_c)_{s4} = 114 \cdot \frac{0,88 \cdot 0,7}{0,636} = 139,5 \text{ MPa}$$

Misto 5

Vrub pro pojistný kroužek $\beta_\tau = 2,2$

$$d_3 = 9,65$$

$$W_{K5} = 0,2 \cdot d_3^3 = 0,2 \cdot 9,65^3 = 179,7 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{K5} = \frac{5400}{174,7} = 30,04 \text{ MPa}$$

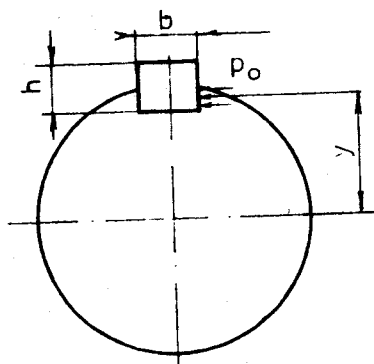
$$\tau_{K5} = 30 \text{ [MPa]}$$

$$(\tau_c)_{s5} = 114 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,7}{2,2} = 36,65 > 30,04$$

vyhovuje

Místo 6

Kontrola péra



$$l = 120$$

$$h = 16$$

$$b = 28$$

$$p_{dov} = 120$$

[OBR. 8]

$$y = 0,45 d = 0,45 \cdot 100 = 45 \text{ mm}$$

$$p_o = \frac{M_K}{0,5 \cdot h \cdot l \cdot y} = \frac{5\,400}{0,5 \cdot 16 \cdot 120 \cdot 4,5} =$$

$$= \underline{\underline{115 \text{ MPa}}} < 120 \text{ MPa}$$

$$p_o = 120$$

[MPa]

vyhovuje

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	46	list
		J. Šén	

6. EKONOMICKÝ ROZBĚR

6.1. Úspora pracovních sil a mzdových fondů

Hodnoty plánu práce zpracovatelského provozu Float pro rok 1984 /údaje pro obsazení všech směn - A,B,C,D v nepřetržitém provozu/.

- kontrolní dělník 8 prac. 2 680,-Kčs/měs.
- balič - rozlamovač 20 prac. 3 013,-Kčs/měs.
- manipulační dělník 32 prac. 2 970,-Kčs/měs.

pozn: pracoviště je zařazeno v nepřetržitém pracovním cyklu. V osmihodinové směně se 5 baličů střídá na pracovních místech cca po každé hodině. Jedná se o střídání fyzicky velmi namáhavé práce s lehčí prací spojené s manipulací beden mechanizačními prostředky.

Automatizace balení skla odstraní fyzicky namáhavou práci. Návrh plánu práce po uplatnění nového způsobu skládání:

- kontrolní dělník 8 prac.
- balič - rozlamovač 12 prac.
- manipulační dělník 32 prac.

Absolutní úspora 8 pracovníků a roční úspora mzdových fondů:

$$3\,013 \cdot 8 \cdot 12 = \underline{\underline{289\,248,-\text{Kčs}}}$$

6.2. Úspora balicího materiálu

Realizací mechanizovaného skládání skel dojde současně k úsporám balicího, prokládacího a fixačního materiálu. Důvodem je hromadné využití balení systému "End kap".

Současná spotřeba balicích materiálu na
1000 m² zpracovaného skla a cena za jednotku

polystyren-20	16,50 m ²	15,- Kčs/m ²
dřevo	1,56 m ³	1 090,- Kčs/m ³
papír 50gr.	50,00 kg	6,60 Kčs/kg
hřebíky	6,60 kg	5,10 Kčs/kg
kovový pásek	0 m	2,70 Kčs/m

Použitím nového obalu se ušetří:

- 44 % řeziva
- 19 % hřebíků
- 100 % polystyrenu
- prokládací papír je nahrazen prosypáváním speciálním práškem. Tím dochází k úspoře proti ceně papíru o cca 10 - 20 %. Pro výpočet použito 10 %.

Výpočet úspory:

roční objem výroby v přesných mírách:
318 120 m²

a/ současný stav	
5 247 m ² polystyrenu	78 700,- Kčs
496 m ³ dřeva	540 650,- Kčs
15 900 kg papíru	104 950,- Kčs
2 100 kg hřebíků	10 700,- Kčs
celkem	735 000,- Kčs

b/ navržený stav

0 m ² polystyrenu	0,- Kčs
327 m ³ dřeva	356 400,- Kčs
830 kg prášek	94 500,- Kčs
1 700 kg hřebíky	8 700,- Kčs
26 000 m kovový pásek	70 200,- Kčs
celkem	529 800,- Kčs

Roční úspora v Kčs

735 000 - 529 800 = 205 200,-Kčs

6.3. Přínos ve výrobě zboží a v zisku

6.3.1. Kalkulace prototypu

1 kus zařízení

přímý materiál

122 000,-Kčs

poddodávky

616 000,-Kčs

výrobní režie

73 800,-Kčs

mzdy

376 000,-Kčs

kalkulace celkem

1 187 800,-Kčs

6.3.2. Dosahované hodnoty ve výrobě

Výroba zboží za rok FLOAT

327 494 000,-Kčs

7 953 000,-m²

průměrný denní výkon

21 780 m²

z toho volné míry

20 910 m²

přesné míry

870 m²

6.3.3. Velkoobchodní ceny přesných a volných
měr skel Float

tloušťka mm

přesné míry
VC Kčs/m²

volné míry
VC Kčs/m²

2,1

38,-

22,-

3

41,-

26,50

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	49	list																																		
		J. Šén																																			
<table> <tr> <td>4</td> <td>44,50</td> <td>29,00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>54,50</td> <td>35,50</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>64,50</td> <td>42,00</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>102,-</td> <td>71,-</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>161,-</td> <td>nevyrábí se</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>201,-</td> <td>nevyrábí se</td> </tr> </table> <u>6.3.4. Stanovení průměrné ceny za jednotku.</u> Použito metody váženého průměru z poměru výroby všech tloušťek ve sledovaném období. <table> <tr> <td>průměrná cena - přesné míry</td> <td>51,12 Kčs/m²</td> </tr> <tr> <td>průměrná cena - volné míry</td> <td>40,76 Kčs/m²</td> </tr> </table> Roční výroba 318 120 m² přesných měř x 51,12 = = 16 262 300 ,- Kčs 7 634 880 m² volných měř x 40,76 = = 311 197 700,- Kčs <u>6.3.5. Denní výkony</u> Současný stav - denní výkony <table> <tr> <td>přesní míry</td> <td>870m²</td> <td>x 51,12</td> <td>= 44 474,-Kčs</td> </tr> <tr> <td>volné míry</td> <td>20 910m²</td> <td>x 40,76</td> <td>=852 292,-Kčs</td> </tr> <tr> <td colspan="2">celkem</td> <td></td> <td>=896 766,-Kčs</td> </tr> </table>				4	44,50	29,00	5	54,50	35,50	6	64,50	42,00	8	102,-	71,-	10	161,-	nevyrábí se	12	201,-	nevyrábí se	průměrná cena - přesné míry	51,12 Kčs/m ²	průměrná cena - volné míry	40,76 Kčs/m ²	přesní míry	870m ²	x 51,12	= 44 474,-Kčs	volné míry	20 910m ²	x 40,76	=852 292,-Kčs	celkem			=896 766,-Kčs
4	44,50	29,00																																			
5	54,50	35,50																																			
6	64,50	42,00																																			
8	102,-	71,-																																			
10	161,-	nevyrábí se																																			
12	201,-	nevyrábí se																																			
průměrná cena - přesné míry	51,12 Kčs/m ²																																				
průměrná cena - volné míry	40,76 Kčs/m ²																																				
přesní míry	870m ²	x 51,12	= 44 474,-Kčs																																		
volné míry	20 910m ²	x 40,76	=852 292,-Kčs																																		
celkem			=896 766,-Kčs																																		

Navržená změna:

Provedenou odbytovou rešerží bylo zjištěno pokrytí objednávkami v přesných rozměrech v objemu 10 % z celkového množství vyrobeného skla.

Použitím navrženého mechanizovaného skládání zařízení pro toto množství kapacitně vyhovuje.

Navržený stav - denní výkony

přesné míry	2 178 m ²	x 51,12	= 111 339,-Kčs
volné míry	19 602 m ²	x 40,76	= 798 977,-Kčs
		celkem	= 910 316,-Kčs

6.3.6. Výroba zboží

Přínos ve výrobě zboží

910 316	13 550
- 896 766	. 365
13 550,-Kčs	4 945 750,-Kčs

Přínos ve výrobě zboží 4 945 750,-Kčs za rok

6.3.7. Z i s k

Výkony se zvýší o uvedenou hodnotu VZ minus náklady, zde se jedná o 10 % odpis dvou kusů zařízení, dále se připočítávají ušetřené mzdové náklady a hodnota úspory za balicí materiály.

Zisk:

zvýšení výkonů	+ 4 945 750,-
10% odpis	- 237 560,-
mzdové náklady	+ 289 248,-
balicí náklady	+ 205 200,-
Zisk celkem	<u>+ 5 202 638,-</u>

Zavedením navrhovaného zařízení závod zvýší svůj zisk o 5 milionů 200tisíc Kčs.

6.4. Další přínosy nevyčíslené
/mimoekonomické účinky/

- snížení úrazovosti
Dosaženo: zamezením styku pracovníků se sklem
- zmenšení skladovacích ploch
Dosaženo: objemově úsporným druhem obalu
- vyšší stupeň řízení výroby
Dosaženo: koordinací skladby objednávek pomocí optimálních řezaných sestav formátů
- snížení počtu reklamací na kvalitu balení
Dosaženo: zjednodušením způsobu fixace bloku skla, je zamezeno možnosti rozvějíření.

Dochází k značnému zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců.

7. ZÁVĚR

Zhodnocení vytčených cílů a přínosů řešení
/ viz bod 1.2./

a/ Odstranění ruční práce

Splněno vyjma ručního přiložení obalu a
zapáskování

b/ Absolutní úspora pracovníků byla dosažena
v počtu 8.

c/ Snížení úrazovosti - předpoklad splnění
vzhledem k zamezení přímého styku pracovní-
ků se sklem.

d/ Sjednocení přepravních prostředků - je vy-
řešeno použití moderních návlekových obalů.

e/ Úsporu skladovacích prostorů nelze vyčíslit.

f/ Úspora balících, prokládacích a fixačních
materiálů byla uplatněním nového obalu do-
sažena.

g/ Navržený soubor je vybaven práškovacím za-
řízením na prokládání tabulí skla.

h/ Zprovozněním mechanizovaného skládání skla
na obou výstupech severní linky Float dojde
k optimalizaci skladby objednávek v přes-
ných rozměrech malých formátů.

i/ Použitím programovatelného automatu Tesla
NS 915 je splněn úkol zařazení počítačů
skládání tabulí.

j/ Zjištěná výrobnost soustavy vyhovuje pro
použití u budovaného provozu Float II.

k/ Skládání, zajištění i manipulace se skly
je v souladu s platnými technickými a pře-
jímacími podmínkami v ČSSR a v zahraničí.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	53	list
		J. Šén.	

l/ Pro případ poruchy je zachována možnost
ručního snímání skel z obou boků konců
linky.

m/ Velmi významné je, že využitím zařízení
dojde k absolutnímu zvýšení zisku o 5 mi-
liónů Kčs za jeden rok.

Závěrem konstatuji, že všechny vytčené cíle
a přínosy jsou navrhovaným řešením splněny.

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	54	list
		J. Šén	

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Přímočaré hydraulické motory řady HV
/prospekt ZTS n.p. Bratislava/
2. Výrobní program rok 1984 obor hydraulické
prvky TST TOS Rakovník, Lubenec, Vrchlabí
3. Stavebnicové agregáty TST k.p. TOS Rakovník
4. R. Kříž : Strojnické tabulky
5. Katalog n.p. Tesla Kolín
6. Normy ČSN, ON, ÚNF,
7. S. Černoch : Strojně technická příručka
SNTL Praha 1977
8. R. Matička - J. Talácko : Méchanismy mani-
pulátorů a průmyslových robotů
9. Literatura firmy Glasstech
10. Literatura firmy Bistronic maschinen AG,
11. I.N. Miroljubov : Řešení úloh z pružnosti
a pevnosti
12. Dokumentace stávající linky zpracovatelské-
ho provozu Float - firma HMS Belgie.
13. V. Klebsa : Technologie skla a keramiky
I - sklo
14. B. Stříž : Pružnost a pevnost I. díl
15. B. Stříž a kolektiv : Pružnost a pevnost
II. díl

VŠST Liberec		55	list
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	J. Šén	

8. 1. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ			
Q	-	zatižení	N
n _a	-	součinitel zatižení	bezrozm.
δ ^a	-	dynamický součinitel	bezrozm.
M	-	moment vnějších sil	N.m
W _x	-	průřezový modul	cm ³
y, x	-	osy souměrnosti	bezrozm.
J _x	-	průřezové hodnoty	cm ⁴
V	-	objem	m ³
ρ	-	měrná hmotnost	kg.dm ⁻³
σ	-	normální napětí	MPa
m ₁	-	součinitel koncentrace napětí	bezrozm.
m ₂	-	součinitel časové pevnosti	bezrozm.
R	-	dovolené únavové napětí	MPa
a, b, c, t,			
l	-	rozměrové hodnoty	mm
M _k	-	moment kroutící	N.m
F, P	-	síla	N
T _c k,	-	počet cyklů	bezrozm.
γ, β,	-	koeficienty	bezrozm.
σ _{Pt}	-	mez pevnosti	MPa
σ _{Kt}	-	mez kluzu	MPa
σ _{Co}	-	mez únavy v ohybu	MPa
τ _c	-	mez únavy v krutu	MPa
D d	-	průměr	mm

R_A

R_B

R_C

h

VC

- reakce

- výška pera

- velkoobchodní cena

N

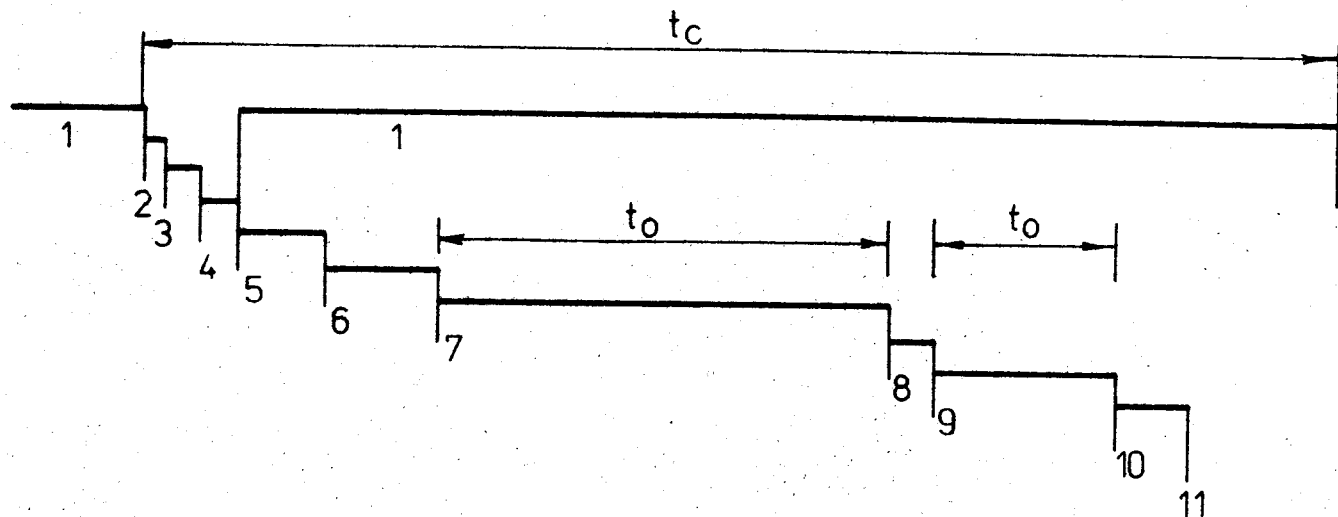
mm

Kčs

VŠST Liberec		57	list												
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	J. Šén													
<u>9. SEZNAM PŘÍLOH</u> výkresová dokumentace <table><tr><td>3-DP-070/84-0001</td><td>ŘEZACÍ LINKA FLOAT</td></tr><tr><td>1-DP-070/84-0002</td><td>SNÍMÁNÍ SKLA</td></tr><tr><td>0-DP-070/84-0003</td><td>PŘEKLÁPĚČÍ VIDLICE</td></tr><tr><td>3-DP-070/84-0004</td><td>ČEP 152</td></tr><tr><td>4-DP-070/84-0005</td><td>BLOK SKLA S KONCOVÝMI NÁVLEKY</td></tr><tr><td>4-DP-070/84-0006</td><td>CHRONOLOGICKÝ SLED OPERACÍ</td></tr></table>				3-DP-070/84-0001	ŘEZACÍ LINKA FLOAT	1-DP-070/84-0002	SNÍMÁNÍ SKLA	0-DP-070/84-0003	PŘEKLÁPĚČÍ VIDLICE	3-DP-070/84-0004	ČEP 152	4-DP-070/84-0005	BLOK SKLA S KONCOVÝMI NÁVLEKY	4-DP-070/84-0006	CHRONOLOGICKÝ SLED OPERACÍ
3-DP-070/84-0001	ŘEZACÍ LINKA FLOAT														
1-DP-070/84-0002	SNÍMÁNÍ SKLA														
0-DP-070/84-0003	PŘEKLÁPĚČÍ VIDLICE														
3-DP-070/84-0004	ČEP 152														
4-DP-070/84-0005	BLOK SKLA S KONCOVÝMI NÁVLEKY														
4-DP-070/84-0006	CHRONOLOGICKÝ SLED OPERACÍ														

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	58	list
		J. Šén	
<u>10. OBSAH PRÁCE .</u>		list číslo	
	Zadání diplomové práce	1	
1.	Úvod, cíl a přínosy řešení	4	
1.1.	Úvod	4	
1.2.	Cíl a přínosy řešení	7	
2.	Popis současného stavu a alternativy řešení	8	
2.1.	Popis současného stavu	8	
2.2.	Alternativy řešení	10	
3.	Návrh řešení automatického skládacího zařízení malých formátů na lince Float	13	
3.1.	Účel navrhovaného řešení	13	
3.2.	Soubor prvků	14	
3.3.	Alternativy umístění zařízení	14	
3.4.	Popis funkce celku	15	
3.5.	Kapacita zařízení	17	
3.6.	Technický popis jednotlivých prvků souboru	18	
3.6.1.	Savkový snímač	18	
3.6.2.	Nůžkový stohovací stůl	20	
3.6.3.	Transportér bloků skla	21	
4.	Překlápěcí vidlice	23	
4.1.	Popis funkce	23	
4.2.	Technický stav	23	
4.2.1.	Rám	23	
4.2.2.	Otočný hřídel	24	
4.2.3.	Vidlice	25	
4.2.4.	Hydraulický pohon	25	
4.2.5.	Schema hydraulického obvodu	27	

VŠST Liberec	DIPLOMOVÁ PRÁCE	59	list
		J. Šén	
			list číslo
5.	Výpočtová část	29	
5.1.	Statický výpočet nejexponovajších sou- částí překlápěcí vidlice	29	
5.1.1.	Návrh a kontrola vidlice	30	
5.1.2.	Návrh a kontrola hlavního hřídele	35	
6.	Ekonomický rozbor	46	
7.	Závěr	52	
8.	Seznam použité literatury	54	
8.1.	Seznam použitých symbolů	55	
9.	Seznam příloh	57	
10.	Obsah práce	58	
11.	Přílohy		



Chronologický sled operací při mechanickém skládání skel malých formátů na lince Float.

- 1 - plnění bloku skla
- 2 - naplnění bloku, zastavení dopravníků

Ztrátové časy:

- 3 - dosažení dolní koncové polohy a sepnutí spojky náhonu válečkové trati
- 4 - přesun na transportér bloků skla
- 5 - zdvih nůžkového stolu do horní pracovní polohy

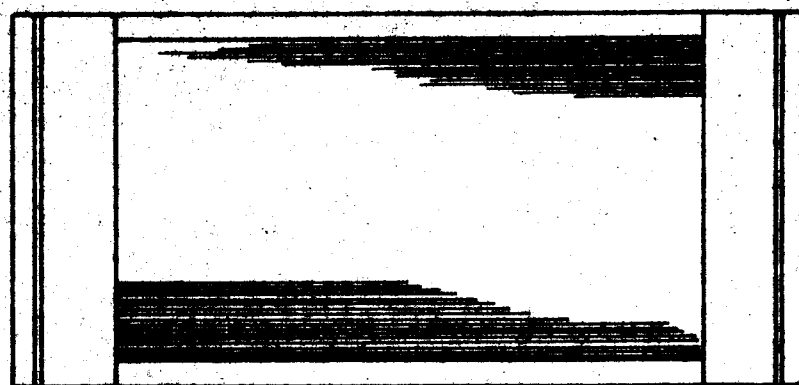
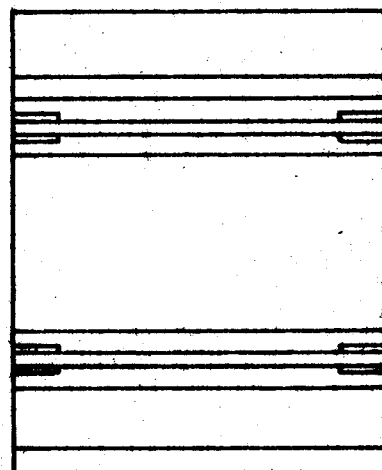
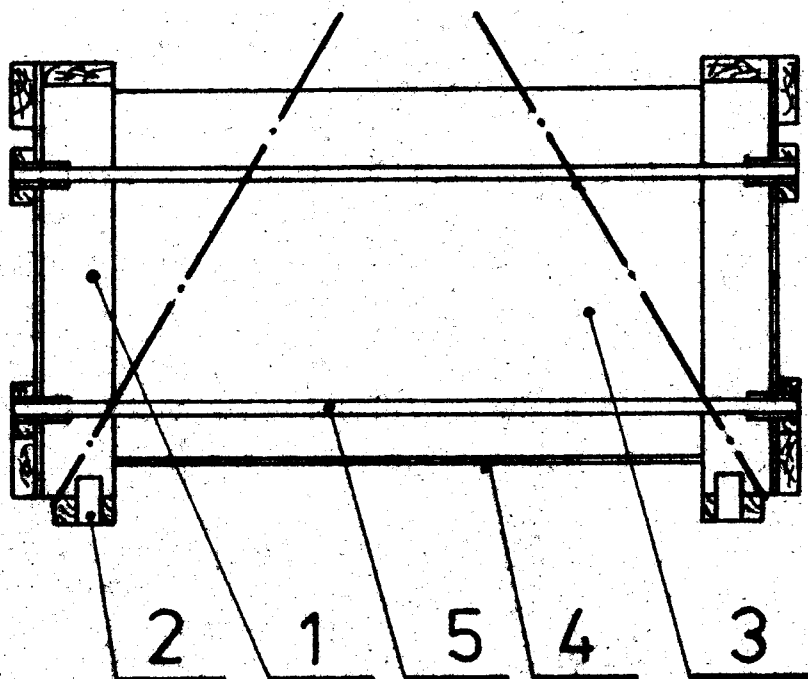
Časově překryté operace - časem 1

- 6 - přesun bloku do překlápěcí vidlice
- 7 - pootočení bloku ve vidlici o 80°
- 8 - zabalení závisí na obsluze
- 9 - pootočení vidlice s blokem o 10° do vertikální polohy
- 10 - sejmutí výrobku závisí na obsluze
- 11 - překlopení vidlice zpět do výchozí polohy

t_c - čas taktu

t_o - čas závislý na obsluze

Jméno: JIRÍ ŠEN		Datum: DUBEN 1984		Číslo výkresu: 4-DP-070/84-0006	
VŠST LIBEREC		SLED OPERACÍ		4-DP-070/84-0006	



2	OCEL. PÁSKA					5
1	PODLÁŽKA					4
1	BLOK SKLA					3
12	PLECH. SPONA					2
2	KONC. NÁVLEK					1

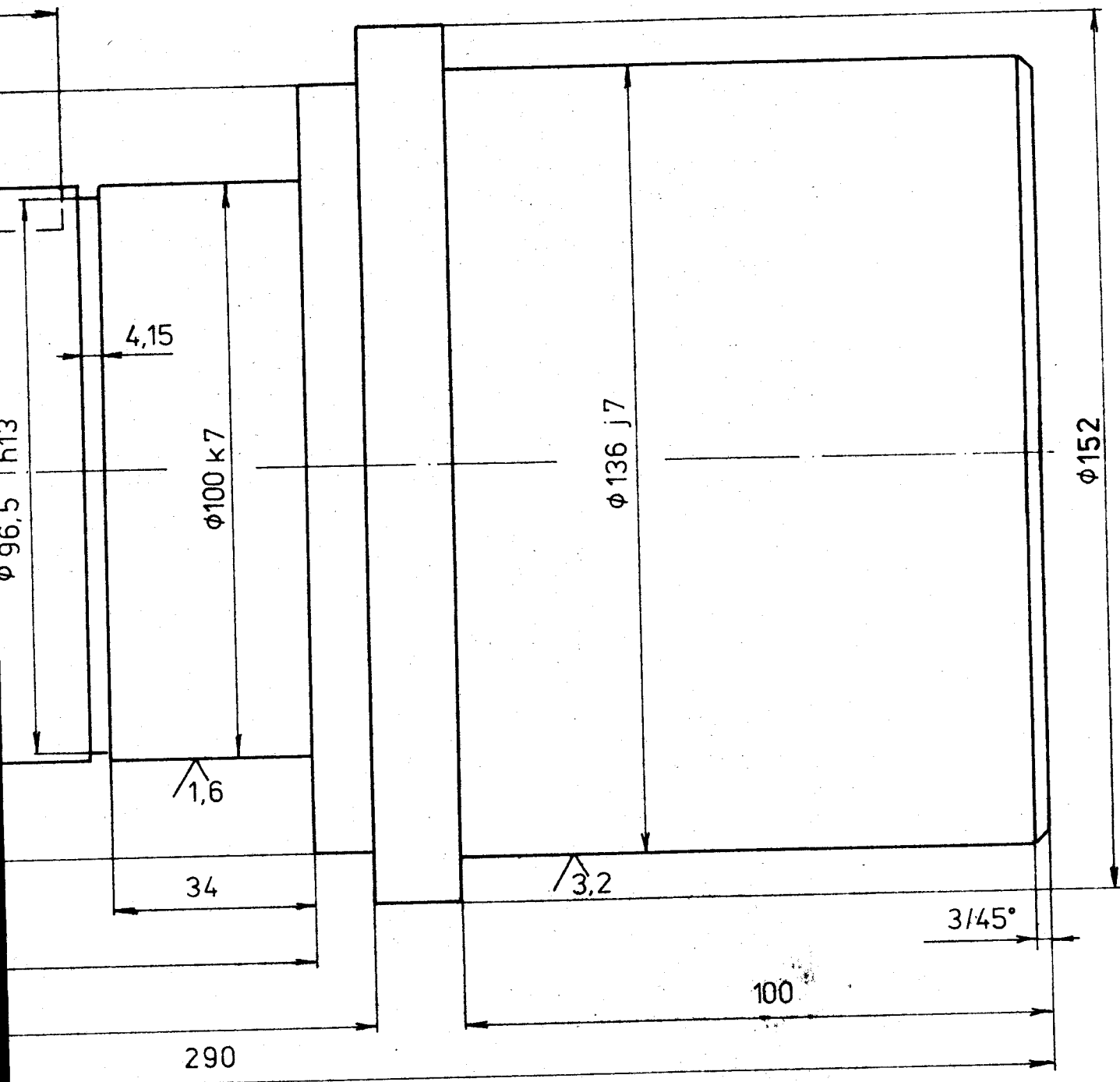
JIŘI ŠÉN

DUBEN 84

VŠST
LIBEREC

BLOK SKLA
S KONC. NÁVLEKY

4-DP-070/84-0005



2 $\phi 152 - 290$

TYČ 155

11523

0-84-05

JIRÍ ŠÉN

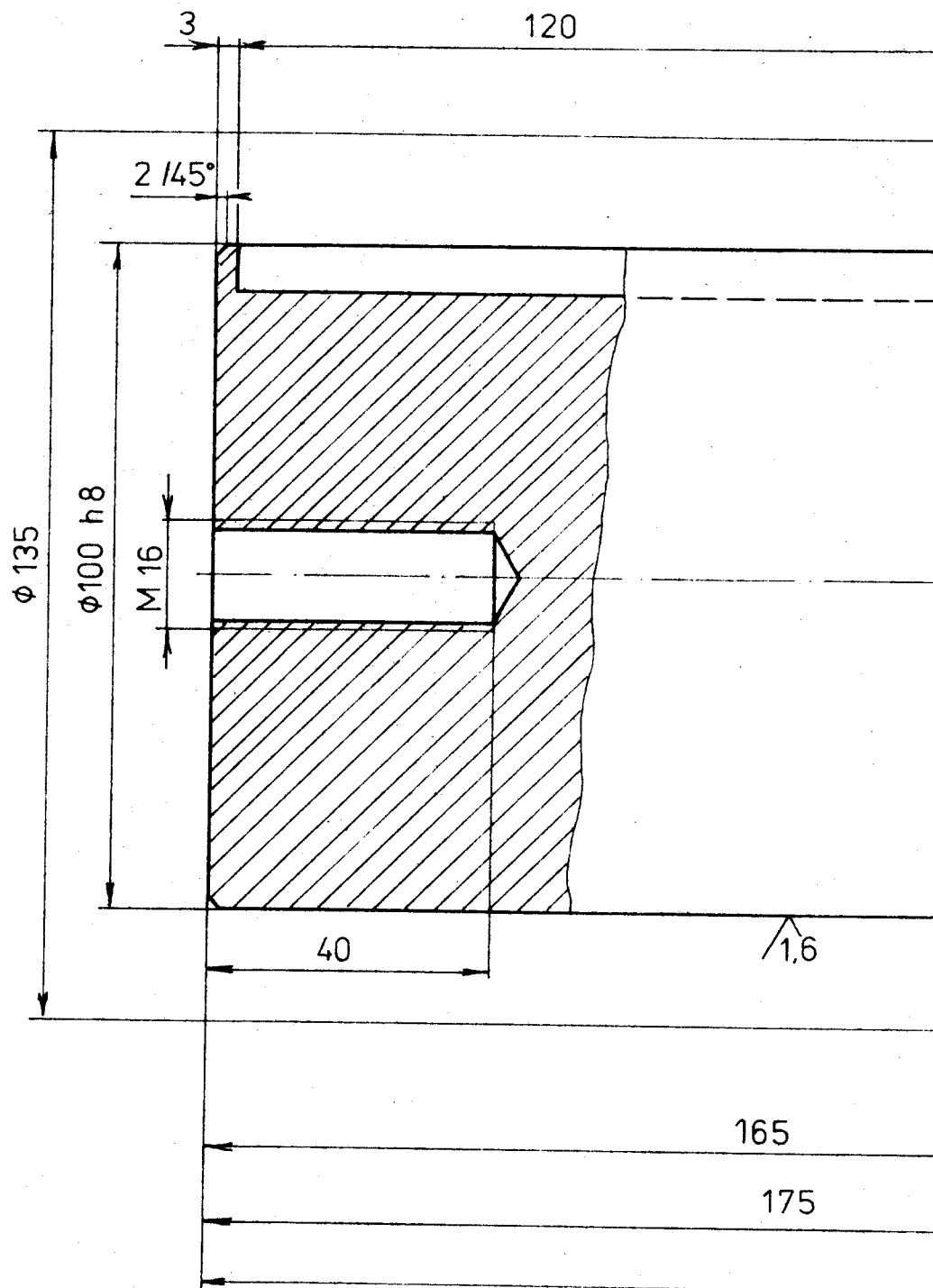
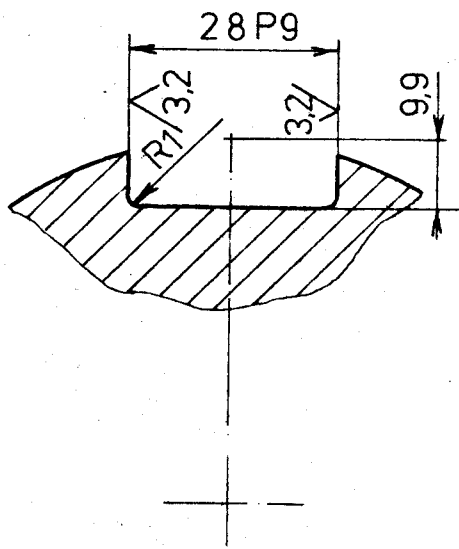
1:1

DUBEN 84

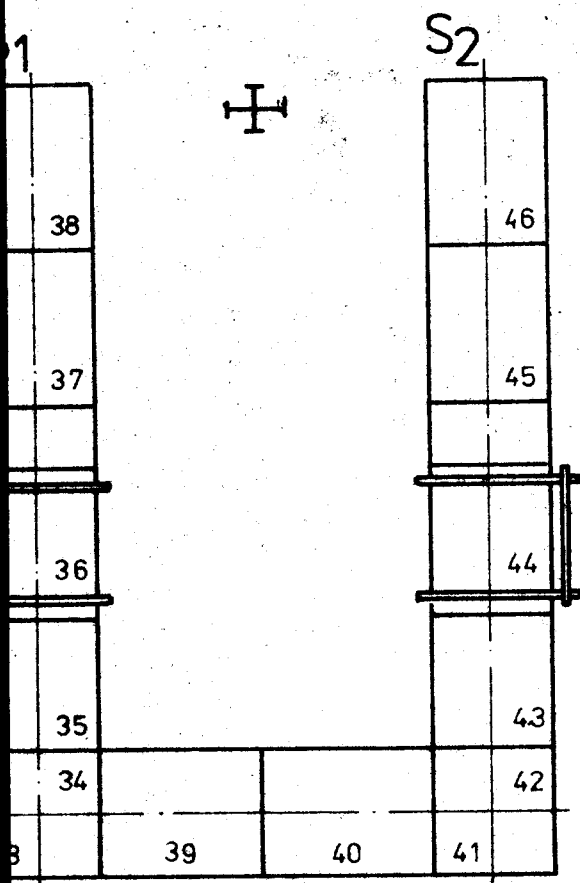
VŠST
LIBEREC

ČEP 152

3-DP-070/84-0004



107.5



JIRÍ ŠÉN

1: 200

DUBEN 1984

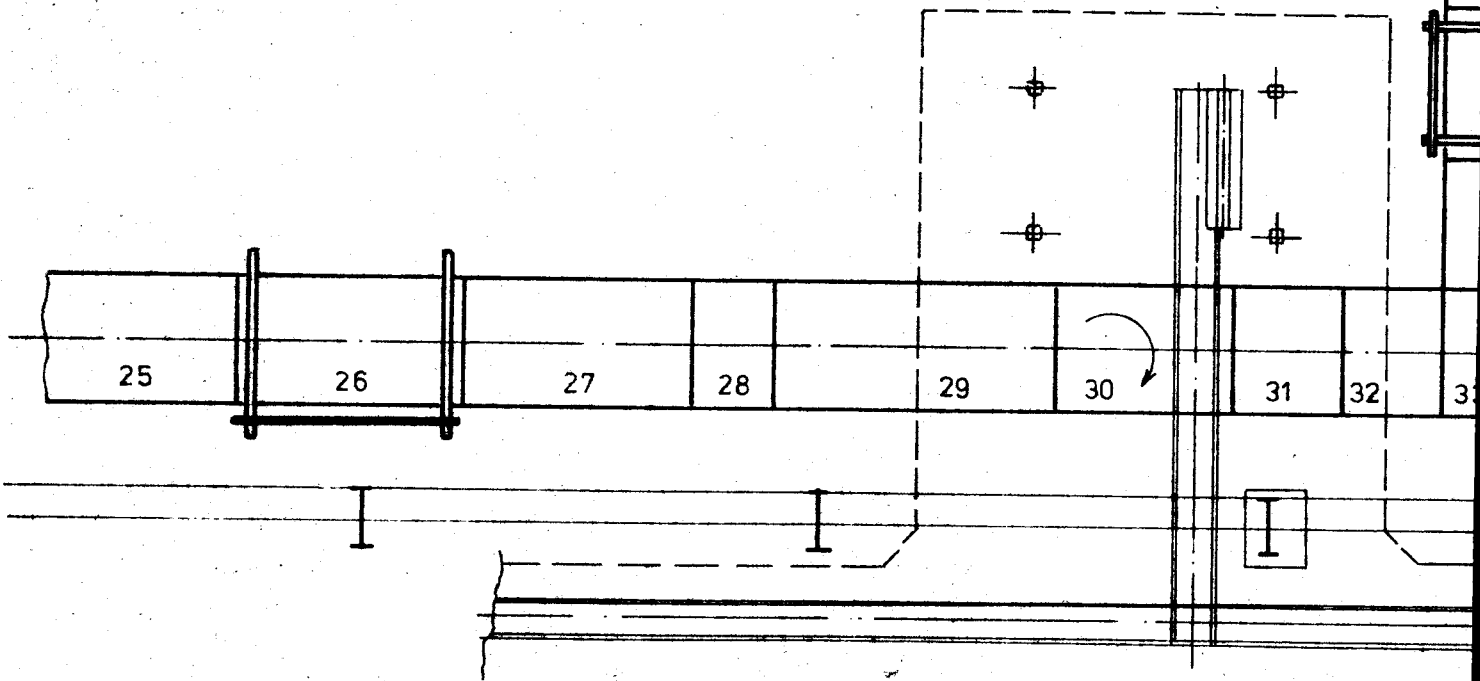
VŠST
LIBEREC

ŘEZACÍ LINKA
FLOAT

3-DP-070/84-0001

107.3

107.4



104.2