

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní

Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1983/84

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Petra Š t r o f a  
obor 23-20-8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

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

Název tématu: Racionalizace lakovací linky v np. LVZ

## Zásady pro vypracování:

1. Rozbor současného stavu lakování na lakovací lince LVZ
2. Rozbor výhledové součástkové základny pro lakovací linku
3. Návrh nové technologie povrchové úpravy
4. Výběr vhodného stříkacího robota pro danou součástkovou základnu a potřebnou kapacitu lakování
5. Návrh konstrukčních úprav lakovací linky
6. Technicko-ekonomické zhodnocení předloženého návrhu

Autorské právo se řídí směrnicí  
MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31  
727/62-III/2 ze dne 13. července  
1962-Věstník MŠK XVII, sešit 24 ze  
dne 28. 8. 1962 §19 aut. z. č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5  
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran textu

Seznam odborné literatury:

Koubek, A. - Leitner, V.: Příklady mechanizace  
a automatizace ve strojírenství.  
SNTL, Praha 1964

Beljanin, P.N.: Promyšlennye roboty a ich  
primenie. Mašinostroenie, Moskva  
1983

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Cerha, CSc.

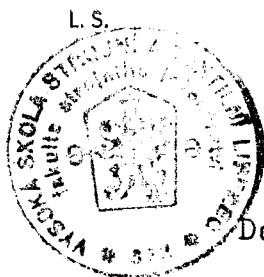
konzultant: Josef Vild - LVZ Liberec

Datum zadání diplomové práce: 15. 10. 1983

Termín odevzdání diplomové práce: 25. 5. 1984

  
Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.

Vedoucí katedry



  
Doc. RNDr. Bohuslav Stríž, CSc.

Děkan

V Liberci dne 20. 9. 1983

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

V Liberci, dne 15. května 1984

*Petr Štrob*  
.....

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci  
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 02 - 8

stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

zaměření

jednouúčelové obráběcí a montážní stroje

Katedra obrábění a montáže

RACIONALIZACE LAKOVACÍ LINKY V NP. LVZ

KOM - OS - 073

Petr Štrof

Vedoucí práce: Ing. Josef Cerha, CSc. /VŠST Liberec/

Konzultant: Josef Vild /LVZ Liberec/

Rozsah práce a příloh

|                      |         |    |
|----------------------|---------|----|
| Počet stran          | ...     | 67 |
| Počet příloh         | ...     | 16 |
| Počet tabulek        | ...     | 2  |
| Počet obrázků        | ...     | 2  |
| Počet výkresů        | ...     | 4  |
| desetinné třídění... | 667.666 |    |

15. května 1984

Děkuji touto cestou s. J.Vildovi za ochotu a maximální úsilí při shromažďování podkladů pro diplomovou práci.

Dále děkuji s. Ing. J.Cerhovi, CSc za věcné připomínky a odborné vedení celé diplomové práce.

| kapitola                                                                 | strana |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Úvod .....                                                            | 8      |
| 1.1 Společenská nutnost racionalizace .....                              | 8      |
| 1.2 Československá vzduchotechnika a LVZ .....                           | 10     |
| 2. Rozbor současného stavu lakování na lakovací<br>lince LVZ .....       | 11     |
| 2.1 Popis současného stavu provádění povrchových<br>úprav .....          | 13     |
| 2.1.1 Technologické zařízení .....                                       | 14     |
| 2.1.2 Kapacitní údaje .....                                              | 20     |
| 2.2 Vytyčení cílů řešení .....                                           | 21     |
| 3. Návrh nové technologie povrchové úpravy .....                         | 23     |
| 3.1 Přehled možných technologií nanášení<br>nátěrové hmoty .....         | 23     |
| 3.2 Přehled možných technologií sušení a vypa-<br>lování nátěrů .....    | 31     |
| 3.3 Shrnutí a výběr vhodné nové technologie<br>povrchové úpravy .....    | 40     |
| 3.3.1 Návrh technologie nanášení nátěrových<br>hmot .....                | 40     |
| 3.3.2 Návrh technologie vytvrzování nátě-<br>rových hmot .....           | 42     |
| 4. Rozbor výhledové součástkové základny pro<br>lakovací linku LVZ ..... | 44     |
| 4.1 Výrobní program .....                                                | 44     |
| 4.2 Kapacitní výpočty .....                                              | 46     |
| 4.3 Dispoziční kapacita lakovací linky .....                             | 47     |

| kapitola                                                                               | strana |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 5. Návrh konstrukčních úprav lakovací linky .....                                      | 48     |
| 5.1 Navěšovací tyče .....                                                              | 48     |
| 5.2 Otočné zařízení .....                                                              | 49     |
| 5.3 Mechanismus uchycení lakovacích závěsů<br>na dopravník .....                       | 50     |
| 6. Výběr vhodného stříkacího robota .....                                              | 52     |
| 6.1 Podmínka nasazení stříkacích robotů .....                                          | 52     |
| 6.2 Robot SPR 10 .....                                                                 | 54     |
| 6.2.1 Popis funkce a užitečných vlastností .....                                       | 54     |
| 6.2.2 Technické parametry .....                                                        | 56     |
| 7. Technicko - ekonomické hodnocení .....                                              | 58     |
| 7.1 Posouzení vhodnosti realizace automatizovaného<br>technologického pracoviště ..... | 59     |
| 7.2 Zhodnocení celkové výnosnosti a národohospo-<br>dářské návratnosti investice ..... | 62     |
| 8. Závěr .....                                                                         | 66     |
| 9. Seznam použité literatury .....                                                     | 67     |

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

- $d_1$  ... průměrný počet dní pracovní neschopnosti na 1 pracovníka /mimo pracovní úrazy/ ... dní/rok
- $d_2$  ... průměrný počet dní pracovní neschopnosti na 1 pracovníka způsobené pracovními úrazy ... dní/rok
- $F$  ... síla ... N
- $H$  ... intenzita magnetického pole ... A/m
- $J$  ... jednorázové náklady ... Kčs
- $J_p$  ... úspora jednorázových nákladů ... Kčs/rok
- $k_f$  ... koeficient ekonomické efektivity investice
- $k_v$  ... koeficient neproduktivně vázaných prostředků ve výstavbě
- $L$  ... relativní úspora počtu pracovníků
- $N_v$  ... průměrné náklady na 1 den pracovní neschopnosti z titulu pracovního úrazu ... Kčs/den
- $r$  ... poloměr kapénky ... m
- $T$  ... národohospodářská návratnost ... rok
- $U_e$  ... ekonomické účinky ... Kčs/rok
- $U_s$  ... sociální účinky ... Kčs/rok
- $V_e$  ... celková ekonomická výnosnost investice ... Kčs
- $V_{se}$  ... celková socioekonomická výnosnost ... Kčs
- $\epsilon$  ... dielektrická konstanta ... F/m
- $\Delta N_m$  ... úspora mzdových nákladů nahražením pracovních sil ... Kčs/rok
- $\Delta N_{pe}$  ... spotřeba paliv a energie ... Kčs/rok
- $\Delta N_{pp}$  ... průměrná dávka nemocenského pojištění na 1 den pracovní neschopnosti ... Kčs/den
- $\Delta N_{pr}$  ... provozní náklady výroby ... Kčs/rok

## 1. ÚVOD

### 1.1 Společenská nutnost racionalizace

XVI. sjezd KSČ stanovil i pro období sedmé pětiletky generální linii výstavby rozvinuté socialistické společnosti. Stěžejním cílem politiky strany je i při podstatně obtížnějších vnějších a vnitřních podmínkách udržet a zkvalitňovat dosaženou vysokou životní úroveň obyvatelstva i jeho sociální jistoty.

Ve sjezdovém jednání byl jasně vytyčen požadavek důsledného prosazení výrazného růstu efektivnosti a kvality veškeré práce především na základě urychlení a maximálního využití výsledků vědeckotechnického rozvoje. Dále zde odezněla potřeba zvýšení úspor ve spotřebě surovin a materiálů a jejich efektivnějšího využívání a vyšším zhodnocováním dosáhnout maximálního snížení materiálové náročnosti společenské výroby.

Je nutné považovat komplexní socialistickou racionalizaci za významný faktor růstu efektivnosti. Bude nutno se vyrovnat se zostřováním konkurence na západních trzích a se stupňováním nároků spotřebitelů na kvalitu a technickou úroveň výrobků s nižšími přírůstkami pracovních sil, s podstatně omezenějšími možnostmi investování. Racionálněji a efektivněji využívat zdrojů pracovníků a rezerv růstu produktivity práce, především zdokonalováním organizace výroby a práce, zaváděním automatizace výrobních procesů, modernizací zastaralého výrobního zařízení. Podporovat rozvoj výroby umožňující snížení dovozu a zvýšení soběstačnosti československého národního hospodářství.

Rozvinout výrobu průmyslových robotů a nasazovat je do ucelených výrobních procesů a linek.

Tyto závěry jednání XVI. sjezdu KSČ vyžadují od všech pracovníků, kteří se účastní na řízení průmyslu v Československu, aby se zabývali možnostmi zlepšení výroby a všechna prospěšná opatření uváděli co nejdříve v praxi. Vzhledem ke všem těmto celospolečenským požadavkům vedení Libereckých vzduchotechnických závodů rozhodlo o nutnosti racionalizace povrchových úprav na lakovací lince.

Cílem této racionalizace je zvýšení kvality prováděných povrchových úprav ochrany výrobků LVZ při úspoře nátěrových hmot, zvýšení produktivity práce a zlepšení pracovních podmínek.

## 1.2 Československá vzduchotechnika a LVZ

Výrobní hospodářská jednotka „Československé vzduchotechnické závody“ vznikla koncem roku 1969 a je organizována formou trustu, v jehož čele je generální ředitelství se sídlem v Praze v Malešicích. VHJ představuje moderní strojírenský konglomerát, schopný realizovat i nejnáročnější technologická zařízení a komplexní akce od projektu až po uvedení do provozu.

Výrobní exportní program Československých vzduchotechnických závodů tvoří tyto základní sortimenty:

- ventilátory radiální i axiální všech druhů, včetně speciálních typů;
- stacionární i mobilní doprava volně ložených hmot pneumatickými systémy;
- mokré mechanické a elektrické odlučovače pevných exhalací pro všechny průmyslové obory;
- filtrace atmosferického vzduchu;
- komplexní klimatizační zařízení pro průmyslové provozy, společenská zařízení a občanskou výstavbu;
- sušárenská zařízení pro průmysl potravinářský, dřevozpracující, strojírenský a pro zemědělství.

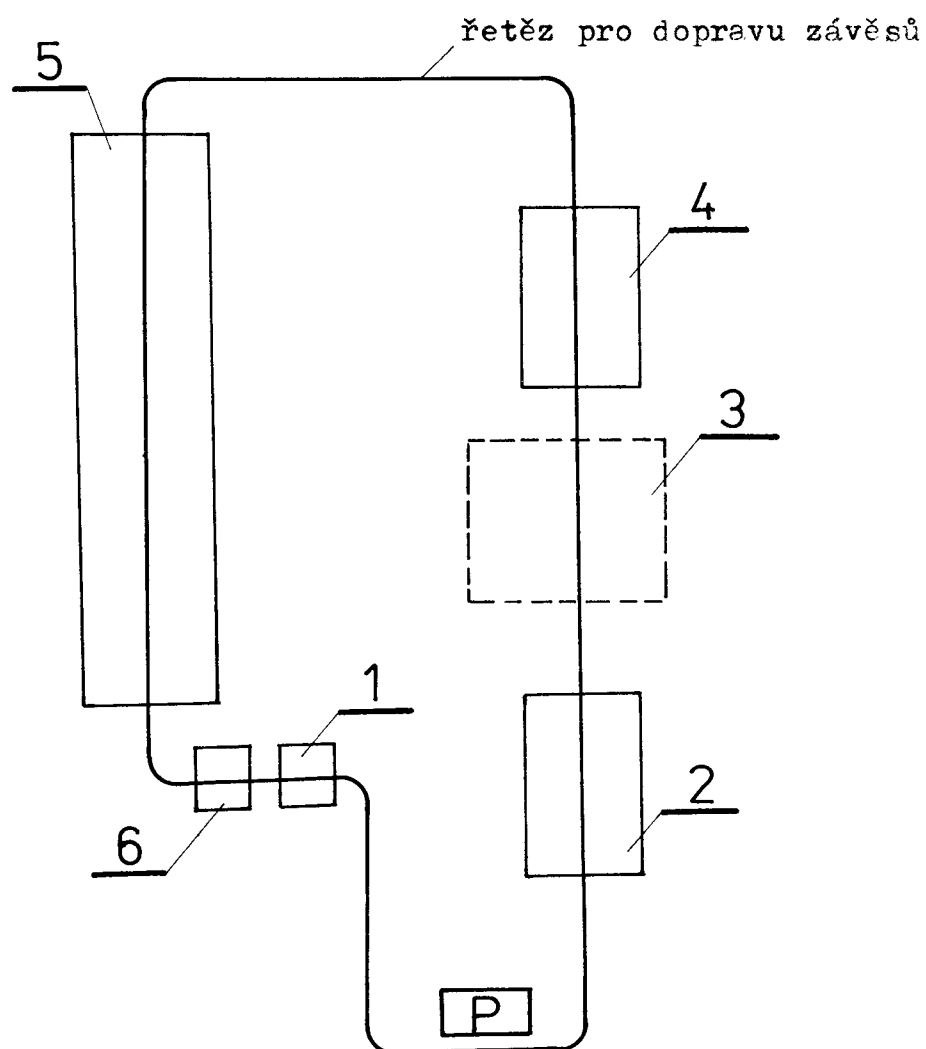
Součástí ČSVZ jsou i čtyři výrobní podniky s několika závody a pobočnými provozy. Jedním z těchto podniků, které nevyrábějí pouze jednotlivé elementy, ale vyšším dodavatelským způsobem zajišťují i dodávky kompletních zařízení, jsou i Liberecké vzduchotechnické závody. Zde vyrábějí mimo jiné podokenní klimatizační jednotky typu SND /luxusní provedení pro použití v občanské výstavbě/ a typu ZHA /určené pro použití v průmyslových závodech/.

## 2. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU LAKOVÁNÍ NA LAKOVACÍ LINCE LVZ.

V současné době se v LVZ provádí povrchová úprava pouze u vytápěcích jednotek zha. Jelikož tyto jsou určeny pro průmyslové provozy, nejsou kladeny příliš vysoké nároky na kvalitu provedeného nátěru, který je tvořen jen základovou barvou.

Klimatizační jednotky SND jsou určeny pro použití v občanské výstavbě. Výroba, včetně povrchové úpravy vnějších dílů pláště, těchto jednotek se v současné době provádí v Jugoslávii a v LVZ probíhá pouze montáž hotových dílů. Od roku 1985 musí LVZ zajistit výrobu jednotlivých dílů včetně povrchové úpravy, neboť již nebudou z Jugoslávie dováženy. Na povrch<sup>h</sup>ovou úpravu vnějších dílů pláště jsou kladeny vysoké nároky. Nátěr se skládá ze dvou vrstev - základové a vrchní barvy.

Nanášení nátěrových hmot probíhá v prostorách lakovny na lakovací lince.



Obr. 1

Legenda:

- P - poháněcí stanice linky
- 1 - pracoviště pro navěšování výrobků na závěsy
- 2 - kabina pro stříkání základovou barvou
- 3 - sušicí tunel
- 4 - kabina pro stříkání vrchní barvou
- 5 - vypalovací pec
- 6 - pracoviště pro svěšování hotových výrobků ze závěsů

## 2.1 Popis současného stavu provádění povrchových úprav.

Lakovna v LVZ byla zprovozněna v květnu 1981 a byla předmětem finální dodávky k.p. KOVOFINIŠ Ledeč nad Sázavou, který zpracoval jednostupňový projekt jako nedílnou součást prováděcího projektu KOVOPROJEKTY Praha /z roku 1975/.

Součástí provozního souboru je odmašťovna s průjezdním postřikovým strojem PPS a omílna s omílacím bubnem OS 1 A .

Ve vlastní lakovně je situována stříkácí linka s podvěsným řetězovým dopravníkem T 66, který stříkané předměty dopravuje od místa navěšování přes stříkácí kabinu základu, vytěkáci tunel, stříkáci kabinu vrchního emailu, druhý vytěkáci tunel, parní sušárnu a chladicí tunel k místu svěšování. V lakovně jsou dále umístěny samostatně dvě stříkáci kabiny /příkon 8,5 kW, odsávané množství vzduchu 3 m<sup>3</sup>/s / a komorová sušárna SEN AP 2 / 86 /příkon 103 kW, tepelný výkon 100020 W, maximální teplota 200°C /.

Součástí lakovny je také úpravna nátěrových hmot, strojovna vzduchotechniky a elektrorozvodna.

Lakovnou je zajišťována povrchová úprava ocelových dílů vzduchotechnického zařízení od odmaštění až po konečný nátěr. Maximální velikost představitele těchto dílů je 808x808x98 mm. Maximální hmotnost je 11,2 kg.

Pro povrchovou úpravu se používá odmaštění postřikem SYNALOD EFCO 3024 a nátěrové hmoty základní S 2051/0840 červenohnědá a vrchní S 2053/1100 šedivá.

### 2.1.1 Technologické zařízení.

Technologicko výrobní zařízení se skládá z podvěsného řetězového dopravníku T 66, dvou stříkacích kabin, vytěkacích tunelů, tunelové sušárny a chladicího tunelu.

Technologické zařízení stříkací linky je uspořádáno podle sledu operací , tedy podle technologického postupu. Výrobky procházejí jednotlivými pracovišti na podvěsném dopravníku T 66.

Pro přípravu nátěrových hmot je určena úpravna nátěrových hmot vybavená motorovými míchačkami a bruskami BR-2 s míchadly nátěrových hmot.

V patře prostoru lakovny je umístěna vzduchotechnická strojovna přívodu vzduchu a strojovna úpravny nátěrových hmot.

#### Podvěsný jednodráhový řetězový dopravník:

Je určen k dopravě výrobků technologickým zařízením linky. Dopravník je zavěšen na vlastní nosné konstrukci, pouze v sušárně a chladicím tunelu je dráha pro vedení dopravníku zavěšena na konstrukci těchto zařízení. Tažný řetěz je opatřen nosnými a vodicími jezdci pohybujícími se po dráze tvořené I profilem č. 10. Napínání řetězu je zajištěno napínací stanicí a pohonem je poháněcí stanice s variátorem pro plynulou změnu rychlosti. Napínací stanice je opatřena koncovým spínačem, který vypne pohon linky při přetržení nebo nadměrném vytažení řetězu.

Nakládání se provádí ručně do závěsných přípravků,

zboží pak vjíždí do první stříkací kabiny, kde se nastříká syntetická základní barva. Dále prochází dopravník vytěká-cím tunelem, kde nastává vytěkání ředidel a sušení nátěru při normální teplotě. Pak následuje druhá stříkací kabina určená pro vrchní nátěr, druhý vytěkací tunel a tunelová sušárna s teplotou maximálně 130°C a s chladícím tunelem, za kterým se zboží svěšuje. Výrobky jsou zavěšeny na otoč-ném závěsu s aretací poloh po 180°. Po naložení zboží na zaaretovaný otočný závěs tento vjede do první stříkací ka-biny, kde se zboží nastříká z jedné strany s tím, že sou-časně nastane automatické odjištění aretace a obsluha otočí břemeno kterýmkoliv směrem o 180° tak, aby bylo umožněno nastříkat druhou stranu výrobku. Před vyjetím závěsu se zbo-žím se automaticky natočí závěs do polohy umožňující vyjetí z této kabiny a automaticky se zaaretuje. Stejná manipulace se provádí i ve druhé stříkací kabině.

délka dopravníku 95,04 m

dopravní rychlost 0,2 až 1,2 m/min

elektrický příkon 1,1 kW

#### Stříkací kabina

Je podlahového typu s vodní clonou a je určena pro stříkání předmětů zavěšených na podvěsném dopravníku.

Zadní stěna je složena ze žaluzií oplachovaných vodou. Těmito žaluziemi prochází odsávaný vzduch do filtrační komory a přes žaluziové odlučovače kapek do sací komory ventilátoru.

Podlahu stříkací kabiny tvoří rošt, pod kterým je umístěna vodní nádrž s filtrací nátěrové hmoty spláchnuté do nádrže ze stěny pracovního prostoru a z filtrační komory. Vedle nádrže a stříkací kabiny je v podlaze zapuštěno čerpadlo pro cirkulaci vody a její přívod k oplachování a filtraci.

šířka kabiny 3150 mm

výška kabiny 3000 mm

hloubka kabiny 2550 mm

#### Stříkací pistole RS 10/CT - program

Sestává se z tělesa s ovládacími prvky, z trysky, hubice a jehly. Konstrukční provedení je stavebnicové. Funkční díly jsou lehce vyměnitelné, což umožňuje snadnou výměnu tryskové soustavy podle požadavků technologie práce.

Další výhodou této pistole je možnost nastavení programu stříku, který spočívá v postupné změně šíře paprsku stříku podle členitosti výrobku. Tím se umožňuje značně omezit prostřík. Řada trysek, hubic, jehel dovoluje několik speciálních kombinací umožňující nejvýhodnější volbu tryskové soustavy při maximální kvalitě a maximálním výkonu.

## Vytěkáci tunel

Je určen pro odsávání odpařených těkavých složek nátěrových hmot z povrchu natřených výrobků. Skládá se z vlastního tunelu a vzduchotechnického systému. Tunel je sestaven z typizovaných panelů, sloupků a nosníků vzájemně sešroubovaných. Ve stropu je mezera o šíři 500 mm pro průchod závěsů dopravníku. Tvar tunelu odpovídá průjezdnímu profilu závěsů. Vzduchotechnický systém je tvořen odsávacím potrubím položeným na zemi po straně v tunelu, opatřeným regulačními šoupátky v nasávacích otvorech a napojeným na sání ventilátoru umístěného vedle tunelu.

délka prvního tunelu 17 250 mm

délka druhého tunelu 6 840 mm /lomený/

## Sušárna

Je určena k odstraňování rozpouštědel a ředidel z nátěru a k jeho vytvrzení. Zboží zavěšené na dopravníku prochází nejdříve vstupním koncovým článkem, kde proudí vzduch vzduchové clony shora dolů. Dále postupují povrchově upravené výrobky do pracovního článku, kde jsou ofukovány vzduchem proudícím zdola nahoru. Při výstupu ze sušárny prochází zboží opět proudem vzduchu vzduchové clony koncového výstupního článku. Vzduchové clony u této sušárny plní funkci odsávacího ventilátoru. Při své normální činnosti odsávají vzduch i ze sušárny a tento je vytlačován do volného

prostoru. Odsátý vzduch ze sušárny je nahrazen čerstvým vzduchem, který se nasává v každém jednotlivém pracovním článku. Vzduch je filtrován olejovým filtrem a jeho množství regulováno šoupátkem. Vhánění vzduchu do pracovního prostoru zajišťuje osový ventilátor, který tlačí směs použitého vzduchu a čerstvého vzduchu přes parní ohřívák do otvorů u podlahy. Teplota v jednotlivých topných člancích se nastavuje ventily u parních ohříváků.

Sušárna pracuje vlivem činnosti vzduchových clon jako mírně podtlaková, takže není nebezpečí úniku výparů do okolního prostoru. Koncentrace výparů laků je kontrolována analyzátozem plynů. Sušárna je umístěna v prostoru SNV 1 .

Tunel sušárny se skládá z 11 pracovních a dvou koncových článků. V sušicím prostoru je prováděna automatická regulace nastavených teplot.

#### Chladicí tunel

Slouží pro ochlazování výrobků ze sušárny. Ochlazování probíhá ofukováním výrobků venkovním vzduchem. Zařízení je složeno z vlastního tunelu tvořícího chladicí prostor a ze vzduchotechniky. Tunel je složen z panelů, sloupků a nosníků vzájemně sešroubovaných. V čelech tunelu jsou otvory pro vstup a výstup výrobků zavěšených na podvěsném dopravníku, který je připevněn na stropu tunelu. Vzduchotechnický systém tvoří přívodní a odsávací vzduchotechnika, která je umístěna na plošině nad tunelem. Přiváděný vzduch je veden do potrubí umístěného pod stropem tunelu a opatřeného

podélnými štěrbinami, ze kterých proudí vzduch na výrobky. Odsávání je realizováno potrubím na podlaze a propojeným s odsávacím ventilátorem na plošině.

délka 7 350 mm

Ke správné funkci lakovací linky bude též nutno zajistit čištění závěsů, které by se mělo provádět pravidelně již v současné době, ale v praxi se tak neděje.

V roce 1985 bude ukončena stavba nové dílny pro chemické a elektrochemické úpravy povrchu /eloxovna/. Tím dojde k uvolnění prostorů, kde se tato technologie aplikuje nyní. V těchto prostorách pak bude možno čistit závěsy lakovací linky. V prostorách současné eloxovny bude též probíhat odrezování povrchově upravovaných výrobků. Proto bude potom možné smíchat 5 % roztok NaOH /zásada/ použitý na čištění závěsů s odrezovačem 5 až 10 % roztok  $H_2SO_4$ /kyselina/ a tento odpad vypouštět do neutralizační stanice. Jelikož i v současné době je nutno provádět pravidelně čištění závěsů, měly by se za tímto účelem vybudovat louhovací vany venku, vytápěné parou s odpadem do neutralizační stanice a po přidání kyselé přísady do kalového pole.

## 2.1.2 Kapacitní údaje

Výrobní kapacita lakovací linky LVZ při dvousměnném provozu byla stanovena 166 000 m<sup>2</sup> za rok upravované plochy s představiteli dílů VS /12 000 ks/ a ROYAL /2 500 ks ročně/, což podle prováděcího projektu představuje asi 58 000 závěsů ročně při rychlosti dopravníku 0,4 m/min. Na jednom závěsu bylo ovšem uvažováno s plochou 1,8 m<sup>2</sup>, kterou by stříkač s výkonem 28 m<sup>2</sup>/hod měl nastříkat asi za 4 minuty. [10]

Kapacitní údaje prováděcího projektu vycházely z celkového počtu 240 dní za rok, se skutečným fondem pracoviště 3 700 hodin za rok a s rovnoměrným a plynulým přísunem dílů do lakovny. Před uvedením lakovací linky do provozu byla v lednu 1981 provedena úprava otočných závěsů dopravníku, neboť s původními závěsy nebylo možné spolehlivě zabezpečit otáčení dílů ve stříkacích kabinách. Zároveň byl stanoven nátěrový systém 1 x S 2051 a 1 x S 2053.

V průběhu roku 1982 byla provedena úprava variátoru poháněcí stanice podvěsného řetězového dopravníku a tím byla změněna rychlost dopravníku na hodnotu 1,2 až 2,0 m/min.

V roce 1983 byla určena kapacita lakovací linky LVZ s ohledem na výhled plánované výroby v roce 1985 takto:

|         |            |          |             |
|---------|------------|----------|-------------|
| ZHA 1   | 12 tis. ks | SND 400  | 0,6 tis. ks |
| ZHA 3   | 7 tis. ks  | SND 800  | 5,0 tis. ks |
| konzoly | 30 tis. ks | SND 1200 | 1,0 tis. ks |

Za předpokladů:

- 232 pracovní dny v roce
- směnnost 2
- koeficient ztrát 0,85
- průměrný oběh linky 1,4 hod

Lze stanovit kapacitu lakovací linky celkem 118 300 závěsů za rok, ale potřebná kapacita činí:

pro rok 1984 ... 117 580 závěsů za rok

pro rok 1985 ... 149 790 závěsů za rok

Vytížení lakovací linky v roce 1985 na 2,6 směny je prakticky nemožné.

Úkolem racionalizačních změn je vytvoření předpokladů pro zabezpečení plánované výroby ve dvou směnách, přičemž jedním z cílů je také provádění povrchových úprav i panelů SND na lakovací lince vzhledem k plnému vytížení dvou samostatných stříkacích kabin.

## 2.2 Vytyčení cílů řešení

Je nutno zajistit systémové zázemí pro racionalizaci, včetně způsobu a organizace navěšování, vytvořit vhodné lakovací závěsy a z nich vyplývající úpravy dopravníku. Dále bude nutné zajistit automatické otáčení stříkaných předmětů v kabinách apod.

Musí se zvýšit produktivita lakovací linky, aby se zabezpečila plánovaná výroba. Bude vhodné rozšířit sortiment dílů vhodných pro provádění povrchové úpravy na lakovací lince LVZ.

Bude nutné snížit prostříky nátěrových hmot v kabinách a tím snížit spotřebu nátěrových hmot a ředidel. Prostřík na lakovací lince byl zkušebně měřen v roce 1982 a činil 72%. V lednu 1984 bylo podle skutečného množství výrobků

povrchově upravených a podle skutečně vydaných nátěrových hmot vypočteno, že prostřík byl v roce 1983 asi 73 % .[10] Z toho vyplývá, že za nátěrové hmoty a ředidlo bylo pro lakovací linku v roce 1983 vynaloženo asi 200 tis. Kčs.

Při obsahu netěkavých složek asi 60% uniklo do ovzduší 40 % nátěrových hmot /56 tis. Kčs/ a zbylá část nátěrové hmoty za 84 tis. Kčs je v oplachové vodě, v okolí stříkacích kabin, v odsávacím potrubí, v podlahových roštech, na lakovacích závěsech apod.

V neposlední řadě bude nutné zkvalitnit provádění povrchové úpravy odpovídající výrobkům zařazeným do prvního stupně jakosti.

Bude vhodné prodloužit dobu sušení a vypalování nátěrů v souladu s doporučenými hodnotami výrobce nátěrových hmot.

Energetická situace vyžaduje přehodnotit možnost snížení spotřeby energií všeho druhu.

Je nutno přehodnotit lakovnu LVZ vzhledem k novým předpisům a ČSN při zachování bezpečného předpisu o provozu a hygienických podmínkách těchto provozů.

Současný trend vývoje vyžaduje vytvořit předpoklady pro realizaci automatického technologického pracoviště /ATP/. Tento krok by umožnil odstranit fyzickou námahu stříkačů v prostředí ekologicky málo vhodném a při stabilizaci jakosti vytvářených povrchových úprav výrobků.

### 3. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Vzhledem k nárokům na povrchovou úpravu výrobků se jeví ekonomicky výhodné zachovat stávající ochranu nátěrovými hmotami, avšak změnit technologii provádění těchto povrchových úprav.

#### 3.1 Přehled možných technologií nanášení nátěrové hmoty.

Nejstarším způsobem je nanášení štětcem. Nevýhodou této metody je však velká pracnost a malý výkon na jednoho pracovníka.

Při nanášení válečkem dosáhneme opět malý výkon, použití je vhodné převážně na velké nečleněné plochy.

Nanášení nanášecí rukavicí se používá pouze ve speciálních případech /potrubí menšího průměru, dlouhé profily/. Tento způsob lze použít pouze pro nátěry s nižšími požadavky na estetický vzhled nátěru.

Nanášení pneumatickým stříkáním umožňuje dosáhnout poměrně velkého výkonu /až pětikrát větší proti nanášení štětcem/ [2]. Nevýhodou této technologie je spotřeba velkého množství ředidel na úpravu nátěrové hmoty pro nanášení, které pak vytěkají z nátěru a zhoršují bezpečnostní podmínky na pracovišti. V současné době je to nejvíce používaný způsob nanášení s velkou možností různých variant a stupně mechanizace. Pneumatické stříkání má téměř univerzální použití v kusové i hromadné výrobě. Další výhodou, kromě velkého výkonu, jsou malé nároky na fyzickou námahu pracovníka a nízké pořizovací náklady.

Při vhodném tvaru stříkaných předmětů a správném nastavení

technologických parametrů jako jsou konzistence, průměr trysky, tlak vzduchu, vzdálenost pistole od předmětu je dosahováno nátěru stejnoměrné tloušťky, slitého, hladkého, s dostatečnou krycí schopností a s minimální pórovitostí. Touto technologií je možno nanášet většinu typů nátěrových hmot.

Výjimku tvoří nátěrové hmoty s obsahem olovnatých pigmentů, případně jiných toxických látek. Při stříkání výrobků složitějších tvarů a menších rozměrů však vznikají ztráty prostřikem, neboť část nátěrové hmoty dopadá mimo stříkaný předmět a je tedy nevyužita. Předpokladem snížení ztrát nátěrové hmoty je dodržování předpisů výrobce zařízení a výrobce nátěrových hmot.

V Libereckých vzduchotechnických závodech je použita stříkací pistole s programovým stříkem za účelem snížení prostřiku /to jest ztrát nátěrové hmoty/. Tento prostřik však na lakovací lince ve skutečnosti činí 60 až 70 % z důvodu technologické nekázně /volba nepřiměřeně velkého průtočného množství za účelem maximálního zkrácení času stříkání jednoho výrobku/. Kvalita nátěru provedeného touto technologií na lakovací lince je velmi nízká, místy vůbec nebyla nátěrová hmota nanesena /obzvláště časté na hranách/, ve velkém množství se vyskytují stekliny.

Při stříkání ohřátých nátěrových hmot se konzistence nátěrových hmot nesnižuje přidavkem ředidel, ale ohřátím. Proto lze dosáhnout větší tloušťky jedné vrstvy při současném snížení spotřeby ředidel. Nevýhodou jsou však vyšší nároky na denní údržbu a nebezpečí vzniku tzv. „pomerančové struktury“ nátěru při špatném seřízení stříkací pistole nebo při malém tlaku vzduchu. Vzhledem k těmto některým nedostatkům se tato technologie málo používá a potřebné zařízení se v ČSSR nevyrábí.

Nanášení nátěrových hmot vysokotlakým stříkáním se nátěrová hmota rozprašuje v zařízení, do kterého se vhání čerpadlem pod tlakem 1 až 30 MPa /nejčastěji však 8 až 15 MPa/ [8]. Tato technologie patří k jedné z nejproduktivnějších metod nanášení v případě použití na velkých a nepříliš členitých plochách /lodě, lokomotivy, velké konstrukční celky, panely/.

Poměrně novým způsobem je nanášení nátěrových hmot v elektrickém poli. Dosahuje se velké úspory nátěrových hmot, neboť ztráty prostřikem jsou v rozsahu 10 až 15 % [2].

Dále je i nižší spotřeba energie na odvádění znečištěného vzduchu s rozprachem nátěrových hmot.

Základní fyzikální podstatou je skutečnost, že dvě tělesa nesouhlasně nabitá elektrickými náboji se přitahují. Jemně rozprášené částice nátěrové hmoty získávají ve speciálním rozprašovacím zařízení připojeném na záporný pól generátoru vysokého napětí záporný náboj a jsou unášeny po silokřivkách elektrického pole na uzemněný předmět. Zde odevzdají svůj náboj a adhezními silami zůstávají lpět na povrchu předmětu, kde vytvářejí souvislý nátěr.

Při použití kombinovaných zařízení s pneumatickým nebo bezvzduchovým rozprašováním nátěrových hmot lze povrchově upravovat i výrobky s elektrostatickými stíny.

Zařízení pro nanášení nátěrových hmot v elektrickém poli s pneumatickým rozprašováním je vhodné pro stříkání tvarově komplikovaných předmětů, různě členitých s menšími elektrostatickými stíny.

Zařízení pro nanášení v elektrickém poli s vysokotlakým bezvzduchovým rozprašováním se vzhledem k velkému výkonu používá při povrchové úpravě rozměrných výrobků a konstruk-

cí /lodních motorů, vagónů atd./. Tento systém snižuje rozprach nátěrové hmoty /proti klasickému pneumatickému stříkání/, a tím zlepšuje hygienu a bezpečnost pracovního prostředí.

Jednotlivé způsoby elektrostatického nanášení:

Pneumatickým stříkáním:

Nátěrová hmota je rozprašována pneumatickou stříkací pistolí. Rozprašované částičky směřují mezi elektrody, které tvoří soustavu drátů /mříže/ zapojených na záporný pól generátoru vysokého napětí. Natíraný předmět zavěšený na dopravníku a kladný pól generátoru jsou uzemněny. Mezi záporně nabitými elektrodami a uzemněným předmětem vzniká silné elektrické ionizující pole. Jemné částičky nátěrové hmoty jsou přitahovány k povrchu procházejících výrobků. Je tedy patrné, že rozhodující vliv na pohyb kapiček v elektrostatickém poli má náboj kapičky. Tento náboj je násobkem jednotkového kvanta, elektronu. Pro sílu působící na kapičku /větší než 1 mikron/ platí vzorec: 
$$F = H^2 \cdot r^2 / 1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} / \quad [9]$$

Vzorec ukazuje, jak dalece je možné ovlivnit elektrostatické nanášení volbou jednotlivých veličin. Je vidět, že velmi důležitým činitelem je gradient  $H$  /intenzita pole/, který lze velmi jednoduše ovlivňovat vzdáleností elektrod od předmětu a regulací vysokého napětí. Můžeme jej však zvyšovat pouze do určité míry, protože při určitém napětí přeskochí mezi elektrodami jiskra. Ale ani nejvyššího možného napětí nebývá výhodné použít, protože vzniká příliš nerovnoměrný povlak. Další veličinou je dielektrická konstanta  $\epsilon$ . Nátěrové hmoty jsou vždy soustavou nejrozličnějších organických i anorganických sloučenin, jejichž dielektrické konstanty ve směsi je obtížné zjišťovat. Při nanášení by se pak jednotlivé složky mohly

chovat i rozdílně, protože v jednotlivých kapičkách nebudou rovnoměrně zastoupeny. Dielektrická konstanta různých složek však většinou kolísá v mezích 2,5 až 7 [9] a jen výjimečně /titanová běloba/ dosahuje hodnot vyšších. Zlomek v závorce vzorce se pak pro uvedené hodnoty pohybuje v rozmezí  $1/3$  až  $2/3$ ; změnou dielektrické konstanty tedy nedocílíme podstatné změny náboje a nemusíme se touto konstantou dále zabývat. Největší roli při elektrostatickém nanášení hraje velikost kapiček. Náboj kapičky závisí vlastně na velikosti povrchu /což vyjadřuje člen  $r^2$ /. Váha kapičky jest však funkcí objemu /tedy  $r^3$ /. Zvětšujeme-li kapičku, roste váha daleko rychleji než náboj. Kapičky nátěrových hmot mohou mít podle druhu rozprašovacího zařízení značně velikou rozdílnost /od několika málo mikronů až ke kapičkám o průměru kolem milimetru/. Kapičky o velmi velké váze nebudou mít dostatečný náboj k elektrostatickému přitažení, což také odpovídá provozním zkušenostem. Pracovní napětí se pohybuje v rozmezí 60 až 120 kV. Tlak vzduchu jen 1 až 1,5 atm / $9,8 \cdot 10^4$  až  $1,5 \cdot 10^5$  Pa/. Stříkání při vyšším tlaku není ekonomické, neboť v tomto případě mají částičky velmi vysokou rychlost a elektrická přitažlivost na ně nemůže účinkovat.

#### Odstředivými rozprašovači:

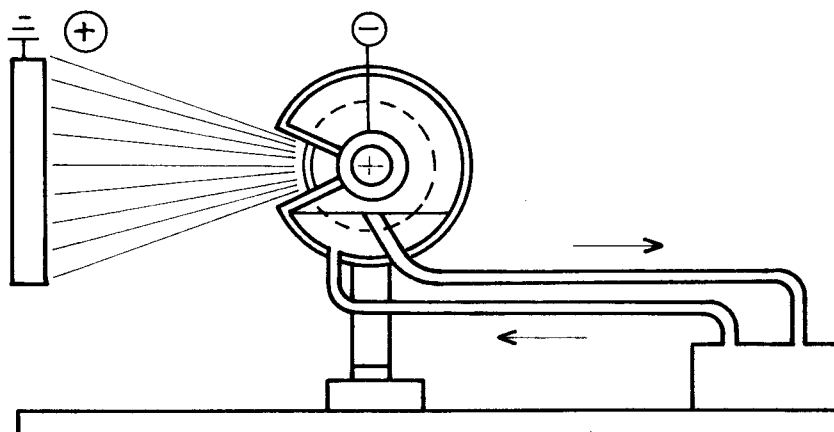
Rozprašovač je připojen k zápornému pólu generátoru vysokého napětí. Kladný pól generátoru je uzemněn. Nátěrová hmota je přiváděna dávkovacím zařízením do středu rozprašovače. Ten se otáčí otáčkami 1200 až 1500 ot/min [2]. Odstředivou silou se rozlévá po vnitřním povrchu rozprašovače, na kterém vytváří tenký film, a stáká k jeho ostré hraně. Působením odstředivé síly vznikají na hraně rozprašovače kapičky nátěrové hmoty, které se vytvářenou korunou rozprašují na jemnou

mlhu malých částecek. Ty jsou přitahovány po silokřivkách elektrického pole na uzemněný předmět, kde vytvářejí nátěr.

#### Rozprašování kotoučem:

Kotouč o průměru asi 300 mm se otáčí mírnou rychlostí kolem své osy. Je připojen k zápornému pólu generátoru vysokého napětí. Dolní částí je ponořen do nádržky s nátěrovou hmotou.

Obr. 2



Mezi kotoučem a uzemněným předmětem vzniká elektrické pole. Působením korony je nátěrová hmota ve formě jemných kapiček strhávána z obnažené hrany kotouče na natíraný předmět. Nátěrová hmota se rozprašuje z hrany kotouče pouze v okamžiku, kdy je před rozprašovačem uzemněný předmět. Toto zařízení vyrábí VEB Inducal, Berlín, NDR.

#### Nanášení práškových emailů:

Práškové nátěrové hmoty, práškové plasty nebo práškové emaily, to jsou názvy k označení skupiny výrobků patřících do oblasti tzv. bezrozpouštědlových nátěrových hmot. Vytvrzování těchto nátěrů probíhá při teplotě 180° až 200°C.

Práškovými emaily lze upravovat všechny materiály, které sne-

sou vypalovací teploty. Přednosti práškových emailů v porovnání s běžnými typy nátěrových hmot je možné shrnout do těchto následujících bodů:

1. Neobsahují organická rozpouštědla, neznečišťují ovzduší, zvyšují bezpečnost provozu a snižují nebezpečí požárů.
2. Požadovaná tloušťka nátěru v jedné pracovní operaci je 40 až 200  $\mu\text{m}$  i více.
3. Minimální ztráty nátěrové hmoty - pod 1%.
4. Tixotropní vlastnosti zamezují stékání a umožňují lepší krytí hran natíraného předmětu.
5. Celý proces je možné automatizovat.
6. Odsávací vzduchotechnika udržuje pouze dovolenou koncentraci prášku v kabině, a tím vylučuje možnost výbuchu. Odsávaný vzduch do atmosféry je nezávadný.
7. Odpadá pracné čištění stříkacích pistolí, hadic, zásobníků a stříkacích kabin.

Práškové emaily se nanášejí máčením ve fluidním loži nebo stříkáním. Ze stříkacích technik se používá stříkání vzduchové, nanášení z volného mraku a stříkání v elektrickém poli.

Nanášení ve fluidním loži je vhodné spíše pro méně rozměrné výrobky, než jsou jednotlivé díly pláště vytápěcích jednotek ZHA a SND.

V případech, kde je povrch výrobků dobře očištěn a odmaštěn, lze též použít elektroforézní nanášení nátěrových hmot.

#### Nanášení prášku v elektrickém poli:

Je nejrozšířenějším způsobem. Princip je obdobný jako u nanášení běžných nátěrových hmot. Ve speciálně upravené pistolí

připojené k jednomu pólu generátoru vysokého napětí dostává proudící prášek elektrický náboj a po silokřivkách elektrického pole je přitahován na uzemněný předmět. Jakmile vrstva prášku dosáhne určité tloušťky, působí jako izolace a zamezuje dalšímu ulpívání prášku. Přebytečný prášek padá ke dnu stříkací kabiny a je odsáván do regeneračního zařízení pro zpětné získávání prášku. Prášek přilne k předmětu vlivem elektrického náboje tak silně, že výrobek může být přepravován do vypalovací sušárny, kde se slije a vytvoří souvislou vrstvu.

Způsob zavěšení výrobků je velmi důležitý pro vlastní proces nanášení. Vzhledem k tomu, že povrchově upravovaný předmět musí být dokonale uzemněn, aby bylo zajištěno dokonalé nanešení prášků, musí být též vlastní závěs a eventuálně další pomocné háčky dobře uzemněny přes dopravník. Nejvyšší svodový odpor má být  $10^6 \Omega$  [8]. Závěs má být upraven tak, aby se dal snadno demontovat a dobře vyčistit.

Vlastní vytvrzování práškového povlaku probíhá ve dvou fázích. V první fázi se práškový povlak roztaví - slije do souvislého nátěru /želatinuje/ a v průběhu druhé fáze dochází k zahřívání a následuje vlastní vytvrzovací reakce. Doba želatinace má být co nejmenší. K zajištění dokonalé přilnavosti a protikorozní ochrany práškovými emaily je nutná pečlivá příprava povrchu výrobků před nanášením.

### 3.2 Přehled možných technologií sušení a vypalování nátěrů.

Nátěr získá tvrdost, odolnost vůči mechanickému a chemickému namáhání apod. až po dokonalém zaschnutí, eventuálně vypálení. Při zasychání nátěrů probíhá řada složitých fyzikálních a chemických pochodů. Průběh chemických reakcí je dán složením nátěrové hmoty a způsobem sušení.

Při fyzikálním zasychání se nemění složení filmotvorné látky, neboť neobsahuje funkční skupiny schopné chemických změn a nátěr vzniká odpařením rozpouštědel, ve kterých jsou filmotvorné látky rozpustné. Opětným působením rozpouštědel, ve kterých jsou filmotvorné látky rozpustné, na zaschlý nátěrový film se nátěr znovu rozpouští. Do této skupiny patří nitrocelulózové, chlórkaučukové, lihové, asfaltové a podobné nátěrové hmoty.

U nátěrových hmot zasychajících za průběhu chemických pochodů se v první fázi rozpouštědla a ředidla z nátěru rovněž odpařují. Nátěrový film se postupně zahušťuje. V dalších fázích zasychání dochází k chemickým reakcím, které jsou závislé na složení nátěrové hmoty. Podle typu nátěrové hmoty probíhá buď oxidace, polymerace, oxypolymerace, polyadice, či další chemické reakce. Makromolekuly mohou vznikat i ozářováním nátěrů ultrafialovými, eventuálně elektronovými zářiči.

Podle teploty rozdělujeme schnutí na:

- zasychání při normální teplotě okolo 20°C volně na vzduchu;
- přisoušení při teplotě 40 až 60°C;
- vypalování při teplotě 80°C až 250°C i více;

Pro vytvrzování nátěrů se používá těchto způsobů:

- a/ zasychání na vzduchu při teplotě kolem  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- b/ sušení a vypalování ohřátým vzduchem;
- c/ vypalování infračerveným zářením;
- d/ indukční vypalování;
- e/ vytvrzování ultra fialovým zářením;
- f/ vytvrzování impulsním zářením /IST/;
- g/ vytvrzování elektronovým zářením.

ad a/ Zasychání na vzduchu při teplotě kolem  $20^{\circ}\text{C}$ :

Tento způsob lze použít téměř pro všechny druhy nátěrových hmot / zasychající fyzikálně i chemicky/. Pro zasychání je však nutné vytvořit vhodné podmínky / teplota, vlhkost, obsah kyslíku a rozpouštědel v ovzduší atd./. Technologii zasychání na vzduchu však v LVZ nelze použít pro příliš dlouhou dobu sušení.

ad b/ Sušení a vypalování ohřátým vzduchem:

Ohřátým vzduchem /konvekčním způsobem/ jsou vysoušeny a vypalovány nátěry několik desítek let a tento způsob stále patří mezi nejpoužívanější. Vzduch ohřívají převážně stěny nebo speciálně konstruované topné těleso vyhřívané horkou vodou, parou, plynem nebo elektrickou energií.

Proudění vzduchu ve vypalovacích zařízeních může být samovolné, založené pouze na principu cirkulace teplejšího a chladnějšího vzduchu, nebo nucené, za použití ventilátorů. Vypalovací zařízení konstruovaná v současné době mají převážně nucenou cirkulaci horkého vzduchu, která zajišťuje rovnoměrnou teplotu v celém prostoru.

Vypalovací zařízení mohou být konstruována buď jako ko-

morová, kde výrobky opatřené nátěry zůstávají po vložení do pece v klidu, nebo průběžná /tunelová/. U obou typů zařízení musí horký vzduch proudit tak, aby výrobek byl cirkulujícím vzduchem dokonale obkloповán. Při tomto způsobu vypalování nemůže být upravovaný výrobek teplejší než přiváděný horký vzduch a nátěry se proto nemohou přepalovat.

Aby horký vzduch neunikal z tunelové pece, jsou na její konce zařazovány vzduchové clony.

Aby mohla rozpouštědla z nátěrů postupně odtékávat, jsou průběžné vypalovací pece rozloženy na několik teplotních zón. V první zóně se teplota pozvolna zvyšuje, pak následuje vypalovací zóna a závěr tvoří chladicí zóna. Rychlostí dopravníkového systému a délkou vypalovací pece se řídí doba vypalování.

ad c/ Vypalování infračerveným zářením:

Vypalování nátěrů infračerveným zářením se používá hlavně v kontinuálních linkách povrchové úpravy. Tímto způsobem probíhá vytvrzování nátěrů /sušení/, a to směrem od povrchu kovu k povrchu nátěrového filmu. U konvekčního sušení horkým vzduchem je tomu právě naopak. Při vytvrzování infračerveným zářením zůstává povrch delší dobu vláčný, což umožňuje snazší odtékávání rozpouštědel.

Infračervené záření, které dopadá na natíraný předmět, se zčásti odráží, část proniká nátěrovým filmem, který je pohlcuje. Přebytek záření proniká k podkladovému materiálu, je absorbován, předmět se ohřívá a může působit jako temný infrazářič.

Rychlost vytvrzování nátěrů závisí na odstínu nátěrové hmoty, tvaru a složení pigmentů. Bílé, světlé a hliníkové

nátěry mohou část záření odrazit, a proto se ohřívají a vytvrzují pomaleji než nátěry tmavých odstínů, které větší část záření absorbují. Při vypalování nátěrů infračerveným zářením je vhodné, aby podkladový materiál měl rovnoměrnou tloušťku. Intenzita záření je při tomtéž zdroji závislá na vzdálenosti zářiče od předmětu. Aby se nátěr vytvrzoval rovnoměrně, musí být všechny natřené plochy dostatečně ozářeny. Protože je vzhledem ke konvekčnímu sušení množství tepla předaného natřenému předmětu za tutéž časovou jednotku podstatně vyšší, zkracuje se doba vypalování infračerveným zářením o jednu třetinu až polovinu. Dobu vypalování je nutno předem experimentálně ověřit.

Zářičů s elektrickým ohřevem je několik typů:

1. Žárovkové zářiče jsou nejstarším používaným zdrojem infračerveného záření. Vyrábějí se obvykle s příkonem 250 W, 500 W, někdy i 750 W. Výhodou žárovkových zářičů je snadná montáž a nízká tepelná setrvačnost. V porovnání s jinými typy mají žárovkové zářiče větší ztráty energie a tudíž i menší intenzitu vypalování.
2. Panelové zářiče. Ve světě se vyrábí několik typů. Jsou to buď litinové desky, nebo panely s keramickým povrchem, opatřené několika vyhřívacími spirálami o výkonu kolem 2 kW. Vypalovací pece musí být dobře tepelně izolovány, neboť tyto typy zářičů mají velký odvod tepla.
3. Trubkové zářiče jsou vyrobeny z ocelových nebo keramických trubek. Uvnitř trubky je elektrická topná spirála. Tyto zářiče jsou vhodné především pro lehká přenosná sušicí zařízení. Trubkové zářiče mají vysokou intenzitu infračerveného záření a nelze je tudíž použít k vypalování nátěrů, které snadno mění odstín. Jsou vhodné pro

lehká přenosná sušicí zařízení. Výhodou vypalovacího zařízení s trubkovými temnými zářiči je možnost dosáhnout rychle předepsané hodnoty teploty a vysoké účinnosti a dále jednodušší konstrukce.

Pro vypalování nátěrů se též používají zařízení, která mají infračervené zářiče vytápěné plynem nebo topným olejem. Zdroj záření je složen z uzavřených plynotěsných komůrek, do kterých jsou ventilátorem vháněny ze spalovací komory spalné zplodiny. Aby se rychle dosáhlo předepsané teploty spalných zplodin, jsou vypalovací pece vybavovány několika hořáky, z nichž se některé po dosažení optimální teploty vypínají. K zajištění dokonalé bezpečnosti vypalovacích zařízení je nutné vypalovací prostor dobře oddělit, neboť většina používaných nátěrových hmot obsahuje hořlavá organická rozpouštědla.

Při volbě infrazářičů pro vypalovací zařízení je nutné vycházet z energetické situace, ceny zářičů a celkových investičních nákladů. Při rozhodování je třeba přihlédnout i k nákladům na údržbu jednotlivých typů zářičů. Zařízení pro vytvrzování nátěrových hmot infračerveným zářením se ve světě začala uplatňovat přibližně před 25 lety.

ad d/ Indukční vypalování nátěrů:

Při této technologii se nátěry na kovových předmětech vypalují působením indukčních proudů, které v nich vznikají kmitajícím elektromagnetickým polem. K vyvolání indukčního tepla se používá proudů o kmitočtu síťovém /50 až 60 Hz/, středním /500 až 20 000 Hz/ a vysokém /od 50 kHz výše/. [2] Tento způsob je vhodný pouze pro tvarově stejné výrobky vyráběné ve velkých sériích.

Hloubka vzniku indukovaných proudů závisí na frekvenci, elek-

trické vodivosti a permeabilitě ohřívaného materiálu. Při vyšší frekvenci vnikají indukované proudy do menší hloubky. Proto je ohřev vysokou frekvencí vhodný pro tenkostěnné a drobné výrobky. Vysokofrekvenční ohřev se používá k vypalování nátěrů na tenkých plechových pásech v kontinuálních linkách povrchové úpravy.

ad e/ Vytvrzování nátěrů ultrafialovým zářením: .

Ultrafialovým zářením se vytvrzují speciální typy polyesterových nátěrových hmot s obsahem senzibilizátorů, které umožňují polymeraci při ozáření. Tímto způsobem jsou vytvrzovány speciální typy tmelů a laků. Ultrafialovým zářením nelze vytvrzovat pigmentované nátěrové hmoty, neboť paprsky nemohou pronikat do spodních vrstev nátěrů.

Pro vytvrzování polyesterových nátěrových hmot je vhodné ultrafialové záření o vlnové délce 300 až 400 nm. Záření o kratší vlnové délce než 300 nm je absorbováno ve vrchní vrstvě nátěru a není schopné vytvrdit nátěrový film v celé tloušťce. Doba vytvrzování nátěru závisí na vlnové délce, intenzitě záření /příkonu zářiče/ a množství záření, které ozařovaná vrstva polyesterové nátěrové hmoty absorbuje.

Zdrojem ultrafialového záření jsou speciální nízkotlaké, středotlaké a vysokotlaké rtuťové zářiče, zabudované ve vytvrzovacích komorách. Délka komory se určuje rychlostí pohybu dopravníku a dobou ozáření. Doba vytvrzování polyesterových nátěrových hmot se pohybuje mezi 5 až 10 minut.

ad f/ Vytvrzování nátěrů impulsním zářením:

Představuje určitou variantu vytvrzování nátěrových hmot ultrafialovým zářením a je označováno zkratkou IST /Impuls-

Strahlung - Trocknung/. Pro tuto technologii vytvrzování byly vyvinuty speciální výbojky s hlavním podílem záření vlnové délky 197,4 nm. Tyto výbojky jsou po dosažení vysoké proudové hustoty uvedeny do impulzního provozu, tzn. že celková energie se shromažďuje na krátké, ale intenzivní zablesknutí. Při této technologii se využívá rezonančních jevů a vytvrzují se jím nátěrové hmoty, které mají dvojné vazby mezi uhlíky / R - C = C - R /. Vlnová délka záření / 197,4 nm/ odpovídá rezonanční frekvenci valenčních elektronů u dvojných vazeb uhlíků, která je  $1,5187 \cdot 10^{15}$  kmitů za sekundu. Probíhající reakce je exotermická a proto není třeba dodávat další teplo. Výbojky pro impulzní záření vyzařují kromě záření vlnové délky 197,4 nm ještě část infračerveného záření. Tím dochází k nepatrnému zahřívání vytvrzovaných nátěrů, což může příznivě ovlivňovat průběh chemické reakce. Stupeň zahřátí je přímo úměrný době ozařování.

Z praktického hlediska je zajímavý i poměrně velmi malý úbytek intenzity záření se zvětšující se vzdáleností od předmětu, např. při zvětšení vzdálenosti ze 100 na 1 000 mm činí pokles intenzity záření asi 50 %. Malý úbytek záření a možnost pomocí speciálních vysoce výkonných reflektorů zaostřit záření zářiče do relativně úzkého vlákna a současně jej nasměrovat upravenými zrcadly na příslušný objekt, umožňuje polymeraci nátěrových hmot i na trojrozměrných předmětech, jako jsou židle apod.

Zařízení pro vytvrzování nátěrů impulzním zářením /IST/ se skládá z pláště /nemusí být tepelně izolován/, výbojek /trubic/ se speciálními reflektory, které záření přesně zaostřují na vytvrzovaný nátěr, a z chladicích ventilátorů pro ochlazování výbojek. Zářiče lze přizpůsobit tvaru předmětu.

Přitom je třeba dbát, aby všechny plochy s nátěrem bylo možno přímo ozařovat, jinak by vytvrzovací reakce neprobíhala. Protože vytvrzovaný nátěr stačí ozářit jen na krátkou dobu / několik sekund/, jsou IST zařízení podstatně kratší než obvyklé sušárny.

ad g/ Vytvrzování nátěrů elektronovým zářením:

Je poslední novinkou v oblasti vytvrzování nátěrů, která je v Evropě zaváděna. Pro tento způsob vytvrzování jsou používány speciální typy bezrozpuštědlových nátěrových hmot na bázi polyesterů a akrylátů.

Povrchově upravované výrobky unáší dopravník pod speciální elektronový urychlovač, kde nátěr nanesený na předmětu absorbuje elektrony a probíhá vytvrzovací reakce. Proud elektronů je emitován žhavenou katodou, spojuje se do jednoho svazku a při vysokém napětí ve velkém vakuu je urychlován na potřebnou energii. Pomocí elektromagnetického systému je roztažen na potřebnou pracovní šířku a vychází ven okénkem vakuové komory. Po dopadu urychlených elektronů na nanesenou nátěrovou hmotu dochází k radikálové polymeraci vlivem ionizačního záření na monomer, tvoří se volné radikály, které iniciují polymerační proces.

Při elektronovém vytvrzování je třeba zajistit dostatečnou ochranu před primárními elektronovými paprsky a rentgenovým zářením, které vzniká narážením elektronů na okénko, upravované dílce, unášecí dopravník a vzduch za okénkem vakuové komory. Z těchto důvodů musí být vytvrzovací zařízení chráněno olověnými a ocelovými štíty, betonovými bloky apod. umístěnými okolo urychlovače a okénka.

Nátěr se vytvrzuje bez použití tepla velmi rychle za 1 až 3

sekundy. Protože se používá bezrozpouštědlových nátěrových hmot, snižuje se nebezpečí požáru a výbuchu.

Tato zařízení jsou vhodná pro velké kapacity povrchově upravovaných výrobků, neboť hospodárnost se projeví až při větších sériích - nejméně 20 m<sup>2</sup> upravované plochy za minutu.

Vytvrzování nátěrů elektronovým zářením je často označováno zkratkou EBC /elektrons beams curing/ nebo ESH /Elektronen-sstrahl - Hartung/.

### 3.3 Shrnutí a výběr vhodné nové technologie povrchové úpravy.

Jeví se výhodné zachovat stávající uspořádání jednotlivých technologických pracovišť propojených jednodráhovým podvěsným řetězovým dopravníkem. Proto se změny v technologii budou týkat pouze pracoviště pro nanášení a pracoviště pro vytvrzování nátěrových hmot.

#### 3.3.1 Návrh technologie nanášení nátěrových hmot.

Z první části /použití klasických nátěrových hmot/ se jeví vzhledem k rozměrům a sortimentu výrobků /viz výkresy/ nejvýhodnější pneumatické nanášení v elektrostatickém poli. Použití této technologie vyhovuje též nárokům na kvalitu a tloušťku ochranné vrstvy. Proti současné technologii dojde k podstatnému snížení ztrát nátěrových hmot, zvýšení bezpečnosti a hygieny práce, zkrácení času potřebného pro nastříkání jednotkové součásti, zlepšení kvality povrchu provedeného nátěru.

Tato technologie bude vyžadovat provedení jistých konstrukčních úprav závěsu za účelem zajištění vodivého spojení výrobek - dopravník a zabránění vnikání nátěrových hmot do otočného ústrojí závěsu.

Z druhé části /použití práškových emailů/ se jeví nejvýhodnější bezvzduchové stříkání v elektrostatickém poli. Tato technologie však požaduje velmi náročné úpravy povrchu před vlastním nanášením a poskytuje po vypálení zbytečně vysokou kvalitu povrchu výrobků. Stavební rekonstrukce stávající lakovací linky LVZ je téměř

nerealizovatelná a bylo by ekonomicky výhodnější postavit linku novou.

- V roce 1982 byla v ČKD Tatra Smíchov dokončena výstavba linky na nanášení práškových nátěrových hmot v ceně 240 000 západních marek, ke které přísluší úprava povrchu v ceně 280 000 západních marek.

Z hlediska efektivity a rentability se jeví nejvhodnější technologií nanášení pneumatickým stříkáním v elektrostatickém poli. Pro tuto technologii byla předběžně vytypována stříkácí pistole REA-4 firmy RANSBURG s vysokonapěťovým generátorem RGV 60, který je dodáván v krytí IP 65 a je vybaven bezpečnostním vypínáním pro předpětí. Zařízení od firmy RANSBURG bylo vytypováno na základě studijních cest do různých závodů v ČSR /FRIGERA Beroun, JAWA Týnec apod./, kde jsou tato zařízení v provozu. Bylo zjištěno, že firma RANSBURG je vhodnější pro průmyslové použití než firma WAGNER AG, která dodává zařízení vhodné spíše pro opravárenskou činnost a mobilní používání. Také při dotazu na SZ 214 Radvanice byla doporučena firma RANSBURG, která má v Praze servis a poradenskou službu.

Technické údaje stříkácí pistole REA-4 :

|                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| výkon ...              | max 1 000 cm <sup>3</sup> /min |
| hmotnost bez hadic ... | 800 g                          |
| napájení ...           | 220 V, 50 Hz                   |
| jmenovité napětí ...   | 60 kV                          |
| zkrat. proud ...       | méně než 0,7 mA                |
| délka vodičů ...       | max 7,5 m                      |

Technické údaje vysokonapěťového generátoru RGV 60 :

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| jmenovité přírodní napětí ... | 220 V, 50 Hz |
| jmenovitý příkon ...          | 27 VA        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| jmenovité vývodní napětí ... | 0 až 60 kV |
| jmenovitý proud ...          | 0,1 mA     |
| druh ochrany ...             | IP 65      |

### 3.3.2 Návrh technologie vytvrzování nátěrových hmot.

Vzhledem k typu, sortimentu a množství povrchově upravovaných výrobků, ke stávajícímu stavu sušení a vypalování v LVZ se jeví nejvýhodnější zachovat stávající technologii vypalování vzduchem ohříváním parou. V případě, že bude nutno zvýšit rychlost dopravníku /nyní 1,98 m/min/, bude se muset změnit technologie, protože výrobek bude procházet vypalovací pecí kratší časový interval. Zkrácení časového intervalu nelze kompenzovat prodloužením sušicí pece /z důvodu prostorového omezení/ ani zvýšením vypalovací teploty / v současné době je použita maximální teplota povolená výrobcem nátěrové hmoty/. Optimální novou technologií vytvrzování nátěrů se jeví použití impulsního záření /IST/ z hlediska energetických nároků, požadovaného výkonu a typu výrobků. Je však nevýhodné zrušit stávající přívod energie ve formě ohřáté páry a přivádět všechnu energii ve formě elektřiny. Podstatně ekonomičtější je ponechat největší podíl energie na vypalování ohřáté páře a celý proces jen nepatrně urychlit ozařováním. Při chodu pece jen na elektrickou energii by příkon přesáhl 1 MW a bylo by nutné žádat o povolení krajský energetický podnik. Směrnice Federálního ministerstva paliv a energie 21/83 o pravidlech pro řízení odběru a spotřeby elektřiny pro velkoodběratele požaduje pro vytížení alespoň dvě směny. Tento požadavek však nelze vzhledem

k personálním možnostem splnit.

Vzhledem ke všem výše uvedeným důvodům bude nejvýhodnější ponechat stávající technologii vypalování ohřátým vzduchem, s případným přidáním zdroje impulsního záření do první poloviny vypalovací pece. Potřebný příkon zdroje IST by bylo nutno experimentálně zjistit.

#### 4. ROZBOR VÝHLEDOVÉ SOUČÁSTKOVÉ ZÁKLADNY PRO LAKOVACÍ

##### LINKU LVZ.

##### 4.1 Výrobní program.

Pro provádění povrchové úpravy na lakovací lince jsou uvažovány výrobky: ZHA 1, ZHA 3, ZHB, konzoly 4 a 6 a pláště podokenních jednotek SND 400, SND 800 a SND 1200, přičemž počty SND zohledňují pláště výrobků PVJ, SPB, SHB, SHC, REON 4 / typově podobné/.

Podle výrobního plánu z ledna 1984 je plánovaná výroba v roce 1984:

|                 |          |
|-----------------|----------|
| ZHA 11          | 3 381 ks |
| ZHA 12          | 4 018 ks |
| ZHA 31          | 3 754 ks |
| ZHA 32          | 3 004 ks |
| konzoly 4 a 6   | 8 000 ks |
| pláště SND 400  | 450 ks   |
| pláště SND 800  | 4 112 ks |
| pláště SND 1200 | 1 250 ks |

Pro kapacitní výpočty bude dále uvažováno s plánovanou výrobou podle návrhu výrobního plánu pro rok 1985 z 30.6.1983

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| ZHA 1           | 12 000 ks |
| ZHA 3           | 7 300 ks  |
| konzoly 4 a 6   | 15 000 ks |
| pláště SND 400  | 1 150 ks  |
| pláště SND 800  | 4 600 ks  |
| pláště SND 1200 | 1 500 ks  |

Z předpokládaného plánu výroby pro rok 1985 vyplývá nutnost zabezpečit povrchovou úpravu dílů podle tabulky, ve které je také uvedena stříkaná plocha základu a emailu na jeden díl, celková plocha za rok, předpokládaný počet dílů na jednom závěsu a celkový počet závěsů za rok:

| Díl         |              | Počet<br>ks/rok | Plocha základu     |                     | Plocha vrchu       |                     | ks/z | Závěsů<br>za rok |
|-------------|--------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------|------------------|
|             |              |                 | m <sup>2</sup> /ks | m <sup>2</sup> /rok | m <sup>2</sup> /ks | m <sup>2</sup> /rok |      |                  |
| ZHA1        | kryt přední  | 12000           | 0,98               | 11760               | 0,49               | 5880                | 1    | 12000            |
|             | kryt zadní   | 12000           | 0,70               | 8400                | 0,35               | 4200                | 1    | 12000            |
|             | bočnice L,P  | 24000           | 0,30               | 7200                | 0,15               | 3600                | 2    | 12000            |
|             | díl pláště   | 24000           | 0,32               | 7680                | 0,16               | 3840                | 2    | 12000            |
|             | stolička     | 12000           | 0,14               | 1680                | 0,14               | 1680                | 2    | 6000             |
|             | střed kola   | 12000           | 0,05               | 600                 | 0,05               | 600                 | 15   | 800              |
|             | rám          | 12000           | 0,62               | 7440                | -                  | -                   | 1    | 12000            |
|             | konzola 4    | 9000            | 0,20               | 1800                | -                  | -                   | 4    | 2250             |
| ZHA3        | kryt přední  | 7300            | 1,50               | 10950               | 0,75               | 5475                | 1    | 7300             |
|             | kryt zadní   | 7300            | 1,20               | 8760                | 0,60               | 4380                | 1    | 7300             |
|             | bočnice L,P  | 14600           | 0,52               | 7592                | 0,26               | 3796                | 2    | 7300             |
|             | díl pláště   | 14600           | 0,53               | 7738                | 0,27               | 3870                | 2    | 7300             |
|             | stolička     | 7300            | 0,23               | 1679                | 0,23               | 1679                | 2    | 3650             |
|             | střed kola   | 7300            | 0,07               | 511                 | 0,07               | 511                 | 15   | 487              |
|             | rám          | 7300            | 0,78               | 5694                | -                  | -                   | 1    | 7300             |
|             | konzola 6    | 6000            | 0,25               | 1500                | -                  | -                   | 4    | 1500             |
| SND         | boční panel  | 14500           | 0,38               | 5510                | 0,38               | 5510                | 2    | 7250             |
|             | horní p.-400 | 1150            | 0,42               | 483                 | 0,42               | 483                 | 2    | 575              |
|             | -800         | 4600            | 0,52               | 2392                | 0,52               | 2392                | 2    | 2300             |
|             | -1200        | 1500            | 0,63               | 945                 | 0,63               | 945                 | 1    | 1500             |
|             | čelní p.-400 | 1150            | 1,30               | 1495                | 1,30               | 1495                | 1    | 1150             |
|             | -800         | 4600            | 1,44               | 6624                | 1,44               | 6624                | 1    | 4600             |
|             | -1200        | 1500            | 1,86               | 2790                | 1,86               | 2790                | 1    | 1500             |
| C e l k e m |              | 217700          | -                  | 111223              | -                  | 59749               |      | 130062           |

Z uvedené tabulky vyplývá, že podle zvoleného výrobního programu a předpokládaného počtu dílů na jednom lakovacím závěsu bude celková upravovaná plocha

základním nátěrem přibližně 111 300 m<sup>2</sup>/rok

vrchním nátěrem přibližně 60 000 m<sup>2</sup>/rok

Potřebná kapacita lakovací linky ... 130 062 závěsů/rok

Tato hodnota však bude pro kapacitní výpočty zvýšena o 20%.

#### 4.2 Kapacitní výpočty

Podstatnou úpravou lakovací linky LVZ bude zvýšení počtu lakovacích závěsů ze 60 kusů na 120 kusů, s teoretickou roztečí 792 mm. Tato rozteč není sice absolutně výhodná vzhledem k rozměrným dílům ZHA 3 a některým dílům pláště SND, ale tento problém lze vyřešit vhodnou organizací navěšování dílů, kdy lze jednak obsadit každý závěs prostřídáním menších a větších nebo v případě velkých dílů /čelní panel SND 1200/ lze obsadit každý třetí závěs a přesto zůstanou nároky na stříkače téměř stejné vzhledem k ploše stříkaných dílů.

|                                       |     |                    |
|---------------------------------------|-----|--------------------|
| počet lakovacích závěsů na dopravníku | ... | 120 ks             |
| teoret. potřebná kapacita             | ... | 130 062 závěsů/rok |
| skut. potřebná kapacita /teor. + 20%/ | ... | 156 100 závěsů/rok |
| teor. počet pracovních dnů            | ... | 260 dnů/rok        |
| prakticky využitelný počet dnů        | ... | 232 dny/rok        |
| čistý prac. čas v jedné směně         | ... | 7 hodin            |
| koeficient ztrát                      | ... | 0,85               |

Skutečný roční časový fond:

jedna směna:  $R_{f1} = 232 \cdot 7 \cdot 0,85 = 1380$  hod/rok

dvě směny:  $R_{f2} = 232 \cdot 14 \cdot 0,85 = 2760$  hod/rok

#### 4.3 Dispoziční kapacita lakovací linky

Za limitující faktor lakovací linky je uvažována doba vypalování dvouvrstvého nátěru 1x S 2051 a 1x S 2053. Ta je výrobcem nátěrových hmot při teplotě 110°C a tloušťce nátěru 0,040 mm stanovena 20 minut.

Dále je nutné dodržet stávající úroveň potřebného času pro stříkání jednoho závěsu lakovací linky, což je asi 40 sekund.

Z těchto předpokladů lze vypočítat optimální rychlost dopravníku, která činí 1,1 m/min.

Při této rychlosti bude mít stříkač na jeden závěs čas 43,2 sekundy, což znamená, že stříkač základu musí za tuto dobu nastříkat určitý díl z obou stran a stříkač emailu pouze jednu stranu většiny dílů ZHA nebo obě strany ostatních dílů.

Dispoziční kapacita lakovací linky při rychlosti 1,1 m/min a době vypalování 20 minut bude v jedné směně ... 114 540 závěsů za rok.

K zabezpečení potřebné kapacity 156 100 závěsů/rok 1985 by vytížení lakovací linky činilo 1,36 směny!

Další zvýšení dispoziční kapacity lakovací linky by bylo sice možné zvýšením rychlosti dopravníku při současném zvýšení vypalovací teploty až na 120°C, ale způsobilo by to značné nároky na výkon stříkačů, což by bylo příčinou snížení kvality nátěrů. Toto by přicházelo v úvahu při reali-

zací automatizovaného nanášení nátěrových hmot ve stříkacích kabinách v rámci automatického technologického pracoviště / ATP /.

## 5. NÁVRH KONSTRUKČNÍCH ÚPRAV LAKOVACÍ LINKY

Všechny dále uvedené navrhované konstrukční změny jsou jsou rozkresleny na přiložené výkresové dokumentaci.

### 5.1 Navěšovací tyče

Lakovací závěsy /navěšovací tyče/ budou vzhledem k nutnému uzemnění stříkaných předmětů a jejich stabilnímu a neměnnému navěšování konstruovány jed nouúčelové pro určitý typ výrobku a s případnými nastavbami.

Vzhledem k využívání lakovací linky pro díly ZHA asi na 85 % bude dopravník osazen 60-ti kusy závěsů pro ZHA 1 a 60-ti kusy závěsů pro ZHA 3. Rozteč závěsů bude 792 mm v celkovém počtu 120 kusů. Vlivem šířky dílů ZHA 3 asi 870 mm budou tyto díly prostřídány s díly ZHA 1 s šířkou asi 645 mm. Znamená to tedy, že nejvýhodnější bude současné stříkání dílů ZHA 1 a ZHA 3 se vzájemným prostřídáním.

Pro lakovací závěsy, které nebudou momentálně osazeny na dopravníku nebo pro manipulaci k čištění, lze navrhnout mobilní zásobník.

Vzhledem ke konstrukci otočných přípravků a závěsných

elementů bude problém uzemnění spočívat pouze v navěšování předmětů na háčky lakovacích závěsů. Navěšovací háčky budou zhotoveny ze čtyřhranu a budou přivařeny k nosnému rámu lakovacího závěsu.

Stříkané předměty budou zavěšovány za funkční či technologické otvory a vlastní hmotností budou zařezávány do horní hrany navěšovacích háčků.

Čištění zanesených lakovacích závěsů je navrženo louhováním v 5-ti procentním roztoku NaOH při pracovní teplotě 60 až 80°C. Čištění lakovacích závěsů je prováděno např. v n.p. JAWA Týnec 1x týdně a v n.p. TESLA Litovel asi po 80-ti hodinách provozu.

## 5.2 Otočné zařízení

Na šrouby vodicích jezdců podvěsného jednodráhového řetězového dopravníku budou instalovány otočné přípravky s aretací, která bude zajišťovat polohu stříkaných předmětů, ale neumožní samovolné otáčení.

Přípravky lze otáčet ručně v kterémkoliv místě dráhy dopravníku nebo přímo v kabinách mechanickými narážkami, které lze libovolně přestavovat téměř v celé šířce stříkacích kabin. Otáčení stříkaných předmětů je odvozeno od pohybu dopravníku a k otočení o 180° jsou nutné dvě zarážky. Všechny zarážky umístěné v kabině lze buď zapnout nebo vypnout a navíc je lze posouvat po liště nosného rámu. V celé šířce stříkací kabiny bude dopravník a otočné přípravky chráněny krytem.

### 5.3 Mechanismus uchycení lakovacích závěsů na dopravník

V případech povrchových úprav širšího sortimentu výrobků, kdy je nutno i během jedné směny několikrát měnit typy navěšovacích tyčí, představují stávající způsoby spojení navěšovacích tyčí s dopravníkem výraznou překážku pro snížení pracnosti pomocných úkonů na linkách povrchových úprav.

Uvedené nedostatky odstraňuje závěsný element, sestávající z nosné tyče na spodním konci opatřené vidlicovým hákem a ze závěsné hlavice navěšovací tyče podle vynálezu PV 4455 - 82. Podstata vynálezu spočívá v tom, že závěsná hlavice navěšovací tyče je umístěna ve zvonovém přesuvném krytu na spodním konci vodicí trubky nasunuté na nosné tyči. Spodní okraj vodicí trubky dosedající na vidlicový hák je opracován do břitu. Závěsná hlavice je opatřena nosným trnem pro zavěšení na vidlicovém háku a pod nosným trnem křížově umístěným uzamykacím trnem.

Výhodou závěsného elementu podle vynálezu je, že elektricky vodivé styčné body spoje se nacházejí v elektrostaticky stíněné dutině a spojení navěšovací tyče s nosnou tyčí je zajištěno proti náhodnému rozpojení. Závěsné elementy se zvonovým přesuvným krytem umožňují rychlou a snadnou výměnu navěšovacích tyčí i několikrát během jedné směny bez nutnosti vyměňovat pomocný ochranný obal na zvonovém přesuvném krytu.

Při výměně navěšovací tyče se vodicí trubka se zvonovým přesuvným krytem přizvedne, závěsná hlavice se vysune z vybraní vidlicového háku a na její místo se zaklesne hlavice nové navěšovací tyče. Spuštěním zvonového přesuvného

krytu se vzniklý spoj uzamkne. Pro spolehlivější ochranu spoje před vnikáním nátěrových hmot je na hlavici lakovacího závěsu navařen plechový kotouč.

Závěsné elementy podle vynálezu mají univerzální použití na linkách povrchových úprav, zejména na linkách s automatickým nanášením nátěrových hmot v elektrostatickém poli.

## 6. VÝBĚR VHODNÉHO STŘÍKACÍHO ROBOTA

Technické provedení stříkacích průmyslových robotů zajišťuje automatický pohyb funkčního ramena nesoucího technologické hlavice /tvořené jednou nebo soustavou stříkacích pistolí/ po libovolné prostorové dráze vymezené přípustnou kinematikou ramene stříkacího robota.

Systém je konstruován jako učící. Požadovaný pohyb stříkací pistole při vytváření povlaku je v počáteční, učící fázi zaznamenáván v paměti řídicí elektroniky robota. Programování pohybu ramen je jednoduché, nevyžaduje žádné znalosti z oboru řízení. Základním požadavkem pro záznam programu je dobrý, rutinovaný pracovník, ovládající ruční vytváření povlaku. Rychlost pohybu stříkací pistole i dráha jsou zaznamenávány na paměťové medium řídicí elektroniky. V rytmu průchodu zboží ATP pak opakuje stříkací robot naučený pohyb při vytváření povlaku. Neměnná opakovatelnost je zárukou dodržení očekávané, plánované produktivity i vysoké kvality povlaků.

Standardizované provedení stříkacích průmyslových robotů obvykle se šesti stupni volnosti obsáhne geometricky složitě tvarované povrchy výrobků. Rozsáhlé paměťové vybavení řídicí elektroniky umožňuje bez problému změnu programu při změně výrobku na lince.

### 6.1 Podmínka nasazení stříkacích robotů

Nejvíce omezujícím faktorem při zavádění stříkacích robotů je jejich pracovní prostředí se stupněm nebezpečí

výbuchu SNV 1 . Protože pracovní prostředí SNV 1 zůstane ve stříkacích kabinách a jejich těsné blízkosti zachováno, lze dále uvažovat i o robotech, které podle ČSN vyhovují tomuto prostředí.

Jednotlivými výrobci jsou /budou/ na trh dodávány tyto stříkací průmyslové roboty:

| Firma          | název robota | země     | počet<br>programů | cena /DM/   |
|----------------|--------------|----------|-------------------|-------------|
| Nordson        | PAINTER      | USA      | 31                | 185 000     |
| Copco          | ATLAS        | Švédsko  | 75                | 150 000     |
| Binks, Int     | ROBOMATIC    | Belgie   | 15                | 190 000     |
| Cybotech       | P 15         | USA      | -                 | -           |
| n.p.<br>Myjava | SPR 10       | ČSSR     | -                 | 450 000 Kčs |
| Hitachi        | ARMSTA-R     | Japonsko | 72                | 120 000     |
| Tokico         | T 72         | Japonsko | 72                | 150 000     |

Vzhledem k požadavkům na stříkacího robota, k ekonomické dosažitelnosti a možnostem servisu je žádoucí nasazení výrobku tuzemské produkce.

Jediným robotem vyhovujícím pro práci v prostředí se SNV 1 vyráběným v ČSSR je stříkací průmyslový robot SPR 10 / ROBOMATIC 03 /, který bude vyráběn Slovenskou armaturkou Myjava, n.p. Myjava. Výroba bude zahájena roku 1985.

## 6.2 Robot SPR 10

Stříkací robot „ROBOMATIC 03“ /SPR 10/ je volně, ručně programovatelný průmyslový robot se spojitým řízením a automatickým záznamem ručně vykonaných pohybů. Pohon robota je hydraulický.

Základní použití robota je v automatizovaných lakovnách a smaltovnách. Další použití se předpokládá v oblasti metalizace a v jiných technologiích, při kterých teplota pracovního prostředí nepřesahuje rozmezí  $+10^{\circ}\text{C}$   $+50^{\circ}\text{C}$ , relativní vlhkost 80 % a při kterých lze vyloučit vlivy mechanického poškozování.

### 6.2.1 Popis funkce a užitných vlastností

Konstrukčně se robot skládá z následujících, od sebe oddělitelných částí:

- vlastní robot
- ovládací skříň
- hydraulický pohon

Jednotlivé části jsou navzájem propojeny elektrickými kabely a tlakovým potrubím pro rozvod hydraulické kapaliny.

Vlastní robot se skládá z podstavce, kinematické a pohonové části. Na podstavci je umístěna rotační jednotka, svislé a vodorovné rameno, které je výkyvně uloženo ve valivých ložiskách. Na konci vodorovného ramena je namontováno zápěstí s  $2^{\circ}$  volností, umožňující rotační pohyb okolo vodorovné a svislé osy. Každý kinematický člen je spojen

s inkrementálním snímačem a ramena jsou staticky vyvážena pružinami.

Ve vnitřní části podstavce jsou umístěny elektrohydraulické prvky a pohon rotační jednotky. Hydraulické motory, vyvážení kinematické soustavy, vůle v kloubech a setrvačné hmoty jsou provedeny tak, aby neovlivňovaly negativně regulační vlastnosti celé soustavy.

Pohon jednotlivých kinematických členů je odvozen od elektrohydraulického servomechanismu.

Elektrohydraulický servomechanismus s hydraulickým translačním motorem, řízeným elektrohydraulickým servoventilem splňuje požadavky statické, dynamické přesnosti a stability v celém rozsahu pracovních rychlostí. Polohová a rychlostní zpětná vazba je uzavírána přes fotoelektrický inkrementální snímač.

Ovládací skříň zabezpečuje prostřednictvím řídicího systému snímání časového průběhu dráhy rozloženého do jednotlivých os pohybových, dále jeho záznam do paměti po dobu programovacího cyklu a generování řídicích funkcí pro jednotlivé servomechanismy po dobu reprodukční - pracovní činnosti robota. Zabezpečuje automatické opakování zaznamenaného programu na základě externího startovacího povelu. Obsahuje obvody pro přepínání funkcí záznam, reprodukce, jakož i ovládací, signalizační a zabezpečovací obvody. Součástí ovládací skříně je paměťová jednotka, která slouží pro zápis a opakovaný výběr informací, získaných záznamovou částí řídicího systému. Paměťová jednotka umožňuje zaznamenat program s maximální délkou záznamu 920 sekund.

Hydraulický pohon se skládá z hydraulického agregátu s regulací tlaku, teploty, olejového filtru a hydropneumatického akumulátoru.

Způsob programování probíhá tak, že obsluhující pracovník ručně v pracovním taktu vede stříkací pistoli, umístěnou na koncovém členu zápěstí robota po požadované dráze, přičemž jednotlivé polohy dráhy jsou snímány a zaznamenávány na floppy disk /od roku 1987/ paměťové jednotky.

### 6.2.2 Technické parametry

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Maximální nosnost na koncovém členu zápěstí | 10 kg      |
| Maximální rychlost koncového členu          | 1,5 m/s    |
| Přesnost polohování                         | $\pm 5$ mm |
| Počet stupňů volnosti                       | 5          |
| Instalovaný příkon                          | 4 kW       |
| Hmotnost                                    | 700 kg     |

Pracovní prostředí podle ČSN 33 0300 :

pro vlastní robot - pracovní prostředí se stupněm nebezpečí výbuchu SNV 1 s teplotou prostředí  $+ 10^{\circ}\text{C}$  až  $+ 50^{\circ}\text{C}$ .

pro ovládací skříň a hydraulický agregát - pracovní prostředí obyčejné s omezením teploty vzduchu  $+ 10^{\circ}\text{C}$  až  $+ 50^{\circ}\text{C}$  . Relativní vlhkost pod 80 %.

Pohyby ramen :

|                  |          |
|------------------|----------|
| vodorovné rameno | 2 000 mm |
| svislé rameno    | 1 000 mm |

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| Otáčení rotační jednotky    | 1,57 rad /90°/  |
| Pohyby zápěstí - otáčení :  |                 |
| okolo vodorovné osy         | 3,66 rad /210°/ |
| okolo svislé osy            | 3,66 rad /210°/ |
| Řízení :                    |                 |
| způsob programování         | ruční - učením  |
| paměťové medium             | FD              |
| max doba záznamu            | 920 sekund      |
| řízení                      | spojité         |
| změna programu              | automatická     |
| Střední doba mezi poruchami | 300 hodin       |
| Životnost                   | 10 roků         |

Ověřovací serii robota ROBOMATIC 03 /SPR 10/ zahájí  
v roce 1985 SAM n.p. Myjava.

## 7. TECHNICKO - EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Bude provedeno dle metodických pokynů federálního ministerstva pro technický a investiční rozvoj ze dne 20. srpna 1982 o hodnocení a efektivnosti realizace výrobních systémů s prostředky automatizované operační a mezioperační manipulace.

Tyto metodické pokyny vydává federální ministerstvo pro technický a investiční rozvoj k provedení bodu III/8 usnesení vlády ze dne 10. prosince 1981 o koncepci rozvoje průmyslových robotů a manipulátorů.

Účel: Metodické pokyny určují způsob propočtu měrného jednorázového nákladu substituce pracovní síly prostředky operační a mezioperační manipulace a propočtu sociálních účinků při realizaci těchto prostředků.

Platnost: Metodické pokyny se použijí při hodnocení efektivnosti prostředků automatizované operační i mezioperační manipulace, zejména průmyslových robotů a manipulátorů a prostředků mezioperační manipulace pro robotizaci výrobních procesů v automatizovaných technologických pracovištích a v automatizovaných výrobních systémech, pokud je jejich pořízení financováno z investičních prostředků.

Podle těchto metodických pokynů se postupuje ode dne 1. září 1982.

## 7.1 Posouzení vhodnosti realizace automatizovaného technologického pracoviště.

Pro posouzení vhodnosti realizace ATP použijeme kritériální vztah:

$$\frac{\Delta N_m \cdot 1,6}{J \cdot k_v \cdot /0,05 + k_f / \pm \Delta N_{pr-m}} \geq 0,5 \quad (1)$$

Tento vztah udává rozhodující hledisko pro celospolečensky přípustnou realizaci ATP. Čím je hodnota vztahu větší než 0,5, tím je ekonomicky řešení optimálnější.

Do vztahu (1) dosazujeme následující koeficienty a hodnoty:

$\Delta N_m$  ... úspora mzdových nákladů nahražením pracovních sil

$$\Delta N_m = /Nm_1 + Nm_2/ \cdot x$$

kde  $Nm_1$  ... roční mzda pracovníka je základní plat za rok + pohyblivá složka mzdy včetně odměn za rok a má hodnotu:

2210 ... počet odprac. hodin/rok

15 ... cca mzda/hod

1,5 ... zvýšení produktivity robotem

$$2210 \cdot 15 \cdot 1,5 = 49\,725 \text{ Kčs/rok}$$

kde  $Nm_2$  ... ostatní osobní náklady jsou náklady na sociální zabezpečení ve výši cca 20 % až 25 % z  $Nm_1$  a má hodnotu:

$$49\,725 \cdot 25 : 100 = 12\,431 \text{ Kčs/rok}$$

kde  $x$  ... počet pracovníků, které robot nahrazuje a má hodnotu: 2,5

Hodnota  $\Delta N_m$ : 155390 Kčs/rok

J ... jednorázové náklady

$$J = J_1 + J_2 + J_3 + J_4 + J_5$$

kde  $J_1$  ... strojní investice vyjadřují pořizovací náklady komponentů potřebných pro ATP, včetně nákladů na dopravu a montáž a má hodnotu:

900 000 ... dva roboty

250 000 ... zařízení pro elektrostatiku

$$J_1 = 2\,050\,000 \text{ Kčs}$$

kde  $J_2$  ... stavební investice, t.j. náklady na stavební úpravy stávajícího provozu a má hodnotu:

$$J_2 = 3\,000 \text{ Kčs}$$

kde  $J_3$  ... podmiňující investice zahrnuje náklady na bezpečnostní a hygienické vybavení pracoviště, vzduchotechniku, hasicí zařízení a rozvody energií a má hodnotu:

$$J_3 = 80\,000 \text{ Kčs}$$

kde  $J_4$  ... neinvestiční náklady, položky spojené s předprojektovou a projektovou přípravou i výrobou speciálních doplňků pracoviště a má hodnotu:

$$J_4 = 51\,000 \text{ Kčs}$$

kde  $J_5$  ... příprava a zabezpečení realizace, náklady spojené se zkušebním provozem zařízení, ověřováním provozu pracoviště, zaškolením obsluhy a má hodnotu 10 % z  $J_1$ :

$$J_5 = 205\,000 \text{ Kčs}$$

Hodnota J : 2 389 000 Kčs

$k_v$  ... koeficient neproduktivně vázaných prostředků ve výstavbě určený pro dobu výstavby 2 roky:

Hodnota  $k_v$  : 1,03

$k_f$  ... koeficient ekonomické efektivity investice, určený  
pro ekonomickou životnost zařízení 8 let:

Hodnota  $k_f$  : 0,155

$\Delta N_{pr-m}$  ... změna provozních nákladů bez mzdových a ostatních  
osobních nákladů /přírůstek nebo úbytek/.

$$\Delta N_{pr-m} = \Delta N_{pr} + \Delta N_{pe}$$

kde  $\Delta N_{pr}$  ... provozní náklady výroby

$$\Delta N_{pr} = -N_{pr_1} + N_{pr_2} + N_{pr_3}$$

kde  $N_{pr_1}$  ... reálná úspora spotřeby ma-  
teriálu oproti ručnímu pro-  
vozu a má hodnotu:

$$N_{pr_1} = 110\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

kde  $N_{pr_2}$  ... odpisy zařízení v hodnotě  
12 % strojních investic:

$$N_{pr_2} = 216\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

kde  $N_{pr_3}$  ... náklady na údržbu zařízení  
v hodnotě 8 % strojních  
investic:

$$N_{pr_3} = 144\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

$$\text{Hodnota } \Delta N_{pr} = 250\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

kde  $\Delta N_{pe}$  ... Spotřeba paliv a energie

$N_{pe_1}$  ... spotřeba technologické energie  
pro provoz ATP a technologických  
periferií a má hodnotu:

$$N_{pe_1} = 8\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

$N_{pe_2}$  ... úspora netechnologické energie,  
 klimatizace prostředí, odsávání,  
 vytápění, osvětlení pracoviště  
 a má hodnotu: .

$$N_{pe_2} = 404\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

$$\text{Hodnota } \Delta N_{pe}: - 396\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

$$\Delta N_{pr-m} = - 146\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

Po dosazení všech výše uvedených hodnot do vztahu (1) dostáváme:

$$\begin{matrix} 0,69 & 0,5 \\ \text{xxxxxxxxxxxx} \end{matrix}$$

Z toho vyplývá, že realizace ATP je společensky přípustná.

## 7.2 Zhodnocení celkové výnosnosti a národohospodářské návratnosti investice.

Průměrný roční sociální účinek  $U_s$  vyjadřuje především zdravotní a ekologická hlediska a určí se ze vztahu:

$$U_s = J_p \cdot k_f + \Delta N_{pp} + L \cdot / d_1 \cdot N_{pp} + d_2 \cdot N_v / \quad (2)$$

kde  $k_f$  ... viz předcházející kapitola

kde  $J_p$  ... úspora jednorázových nákladů, snížení nároků na  
 vybavení pracovního prostředí nutného při lidské  
 obsluze /vybavení pracovními pomůckami/ a má hodnotu:

$$J_p = 10\ 000\ \text{Kčs/rok}$$

kde  $\Delta N_{pp}$  ... změna /úspora/ provozních nákladů, neboť uplatnění ATP přináší snížení nároků na udržování pracovního prostředí /menší intenzita klimatizace a nákladů/ a má hodnotu:

$$\Delta N_{pp} = 404\,000 \text{ Kčs/rok}$$

kde  $L$  ... relativní úspora pracovníků vzniklá nasazením robotů a má hodnotu:

$$L = 2,5$$

kde  $d_1$  ... Průměrný počet dní pracovní neschopnosti na jednoho pracovníka /mimo pracovní úrazy/, uvažuje se hodnota asi 8,5 % z počtu pracovních dní za rok  
 $d_1 = 21 \text{ dní/rok}$

kde  $d_2$  ... průměrný počet dní pracovní neschopnosti na jednoho pracovníka způsobené pracovními úrazy, uvažuje se hodnota asi 2 % z počtu pracovních dní za rok:

$$d_2 = 5 \text{ dní/rok}$$

kde  $N_v$  ... průměrné náklady na 1 den pracovní neschopnosti z titulu pracovního úrazu /ztráta výdělku, dávka nemocenského pojištění, bolestné, úhrada za věcnou škodu/ a má hodnotu:

$$N_v = 130 \text{ Kčs/den}$$

Po dosazení do vztahu (2) dostáváme:

$$U_s = 411\,585 \text{ Kčs/rok}$$

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Ekonomické účinky  $U_e$  zahrnují údaje vyjádřené v předcházející kapitole a určí se ze vztahu:

$$U_e = \Delta N_m - \Delta N_{pr} - \Delta N_{pe} \quad (3)$$

Můžeme dosadit a dostáváme hodnotu:

$$U_e = 301\,390 \text{ Kčs/rok}$$

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Celková ekonomická výnosnost  $V_e$  investice se určí ze vztahu:

$$V_e = \frac{U_e}{J} \quad (4)$$

kde  $J$  ... viz předcházející kapitola

Po dosazení dostáváme hodnotu:

$$V_e = 0,126$$

xxxxxxxxxx

Celková socioekonomická výnosnost se určí ze vztahu:

$$V_{se} = \frac{U_e + U_s}{J} \quad (5)$$

Po dosazení dostáváme hodnotu:

$$V_{se} = 0,298$$

xxxxxxxxxxxx

Národohospodářská návratnost investice  $T$  se určí ze vztahu:

$$T = \frac{1}{V_{se}} \quad (6)$$

Po dosazení dostáváme hodnotu:

T = 3,35 roku  
xxxxxxxxxxxxxx

Výsledná hodnota T je pro výstavbu ATP přijatelná pouze tehdy, jestliže nepřekračuje mezní hodnotu 6, což v našem případě nenastává.

Budování automatizovaného technologického pracoviště je tedy proto ekonomicky žádoucím přínosem.

## 8. ZÁVĚR

Úkolem diplomové práce bylo vytvořit podmínky pro racionalizaci provádění povrchových úprav na lakovací lince LVZ. Vlastní průběh racionalizace byl rozčleněn do dvou samostatných fází.

V první fázi bylo na lakovací linku navrženo nasazení elektrostatických stříkacích pistolí a z toho vyplývající konstrukční změny. Tyto konstrukční změny se týkaly navěšovacích závěsů /návrhy závěsů pro jednotlivé typy výrobků/, mechanismu uchycení rámců na dopravník /umožnění snadné a rychlé vyměnitelnosti jednotlivých rámců/ a zabezpečení automatického otáčení závěsů ve stříkacích kabinách podle předem zvolených programů.

Ve druhé fázi bylo navrženo nasazení stříkacích robotů do obou kabin linky.

Dále bylo provedeno hodnocení sociálních a ekonomických důsledků realizace automatizovaného technologického pracoviště.

V zájmu rozvoje materiálně technické základny socialistické společnosti je nutno všemi prostředky usilovat o zvýšení produktivity práce. Je třeba zavádět do praxe výsledky vědeckotechnické revoluce a tak napomáhat racionalizaci výroby, což je celosvětovým trendem.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1/ KOUBEK, A.: Příklady mechanizace a automatizace ve strojírenství.1. vyd. Praha, SNTL 1964
- 2/ LUKAVSKÝ, L.: Katalog nátěrových hmot.1. vyd. Praha, MERKUR 1983
- 3/ Metodické pokyny federálního ministerstva pro technický a investiční rozvoj ze dne 20. srpna 1982
- 4/ Patent ČSSR 4455 - 82
- 5/ RABINOVIČ, A.: Automatizace ve strojírenství.1. vyd. Praha, SNTL 1959
- 6/ Sborník: Racionalizace povrchových úprav - nové způsoby vytvrzování nátěrových hmot. SSVD a VÚVD Praha, 1978
- 7/ Striekací robot " ROBOMATIC 03 " /SPR 10/. Piešťany, Ústav pre rozvoj strojárského a spotrebného tovaru 1982
- 8/ ŠTRUMHAUS, Zd.: Nátěry od A do Z. Praha, SNTL 1965
- 9/ TRĚŠTÍK, F.: Stříkání nátěrových hmot v elektrostatickém poli.1. vyd. Praha, UTEIN 1955
- 10/ VILD, J.: Zpráva technologického vývoje.Liberec 1983

| Počet kusů | Název - Rozměr              | Polotovar   | Mat. konečný | Mat. výchozí | Tržda odp. | Váha hrubá | Číslo výkresu   | Pos. |
|------------|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|------------|-----------------|------|
| 2          | ŠROUB M6-30                 | ČSN 02 1103 |              |              |            |            |                 | 11   |
| 2          | MATICE M6                   | ČSN 02 1401 |              |              |            |            |                 | 12   |
| 2          | PODLOŽKA 6,4                | ČSN 02 1745 |              |              |            |            |                 | 13   |
| 1          | PODLOŽKA<br>ø25/ø35-1       |             | 11 423.0     |              | 1          |            |                 | 14   |
| 1          | ŠROUB M16-35                | ČSN 02 1143 |              |              |            |            |                 | 15   |
| 1          | MATICE M16                  | ČSN 02 1401 |              |              |            |            |                 | 16   |
| 1          | PODLOŽKA 17                 | ČSN 02 1740 |              |              |            |            |                 | 17   |
| 1          | KOSTKA 60x50x35             |             | 11 373.0     |              | 1          |            |                 | 18   |
| 1          | ARETAČNÍ PLECH<br>P 3x50-90 | ČSN 42 5310 | 11 320.0     |              | 1          |            |                 | 19   |
| 1          | ČEP ø12h8-120               | ČSN 02 2102 | 11 109       |              | 1          |            |                 | 20   |
| 1          | ŠROUB M8-30                 | ČSN 02 1101 |              |              |            |            |                 | 21   |
| 1          | MATICE M8                   | ČSN 02 1401 |              |              |            |            |                 | 22   |
| 1          | PODLOŽKA 8,2                | ČSN 02 1740 |              |              |            |            |                 | 23   |
| 1          | ŠROUB M8-75'                | ČSN 02 1101 |              |              |            |            |                 | 24   |
| 1          | MATICE M8                   | ČSN 02 1401 |              |              |            |            |                 | 25   |
| 1          | ZÁVĚSNÝ ELEMENT             |             |              |              |            |            | 2-KOM-OS-073-02 | 26   |
| 1          | PROGRAMOVACÍ<br>LIŠTA       |             |              |              |            |            |                 | 27   |
| 6          | KRYT                        |             |              |              |            |            |                 | 28   |
| 1          | DESKA JEZDCE                |             |              |              |            |            |                 | 29   |
| 1          | OTOČNÝ ZÁVĚS                |             |              |              |            |            |                 | 30   |
| 24         | ŠROUB M4-12                 | ČSN 02 1151 |              |              |            |            |                 | 31   |
| 24         | PODLOŽKA 4,3                | ČSN 02 1702 |              |              |            |            |                 | 32   |
| 24         | MATICE M4                   | ČSN 02 1401 |              |              |            |            |                 | 33   |

|    |              |             |  |                               |  |  |  |    |
|----|--------------|-------------|--|-------------------------------|--|--|--|----|
| 12 | ŠROUB M16-40 | ČSN 02 1101 |  | KONEC ŠROUBU UPRAVIT DO HROTU |  |  |  | 34 |
|----|--------------|-------------|--|-------------------------------|--|--|--|----|

|                |                 |                |            |                         |       |        |             |   |  |  |
|----------------|-----------------|----------------|------------|-------------------------|-------|--------|-------------|---|--|--|
| Poznámka       |                 |                |            | Celková čistá váha v kg |       |        |             |   |  |  |
| Měřítko<br>1:1 | Kreslí P. STROF |                | Čís. schv. | Změna                   | Datum | Podpis | Index změny | x |  |  |
|                | Prozkoušel      |                |            |                         |       |        |             | x |  |  |
|                | Revizor         |                |            |                         |       |        |             | x |  |  |
|                | U. schváleno    | Schvál.<br>Dne | Č. změny   |                         |       |        |             | x |  |  |

|            |  |                                  |  |                 |  |          |  |
|------------|--|----------------------------------|--|-----------------|--|----------|--|
| Typ LVZ    |  | Název                            |  | Materiál        |  | Materiál |  |
| LVZ        |  | OTOČNÝ PŘÍPRAVEK S PROGRAMOVÁNÍM |  | 1-KOM-OS-073-01 |  | 3        |  |
| Počet kusů |  | List                             |  |                 |  |          |  |

| Počet kusů | Název - Rozměr | Polotovary       | Mat. konečný | Mat. výchozí | Třída odp. | Č. vlna, H. vlna | Číslo výkresu      | Pos. |
|------------|----------------|------------------|--------------|--------------|------------|------------------|--------------------|------|
| 1          | VÝTAŽEK        | TESLA<br>LIBEREC |              |              |            |                  |                    | 1    |
| 1          | TRØ16x1,5-160  | ČSN 42 6714      | 11 343.0     |              | 1          |                  |                    | 2    |
| 1          | Ø12h11-240     | ČSN 42 6510      | 11 373.0     |              | 1          |                  |                    | 3    |
| 1          | P 3x28-24      | ČSN 42 5310      | 11 320.3     |              | 1          |                  |                    | 4    |
| 2          | P 2x36-28      | ČSN 42 5301      | 11 321.21    |              | 1          |                  |                    | 5    |
| 1          | ŠROUB M6-25    | ČSN 02 1103      |              |              |            |                  |                    | 6    |
| 1          | MATICE M6      | ČSN 02 1401      |              |              |            |                  |                    | 7    |
| 1          | PODLOŽKA 6,1   | ČSN 02 1740      |              |              |            |                  |                    | 8    |
| 1          | HLAVICE ZÁVĚSU |                  |              |              |            |                  |                    | 9    |
| 1          | VÝLISEK Ø65x2  |                  | 11 320.0     |              | 1          |                  |                    | 10   |
| 1          | LAKOVACÍ ZÁVĚS |                  |              |              |            |                  | 3-KOM-OS-073-02-01 | 11   |

Ročník

Celková čistá váha v kg

|                |                 |  |            |  |       |       |        |             |   |
|----------------|-----------------|--|------------|--|-------|-------|--------|-------------|---|
| Měřítko<br>1:1 | Kreslí P. ŠTROF |  | Čís. sním. |  | Změna | Datum | Podpis | Index změny | x |
|                | Přezkouš        |  |            |  |       |       |        |             | x |
|                | Apr. rev.       |  |            |  |       |       |        |             | x |
|                | Výkresy         |  |            |  |       |       |        |             | x |
|                |                 |  |            |  |       |       |        |             | x |

**LVZ**

**ZÁVĚSNÝ  
ELEMENT**

**2-KOM-OS-073-02 2**

Počet listů

List

ŘEZ B-B

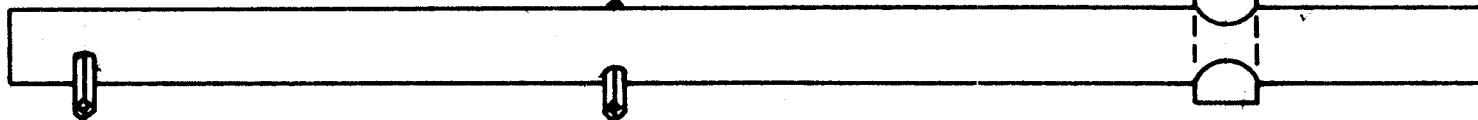
ŘEZ A-A



|B

4

|A



140

|A

604

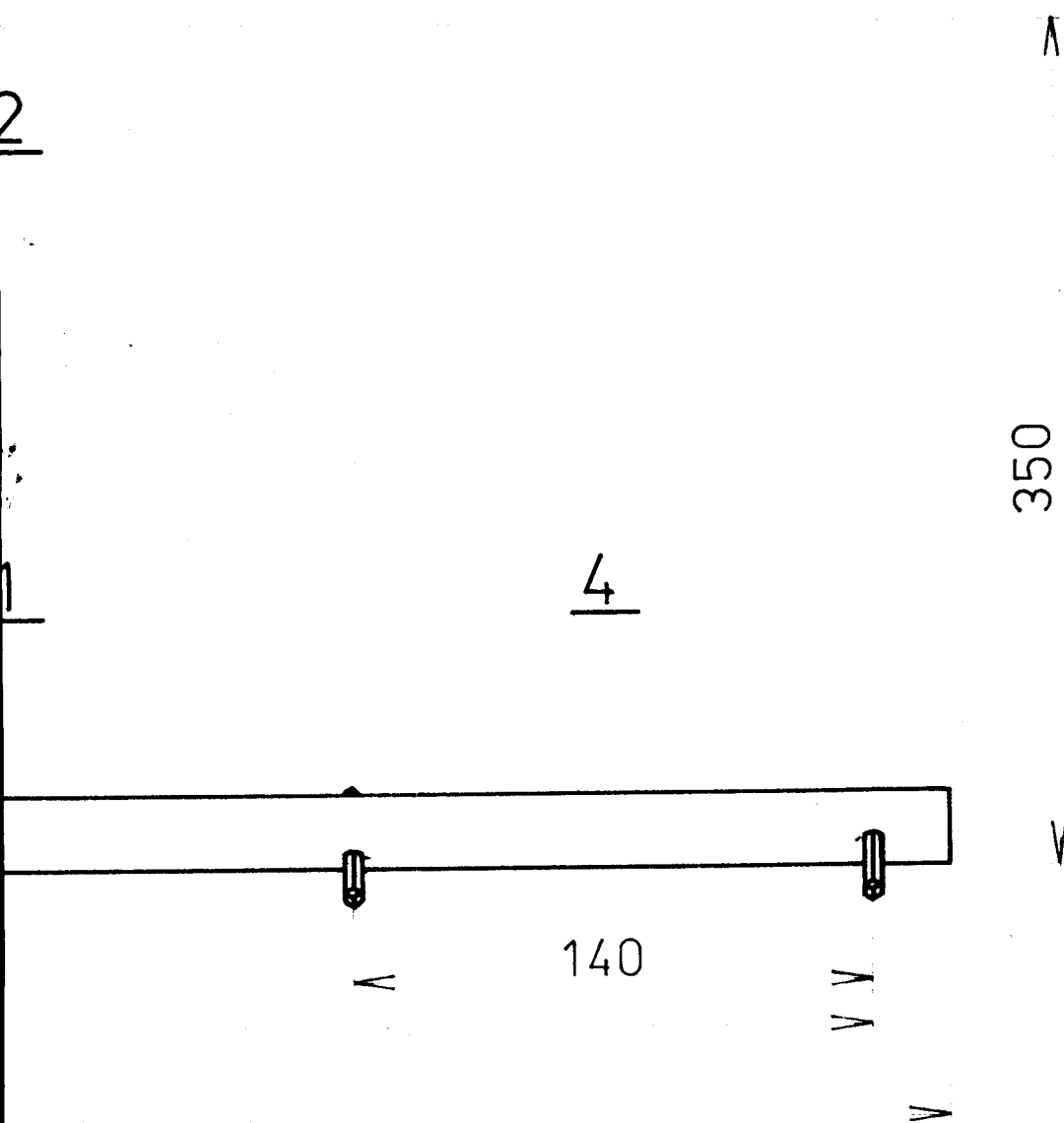
645

|B

3

2

1



|   |              |     |            |          |   |   |
|---|--------------|-----|------------|----------|---|---|
| 4 | 4HR4h9       | ČSN | 42 6520.12 | 11 600.0 | 1 | 4 |
| 1 | KOTOUČ Ø66x2 |     |            | 11 373   | 1 | 3 |
| 1 | TR Ø16x1-350 | ČSN | 42 5719    | 11 370   | 1 | 2 |
| 1 | TR Ø20x1-645 | ČSN | 42 5719    | 11 370   | 1 | 1 |

P. ŠTROF

1:2

VŠST

ZHA1

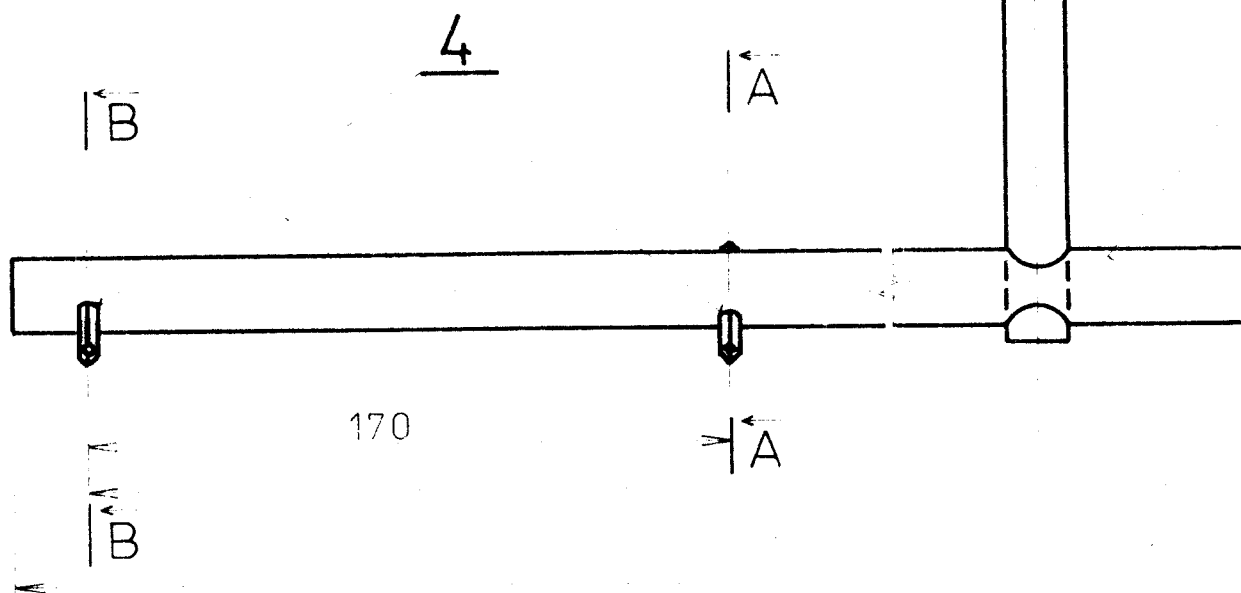
LIBEREC

ZÁVĚS

3-KOM-OS-073-02-01

ŘEZ B-B

ŘEZ A-A

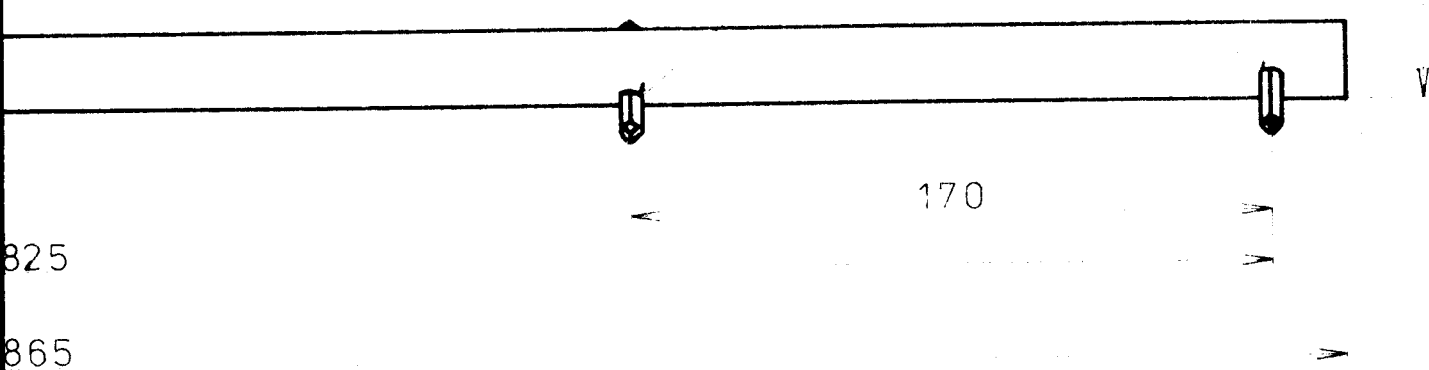


3

2

1

4



|   |              |                   |          |   |   |
|---|--------------|-------------------|----------|---|---|
| 4 | 4HR4h9       | ČSN<br>42 6520.12 | 11 600.0 | 1 | 4 |
| 1 | KOTOUČ Ø66x2 |                   | 11 373   | 1 | 3 |
| 1 | TR Ø16x1-225 | ČSN<br>42 5719    | 11 370   | 1 | 2 |
| 1 | TR Ø20x1-865 | ČSN<br>42 5719    | 11 370   | 1 | 1 |

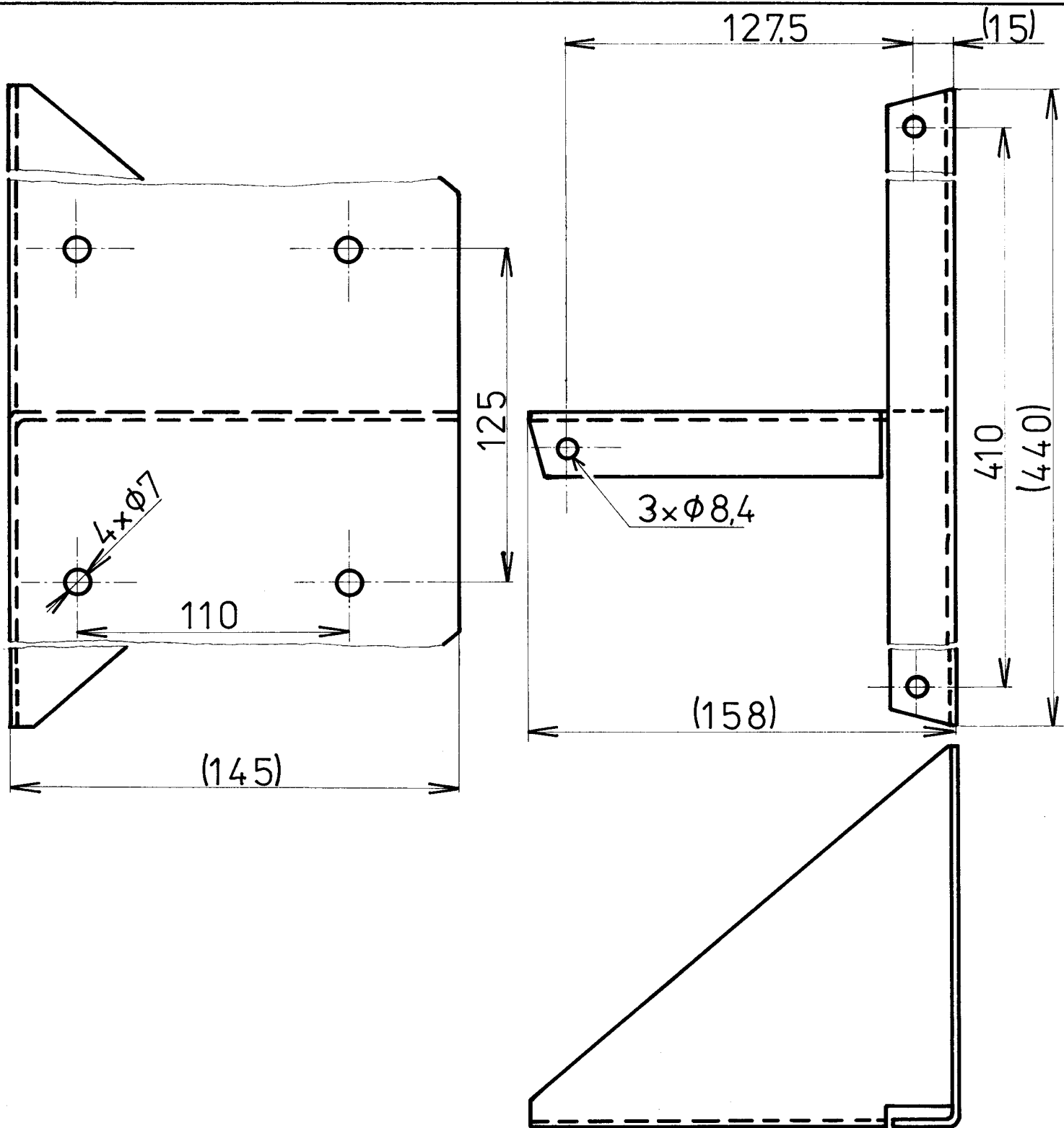
P. ŠTROF

1:2

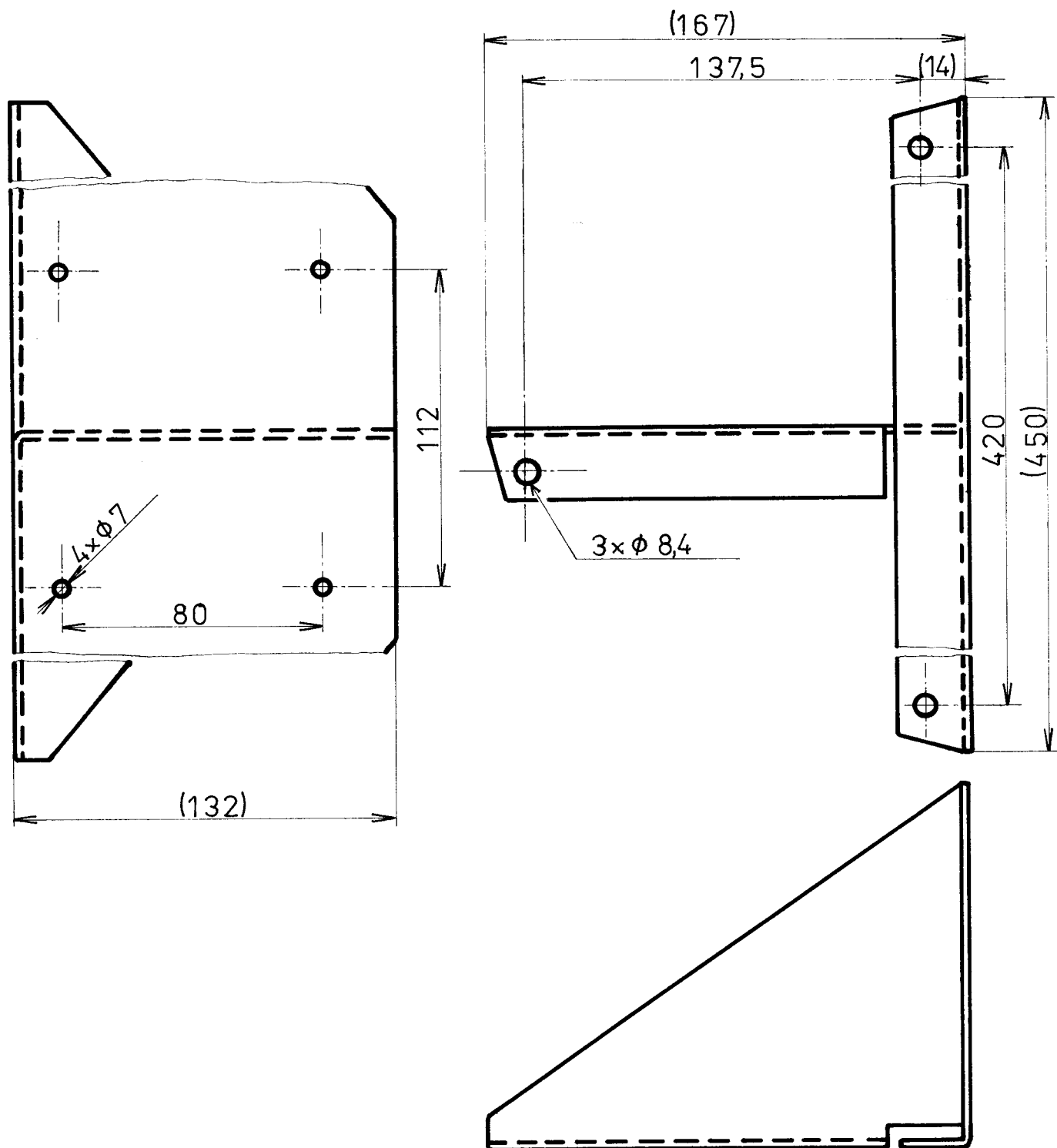
VŠST  
LIBEREC

ZHA 3  
ZÁVĚS

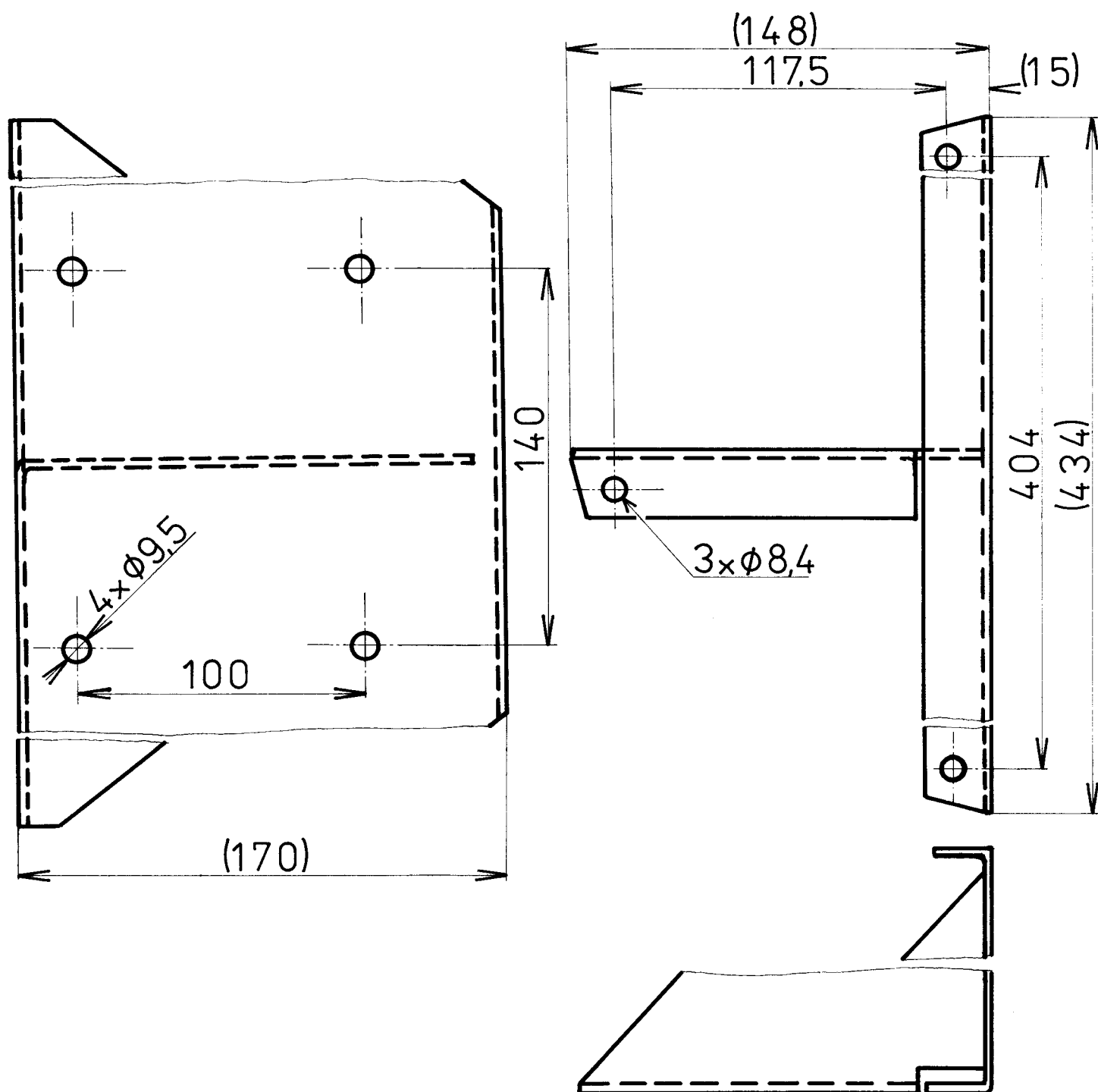
3-KOM-OS-073-02-01



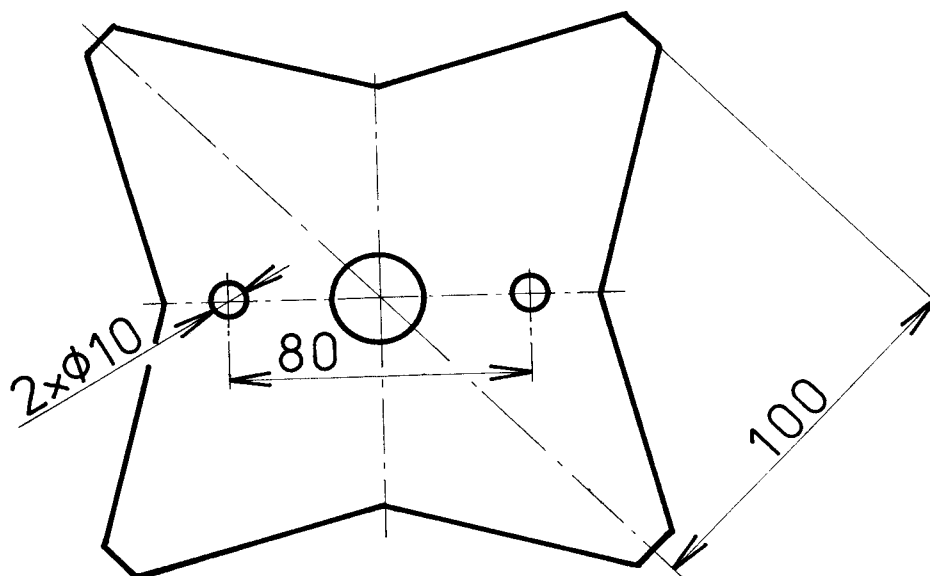
|             |                 |             |              |                         |            |             |          |               |             |
|-------------|-----------------|-------------|--------------|-------------------------|------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| Počet kusů  | Název - Rozměr  | Polotovár   | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp. | Č. váha     | Hr. váha | Číslo výkresu | Pos.        |
| Poznámka    |                 |             |              | Celková čistá váha v kg |            |             |          |               |             |
| Měřítko     | Kreslí P. ŠTROF |             | Čís. sním.   | Změna                   |            |             | Datum    | Podpis        | Index změny |
| 1:2         | Přezkoušel      |             |              |                         |            |             |          |               |             |
|             | Norm. ref.      |             |              |                         |            |             |          |               |             |
|             | Výs. provedení  | Schválil    | Č. transp.   |                         |            |             |          |               |             |
|             |                 | Dne         |              |                         |            |             |          |               |             |
| Typ ZHA 111 |                 | Skupina     | Starý výkres |                         |            | Nový výkres |          |               |             |
| LVZ         |                 | Název       |              |                         | P 01       |             |          | List          |             |
|             |                 | STOLIČKA    |              |                         |            |             |          |               |             |
|             |                 | Počet listů |              |                         |            |             |          |               |             |



|             |                 |           |              |                         |            |             |          |               |             |
|-------------|-----------------|-----------|--------------|-------------------------|------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| Počet kusů  | Název - Rozměr  | Polotovár | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp. | Č. váha     | Hr. váha | Číslo výkresu | Pos.        |
| Poznámka    |                 |           |              | Celková čistá váha v kg |            |             |          |               |             |
| Měřítko     | Kreslí P. STROF |           | Čís. sním.   | Změna                   |            |             | Datum    | Podpis        | Index změny |
| 1:2         | Přezkoušel      |           |              | _____                   |            |             | _____    | _____         | x           |
|             | Norm. ref.      |           |              | _____                   |            |             | _____    | _____         | x           |
|             | Výp. projektant | Schválil  | Č. transp.   | _____                   |            |             | _____    | _____         | x           |
|             |                 | Dne       |              | _____                   |            |             | _____    | _____         | x           |
| Typ ZHA 110 |                 | Skupina   | Starý výkres |                         |            | Nový výkres |          |               |             |
| Název       |                 | STOLIČKA  |              |                         | P 02       |             |          | List          |             |

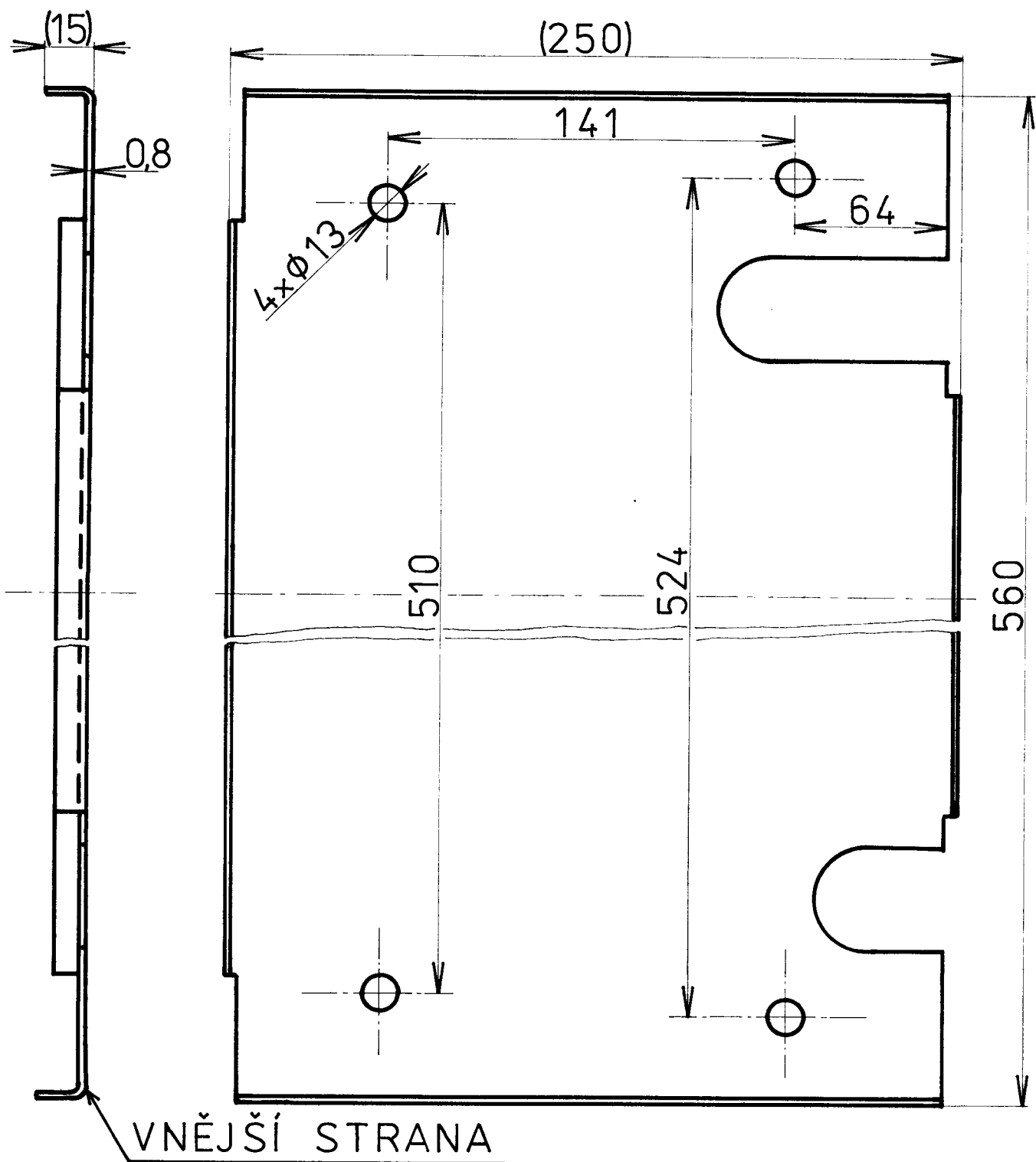


|                |                 |             |              |                         |             |         |             |               |             |
|----------------|-----------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|---------|-------------|---------------|-------------|
| Počet kusů     | Název - Rozměr  | Polotovary  | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp.  | Č. váha | Hr. váha    | Číslo výkresu | Pos.        |
| Poznámka       |                 |             |              | Celková čistá váha v kg |             |         |             |               |             |
| Měřítko<br>1:2 | Kreslí P. ŠTROF |             | Čís. sním.   | Změna                   |             |         | Datum       | Podpis        | Index změny |
|                | Prozkoušel      |             |              |                         |             |         |             |               |             |
|                | Norm. ref.      |             |              |                         |             |         |             |               |             |
|                | Výk. provedení  | Schválil    | Č. transp.   |                         |             |         |             |               |             |
|                |                 | Dne         |              | Starý výkres            |             |         | Nový výkres |               |             |
| LVZ            |                 | Typ ZHA 122 | Skupina      | Název                   |             |         | P 03        |               |             |
|                |                 | STOLIČKA    |              |                         | Počet listů |         |             | List          |             |



|                |                 |           |              |                         |            |         |             |               |             |
|----------------|-----------------|-----------|--------------|-------------------------|------------|---------|-------------|---------------|-------------|
|                |                 |           |              |                         |            |         | 0,53        |               |             |
| Počet kusů     | Název - Rozměr  | Polotovár | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp. | Č. váha | Hr. váha    | Číslo výkresu | Pos.        |
| Poznámka       |                 |           |              | Celková čistá váha v kg |            |         |             |               |             |
| Měřítko<br>1:2 | Kreslí P. ŠTŘOF |           | Čís. sním    | Změna                   |            |         | Datum       | Podpis        | Index změny |
|                | Přezkoušel      |           |              |                         |            |         |             |               |             |
|                | Norm. ref.      |           |              |                         |            |         |             |               |             |
|                | Výk. proložka   | Schválil  | Č. transp.   |                         |            |         |             |               |             |
|                |                 | Dne       |              |                         |            |         |             |               |             |
| LVZ            | Typ ZHA 110     |           | Skupina      | Starý výkres            |            |         | Nový výkres |               |             |
|                | Název<br>KŘÍŽ   |           |              | P 04                    |            |         | List        |               |             |





Hr.hmotnost 1

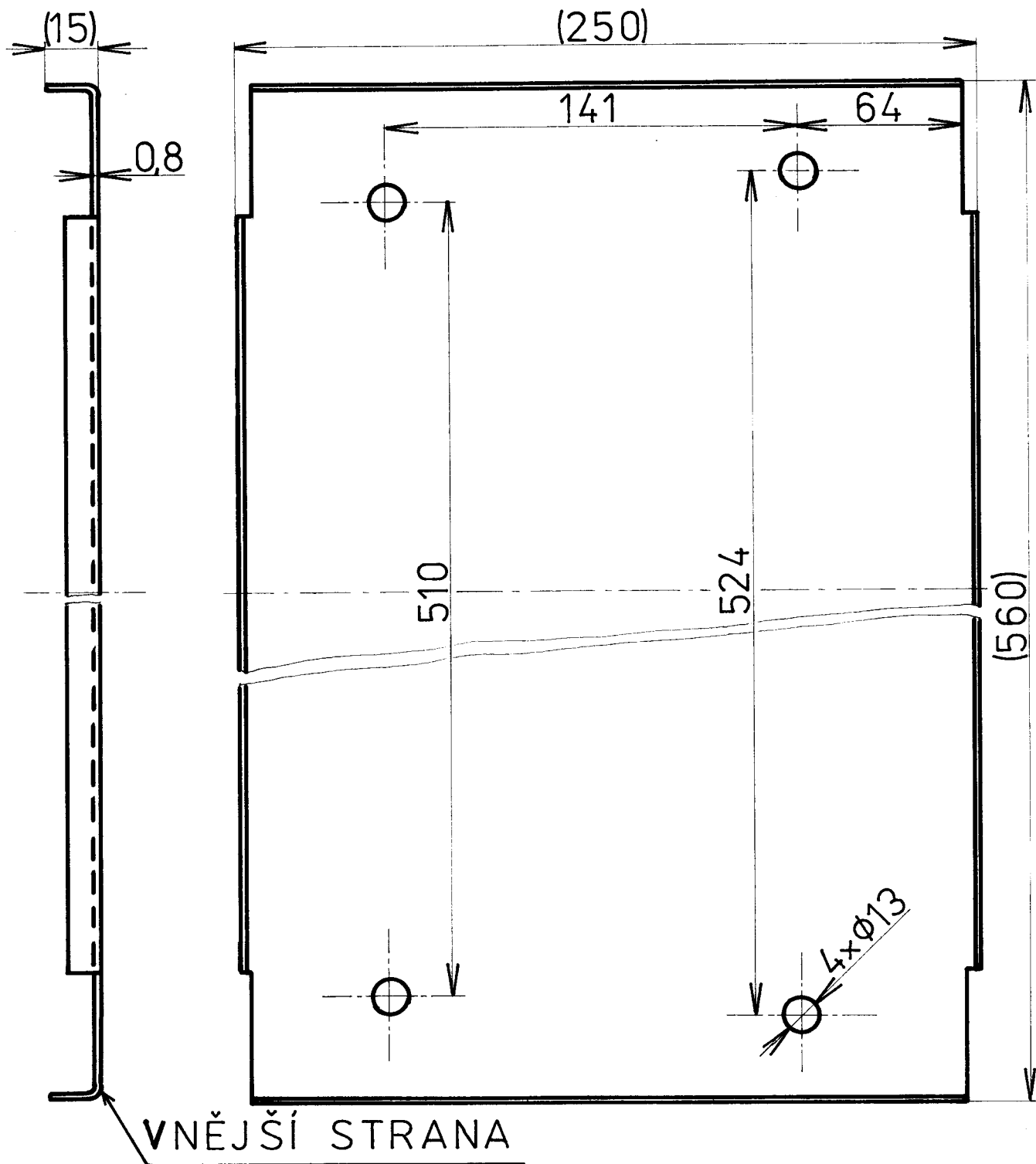
1:2 P. ŠTROF

1:2

ZHA 110

BOČNICE  
PRAVÁ

P 06



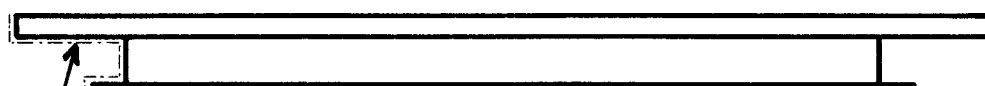
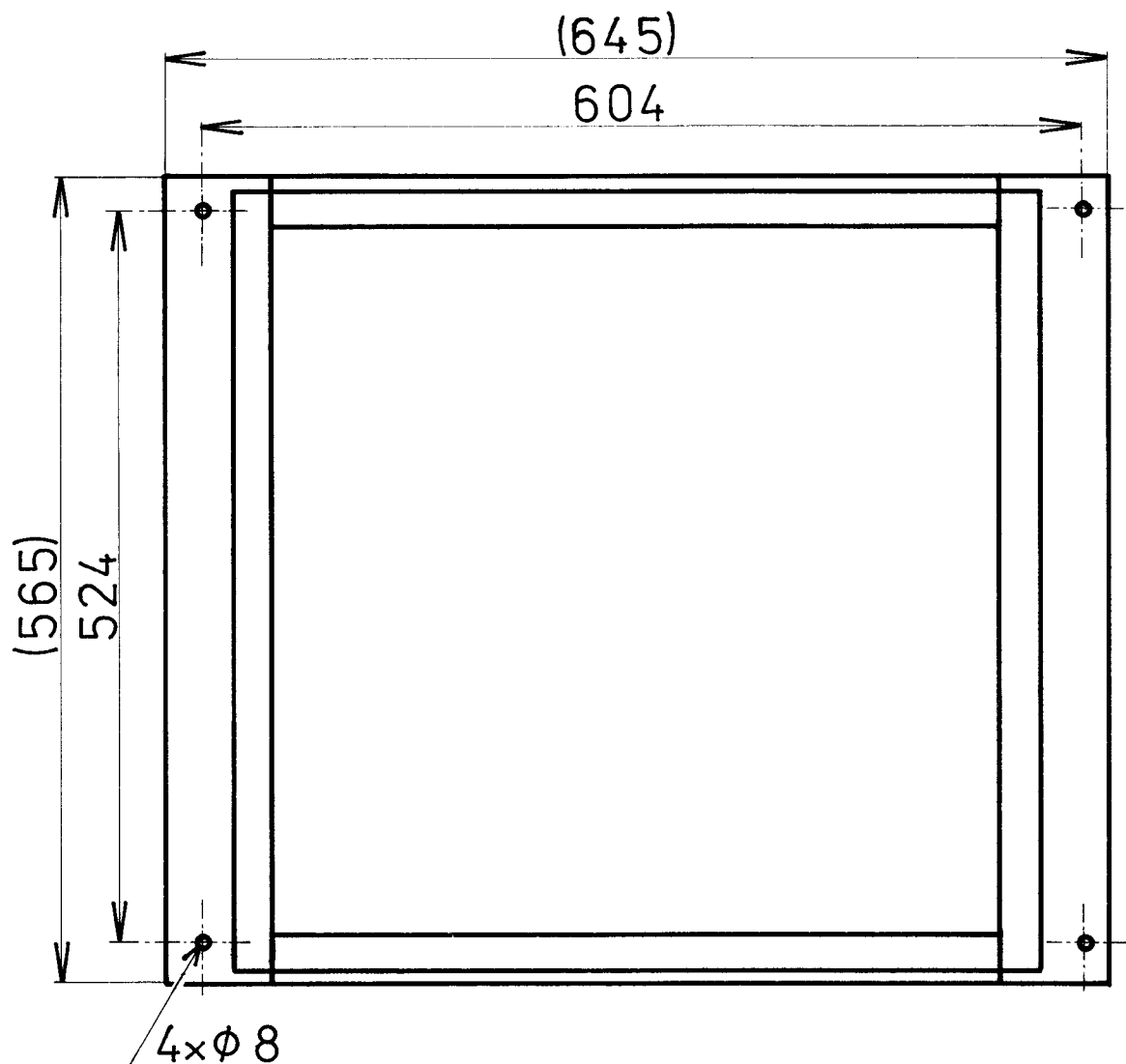
Hr. hmotnost 1

|         |     |          |  |
|---------|-----|----------|--|
| Měřtko  | 1:2 | P. ŠTROF |  |
| Kresla  |     |          |  |
| Přílohy |     |          |  |
| Vlastní |     |          |  |
| Vlastní |     |          |  |
| Vlastní |     |          |  |
| Vlastní |     |          |  |
| Vlastní |     |          |  |

ZHA 110

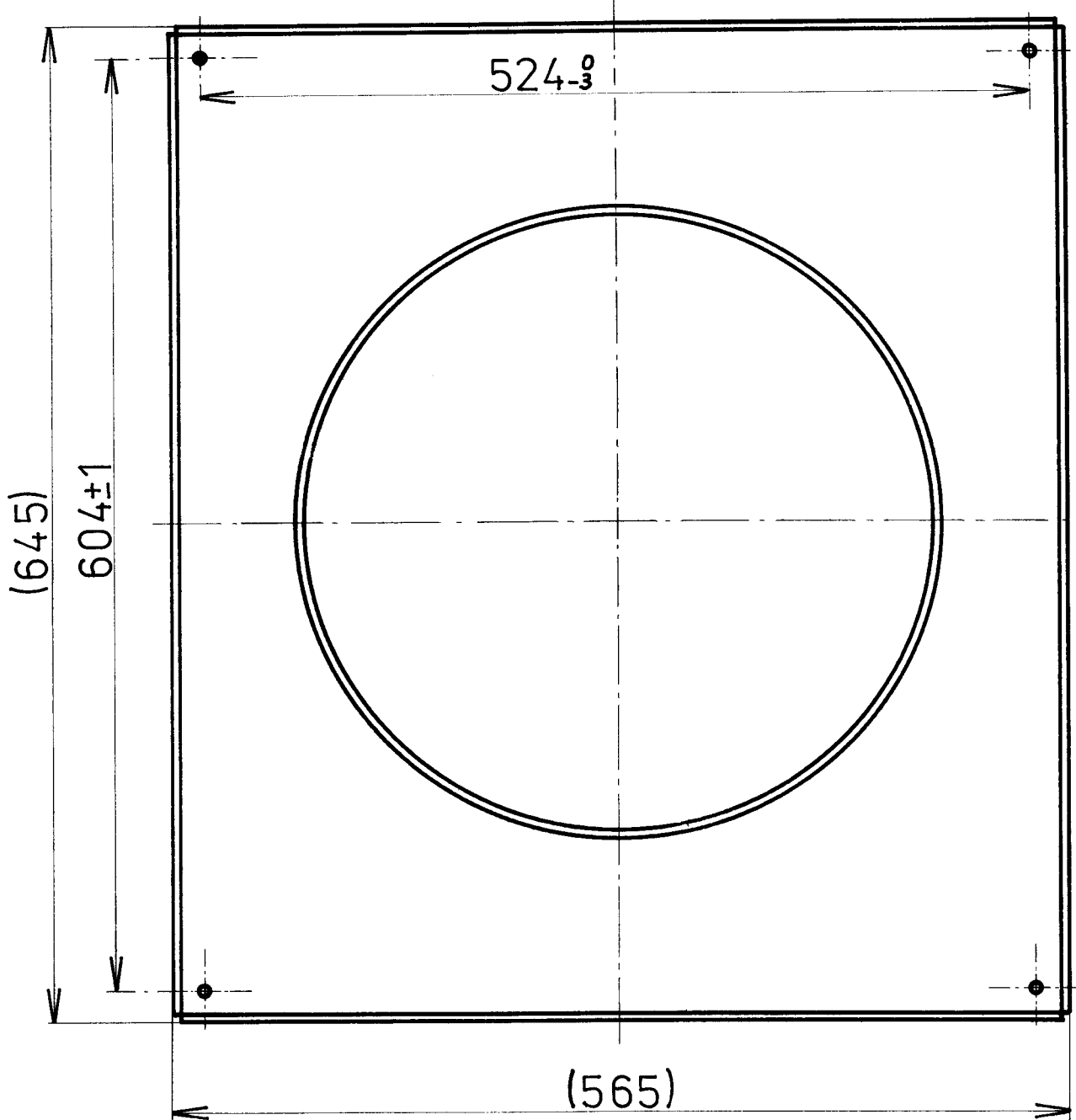
BOČNICE  
LEVA

P 07

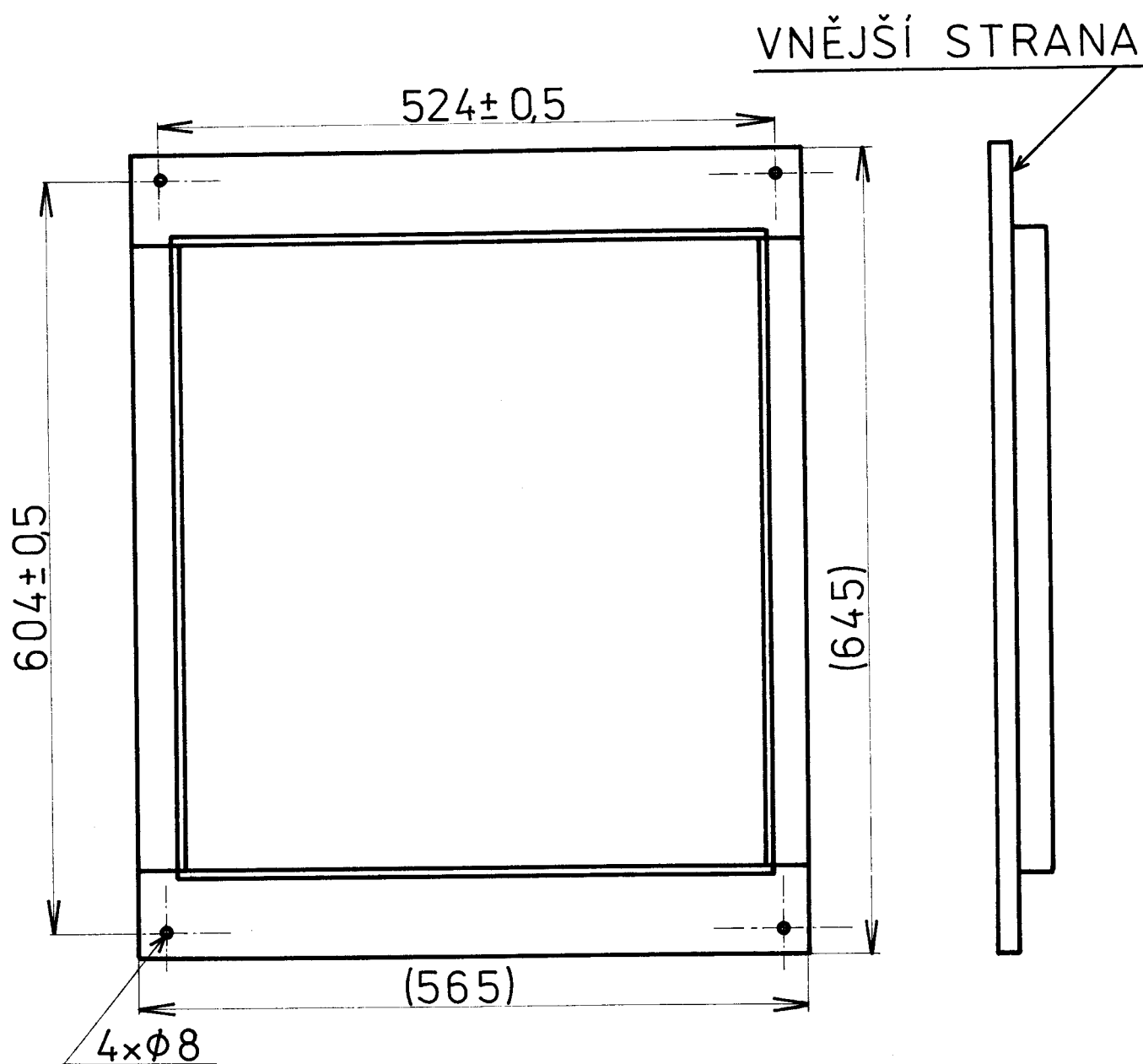


VNĚJŠÍ STRANA

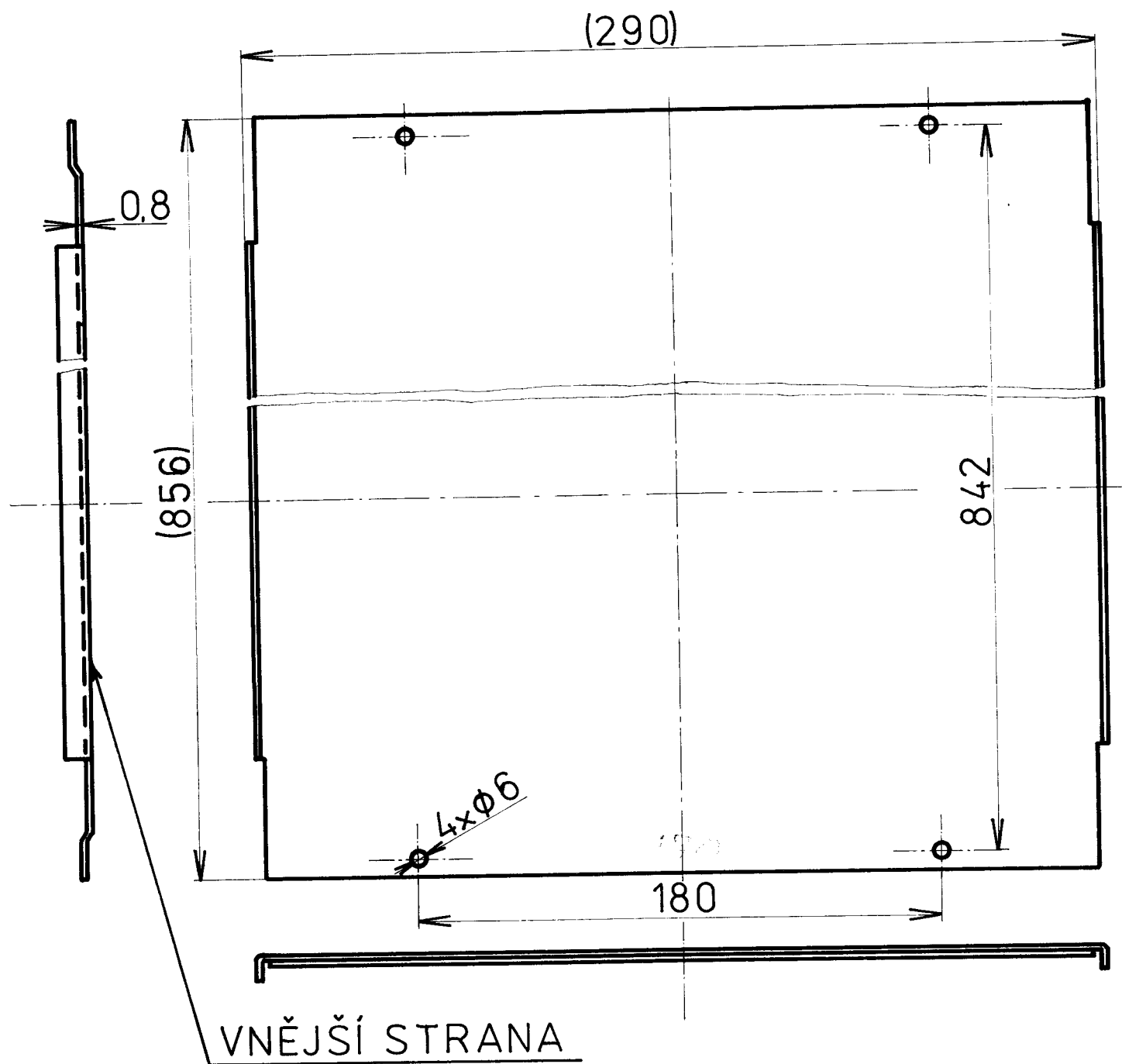
|                |                   |           |           |            |           |           |           |           |           |
|----------------|-------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MĚŘÍTKO<br>1:5 | KRESLIL: P. ŠTROF | C. STAVBA | D. STAVBA | E. STAVBA  | F. STAVBA | G. STAVBA | H. STAVBA | I. STAVBA | J. STAVBA |
|                | Stavba            |           |           |            |           |           |           |           |           |
| ZHA 210        | Norm. nat.        | ZHA 210   | ZHA 210   | ZHA 210    | ZHA 210   | ZHA 210   | ZHA 210   | ZHA 210   | ZHA 210   |
|                | Norm. nat.        |           |           |            |           |           |           |           |           |
| NÁSTAVEC       |                   | P 08      |           | Podat list |           | List      |           |           |           |



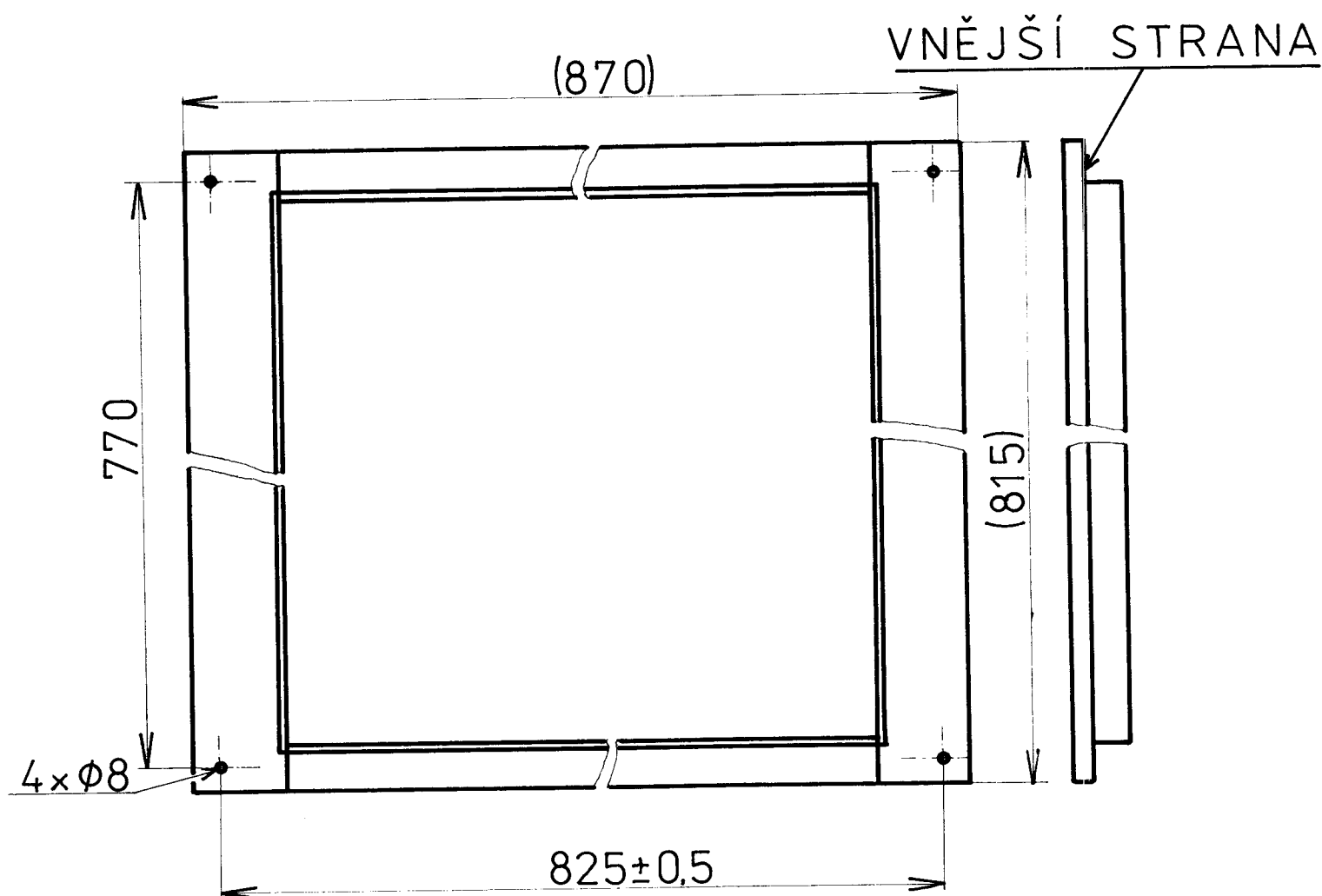
|                                                                                    |                                                                        |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Měřítko<br><b>1:5</b>                                                              | Název<br><b>P. ŠTROF</b><br>Příjiz. číslo<br>Norm. číslo<br>Výt. číslo | Číslo<br>Datum<br>Jméno<br>Podpis |
|  | Název<br><b>ZHA 110</b><br><b>KRYT</b>                                 | P 09                              |



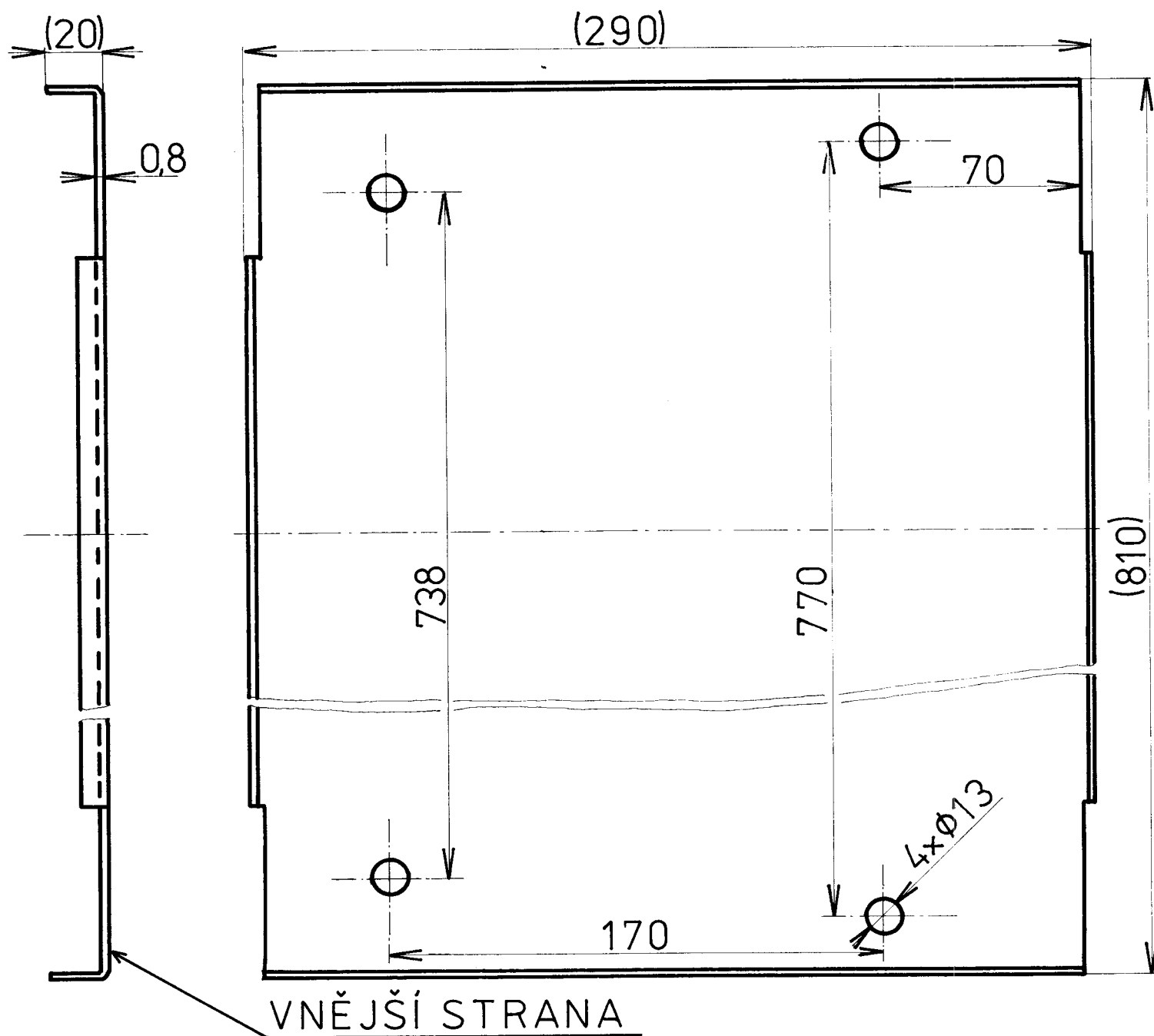
|                |                  |              |       |         |         |         |         |         |         |
|----------------|------------------|--------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| MĚŘÍTKO<br>1:5 | Kreslil P. STROF | Číslo kresby | Číslo | Měřítko | Měřítko | Měřítko | Měřítko | Měřítko | Měřítko |
|                | Provedení        |              |       |         |         |         |         |         |         |
| ZHA 110        |                  |              |       |         |         |         |         |         |         |
| RÁM KRYTU      |                  | P 10         |       |         |         |         |         |         |         |



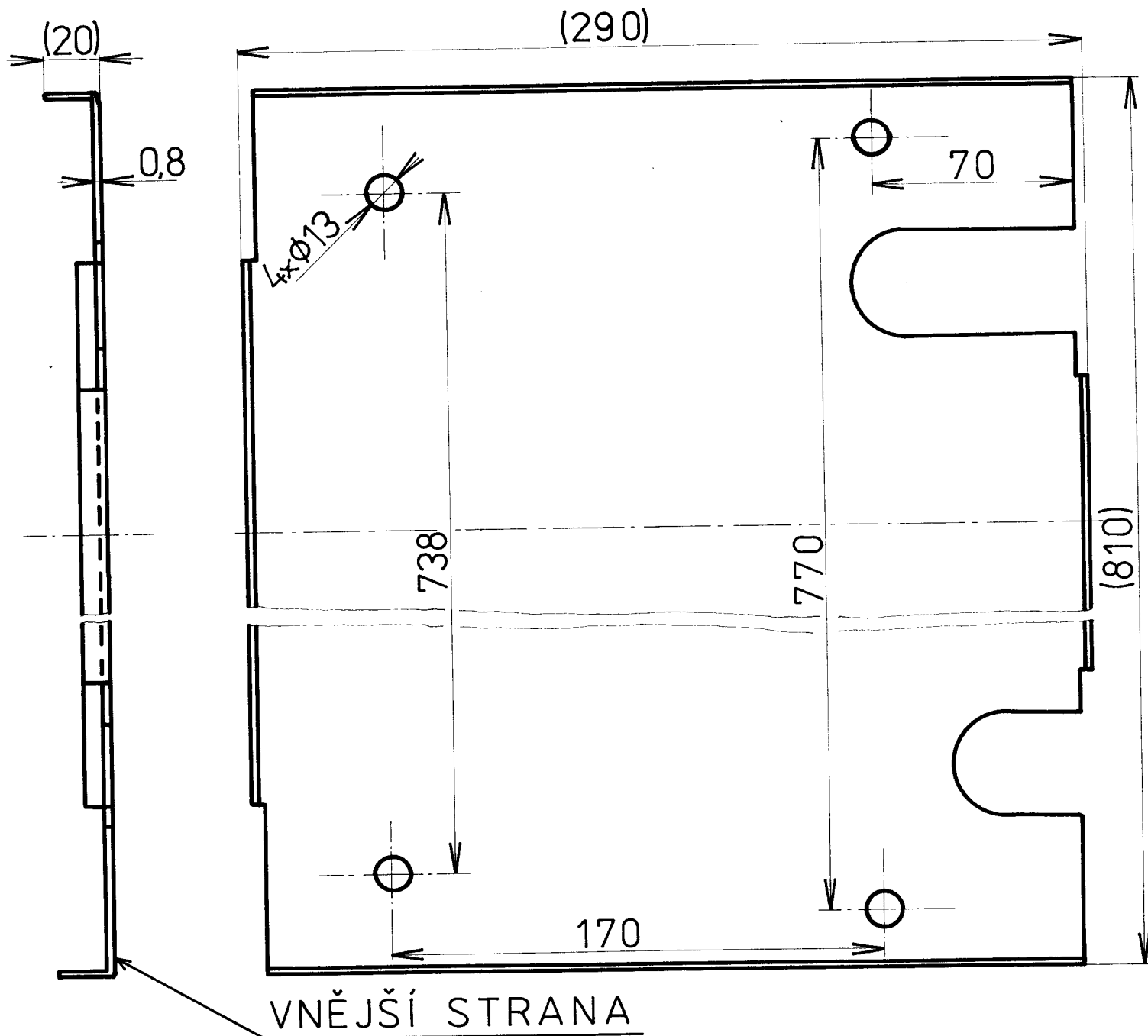
|                |                 |            |              |                         |             |         |          |               |      |  |
|----------------|-----------------|------------|--------------|-------------------------|-------------|---------|----------|---------------|------|--|
|                |                 |            |              |                         |             | 1,68    |          |               |      |  |
| Počet kusů     | Název - Rozměr  | Polotovary | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp.  | Č. váha | Hr. váha | Číslo výkresu | Pos. |  |
| Poznámka       |                 |            |              | Celková čistá váha v kg |             |         |          |               |      |  |
| Měřítko<br>1:2 | Kreslí P. ŠTROF |            | Čís. sním.   | Změna                   |             | Datum   | Podpis   | Index změny   | x    |  |
|                | Přezkoušel      |            |              |                         |             |         |          |               | x    |  |
|                | Norm. ref.      |            |              |                         |             |         |          |               | x    |  |
|                | Výn. představa  | Schválil   | Č. transp.   |                         |             |         |          |               | x    |  |
|                |                 | Dne        |              |                         |             |         |          |               | x    |  |
| Typ ZHA 310    |                 | Skupina    | Starý výkres |                         | Nový výkres |         |          |               |      |  |
| Název          |                 | P 11       |              | Počet listů             |             | List    |          |               |      |  |
| LVZ            |                 | DÍL PLÁŠTĚ |              |                         |             |         |          |               |      |  |



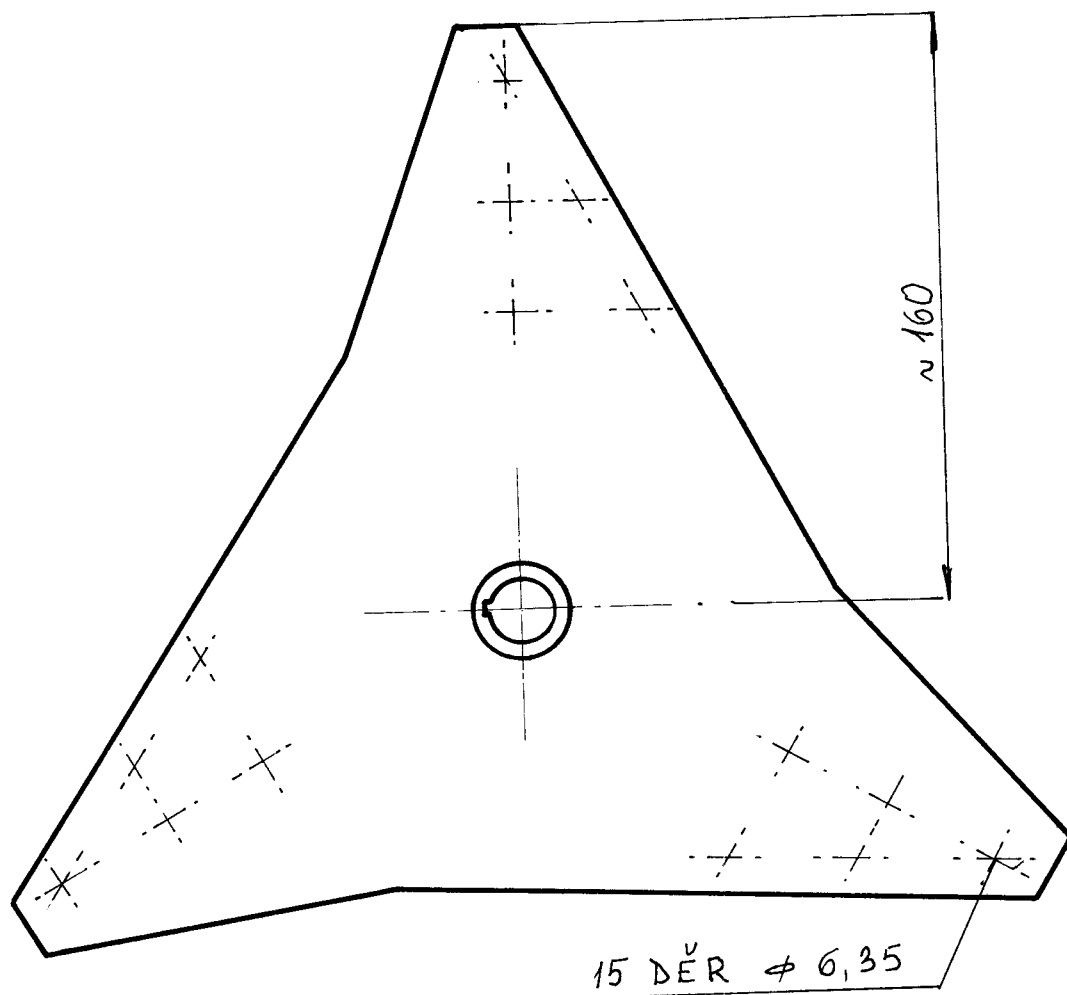
|                |                 |                     |              |                         |            |         |             |               |             |
|----------------|-----------------|---------------------|--------------|-------------------------|------------|---------|-------------|---------------|-------------|
| Počet kusů     | Název - Rozměr  | Polotovary          | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp. | Č. váha | Hr. váha    | Číslo výkresu | Pos.        |
| Poznámka       |                 |                     |              | Celková čistá váha v kg |            |         |             |               |             |
| Měřítko<br>1:5 | Kreslí P. ŠTROP |                     | Čís. sním.   | Změna                   |            |         | Datum       | Podpis        | Index změny |
|                | Prozkoušel      |                     |              |                         |            |         |             |               |             |
|                | Norm. ref.      |                     |              |                         |            |         |             |               |             |
|                | Výr. prohlášen  | Schválil            | Č. transp.   |                         |            |         |             |               |             |
|                |                 | Dne                 |              | Starý výkres            |            |         | Nový výkres |               |             |
| LVZ            |                 | Typ ZHA 310 Skupina |              | Název                   |            |         | P 12        |               |             |
|                |                 | RÁM KRYTU           |              | Počet listů             |            |         | List        |               |             |



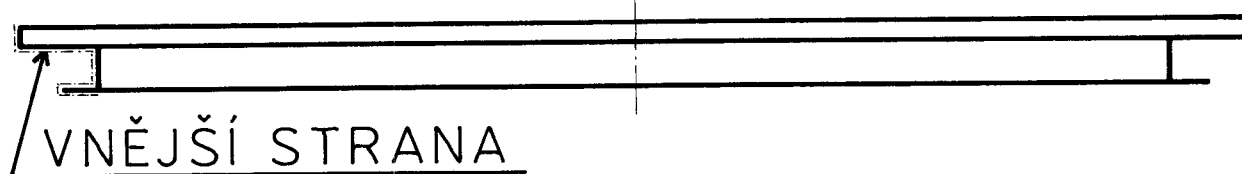
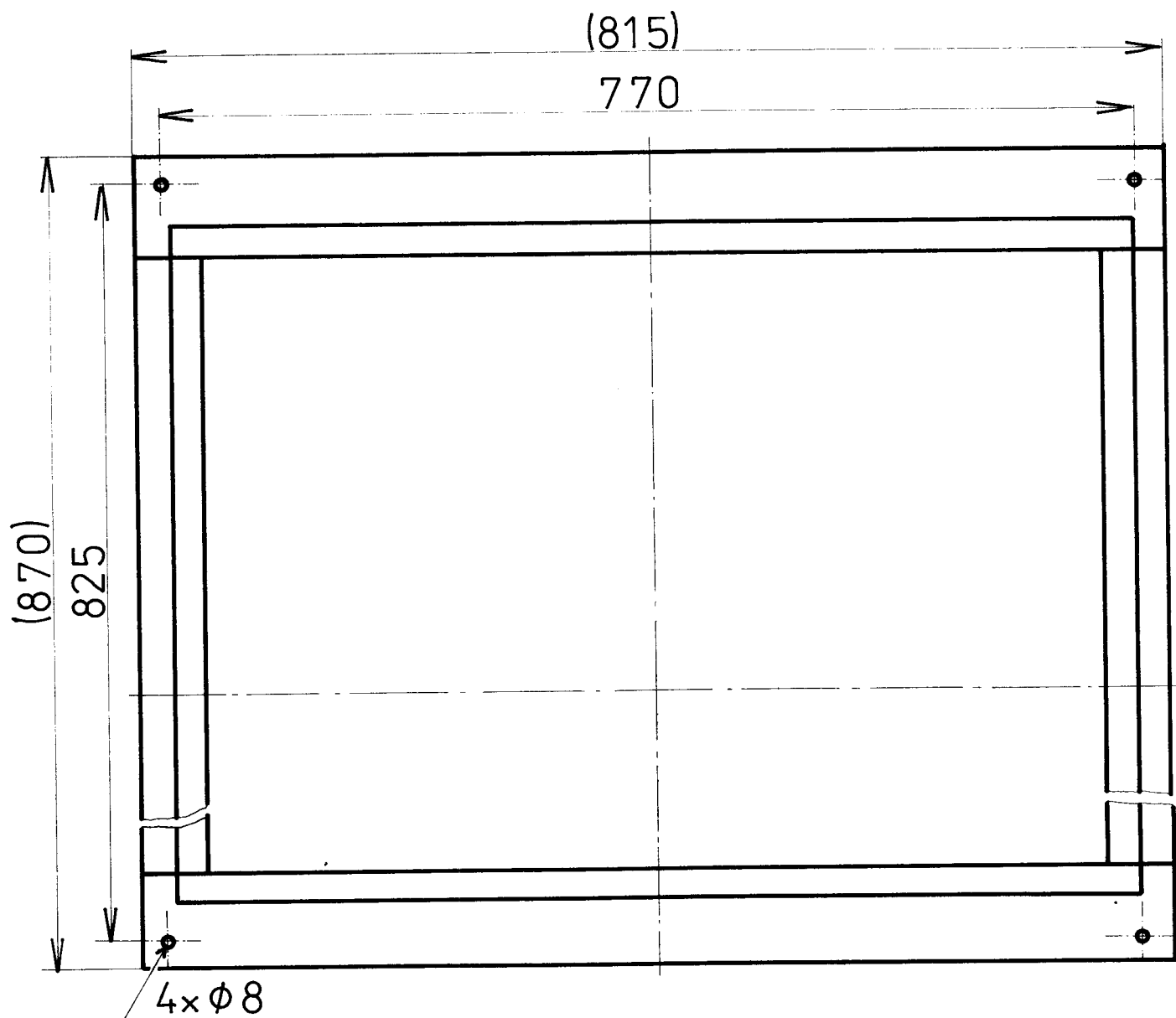
|            |                |              |              |                         |            |         |             |               |             |
|------------|----------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|---------|-------------|---------------|-------------|
|            |                |              |              |                         |            |         | 1,65        |               |             |
| Počet kusů | Název - Rozměr | Polotovár    | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Trída odp. | Č. váha | Hr. váha    | Číslo výkresu | Pos.        |
| Poznámka   |                |              |              | Celková čistá váha v kg |            |         |             |               |             |
| Měřítko    | Kreslí         | P. STROF     | Čís. sním.   | Změna                   |            |         | Datum       | Podpis        | Index změny |
| 1:2        | Dězkouše:      |              |              |                         |            |         |             |               |             |
|            | Norm. ref.     |              |              |                         |            |         |             |               |             |
|            | Výr. provedení | Schválil     | Č. transp.   |                         |            |         |             |               |             |
|            |                | Dne          |              |                         |            |         |             |               |             |
| LVZ        | Typ            | ZHA 310      | Skupina      | Starý výkres            |            |         | Nový výkres |               |             |
|            | Název          | BOČNICE LEVÁ |              |                         | P 13       |         |             |               |             |
|            |                |              |              | Počet listů             |            |         | List        |               |             |



|            |                     |           |              |                         |              |             |          |               |             |
|------------|---------------------|-----------|--------------|-------------------------|--------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| Počet kusů | Název - Rozměr      | Polotovár | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Príloha odp. | Č. váha     | Hr. váha | Číslo výkresu | Pos.        |
|            |                     |           |              |                         |              | 1,65        |          |               |             |
| Poznámka   |                     |           |              | Celková čistá váha v kg |              |             |          |               |             |
| Měřítko    | Kreslí P. STROF     |           | Čís. sním    | Změna                   |              |             | Datum    | Podpis        | Index změny |
| 1:2        | Přezkoušel          |           |              |                         |              |             |          |               |             |
|            | Norm. ref.          |           |              |                         |              |             |          |               |             |
|            | Výs. projektant     | Schválil  | Č. transp.   |                         |              |             |          |               |             |
|            |                     | Dne       |              |                         |              |             |          |               |             |
| LVZ        | Typ ZHA 310         | Skupina   | Starý výkres |                         |              | Nový výkres |          |               |             |
|            | Název BOČNICE PRAVÁ |           | P 14         |                         |              | Počet listů |          |               |             |
| List       |                     |           |              |                         |              |             |          |               |             |



|                |                |            |           |              |                         |             |             |             |               |      |            |
|----------------|----------------|------------|-----------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------|------------|
| Počet kusů     | Název          | Rozměr     | Polotovár | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp.  | Č. váha     | Hr. váha    | Číslo výkresu | Pos. |            |
| Poznámka       |                |            |           |              | Celková čistá váha v kg |             |             |             |               |      |            |
| Měřítko<br>1:2 | Kreslí         | P. STROF   |           | Čís. sním.   | Změna                   | Datum       | Podpis      | Index změny |               | x    |            |
|                | Prozkoušel     |            |           |              |                         |             |             |             |               |      | Č. transp. |
|                | Norm. ref.     |            |           |              |                         |             |             |             |               |      |            |
|                | Výk. provedení | Schválil   | Dne       |              |                         |             |             |             |               |      |            |
| Typ            |                | ZHA 310    |           | Skupina      | Starý výkres            |             | Nový výkres |             |               |      |            |
| Název          |                | STŘED KOLA |           |              |                         | P 15        |             | List        |               |      |            |
| LVZ            |                |            |           |              |                         | Počet listů |             |             |               |      |            |



|                |                   |           |              |                         |            |             |             |               |      |
|----------------|-------------------|-----------|--------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|---------------|------|
| Počet kusů     | Název - Rozměr    | Polotovár | Mat. konečný | Mat. výchozí            | Třída odp. | Č. váha     | Hr. váha    | Číslo výkresu | Pos. |
| Poznámka       |                   |           |              | Celková čistá váha v kg |            |             |             |               |      |
| Měřítko<br>1:5 | Kreslí            | P. ŠTROF  | Čís. sním.   | Změna                   | Datum      | Podpis      | Index změny |               | x    |
|                | Průzkoušel        |           |              |                         |            |             |             |               | x    |
|                | Norm. ref.        |           |              |                         |            |             |             |               | x    |
|                | Výr. provedení    | Schválil  | Č. transp.   |                         |            |             |             |               | x    |
|                |                   | Dne       |              |                         |            |             |             |               | x    |
| LVZ            | Typ ZHA 410       |           | Skupina      | Starý výkres            |            | Nový výkres |             |               |      |
|                | Název<br>NÁSTAVEC |           |              | P 16                    |            |             |             |               |      |
|                |                   |           |              | Počet listů             |            | List        |             |               |      |