Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní

Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1986/87

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Františka Kulhavého

obor 23 - 07 - 8 strojírenská technologie

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 mezioperační manipulace se sekcemi bezvřetenových dopřádacích strojů BD a BDA v prostoru zapřádání s využitím vozíků na vzduchovém polštáři

Zásady pro vypracování:

1. Politicko- ekonomický význam zadání
2. Rozbor stávajícího stavu mezioperační manipulace v objektu
3. Technicko-organizační studie manipulace se sekcemi
4. Konstrukční návrh univerzálního vozíku na vzduchovém polštáři pro přepravu sekce typu BD 200 RN a BDA 10, včetně řešení rozvodu tlakového vzduchu pro navržené řešení
5. Ekonomické zhodnocení navrženého řešení, závěr

V 248/87 S

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

Rozsah grafických prací: Konstrukční podklady pro vozíky na vzduhovém polštáři - dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 - 50 stran textu

Seznam odborné literatury:

Líbal, V. a kol.: Organizace a řízení výroby. SNTL 1976

Mayer, J.: Teoretické základy energetických zařízení. II. díl, skripta VŠST Liberec, 1984

Kušnik, M.E.: Transportnyje ustrojstva na vozdušnoj poduške, Montažnyje i specialnyje roboty v strojitělstvě, 9/1975

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivana Kubelková, CSc.

Konzultant: Ing. Jiří Blecha, Elitex ,p. Ústí n/Orlicí

Datum zadání diplomové práce: 6. 10. 1986

Termín odevzdání diplomové práce: 11. 5. 1987

Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.
Vedoucí katedry

Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.
Děkan

V Liberci dne 30. 9. 19 86

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

nositelka Řádu práce

Katedra obrábění a montáže

Fakulta strojní

obor 23-07-8 - strojírenská technologie

zaměření obrábění a montáž

Racionalizace mezioperační manipulace se sekcemi bezvřetenových dopřádacích strojů BD a BDA v prostoru zapřádání s využitím vozíků na vzduchovém polštáři

KOM - OM - 502

František Kulhavý

Vedoucí práce: Ing. Ivana Kubelková CSc, katedra obrábění a montáže VŠST Liberec

Konzultant: Ing. Jiří Blecha, projektant EVT a.s.ELIT Ústí nad Orlicí

Počet stran: 63

Počet příloh: 4

Počet tabulek: 11

Počet obrázků: 16

Počet výkresů: 4

Počet modelů nebo jiných příloh: -

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

nositelka Řádu práce

Fakulta strojní Katedra obrábění a montáže

obor 23-07-8 - strojírenská technologie

zaměření obrábění a montáž

Racionalizace mezioperační manipulace se sekcemi bezvřetenových dopřádacích strojů BD a BDA v prostoru zapřádání s využitím vozíků na vzduchovém polštáři

KOM - OM - 502

František Kulhavý

Vedoucí práce: Ing. Ivana Kubelková CSc, katedra obrábění a montáže VŠST Liberec

Konzultant: Ing. Jiří Blecha, projektant RVP k.p.ELITEX Ústí nad Orlicí

Počet stran: 63

Počet příloh: 4

Počet tabulek: 11

Počet obrázků: 16

Počet výkresů: 4

Počet modelů nebo jiných příloh: -

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

V Liberci dne 3. května 1987

Obsah: List:

Seznam příloh 2
Seznam použitých zkratek a symbolů 3
1. Úvod 6
2. Současný stav manipulace se sekcemi 9
2.1. Umístění a funkce jednotlivých pracovišť 9
2.2. Manipulace se sekcemi při jejich odvozu 11
2.3. Manipulace se sekcemi při jejich výměně 14
3. Navrhovaný způsob manipulace se sekcemi 18
3.1. Přepravní plošiny a podmínky jejich provozu 18
3.2. Manipulace se sekcemi při jejich odvozu 22
3.3. Manipulace se sekcemi při jejich výměně 24
4. Návrh provozního předpisu 27
4.1. Základní ustanovení 27
4.2. Pracovní doba 27
4.3. Pracovní činnosti 27
4.4. Specifické podmínky manipulace s materiálem 29
4.5. Specifické bezp. a hygienické podmínky 30
4.6. Specifické požární podmínky provozu 31
4.7. Odpovědnost pracovníků 31
5. Teorie vzduchového polštáře 33
5.1. Návrh pneumatické opěry 33
5.2. Princip funkce vzduchového polštáře 33
5.3. Tlakové parametry vzduchového polštáře 34
5.4. Průtokové parametry vzduchového polštáře 37
5.5. Výkonové parametry vzduchového polštáře 39
5.6. Vliv velikosti abs. tlaku na parametry opěry 40
5.7. Charakteristika pneumatické opěry 44
5.8. Dopravní plošina s n pneumatickými opěrami 46
6. Konstrukční část 48
6.1. Konstrukce plošiny na vzduchovém polštáři 48
6.2. Konstrukce závěsného zařízení přív. hadice 49

7. Ekonomické zhodnocení 50
7.1. Produktivita práce a její dynamika 50
7.2. Úspory 52
7.3. Nutné náklady na navrhovaný způsob manipulace 56
7.4. Návratnost vynaložených nákladů 60
8. Závěr 62
Seznam použité literatury 63

Seznam příloh:

Příloha 1 - Základní rozměry sekcí strojů BD 200 RCE(RN) a BDA 10
Příloha 2 - Situační plán haly zabíhání a konečných úprav pro výrobu sekcí strojů BD 200 RCE(RN)
Příloha 3 - Situační plán haly zabíhání a konečných úprav pro výrobu sekcí strojů BDA 10
Příloha 4 - Výkres stavitelného stojanu pod sekce

Seznam použitých zkratek a symbolů

a_j - počet sekcí do jednoho stroje (sekce/stroj),
A - náklady na výrobu plošin na vzduchovém polštáři (Kčs),
A_1 - náklady na nákup elementů vzduch. polštáře (Kčs),
A_2 - náklady na výrobu rámů plošin (Kčs),
b_j - počet pracovníků v dané operaci (prac./sekci),
B - roční úspora fin. prostř. ze snížení spotřeby elektrické energie (Kčs),
B_i - roční úspora el. energie v dané operaci (Kčs),
$B_{i(j)}$ - roční úspora el. energie v dané operaci a při daném pohybu jeřábu (Kčs/rok),
c_j - příkon elektromotoru pro j-tý pohyb (kW),
C_1 - cena jednoho vzduchového polštáře (Kčs/ks),
C_2 - výrobní cena jednoho rámu plošiny (Kčs/ks),
C_3 - výrobní cena jedné kladky (Kčs/ks),
C_4 - výrobní cena shrnovací lišty (Kčs),
C_5 - montážní náklady na rozvod tlakového vzduchu (Kčs),
C_6 - náklady na výrobu 1 m^3 tlakového vzduchu (Kčs/m^3),
C_7 - cena úpravy 1 ks stojanu (Kčs/ks),
C_8 - náklady na výrobu 1 ks stojanu pod sekce (Kčs/ks),
C_9 - náklady na položení 1 m^2 plastbetonu (Kčs/m^2),
C_{10} - nákupní cena 1 m hadice (Kčs/m),
C_{11} - celkové nákupní cena potřebné vzduchotechniky (Kčs),
d - cena 1 kWh elektrické energie (Kčs/kWh),
D - průměr pneumatické opěry (m),
E - celkové náklady na rozvod tlakového vzduchu (Kčs),
E_1 - náklady na zhotovení nosného prvku hadice (Kčs),
E_2 - náklady na výrobu a montáž nosných kladek (Kčs),
E_3 - náklady na hadice a potřebnou vzduchotechniku (Kčs),
f_s - součinitel vlečného tření vznášející se opěry (1),

g - tíhové zrychlení zemské (m/s^2),
G - hmotnost břemene (kg),
h - zdvih opěry nad podložkou (m),
H - roční náklady na výrobu potřebného tlak. vzduchu (Kčs/rok),
H_i - roční náklady na výrobu potřebného tlak. vzduchu v i-té operaci (Kčs/rok),
J - celkové náklady na stojany pod sekce (Kčs),
J_1 - náklady na úpravu stojanů (Kčs),
J_2 - náklady na vyrobení nových stojanů (Kčs),
m - počet průjezdů jeřábu daným místem (1),
M_k - roční výroba strojů daného typu (strojů/rok),
n - počet pneumatických opěr na jedné plošině (ks/plošinu),
n_R - počet let, za který nám úspory vyrovnají náklady (rok),
N_L - výkon vzduchu při vznášení opěry (W),
N_S - výkon při posuvu vznášející se opěry (W),
N_V - úhrnný výkon na vznášení a posuv opěry (W),
p - absolutní tlak v opěře (Pa),
p_o - atmosférický tlak (Pa),
Δp - přetlak vzduchu v opěře (Pa),
P - celkové náklady na opravu podlahy (Kčs),
P_1 - náklady na odstranění kolejí (Kčs),
P_2 - náklady na položení vrstvy plastbetonu (Kčs),
Q - hmotnostní průtok vzduchu otvorem (kg/s),
Q_i - množství vyrobených produktů (ks),
R - měrná plynová konstanta vzduchu (J/kgK),
s_2 - počet vyráběných plošin (ks),
s_3 - počet stojanů k opravě (ks),
s_4 - počet stojanů k výrobě (ks),
s_5 - plocha, která bude pokryta novou vrstvou plastbet. (m^2),
s_6 - počet nosných kladek (ks),
s_7 - celková potřebná délka přívodních hadic (m),

S - plocha pneumatické opěry (m^2),
S_0 - plocha výtokového průřezu (m^2),
$š$ - šíře obrazce v Sankeyově diagramu (mm),
t_{iV} - doba spotřeby tlak. vzduchu pro daný stroj (hod/stroj),
$t_{i(j)S}$ - stávající čas j-tého pohybu jeřábu v i-té operaci (hod/stroj),
$t_{i(j)N}$ - navrhovaný čas j-tého pohybu jeřábu v i-té operaci (hod/stroj),
T - absolutní teplota vzduchu (K),
T_i - odpracovaný čas (hod),
T_{iS} - stávající výkonová norma jedné sekce (hod),
T_{iN} - navrhovaná výkonová norma jedné sekce (hod),
U - celková roční úspora z mezd (Kčs/rok),
U_i - roční úspora na mzdách v dané operaci při výrobě daného stroje (Kčs/rok),
v_s - rychlost posuvu plošiny (m/s),
V - objemový průtok vzduchu otvorem (m^3/s),
V_i - produktivita práce (ks/hod),
V_{iS} - produktivita práce stávající (ks/hod),
V_{iN} - produktivita práce v navrženém způsobu (ks/hod),
V_v - spotřeba tlakového vzduchu plošinou (m^3/hod),
W - celková výše všech nákladů (Kčs),
X - výtokový součinitel (1),
Z - celkové úspory vzniklé zavedením nového způsobu manipulace se sekcemi (Kčs/rok),
z_k - hodinový mzdový tarif jednoho prac. (Kčs/hod a prac.),
α - součinitel kontrakce (1),
ρ - měrná hmotnost vzduchu před otvorem (kg/m^3).

1. Úvod

XVII. sjezd KSČ při koncipování cílů sociálně ekonomického rozvoje vycházel z důkladné analýzy tendencí vývoje v uplynulých 15 letech a zejména v období 7. pětiletky. Hlavním východiskem programu XVII. sjezdu byly však podmínky a požadavky budoucího vývoje, které posuzoval jak z vnitřního, tak mezinárodního hlediska. Základem dalšího rozvoje se stal společný zájem a úsilí celého socialistického společenství v čele s SSSR o další progresivní rozvoj socialismu, o plné prosazení jeho předností ve spojení s vymoženostmi vědeckotechnické revoluce.

Generální linií hospodářské a sociální politiky strany v nadcházejícím období 8. pětiletky a ve výhledu do roku 2000 se stala strategie urychlení sociálně ekonomického rozvoje, směřující k podstatnému zvýšení efektivnosti našeho hospodářství cestou urychlené a všestranné intenzifikace, založené na plném uplatnění vědeckotechnického pokroku ve výrobě i v dalších oblastech činnosti.

Je nezbytné se odpoutat od dosavadních tendencí vývoje a zajistit vyšší tvorbu zdrojů než v předcházejícím desetiletí. Náročnost úkolů není ani tak v požadovaném tempu růstu samém, jako spíše v nárocích na vzestup efektivnosti. V nadcházejícím období je 3,5 % růst národního důchodu podmíněn růstem efektivnosti minimálně o 1,3 % ročně, tedy tempem více jak dvojnásobně vyšším než v předcházející etapě vývoje.

Podstata a hlavní obsah strategie urychlení proto tkví především v urychlení procesu intenzifikace a v dosažení nové kvality ekonomického růstu. Strategie urychlení proto obrací pozornost k těm intenzifikačním činitelům, které

jsou schopny překonávat dlouhodobé bariéry na straně zdrojů. Základem se proto stává:

- uplatnění vědeckotechnického pokroku ve výrobě,
- rozvinutí mezinárodní dělby práce na bázi socialismu a ekonomické integrace členských zemí RVHP,
- systematické zdokonalování hospodářského mechanismu.

Náš koncernový podnik ELITEX Ústí nad Orlicí zaujímá významné místo v textilním strojírenství zejména vývozem bezvřetenových dopřádacích strojů BD 200 RN, BD 200 RCE a automatizovaných strojů bezvřetenového předení BDA 10 do socialistických i nesocialistických zemí. Pokud chceme hodnotit první rok 8. pětiletky z pohledu závěrů XVII. sjezdu KSČ, je nutno konstatovat, že větší díl práce nám zbývá zabezpečit v dalších letech pětiletky. Současný stav nezabezpečuje dynamiku a úkoly se zvládají ne technicko-organizačními zásahy, ale za pomoci mimořádných opatření, včetně brigád techniků.

Stranické, odborové a svazácké organizace podniku projednaly vypracovaný Stabilizační program k.p. ELITEX Ústí nad Orlicí do roku 1990 a výhled do roku 2000 s tím, že vedení podniku musí zabezpečit hlavní cíle, které určuje linie XVII. sjezdu tak, aby došlo k upevnění výroby textilních strojů a to jak v efektivnosti výroby, tak i v kvalitě. Jedině dlouhodobým programem rozvoje podniku je možné odstranit současné nedostatky a navrátit našemu podniku dřívější lesk. V nejbližší době je nutno proto připravit moderní techniku ke zvýšení produktivity práce a zvýšit i samotnou organizaci práce na všech pracovištích.

Jedním z kroků, které by měly přiblížit výše uvedené cíle v našem závodě, je i zlepšení manipulace se sekcemi. Tato manipulace v prostoru haly zabíhání se dosud provádí

pomocí elektrického mostového jeřábu a kolejového vozíku, což je neoperativní a zdlouhavé. V poslední době se ve světě objevila nová dopravní technika, založená na využití vzduchového polštáře sloužícího k pronikavému zmenšení vlečného tření mezi pohybujícím se předmětem a podložkou, po níž se předmět pohybuje.

Tato práce se proto zabývá nasazením a využitím této nové dopravní techniky, přesněji řečeno dopravních plošin na vzduchovém polštáři, ke zlepšení a urychlení manipulace se sekcemi v prostoru haly zabíhání a části expedice.

2. Současný stav manipulace se sekcemi v prostorách haly zabíhání a konečných úprav

2.1. Umístění a funkce jednotlivých pracovišť v hale

ELITEX k.p. Ústí nad Orlicí je začleněn do VHJ ELITEX s generálním ředitelstvím v Liberci. Náš k.p. se ve svém základním závodě zabývá převážně montáží bezvřetenových dopřádacích strojů. Hlavními vyráběnými typy jsou stroje BD 200 RCE, BD 200 RN a BDA 10. První dva typy stroje se navzájem vzhledově ani rozměrově příliš neliší, skládají se z 5 sekcí, bočnice čištění a bočnice pohonu. Poslední typ BDA 10 je stroj využívající automatizace některých technologických funkcí. Skládá se ze 12 sekcí, jejichž vnější rozměry se liší od sekcí předchozích typů, bočnice čištění a bočnice pohonu. Základní rozměry typů sekcí jsou uvedeny v příloze 1.

Provoz zabíhání a konečných úprav sekcí strojů BD je dispozičně řešen v I. podlaží haly M5 v bezokenním prostoru na ploše 42 x 9 m. Tímto provozem musí projít všechny sekce, vyrobené v našem podniku. Po záběhu, opravě a umytí každé sekce se v expedici, která těsně sousedí s provozem zabíhání, zabalí a odešle k odběrateli. Konečná montáž celého stroje se provádí až na místě u zákazníka.

Provoz v hale se skládá ze dvou pracovišť. V levé části prostoru (viz přílohy 2 a 3) jsou umístěny dva zabíhací stendy prvého pracoviště. Ty se skládají z vyvýšené konstrukce tělesa stendu, kolejové dráhy stendu, na které se pohybují upravovatelné vozíky pod sekce, z bočnice pohonu a bočnice čištění. Na každém z těchto zabíhacích stendů lze zabíhat 5 sekcí stroje BD 200 RCE(RN) nebo 8 sekcí stroje BDA 10. Pro obsluhu zabíhacích stendů jsou kolem zhotoveny

zvýšené chodníky. Při změně výroby se vymění bočnice pohonu a bočnice čištění, pojezdové vozíky stendu se upraví pro dané sekce. Bočnice pohonu a čištění, které nejsou v dané chvíli potřeba se umístí v prostoru za zabíhacími stendy. Oba zabíhací stendy, v dvojstrojové obsluze, pro zabíhání sekcí BD 200 RCE(RN) obsluhuje četa pěti pracovníků plus předák čety. Pro zabíhání sekcí stroje BDA 10 je určena četa sedmi pracovníků a jeden pracovník jako předák této čety. Úkolem obsluhující čety na zabíhacích stendech je přivézt si jednotlivé sekce, sestavit a propojit je s bočnicemi pohonu a čištění, spustit stroj na prázdno, sledovat funkci jednotlivých mechanismů, provádět vlastní záběh stroje s materiálem, sledovat funkce technologických elementů, sledovat přetrhovost jednotlivých spřádních míst, změřit příkon a izolační odpor každé sekce, po skončení zapředení opět sekce odpojit od bočnic, rozpojit je navzájem a přemístit na místa určená pro konečné úpravy a mytí.

Druhé pracoviště, pracoviště konečných úprav a mytí, je umístěno v pravé části prostoru (viz přílohy 2 a 3). Na toto pracoviště přicházejí sekce ze zabíhacích stendů. Zde se myjí a čistí od nečistot způsobených montáží a zapředením, opravují se nedostatky odhalené při zapřádání a provádějí se opravy barvy povrchu jednotlivých sekcí. Sekce jsou z ergonometrických důvodů umístěny na stojanech (příloha 4) s tímto rozmístěním: pro stroje BD 200 RCE(RN) je umístěno 5 sekcí vlevo a 5 sekcí vpravo od osy haly, stroje BDA 10, které jsou širší, mají rozmístěny 4 sekce vlevo a 4 sekce vpravo od osy. Na tomto pracovišti pracují v jedné směně dva opraváři, tři pracovnice provádějící mytí a čištění sekcí a pracovník opravující vzhledově poškozená místa barvou.

Rozmístění pomocných a odkládacích regálů, skříní a stolů v celé hale je patrné z příloh 2 a 3.

Sekce strojů BD 200 RCE(RN) i BDA 10 se montují ve druhém podlaží haly M5. Vždy po smontování 5 sekcí stroje BD 200 RCE(RN) nebo 8 sekcí stroje BDA 10 se otvorem v podlaze II. podlaží spouští pomocí mostového jeřábu tyto sekce dolů do prostoru expedice na přistavený kolejový vozík. Prostor expedice, prostor zabíhání a konečných úprav, lépe řečeno místa dosažitelná mostovými jeřáby expedice, montáže ve II. podlaží (otvorem) a jeřábem provozu zabíhání, jsou spojeny pomocí kolejí a kolejového vozíku.

K manipulaci se sekcemi v prostoru zabíhání se používá elektrický mostový jeřáb o nosnosti 3,2 t. Tento mostový jeřáb má pro podélný pojezd příkon 2 x 0,55 kW, pro pojezd příčný 0,37 kW a zdvihací zařízení má příkon 7,5 kW.

2.2. Manipulace se sekcemi při jejich odvozu z prostoru konečných úprav do expedice

Po skončení všech konečných úprav na 5 nebo 8 (dle druhu vyráběného stroje) sekcích, je nutno předat tyto jako hotové expedici k zabalení a odeslání. Jeden ze dvou opravářů z pracoviště konečných úprav, který byl mistrem určen jako jeřábník, musí dojít pro mostový jeřáb do prostoru mezi zabíhací stendy. Po přesunu jeřábu umístí jej jeřábník do prostoru nad první sekci zprava (viz obr. 1 a 2). Za pomoci druhého opraváře, který nyní plní funkci jeřábníkova pomocníka, se sekce upevní na závěsné zařízení, vyzvedne se ze stojanu a přesune nad kolejový vozík. Na tento vozík se sekce umístí, odepne se závěsné zařízení a vozík se odtlačí do expedice. Zde se mostovým jeřábem expedice sekce z vozíku odebere a vozík je odtlačen zpět do prostoru konečných úprav.

Jeřáb je přesunut nad další sekci a celý cyklus se opakuje tak dlouho, až je odvezeno všech 5 (nebo 8) sekcí. Pořadí odvážených sekcí je zřejmé ze Sankeyových diagramů /1/ na obrázcích 1 a 2. Časový snímek této činnosti je zachycen v tabulkách 1 a 2. Představuje průměrné hodnoty délek jednotlivých úkonů z 10 provedených měření. Při těchto měřeních byly potvrzeny technické údaje el. mostového jeřábu, týkající se pojezdových rychlostí, které jsou následující:

- podélný pojezd ..... 0,25 m/s,
- příčný pojezd ,,kočky" ..... 0,25 m/s,
- rychlost zdvihu ..... 0,15 m/s.

Dále byly zjištěny časy, potřebné pro manipulaci se sekcí a závěsným zařízením v daných podmínkách (přístupnost), časy pro ustavení sekce a pro pohyb kolejového vozíku:

- upevnění sekce na závěsné zařízení v prostoru konečných úprav a v prostoru expedice ..... 15 s,
- umístění sekce na kolejový vozík a odepnutí závěsného zařízení ..... 20 s,
- rychlost pojezdu kolejového vozíku ..... 0,8 m/s.

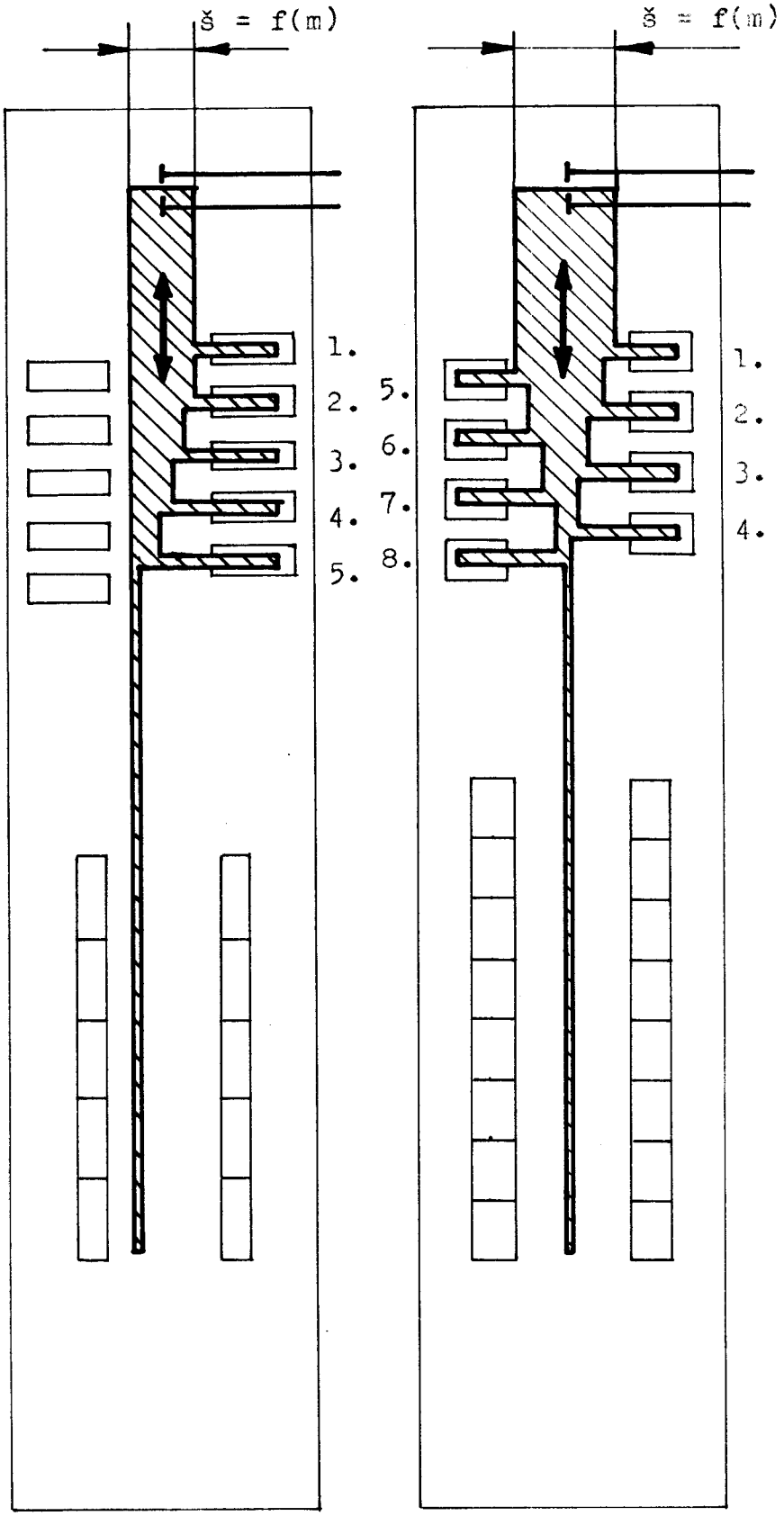
Celkový čas potřebný pro odvoz všech sekcí BD 200 RCE(RN) z prostoru konečných úprav do expedice byl určen z časového snímku na 15,9 minuty, tzn. 3,18 minuty/sekci.

Celkový čas potřebný pro odvoz všech sekcí BDA 10 z prostoru konečných úprav do expedice byl určen na 24,7 minuty, tzn. 3,09 minuty/sekci.

Výkonová norma celé operace konečných úprav, včetně manipulace, dle platného technologického postupu je pro každého z opravářů u sekcí BD 200 RCE(RN) 31 min/sekci(T_{1S}) a u sekcí BDA 10 40 min/sekci (T_{2S}).

Stává se, že v prostoru expedice není v čase přesunu sekcí přítomen jeřábník, nebo je jeřáb momentálně využit

m - počet průjezdů jeřábu daným místem



Obr. 1 Odvoz sekcí strojů BD 200 RCE(RN) do expedice

Obr. 2 Odvoz sekcí strojů BDA 10 do expedice

na jinou práci. V těchto případech musí opraváři čekat tak dlouho, dokud jim není sekce z vozíku v expedici odebrána. Teprve potom mohou pokračovat v práci, čímž neúměrně vzrůstá čas potřebný pro převezení sekcí do expedice.

2.3. Manipulace se sekcemi při jejich výměně na zabíhacích stendech

Po skončení zabíhacích prací a rozpojení sekcí je potřeba provést jejich výměnu na zabíhacích stendech. Protože je na tomto pracovišti dvojstrojová obsluha, jsou rozděleni pracovníci čety tak, že dva z nich převážejí sekce pomocí mostového jeřábu, dva jezdí s kolejovým vozíkem a odebírají sekce z otvoru ve stropě. Zbytek pracovníků se zabývá zatím pracemi na druhém stendu. Postup při výměně je následující.

Pracovník, určený do funkce jeřábníka, přisune jeřáb a umístí jej nad první sekci (viz obr. 3 a 4). Pomocí dalšího pracovníka čety, který nyní plní funkci jeřábníkova pomocníka, upevní sekci na závěsné zařízení, vyzdvihne ji ze zabíhacího stendu a odveze do prostoru konečných úprav, kde ji umístí na stojan, odepne závěsné zařízení a jeřáb přesune nad kolejový vozík. Na tento vozík zatím v prostoru expedice dva pracovníci čety umístili sekci, kterou jim spustili otvorem z druhého podlaží. S naloženým vozíkem pak přijeli do prostoru konečných úprav, kde čekali než si pro sekci přijede jeřáb. Po najetí jeřábu nad kolejový vozík se sekce zavěsí a jeřábem odveze do prostoru zabíhacích stendů, kde se umístí na uvolněné místo. V této době pracovníci s kolejovým vozíkem již pod otvorem nakládají další sekci. Po ustavení přivezené sekce na stend se jeřáb přesune nad vedlejší sekci a celý cyklus výše popsaný se opakuje dokud nejsou všechny sekce odvezeny do prostoru konečných úprav a na stendu nejsou navezeny sekce nové.

Pořadí odvážených sekcí je zřejmé ze Sankeyových diagramů na obrázku 3 a 4. Časový snímek této manipulace je zachycen v tabulkách 3 a 4. Představuje průměrné hodnoty délek jednotlivých úkonů z 10 provedených měření. Při těchto měřeních byly vedle údajů o el. mostovém jeřábu (viz údaje kap. 2.2) zjištěny i časové údaje potřebné pro manipulaci se sekcí a závěsným zařízením v daných podmínkách (přístupnost k sekci na zabíhacím stendu je horší, než u kolejového vozíku), časy pro ustavení sekce na určené místo a potvrdila se rychlost pojezdu kolejového vozíku:

- upevnění sekce na závěsné zařízení v prostoru zabíhacího stendu ..... 20 s,
- upevnění sekce na závěsné zařízení z kolejového vozíku ..... 15 s,
- umístění sekce na kolejový vozík pomocí jeřábu z druhého podlaží ..... 30 s,
- umístění sekce na stojany v prostoru konečných úprav nebo na vozíky zabíhacích stendů ..... 20 s,
- rychlost pojezdu kolejového vozíku ..... 0,8 m/s.

Celkový čas potřebný k výměně všech sekcí BD 200 RCE(RN) na zabíhacím stendu výše popsaným způsobem byl určen z časového snímku na 31,12 minuty, tzn. 6,22 minuty/sekci.

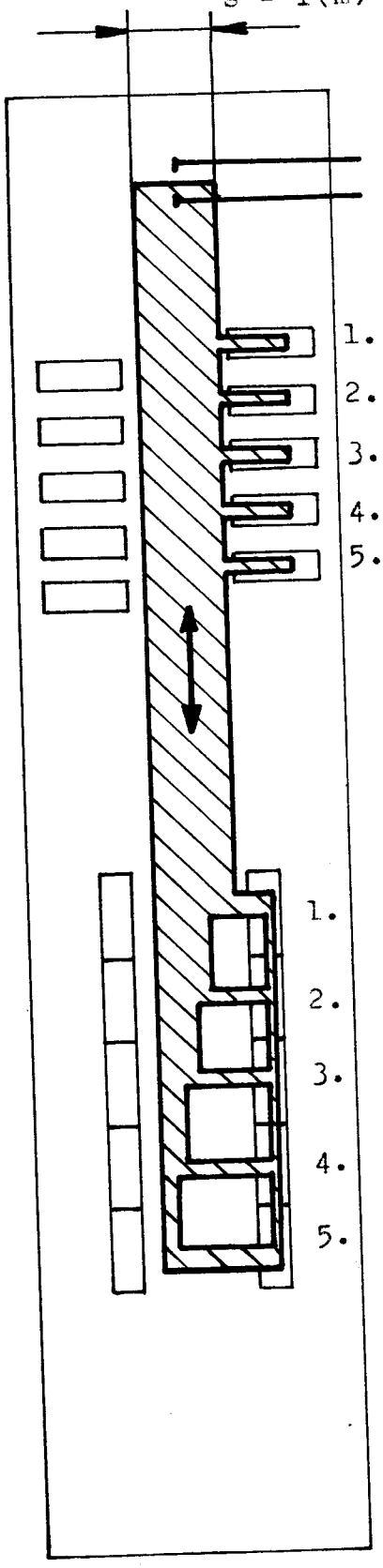
Celkový čas potřebný k výměně všech sekcí BDA 10 na zabíhacím stendu výše popsaným způsobem byl určen na 47,8 minuty, tzn. 6 minut/sekci.

Výkonová norma celé operace zabíhání, včetně manipulace se sekcemi, dle platného technologického postupu je pro každého pracovníka čety včetně předáka u sekcí BD 200 RCE(RN) 39,6 minuty/sekci (T_{3S}) a u sekcí BDA 10 66 minut/sekci (T_{4S}).

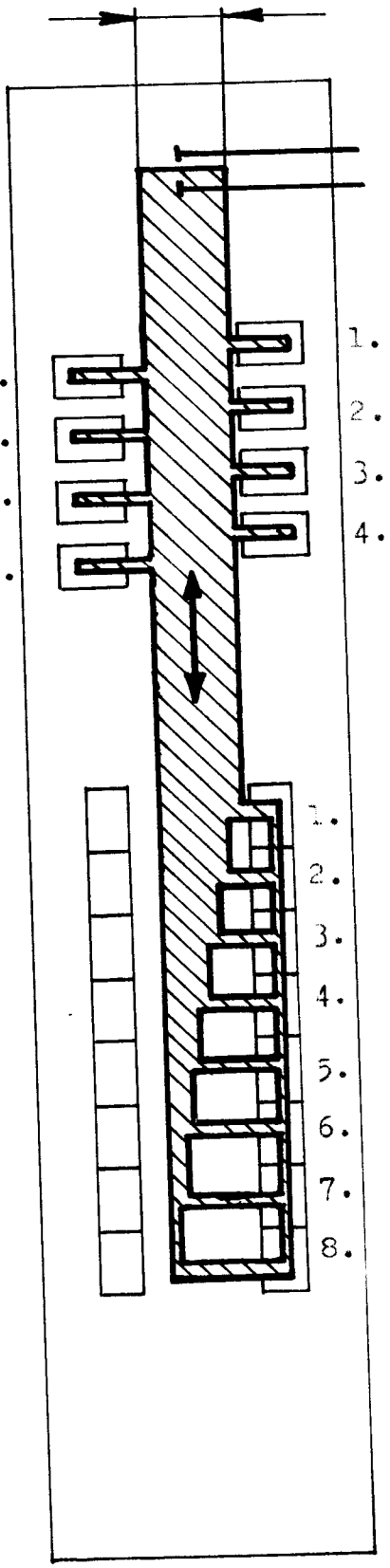
Stane se, že opraváře sekcí zdrží neodebrání sekcí v expedici tak, že v době, kdy končí zapřádání, nejsou dosud z míst konečných úprav odvezeny sekce. Pracovníci čety na zabíhacích stendech musí tedy buď čekat, nebo provést výměnu s tím, že zapředené sekce umístí na zem mezi stendy, kde jim však v další manipulaci překážejí. Pracovníci oprav si pak musí sekce na stojany konečných úprav dovézt. Dochází tím ke značnému zdržení, nebo práci navíc a zvyšuje se i nebezpečí úrazu.

Ukázalo se, že manipulace se sekcemi pomocí jeřábu a kolejového vozíku je zdlouhavá a neoperativní. Zvláště zůstane-li vozík v expedici nevyložen, je prakticky celý prostor zabíhání a konečných úprav odříznut od ostatních provozů. Nelze nové sekce navážet, ani zapředené a umyté odvážet.

m - počet průjezdů jeřábu daným místem



Obr. 3 Výměna sekcí BD 200 RCE(RN) na zabíhacím stendu



Obr. 4 Výměna sekcí BDA 10 na zabíhacím stendu

3. Navrhovaný způsob manipulace se sekcemi pomocí přepravních plošin na vzduchovém polštáři

3.1. Přepravní plošiny a podmínky jejich provozu

V posledních několika desetiletích se ve světě objevila nová dopravní technika, založená na využití vzduchového polštáře, sloužícího k pronikavému zmenšení vlečného tření mezi pohybujícím se předmětem a podložkou, po níž se předmět pohybuje /3/. Ve vyspělých státech doznala poměrně velkého rozmachu. Postupem času se dopravní prostředky na vzduchovém polštáři rozdělily na dvě skupiny:

- vznášedla,
- dopravní plošiny.

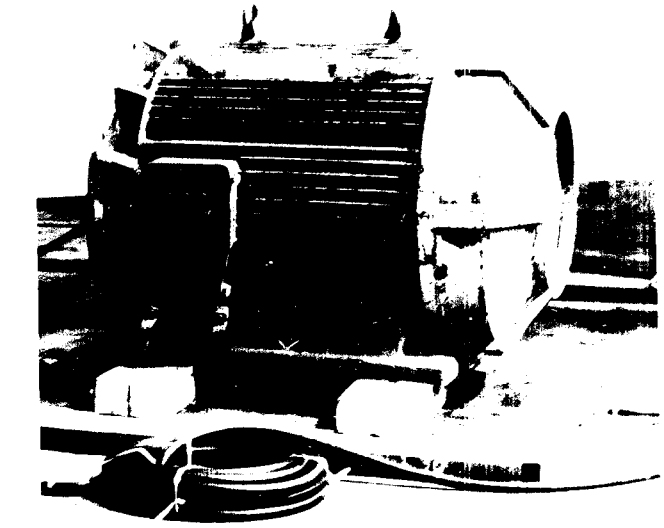
Vznášedlem rozumíme autonomní dopravní prostředek, tj. vozidlo, pohybující se na vzduchovém polštáři, vybavené vlastním pohonem jak pro vznášení, tak pro pohyb ve vodorovném směru. Vznášedla dosahují poměrně velkých rychlostí a díky velké světlosti se mohou pohybovat v členitém terénu, na sněhu i na vodě.

Dopravní plošinou se rozumí jednoduchý dopravní prostředek, pohybující se na vzduchovém polštáři, většinou vázaný na externí zdroj energie jak pro vznášení, tak pro pohyb ve vodorovném směru. Dopravní plošiny se pohybují menší rychlostí a v důsledku extrémně malé světlosti vyžadují poměrně rovnou opěrnou podložku. Uplatňují se zejména v mezioperační dopravě a na montážních linkách.

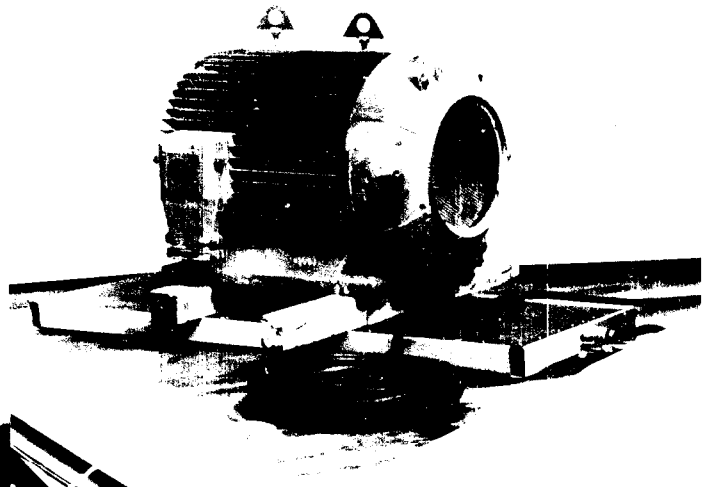
V ČSR se zatím, pokud je mi známo, využívá této dopravy velmi málo. Navštívil jsem TMS Pardubice, kde používají vzduchové polštáře americké firmy AERO-GO v meziopeřační přepravě. Toto zahraniční zařízení je nejenom velmi drahé, ale i vzhledem ke své konstrukci dosti poruchové a náročné na vzduchotechniku. Druhý závod, který jsem navštívil, byl závod

Elektrotechnika ČKD Praha. Zde použili přepravní plošiny, vyrobené v ZVVZ Milevsko, na montážní lince elektrických rozvaděčů. Jednoduchost konstrukce, spolehlivost a poměrně nízká cena (přepravní plošina o nosnosti 1200 kg stála cca 5000,- Kčs) jsou přednosti přepravní plošiny domácí výroby. Právě v ČKD Praha jsem získal některé údaje použité v této práci a měřením si ověřil možnou rychlost přepravy. Další údaje, týkající se inovace tohoto výrobku, jsem načerpal přímo u výrobce v ZVVZ Milevsko, kam jsem se rovněž zajel podívat. Údaje o vlastní konstrukci vzduchového polštáře a jeho parametrech jsou uvedeny v dalších kapitolách této práce. Pro názornost jsou plošiny vyrobené v Milevsku zobrazeny na obr.5a6.

Vlastní plošina, kterou jsem navrhl pro použití v našem závodě (výkres 1-KOM-OM-502-01-01), se skládá z rámu, na kterém je umístěn upravený stojan pod sekce a čtyř pneumatických podpěr, do kterých je přiváděn tlakový vzduch. Pohyb plošiny je proto vázán na vzduchovou síť a akční rádius plošiny je dán délkou přívodní hadice. V /3/ se uvádí, že použití až 60 m hadice nijak neovlivní funkční vlastnosti plošiny. Pryžová hadice DN 16 je na jednom konci opatřena šroubením pro ovládací skříňku OSK-A. Na druhém konci je opatřena ventilem pro regulaci přívodu vzduchu a rychlospojkou Narex RA 3, která umožňuje rychlé spojování i rozpojování hadice a plošiny pod pracovním tlakem. Místa přívodu tlakového vzduchu v provozu zabíhání a konečných úprav je patrno z příloh 2 a 3. Hlavní rozvod bude posuvně na kladičkách zavěšen na napnuté lano, natažené přes celou délku haly. Tento přívod bude používán při manipulaci se sekcemi umístěnými na plošinách po celé délce haly. Vedlejší rozvod s hadicí, která bude vlečena po zemi, nám umožní manipulaci od místa



Obr. 5 Příklad využití plošiny se vzduchovým polštářem



Obr. 6 Příklad využití plošiny se vzduchovým polštářem

konečných úprav až do expedice, kde sekci převezme místní mostový jeřáb.

Předpokladem pro dobrou funkci přepravní plošiny na vzduchovém polštáři je vhodná podlaha, které musí být rovná, hladká a neprodyšná. Požadavek rovinnosti vyplývá především ze silových a bezpečnostních důvodů. Při povolené úchylce +/- 0,5° od horizontály se zvýšení tažné síly z hlediska manipulace téměř neprojevuje a naopak není možné, aby se plošina samovolně uvedla do pohybu při zapojení tlakového vzduchu. Z ověřovaných povrchů podlahy se ukázal jako nejvýhodnější plastbeton, který je poměrně snadno dostupný a vyhovuje i kritériím bezpečnosti práce. Přepravní plošiny se dobře pohybují i na krytině na bázi PVC /4/. V zásadě platí, že hladkost podlahy přímo ovlivňuje jízdní odpory. Na prodyšném povrchu plošina zcela znehybní. Tlakový vzduch přiváděný do plošiny má mít minimální tlak 0,25 MPa, má být přiměřeně suchý, bez nečistot a nesmísený s olejovou mlhou, aby nedocházelo ke znečišťování podlahy. Pro kontrolu tlaku vzduchu se pomohou přípojky opatřit tlakoměrem umístěným na přívodním potrubí. Pohyb plošiny lze ihned zastavit sejmutím rychlospojky RA 3. Plošina nevyžaduje v provozu žádnou údržbu. Stálá pozornost však musí být věnována zachování kvality podlahy. Praktická životnost elastického pryžového prstence je dosti vysoká.

Podlaha v hale provozu zabíhání a konečných úprav je již nyní opatřena vrstvou plastbetonu, která je však na několika místech mírně poškozena a jsou v ní zapuštěny koleje pro kolejový vozík. Navrhuji proto po odstranění kolejí provést v tomto prostoru položení nové vrstvy plastbetonu a provést i opravy poškozených míst. Celkový sklon podlahy v hale zabíhání nepřevyšuje 0,2°. Podle měření tlaku vzduchu v rozvodné síti během jednoho týdne, se tlak pohybuje v rozmezí 0,35 - 0,55 MPa, což je vyhovující.

3.2. Manipulace se sekcemi z pracoviště konečných úprav do expedice a zpět mezi zabíhací stendy

Po provedení konečných úprav sekcí (technologický postup úprav až na manipulaci se sekcemi zůstane zachován) je nutno tyto v počtu 5 nebo 8 přemístit do prostoru expedice. To se bude provádět následujícím způsobem. Jeden z opravářů nasune přívodní hadici tlakového vzduchu od vedlejší přípojky na první plošinu s hotovou sekcí, tím se otevře přívod tlakového vzduchu a s plošinou lze manipulovat. Oba opraváři ji odvezou do prostoru expedice. Zde mostový jeřáb odebere sekci a s plošinou se zajede pod stropní otvor, odkud se ze druhého podlaží jeřábem spustí nová sekce určená k zapředení. Naložená plošina se přemístí do prostoru konečných úprav. Zde se provede výměna přívodů tlakového vzduchu. Na plošinu se připojí hlavní přípojka, která je zavěšena posuvně pod stropem haly. Další manipulací se plošina přemístí mezi zabíhací stendy, až na úroveň poslední sekce umístěné na tomto stendu. Po odpojení přívodu tlakového vzduchu se opraváři i s tímto přívodem vrátí k další sekci určené na odvoz do expedice a celý cyklus manipulace se opakuje až do odvezení poslední sekce do expedice a přisunutí poslední sekce mezi stendy. Na závěr řady plošin se sekcemi se umístí jedna prázdná plošina, která bude sloužit pro odložení první sekce odebrané ze zabíhacího stendu. Předpokládaný časový snímek této manipulace je zachycen v tabulkách 5 a 6. Časové údaje použité v těchto tabulkách pro jednotlivé údaje jsou dvojího druhu. Údaje týkající se manipulace s mostovým jeřábem jsou stejně jako ve druhé kapitole určeny z provedených měření. Údaje pro obsluhu přepravní plošiny na vzduchových polštářích jsem získal měřením na montážní lince ČKD Praha:

- zapojení nebo odpojení tlakového vzduchu ..... 10 s,
- přepojení tlakového vzduchu z jedné přípojky na druhou ..... 15 s,
- průměrná rychlost pohybu plošiny ..... 0,8 m/s.

Celkový čas potřebný pro odvoz všech sekcí BD 200 RCE(RN) navrhovaným způsobem z prostoru konečných úprav do expedice a navezení nových sekcí mezi zabíhací stendy byl vypočten na 14,2 minuty, tzn. 2,84 minuty/sekci.

V ono též manipulaci se sekcemi BDA 10 byl vy- [illegible] minuty/sekci.

- zapojení nebo odpojení tlakového vzduchu ..... 10 s,
- přepojení tlakového vzduchu z jedné přípojky na druhou ..... 15 s,
- průměrná rychlost pohybu plošiny ..... 0,8 m/s.

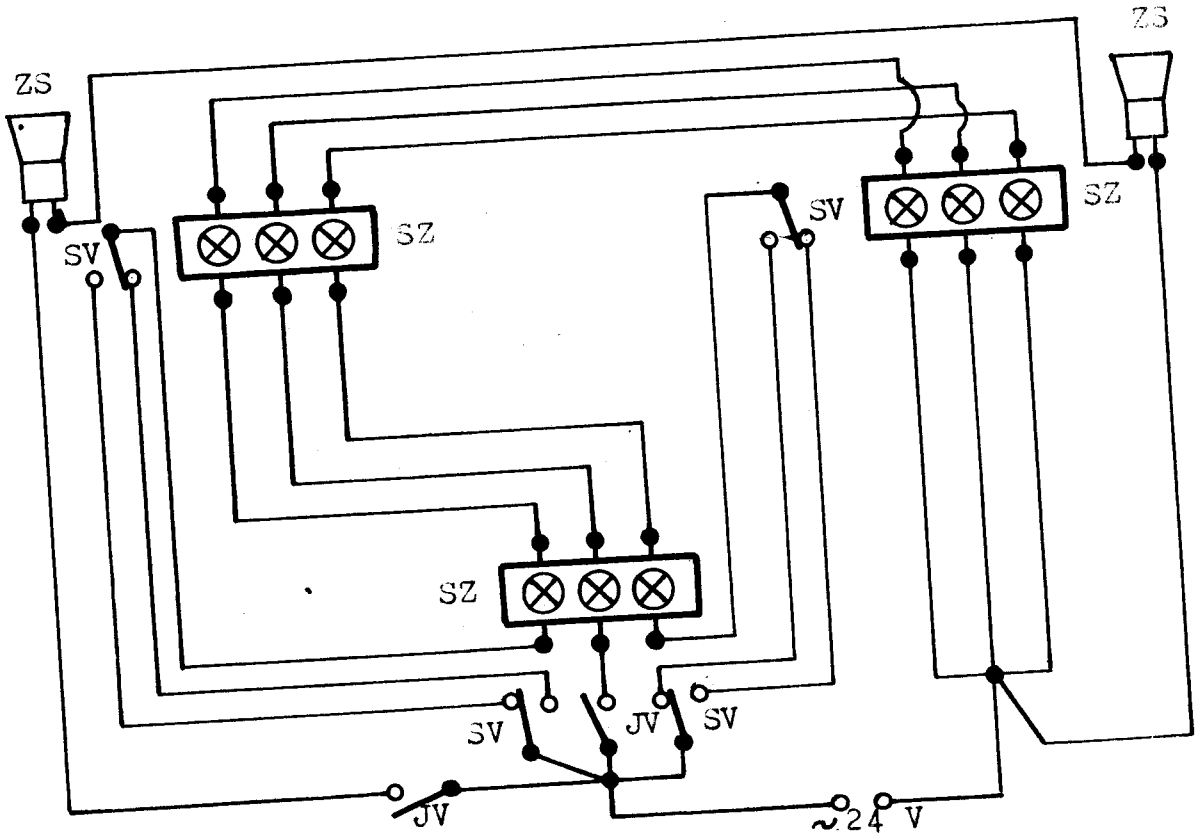
Celkový čas potřebný pro odvoz všech sekcí BD 200 RCE(RN) navrhovaným způsobem z prostoru konečných úprav do expedice a navezení nových sekcí mezi zabíhací stendy byl vypočten na 14,2 minuty, tzn. 2,84 minuty/sekci.

Čas pro tutéž manipulaci se sekcemi BDA 10 byl vypočten na 22,9 minuty, tzn. 2,86 minuty/sekci.

Navrhovaná výkonová norma celé operace konečných úprav, včetně manipulace s plošinami, bude pro každého z opravářů u sekcí BD 200 RCE(RN) 30,6 minuty/sekci (T_{1N}) a u sekcí BDA 10 39,6 minuty/sekci (T_{2N}).

Výhoda manipulace pomocí plošin je nejen ve zkrácení vlastního času potřebného pro provedení celé akce, ale i ve zvýšení bezpečnosti práce a odstranění čekacích dob v expedici. Zde, pokud není okamžitě k dispozici jeřáb na odejmutí sekce, mohou opraváři celou plošinu se sekcí zanechat a věnovat se převozu dalších sekcí. Určitá časová ztráta zde sice nastane, ale ve srovnání se současným stavem, je zcela nepatrná a nemá vliv na organizaci další práce.

Pro lepší organizaci vzájemné spolupráce jeřábníka z druhého podlaží, jeřábníka expedice a opravářů na konečných úpravách, navrhuji zavést krátkou zvukovou a nepřetržitou světelnou signalizaci mezi zúčastněnými. Opraváři po skončení konečných úprav dají stlačením ovladače signál, že jsou připraveni k převozu sekcí. Ve druhém podlaží montáže i v expedici se ozve krátký zvukový signál a rozsvítí se světelná signalizace. Pokud budou jeřábníci ve druhém podlaží i v expedici připraveni k provedení výměn, odpoví signálem, který



ZS - zvuková signalizace
SZ - světelné znamení
SV - schodišťový vypínač
JV - jednoduchý vypínač

Obr. 7 Schema signalizačního zařízení

rozsvítí signální zařízení v prostoru konečných úprav a celá manipulace může začít. Po jejím skončení opraváři celý signalizační systém vypnou. Schema signalizačního zařízení je na obr. 7.

3.3. Manipulace se sekcemi při jejich výměně na zabíhacích stendech

Po skončení zabíhání a rozpojení jednotlivých sekcí (technologický postup zabíhání, až na manipulaci se sekcemi, zůstane zachován) postačí k jejich výměně 4 pracovníci obsluhující čety. Jeřábník, jeho pomocník a dva pracovníci,

kteří odvezou sekce pomocí plošiny na místo konečných úprav. Ostatní pracovníci čety se mohou věnovat pracem na druhém zabíhacím stendu. Výměna proběhne velice rychle následujícím způsobem. Jeřáb se umístí nad první sekcí stendu, ta se zavěsí na závěsné zařízení a jeřábem přemístí nad prázdnou plošinu se stojanem, kam se uloží. Jeřáb najede nad další plošinu s první novou sekcí určenou k zapředení. Tu přemístí nad zabíhací stend na místo prve uvolněné. Po uložení sekce přejede jeřáb nad druhou sekci stendu. Tu přemístí na uprázdněnou plošinu a celý cyklus se opakuje až do provedení poslední výměny. V průběhu těchto výměn dva pracovníci čety, po připojení tlakového vzduchu z hlavní přípojky na plošinu, přemístí náklad na místo konečných úprav, kde plošinu i se sekcí zanechají. Na závěr celé výměny zůstane mezi stendy jedna prázdná plošina. Ta se umístí na jí vyhražené místo a bude sloužit při další výměně jako první, na kterou se uloží zapředená sekce. Předpokládaný časový snímek celé manipulace je zachycen v tabulkách 7 a 8 a pohybový obrazec jeřábu na Sankeyových diagramech v obrázcích 8 a 9. Časové údaje použité v těchto tabulkách jsou opět dvojího druhu. Údaje týkající se manipulace s mostovým jeřábem jsou stejně jako ve druhé kapitole určeny z provedených měření. Údaje pro obsluhu přepravní plošiny jsem získal měřením na montážní lince ČKD Praha:

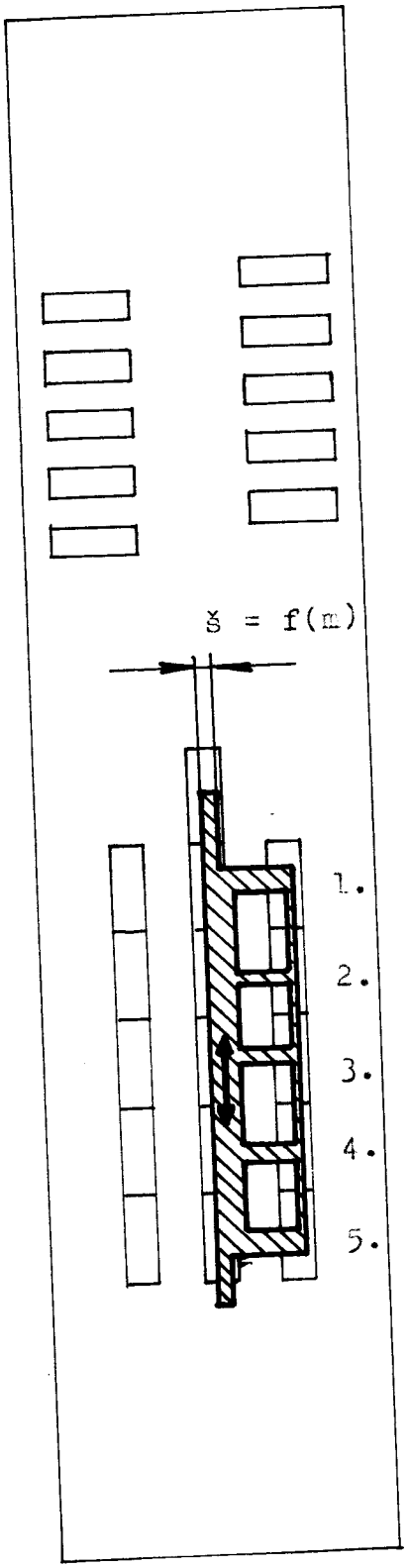
- zapojení nebo odpojení tlakového vzduchu ..... 10 s,
- rychlost pohybu plošiny ..... 0,8 m/s.

Celkový čas potřebný pro výměnu všech sekcí stroje BD 200 RCE(RN) na zabíhacím stendu navrhovaným způsobem byl vypočten na 12,3 minuty, tzn. 2,5 minuty/sekci.

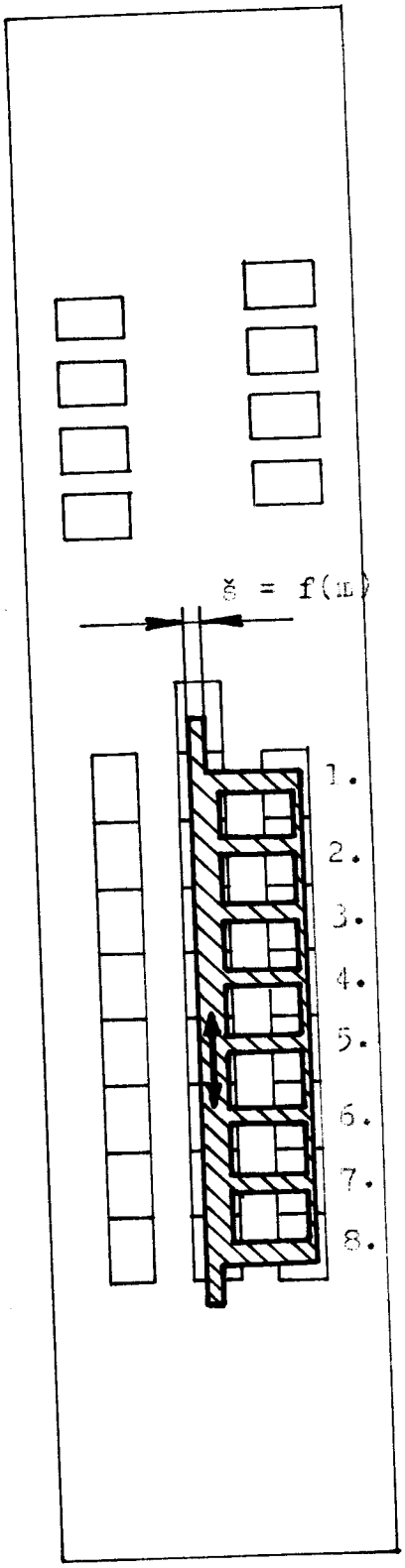
Celkový čas na tutéž manipulaci se sekcemi BDA 10 byl vypočten na 17,9 minuty, tzn. 2,2 minuty/sekci.

Navrhovaná výkonová norma celé operace zabíhání, včetně manipulace se sekcemi, bude pro každého pracovníka čety i předáka u sekcí BD 200 RCE(RN) 35,8 minuty/sekci (T_{3N}) a u sekcí BDA 10 62,3 minuty/sekci (T_{4N}).

m - počet průjezdů jeřábu daným místem



Obr. 8 Výměna sekcí stroje BD 200 RCE(RN) na zabíhacím stendu navrhovaným způsobem



Obr. 9 Výměna sekcí stroje BDA 10 na zabíhacím stendu navrhovaným způsobem

4. Návrh provozního předpisu pro pracoviště umístěná v prostoru zabíhání a konečných úprav sekcí strojů BD v hale M5 na základním závodě 01 k.p. ELITEX Ústí nad Orlicí

4.1. Základní ustanovení

Provozní předpis se vydává v souvislosti se změnami manipulace se sekcemi a změnami v organizaci práce. S provozními podmínkami stanovenými tímto předpisem budou prokazatelně seznámeni všichni pracovníci, kteří v tomto provozu pracují trvale i pracovníci, kteří sem byli přiděleni místrem na kratší dobu jako náhrada za nepřítomného stálého pracovníka.

4.2. Pracovní doba

Dvousměnný provoz (6.00 - 22.00) v pětidenním pracovním týdnu.

Pozn.: Na základě požadavku výroby lze zařízení provozovat i v třísměnném provozu.

4.3. Pracovní činnosti

1) Vyčleněné manipulační a opravářské práce na montážní lince sekcí ve II. podlaží haly M5

- 1 pracovník TKK 8
zajišťuje tyto práce: instruktáž a opravy na montážní lince sekcí, veškerou manipulaci se sekcemi pomocí mostového jeřábu až po uložení sekce propadlem na plošinu v prostoru expedice.
- 1 pracovnice TKK 5
zajišťuje tyto práce: pomocník jeřábníka při manipulaci se sekcemi ve II. podlaží haly M5 pomocí mostového jeřábu až po

uložení sekce propadlem na plošinu v prostoru expedice.

Pozn.: Tato pracovnice musí být kmenově zaměstnána na II. podlaží haly M5, aby mohla na vyzvání jeřábníka být nápomocná při manipulaci se sekcemi pomocí jeřábu.

2) Opravářské a manipulační práce na pracovišti konečných úprav sekcí

- 2 pracovníci TKK 8

zajišťují tyto práce: manipulaci s hotovými sekcemi na plošině se vzduchovými polštáři z prostoru konečných úprav do prostoru expedice, ustavení sekce na plošinu v součinnosti s jeřábníkem z II. podlaží haly M5, manipulaci s naloženou plošinou z prostoru expedice do prostoru mezi zabíhací stendy, opravy sekcí dle platného technologického postupu.

3) Mycí a čistící práce na pracovišti konečných úprav

- 3 pracovnice TKK 4

zajišťují tyto práce: mytí a čištění sekcí dle platného technologického postupu, zakrytování sekce a očíslování spřádních míst dle platného technologického postupu.

4) Práce na konečných úpravách laku na prac. kon. úprav

- 1 pracovník TKK 7

zajišťuje tyto práce: opravy poškozených míst lakem shodné barvy.

5) Zabíhání sekcí

Dvojstrojová obsluha zabíhacích stendů se skládá:

- pro sekce RCE(RN): 1 pracovník TKK 9 jako předák čety,
  5 pracovníků TKK8,
- pro sekce BDA 10 : 1 pracovník TKK 9 jako předák čety,
  7 pracovníků TKK 8.

Zajišťují tyto práce: předák směny (požadovaná profese elektro)

bude kromě své pracovní náplně dle stávajícího technologického postupu řídit práce pro sladění dvojstrojové obsluhy stendů. Dva určení pracovníci čety budou zajišťovat následující manipulace pomocí mostového jeřábu:

- manipulace se sekcemi ze stendů na plošiny, umístěné mezi stendy,
- manipulace se sekcemi z plošin umístěných mezi stendy na vozíky těchto stendů,
- manipulace s bočnicemi pohonu a čištění při změně výroby.

Další dva určení pracovníci čety budou manipulovat s naloženou plošinou z prostoru mezi zabíhacími stendy do prostoru konečných úprav.

Všichni pracovníci čety budou provádět zabíhání sekcí dle platného technologického postupu a příkazů předáka čety.

4.4. Specifické podmínky manipulace s materiálem

1) Manipulace pomocí elektrického mostového jeřábu

S ohledem na hmotnost a rozměrnost přepravovaných sekcí je z pohledu zajištění bezpečnosti práce nutné, aby byla manipulace prováděna dvěma pracovníky (1 pracovník - jeřábník, 1 pracovník - pomocník jeřábníka).

2) Manipulace pomocí plošin na vzduchovém polštáři

S ohledem na hmotnost a rozměrnost celého břemene a snazší manipulaci je nutno pohyb zajišťovat dvěma pracovníky, kteří:

- provádějí signalizační domluvu s jeřábníky ze II. podlaží a z expedice,
- provádějí manipulaci s prázdnými i naloženými plošinami při těchto úkonech: vyvážení sekcí do expedice, navážení sekcí do prostoru mezi stendy, přemisťování sekcí do prostoru konečných úprav,

- ihned po skončení jakékoliv manipulace s plošinou jsou povinni odpojit přívod tlakového vzduchu od plošiny pomocí rychlospojky RA 3,
- plošinu s břemenem mohou tlačit nebo táhnout, odrážení plošiny je nepřípustné,
- seřídí přívod vzduchu ovládacím kohoutem, dojde-li k vibraci plošiny.

4.5. Specifické bezpečnostní a hygienické podmínky

1) Bezokenní prostor zabíhání musí být v pracovní době stále uměle větrán se zajištěním teploty vzduchu v rozmezí 18 ÷ 21°C.

2) Pracovní množství používaných chemikálií pro 1 pracovníka:
   - čistící prostředek Unisolvent ..... 2 litry,
   - acet. barva pro opravy laku ..... 0,25 kg,
   - acetonové ředidlo ..... 0,25 litru.

3) Nádoby na pracovní dávky chemikálií musí být opatřeny víčky pro snadné uzavírání a zamezení zbytečného odpařování chemikálií do prostoru.

4) Pracovník je povinnen uzavřít nádoby s chemikáliemi při přepravě nádob na manipulačním vozíčku, aby nedocházelo k rozstřiku.

5) Na konci směny je pracovník povinen uložit uzavřené pracovní nádoby s chemikáliemi do kovové skříně a tuto uzamknout.

6) Manipulaci s plošinou na vzduch. polštáři provádět dvěma pracovníky.

7) Je zakázáno přetěžovat plošinu nad vyznačenou mez, uvedenou na boku plošiny.

8) Je zakázáno zdvihat plošinu s břemenem jeřábem nebo jiným zdvihadlem.

9) Manipulaci s el. mostovým jeřábem provádět dvěma pracovníky.

10) Plné konve s bavlnou ukládat pod regály podél stěn u stendů.

11) Prázdné konve od bavlny ukládat do specielních regálů podél kratší zadní stěny.

4.6. Specifické požární podmínky provozu

V prostoru lze skladovat max. 30 kg hořlavin I. třídy. Barvy a ředidla musí být uchovávány v nerozbitných uzavíratelných a řádně označených obalech, které budou umístěny v plechové uzamykatelné skříni. Při skončení pracovní směny umístit provozní dávku barev, ředidel a čistícího přípravku Unisolvent v řádně uzavřených obalech rovněž do plechové skříně a tuto uzamknout.

V prostoru zabíhání a konečných úprav sekcí platí přísný zákaz kouření a manipulace s otevřeným ohněm.

4.7. Odpovědnost pracovníků

1) Za zajištění nepřetržité dodávky tepla, tlakového vzduchu a chodu klimatizace k vytvoření předepsané teploty (dle odst. 1, článku 4.5) odpovídá výrobní náměstek.

2) Za zajištění dostatečné kvalifikace pracovníků dle tohoto řádu předepsané odpovídá mistr pracoviště.

3) Za plnění úkolů vyplývajících z odst.1, 2, 3, 4 článku 4.3 a odst. 1 článku 4.4 odpovídá mistr.

4) Za plnění ustanovení odst. 5 článku 4.3 a odst. 2 článku 4.4 pro manipulaci ve směru od zabíhacích stendů do prostoru konečných úprav sekcí odpovídá předák čety zabíhání.

5) Za manipulaci pomocí plošiny dle odst. 2 článku 4.4 z prostoru konečných úprav do expedice a z prostoru expedice do

prostoru mezi stendy odpovídá mistrem pověřený pracovník (jeden z opravářů na pracovišti konečných úprav).

6) Za plnění úkolů dle odst. 1 až 8 článku 4.5 odpovídá mistrem pověřený pracovník (jeden z opravářů na pracovišti konečných úprav sekcí).

7) Za plnění úkolů dle odst. 9 článku 4.5 ve II. podlaží haly M5 odpovídá instruktor na montážní lince.

8) Za plnění úkolů dle odst. 6 až 11 článku 4.5 v prostoru zabíhání odpovídá předák čety zabíhání sekcí.

9) Mistr směny určí jednoho ze dvojice opravářů na konečných opravách sekcí pro odpovědnost dle odst. 5 a 6 článku 4.7 tohoto předpisu.

5. Teorie vzduchového polštáře

5.1. Návrh pneumatické opěry

Protože není účelné navrhovat a konstruovat speciální pneumatickou opěru pouze na dané zatížení, využil jsem opěry vyráběné a dodávané podnikem ZVVZ Milevsko, která svými parametry vyhovuje daným hodnotám zatížení. Jedná se o opěru označenou výrobcem jako Pneumatická opěra 330.

Celkové zatížení plošiny je realizováno hmotností sekce, které je pro sekci BD 200 RCE(RN) - 600 kg a pro sekci BDA 10 - 900 kg, hmotností stojanu pod sekce ve velikosti 80 kg a hmotností vlastního rámu plošiny, která představuje 120 kg. Celková hmotnost je tedy 800 nebo 1100 kg. Na každou ze čtyř podpěr tedy působí 200 nebo 275 kg.

V dalších článcích této kapitoly je uvedena teorie vzduchového polštáře a způsob teoretického výpočtu jeho parametrů. Tyto uvedené vztahy jsou pak použity pro stanovení závislosti hmotnostní spotřeby vzduchu, objemového průtoku a výkonu vzduchu na růstu absolutního tlaku v pneumatické opěře, která má pevné rozměry.

5.2. Princip funkce vzduchového polštáře

Dopravní plošina na vzduchovém polštáři sestává principiálně z rámu, na nějž se ukládá přepravované břemeno, ze čtyř pneumatických opěr, umístěných na spodní straně rámu. Tyto opěry jsou vlastními elementy se vzduchovým polštářem, což je názorně dokumentováno na obr. 5 a 6.

V klidovém stavu spočívá opěra (obr. 10) střední částí na podložce /2/. Je-li potřeba dopravní plošinu s břemenem přemístit, přivede se do opěry tlakový vzduch. Ten proudí jednak do vnitřního prostoru opěry, jednak do elastické prstencové podušky, vytvářející tento vnitřní prostor.

Vzduch z vnitřního prostoru zatím volně uniká mezerou mezi prázdnou poduškou a podlahou. Poduška se postupně nadouvá a stále těsněji přiléhá k podložce, čímž postupně utěsňuje vnitřní prostor opěry oproti atmosféře. Jakmile se vertikální síla, vyvozovaná přetlakem vzduchu ve vnitřním prostoru opěry, vyrovná příslušné složce tíhy celé plošiny a břemene na ní uloženého, opěra se vznese. Zdvih opěry nad podložkou se ustálí na takové hodnotě h, že hydraulický odpor kruhové štěrbiny po obvodu opěry, tj. mezi nafouknutou elastickou poduškou a podložkou, je právě roven přetlaku vzduchu, potřebnému pro vznášení opěry. Zdvih opěry je velmi malý, dle /3/ činí kolem 0,1 mm. Tato mezera zabraňuje přímému styku elastického prstence s podložkou a tím snižuje pasivní odpor při pohybu pneumatické opěry a celé plošiny s přemisťovaným nákladem - v ideálním případě až na hodnotu danou součinem tíže břemene a součinitele tření vzduchu. Skutečnost, že odpor při pohybu je vždy větší než tato ideální hodnota a že navíc záleží na kvalitě povrchu, se projevuje tím, že elastický prstenec se podlahy přece jen bodově dotýká. Tuhost prstence, a tím i vliv kvality povrchu podlahy na jízdní vlastnosti, je dána přetlakem v jeho dutině. Ten se může regulovat počtem zaslepených otvorů ve vnitřním prostoru opěry. Součinitel tření vzduchových polštářů není dle /3/ větší než 0,001.

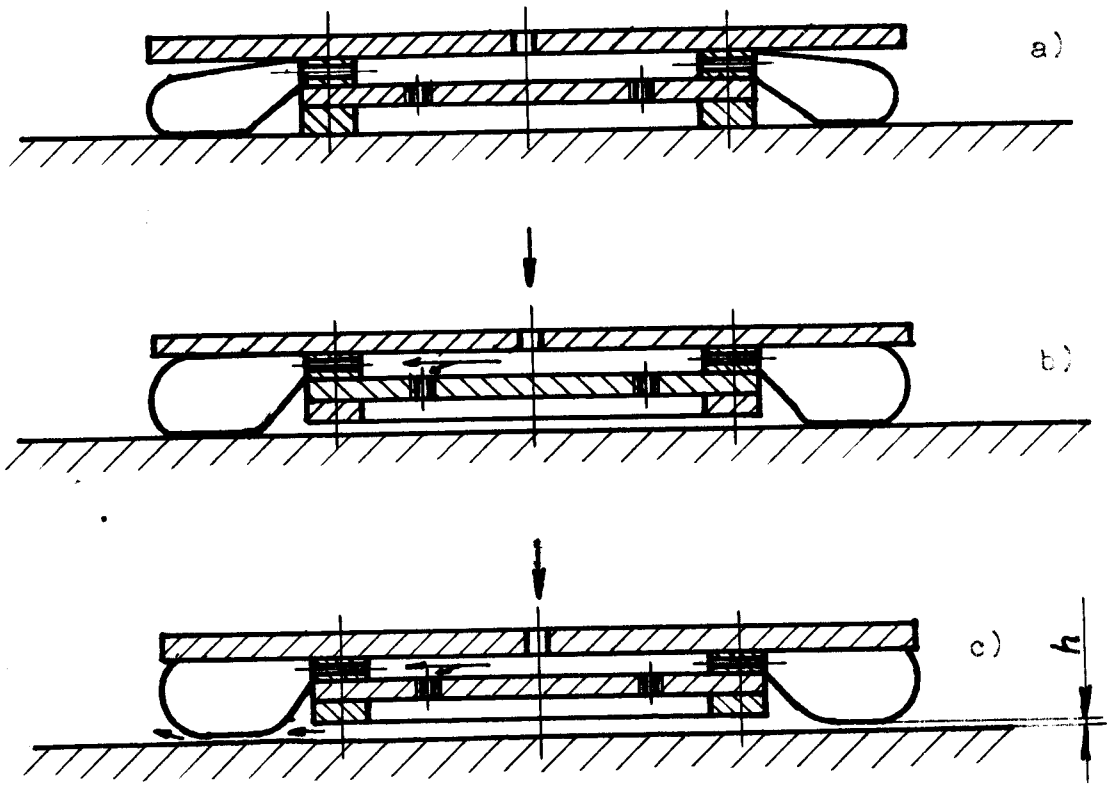
5.3. Tlakové parametry vzduchového polštáře

Uvažujme kruhovou opěru na vzduchovém polštáři v režimu vznášení podle obr. 11.

Podmínka rovnováhy sil, působících na opěru ve směru tíže, zní

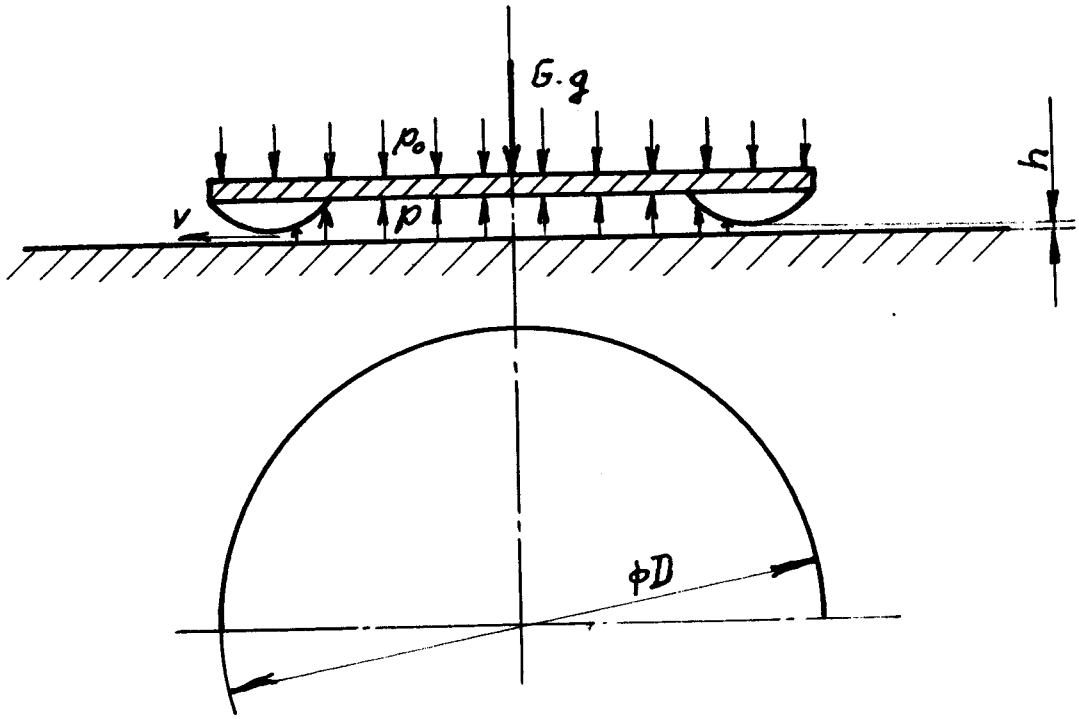
$$G \cdot g + p_o \cdot S - p \cdot S = 0 \quad (N) \qquad (1)$$

$$\text{kde} \quad S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (m^2) \qquad (2)$$



a - v klidu
b - přechodový stav
c - vznášení

Obr. 10 Konstrukce a princip činnosti pneumatické opěry



Obr. 11 Síly působící na opěru

jestliže je: G - hmotnost břemene (kg),
g - tíhové zrychlení zemské (m/s^2),
p_o - atmosférický tlak (Pa),
S - plocha opěry (m^2),
p - absolutní tlak vzduchu v opěře (Pa),
D - průměr opěry (m).

Z ní plyne pro minimální potřebný tlak vzduchu v opěře výraz

$$p = p_o + \frac{G}{S} \cdot g = p_o + \frac{4G}{\pi \cdot D^2} \cdot g \quad \text{(Pa)}. \qquad (3)$$

Vzduch vytéká z vnitřního prostoru opěry, v níž panuje celkový tlak p, do atmosféry s barometrickým tlakem p_o. Na poměru tlaků p_o/p závisí kritičnost výtoku. Teoreticky jsou možné dva případy:

$$\frac{p_o}{p} \leq 0{,}5283 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ výtok nadkritický}$$

$$\frac{p_o}{p} > 0{,}5283 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ výtok podkritický} \qquad (4)$$

Hranicí mezi nadkritickým a podkritickým výtokem je výtok kritický, pro nějž platí

$$\frac{p_o}{p} = 0{,}5283 \quad (1). \qquad (5)$$

Uvažujeme-li atmosférický tlak p_o = 98850 Pa, nastane kritický výtok při absolutním tlaku v opěře

$$p = \frac{p_o}{0{,}5283} = \frac{98850}{0{,}5283} = 1{,}871 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$$

či přetlaku $\Delta p = p - p_o = (1{,}871 - 0{,}9885).10^5 = 0{,}883.10^5$(Pa).

Vyloučením p z rovnic (3) a (5) plyne postupně

$$\frac{p_o}{0{,}5283} = p_o + \frac{G}{S} \cdot g \quad \text{(Pa)},$$

$$p_o \cdot \left(\frac{1}{0{,}5283} - 1\right) = \frac{G}{S} \cdot g \quad \text{(Pa)},$$

$$\frac{G}{S} = \frac{p_o}{g} \cdot \left(\frac{1}{0,5283} - 1 \right) \quad (Kg/m^2). \tag{6}$$

Uvažujeme-li opět $p_o = 0,9885.10^5$ Pa, $g = 9,80665$ m/s^2, bude při měrném zatížení opěry

$$\frac{G}{S} = \frac{0,9885.10^5}{9,80665} \cdot \left(\frac{1}{0,5283} - 1 \right) = 9.10^3 \quad (kg/m^2)$$

výtok vzduchu z vnitřního prostoru opěry právě kritický, při zatížení nižším a vyšším pak

$$\frac{G}{S} < 9.10^3 \quad (kg/M^2) \quad \text{..... podkritický,}$$

$$\frac{G}{S} > 9.10^3 \quad (kg/m^2) \quad \text{..... nadkritický.}$$

5.4. Průtokové parametry vzduchového polštáře

Hmotnostní průtok vzduchu otvorem je určen vztahem

$$Q = \alpha . S_o . \frac{p}{\sqrt{R.T}} \cdot X \quad (kg/s), \tag{7}$$

kde: Q - hmotnostní průtok vzduchu otvorem (kg/s),
α - součinitel kontrakce (1),
S_o - plocha výtokového průřezu (m^2),
R - měrná plynová konstanta vzduchu (J/kgK),
T - absolutní teplota vzduchu (K),
X - výtokový součinitel (1).

Plocha výtokového průřezu, tj. kruhové štěrbinky po obvodu pneumatické opěry, je

$$S_o = \pi . D . h \quad (m^2), \tag{8}$$

kde: D - průměr opěry (m),
h - zdvih opěry nad podložkou (m).

Výtokový součinitel X závisí na kritičnosti výtoku:

$$X = \begin{cases} 0,6847 & \text{..... výtok nadkritický} \\ 0,6847 \cdot \sqrt{1 - \left[\dfrac{\frac{p_o}{p} - 0,5283}{0,4717} \right]^2} & \text{..... výt. podkritick} \end{cases} \tag{9}$$

Z rovnic (3), (7), (8) a (9) pak plyne

$$Q = \alpha . \pi . D . h . \frac{X}{\sqrt{R.T}} . \left(p_o + \frac{4.G.g}{\pi . D^2}\right) =$$

$$= \overbrace{\frac{\alpha . \pi . h . X . p_o}{\sqrt{R.T}}}^{a} . D + \overbrace{\frac{\alpha . h . X . 4 . G . g}{\sqrt{R.T}}}^{b} . \frac{1}{D} \quad (kg/s). \quad (10)$$

Naskýtá se otázka, nelze-li pro dané břemeno G nalézt takový průměr pneumatické opěry D, při němž by byla hmotnostní spotřeba vzduchu Q minimální. Úloha spočívá v nalezení minima funkce

$$Q = a.D + b.\frac{1}{D} \quad (kg/s). \quad (11)$$

Za předpokladu, že minimum se nalézá v nadkritické oblasti, tj. že X = konst., je

$$\frac{dQ}{dD} = a - \frac{b}{D^2} = 0 \quad (kg/s.m),$$

$$D = \sqrt{\frac{b}{a}} = \sqrt{\frac{\alpha . h . X . 4 . G . g}{\sqrt{R.T}} . \frac{\sqrt{R.T}}{\alpha . \pi . h . X . p_o}} = \sqrt{\frac{4.G.g}{\pi . p_o}} \quad (m). \quad (12)$$

Extrém funkce Q = f(D) se tedy nachází při takovém D, kdy

$$\frac{\pi . D^2}{4} . p_o = G . g \quad (N), \quad (13)$$

tj. při měrném zatížení opěry

$$\frac{G}{S} = \frac{p_o}{g} \quad (kg/m^2). \quad (14)$$

Uvažujeme-li opět $p_o = 0,9885.10^5$ Pa a $g = 9,80665$ m/s^2, je hmotnostní spotřeba minimální při měrném zatížení opěry

$$\frac{G}{S} = \frac{0,9885.10^5}{9,80665} = 10.10^3 \quad (kg/m^2),$$

tedy v nadkritické oblasti. Ostatně dosazením (13) a (2) do rovnice (3) plyne

$$p = p_o + \frac{S.p_o}{S} = 2.p_o \quad (Pa), \quad (15)$$

čemuž odpovídá poměr tlaků

$$\frac{p_o}{p} = \frac{p_o}{2 \cdot p_o} = 0,5 \quad (1) \tag{16}$$

nacházející se v nadkritické oblasti. Předpoklad X = konst., za něhož byl extrém funkce (11) stanoven, se tedy ukázal být správným.

Minimální hmotnostní spotřebu vzduchu jednou pneumatickou opěrou na vzduchovém polštáři pro danou hmotnost břemene G lze stanovit dosazením výrazu (12) do rovnice (10):

$$Q_{min} = \alpha \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot G \cdot g}{\pi \cdot p_o}} \cdot h \cdot \frac{X}{\sqrt{R \cdot T}} \cdot 2 \cdot p_o = 4 \cdot \alpha \cdot X \cdot h \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot G \cdot g \cdot p_o}{R \cdot T}}$$

Dosadíme-li $\alpha = 0,95$; $g = 9,80665 m/s^2$; $p_o = 0,9885 \cdot 10^5$ Pa; $R = 287$ J/kgK; $T = 293$ K; $X = 0,6847$ je

$$Q_{min} = 15,66 \cdot h \cdot \sqrt{G} \quad (kg/s). \tag{17}$$

Objemový průtok vzduchu otvorem je zrčen vztahem

$$V = \frac{Q}{\rho} \quad (m^3/s), \tag{18}$$

kde: V - objemový průtok vzduchu otvorem (m^3/s),
ρ - měrná hmotnost vzduchu před otvorem (kg/m^3).

S užitím stavové rovnice plynu

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T} \quad (kg/m^3) \tag{19}$$

a výrazů (7) a (8) je

$$V = \alpha \cdot S_Q \cdot \frac{p}{\sqrt{R \cdot T}} \cdot X \cdot \frac{R \cdot T}{p} = \alpha \cdot \pi \cdot D \cdot h \cdot X \cdot \sqrt{R \cdot T} \quad (m^3/s) \tag{20}$$

5.5. Výkonové parametry vzduchového polštáře

Výkon vzduchu, potřebný k vznášení opěry, je dán relací

$$N_L = \Delta p \cdot V \quad (W), \tag{21}$$

kde: N_L - výkon vzduchu při vznášení opěry (W),
Δp - přetlak vzduchu v pneumatické opěře (Pa).

Z rovnice (3) plyne, že přetlak vzduchu v opěře je

$$\Delta p = \frac{G}{S} \cdot g \quad (Pa), \tag{22}$$

takže s užitím rovnice (2), (20) a (22) je vztah (21) roven

$$N_L = \frac{4.G.g}{\pi.D^2} .\alpha.\pi.D.h.X.\sqrt{R.T} = 4.\alpha.X.g.\sqrt{R.T} .G.\frac{h}{D} \quad (W) \tag{23}$$

Výkon potřebný k posuvu vznášející se opěry ,je roven

$$N_S = G.g.f_s.v_s \quad (W) \tag{24}$$

kde: N_s -- výkon při posuvuvznášející se opěry (W),
f_s -- součinitel vlečného tření vznášející se opěry (1),
v_s -- rychlost posuvu (m/s).

Úhrnný výkon na vznášení a posuv pneumatické opěry je roven součtu obou dílčích složek (23) a (24)

$$N_V = N_L + N_S = G.g.(4.\alpha.X.\sqrt{R.T} .\frac{h}{D} + f_s.v_s) \quad (W). \tag{25}$$

5.6. Vliv velikosti absolutního tlaku p v opěře na její tlakové, průtokové a výkonové parametry a na velikost možného zatížení

K zobrazení závislostí uvedených parametrů při stálém průměru opěry je použito vztahů:

- $\Delta p = p - p_o$ pro přetlak v opěře (Pa),
- p_o/p pro poměr tlaků (1),
- (9) pro výtokový součinitel X (1),
- (18) a (19) pro objemový průtok vzduchu V opěrou (m^3/s),
- (7) pro hmotnostní průtok Q vzduchu opěrou (kg/s),
- (21) pro výkon vzduchu N_L nutný pro vznášení opěry (W),
- (3) pro velikost zatížení G (kg)

a konstantních hodnot:

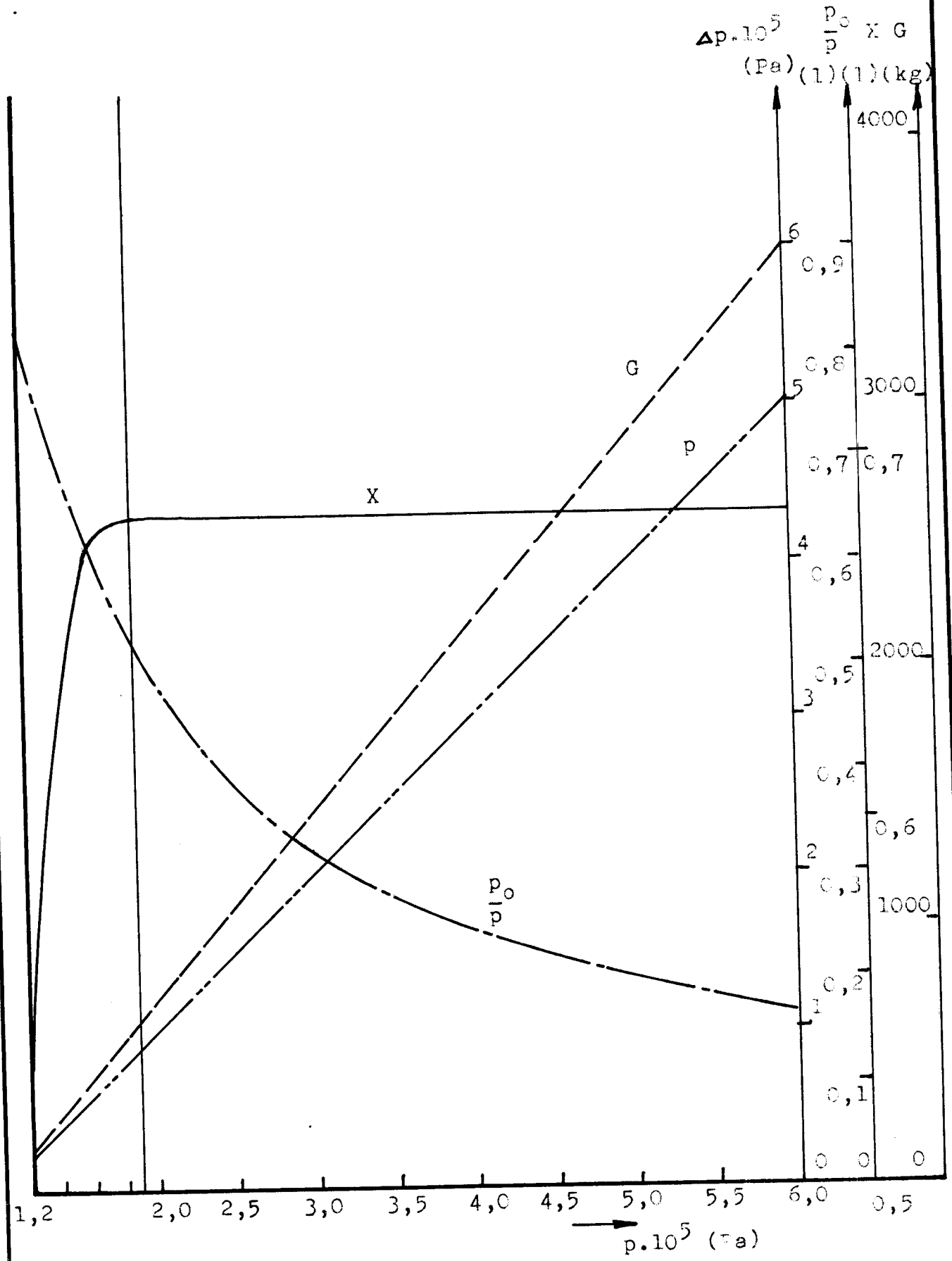
- atmosferický tlak p_o = 98850 Pa,
- zemské tíhové zrychlení g = 9,80665 m/s^2,
- součinitel kontrakce α = 0,95 (1),
- zdvih opěry nad podložkou h = 1.10^{-4} m,
- průměr opěry D = 0,3 m

- měrná plynová konstanta vzduchu R = 287 J/kgK,
- absolutní teplota vzduchu T = 293 K.

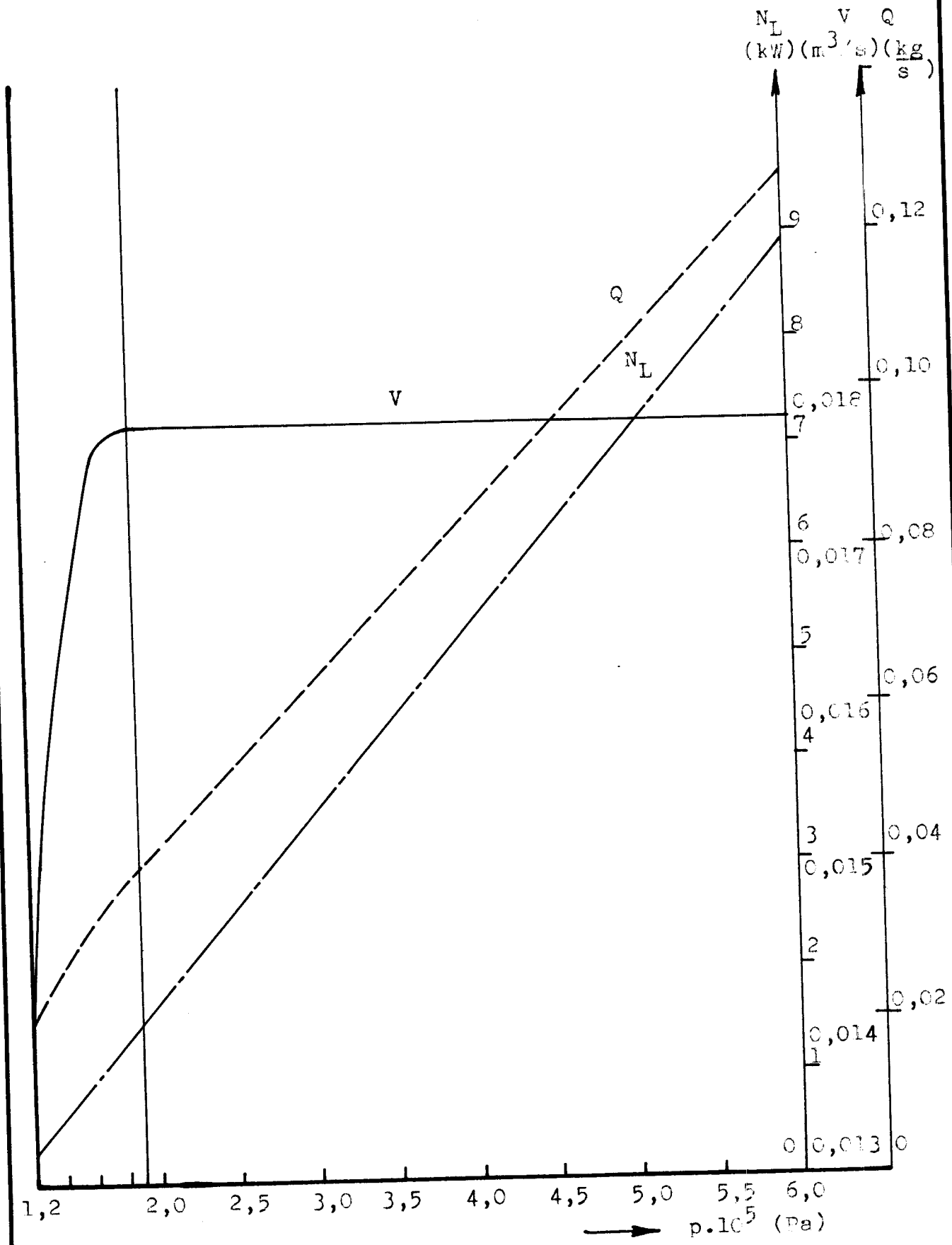
Vypočtené hodnoty jsou uspořádány v tabulce 9 a graficky znázorněny na obr. 12 a 13.

Tabulka 9

Absolutní tlak	Parametry						Vážné zatížení
	tlakové		průtokové			výkon.	
$p.10^5$	$\Delta p.10^5$	p_o/p	X	Q	V	N_L	G
Pa	Pa	1	1	kg/s	m^3/s	kW	kg
1,2	0,212	0,8238	0,5337	0,0198	0,0139	0,295	150
1,4	0,412	0,7061	0,6342	0,0274	0,0164	0,676	300
1,6	0,612	0,6178	0,6723	0,0332	0,0174	1,065	440
1,8	0,812	0,5492	0,6840	0,0380	0,0178	1,445	585
2,0	1,010	0,4942	0,6847	0,0423	0,0178	1,801	730
2,5	1,512	0,3954	0,6847	0,0528	0,0178	2,691	1090
3,0	2,012	0,3295	0,6847	0,0634	0,0178	3,581	1450
3,5	2,512	0,2824	0,6847	0,0740	0,0178	4,471	1810
4,0	3,012	0,2471	0,6847	0,0846	0,0178	5,361	2170
4,5	3,512	0,2197	0,6847	0,0951	0,0178	6,251	2530
5,0	4,012	0,1977	0,6847	0,1057	0,0178	7,141	2890
5,5	4,512	0,1797	0,6847	0,1163	0,0178	8,031	3250
6,0	5,012	0,1648	0,6847	0,1268	0,0178	8,921	3610



Obr. 12 Závislost parametrů na absolutním tlaku



Obr. 13 Závislost parametrů na absolutním tlaku

5.7. Charakteristika pneumatické opěry na vzduch. polštáři

Charakteristikou spotřebiče tlakového vzduchu se rozumí závislost

$$\Delta p = f(V) \quad (Pa) \qquad (26)$$

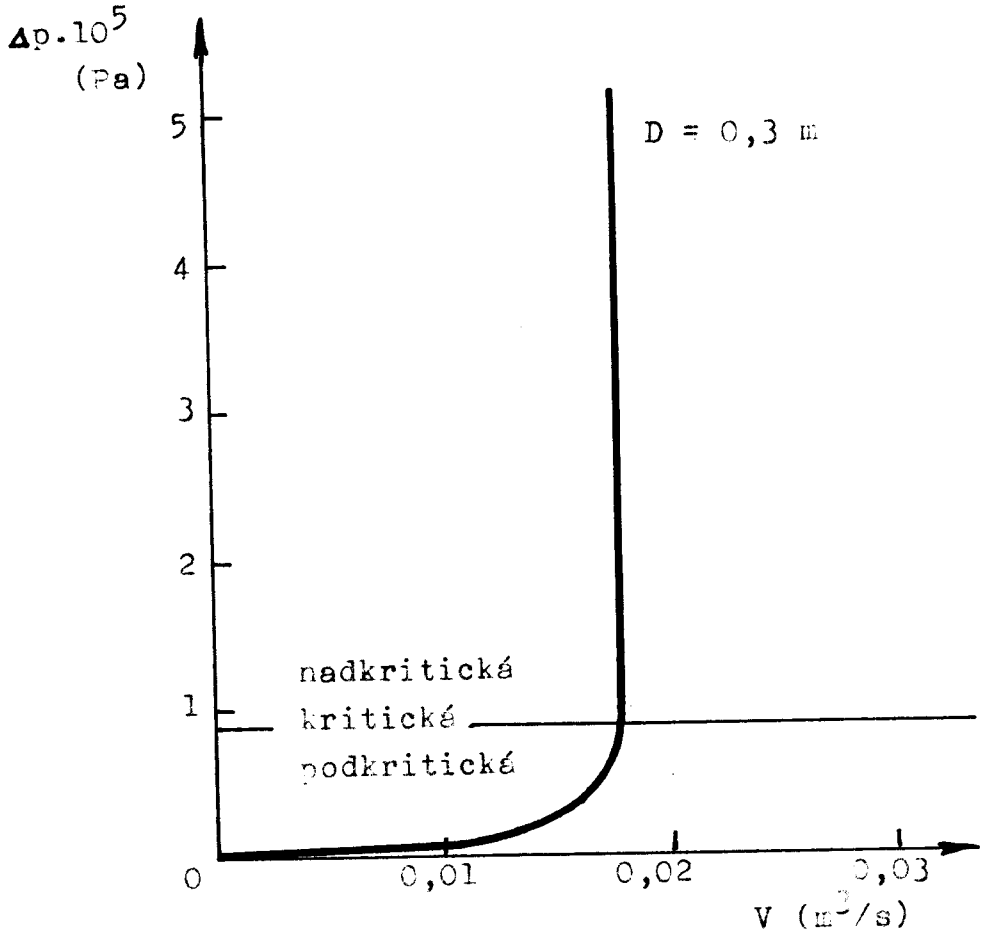
Výsledky výpočtů, uvedených v tabulce 9, umožňují tuto závislost pro pneumatickou opěru na vzduchovém polštáři sestrojit do grafu na obrázku 14.

Znalost této charakteristiky je nezbytná při volbě zdroje tlakového vzduchu pro napájení pneumatické opěry. Součinnost pneumatické opěry se zdrojem tlakového vzduchu objasňuje obr. 15.

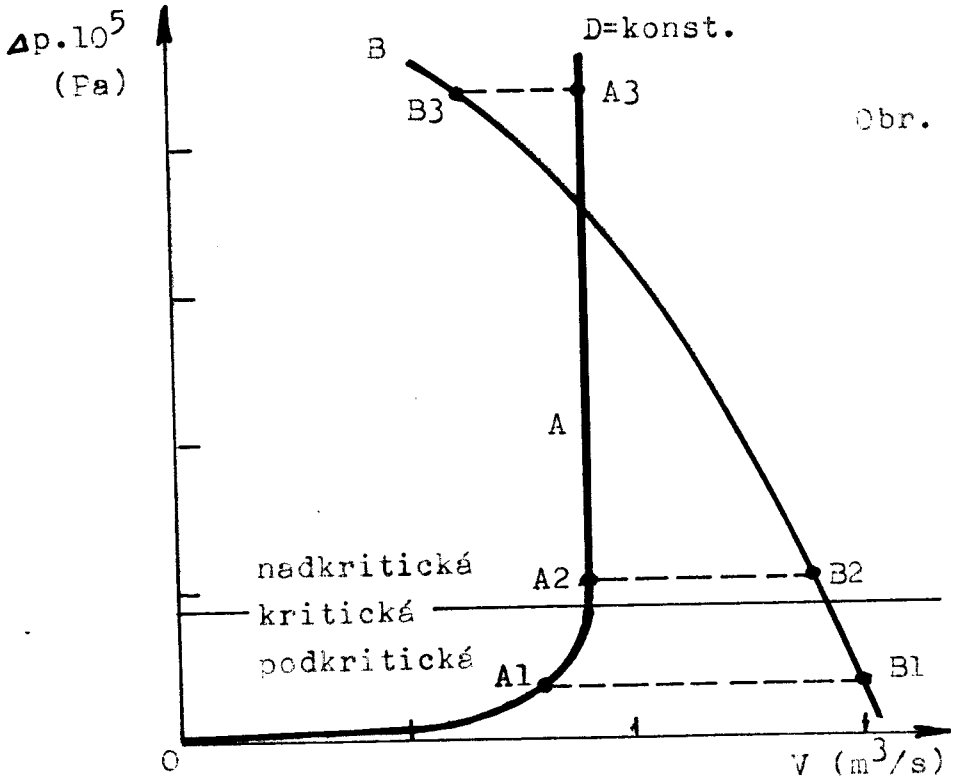
a) Nechť je zatížení G opěry a tím i potřebný přetlak vzduchu p dán pro opěru o daném průměru bodem A1 v podkritické oblasti. Opěra bude pracovat v režimu, zobrazeném pracovním bodem B1 na charakteristice zdroje. Přetlak vzduchu v opěře zůstane stejný, avšak zvýší se objemový průtok vzduchu V opěrou, tzn. zvýší se zdvih opěry nad podložkou oproti hodnotě $h = 1.10^{-4}$ m, s níž byla charakteristika sestrojena, v poměru V_{B1} / V_{A1}.

b) Nechť zatížení G opěry a tedy i přetlak v opěře daného průměru vzroste tak, že se bude nacházet v kritické oblasti, například v bodě A2. Opěra bude pracovat v režimu B2, zdvih opěry se zvýší v poměru V_{B2} / V_{A2}.

c) Nechť zatížení G opěry a tedy i přetlak v opěře vzroste ještě více, například do bodu A3. Opěra bude pracovat v režimu B3, zdvih opěry se sníží v poměru V_{B3} / V_{A3}; nebude-li dostatečný pro funkci opěry na dané podložce, efekt vzduchového polštáře zmizí.



Obr. 14 Charakteristika pneumatické opěry



Obr. 15

A - charakteristika opěry
B - charakteristika zdroje

5. 8 . Dopravní plošina s n pneumatickými opěrami

Dosavadní úvahy se zabývaly pouze jednou pneumatickou opěrou na vzduchovém polštáři. Je však výhodné, aby plošina měla několik opěr /3/, zejména z důvodů stability plošiny.

Uvažujme, že pro stejné břemeno G použijeme v prvním případě jedinou pneumatickou opěrku, ve druhém případě pak dopravní plošinu s n opěrami. Jak se potom změní dříve odvozené závislosti udává tab. 10.

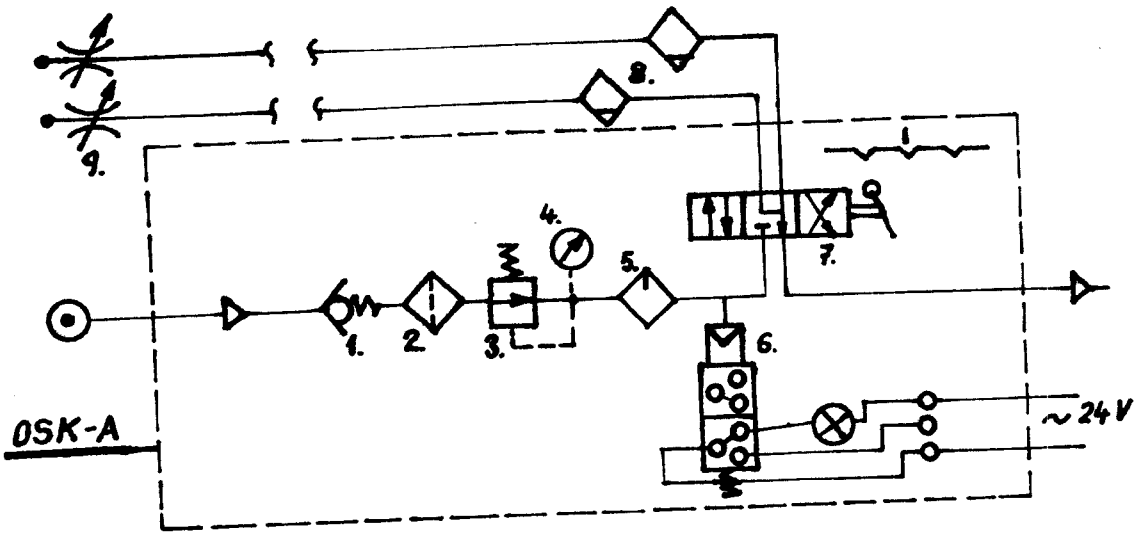
Tabulka 10

P a r a m e t r	Rozměr	Jedna opěra n = 1	Plošina o n opěrách
Počet opěr	1	1	n
Hmotnost břemene	kg	G	G
Zatížení jedné opěry	kg	G	G/n
Celková plocha opěr	m^2	S	S
Plocha jedné opěry	m^2	S	S/n
Průměr jedné opěry	m	D	$D/\sqrt{n}$
Měrné zatížení opěry	kg/m^2	G/S	G/S
Přetlak vzduchu v opěře	Pa	Δp	Δp
Absolutní tlak vzduchu v opěře	Pa	p	p
Hmotnostní průtok vzduchu	kg/s	Q	$Q \cdot \sqrt{n}$
Objemový průtok vzduchu	m^3/s	V	$V \cdot \sqrt{n}$
Výkon vzduchu pro vznášení	W	N_L	$N_L \cdot \sqrt{n}$

Z tabulky 10 je patrno, že tlakové parametry dopravní plošiny nezávisí na počtu pneumatických opěr. Její průtokové a výkonové parametry se však zhoršují, zvyšují se

s druhou odmocninou z počtu opěr. Z uvedeného plynou dva závěry:

- dříve odvozených analytických vztahů a grafických závislostí lze užívat i při návrhu plošiny s n opěrami při respektování výše uvedeného poznatku,
- při volbě počtu pneumatických opěr dopravní plošiny je třeba učinit kompromis mezi stabilitou na jedné straně a horšími energetickými ukazateli na druhé straně. Pro rozměrnější plošiny je minimální počet opěr 3, jimi je poloha plošiny jednoznačně určena. Za maximální počet opěr lze považovat dle /3/ šest. Při dodržení těchto zásad se ekonomické parametry plošiny zhoršují 1,7 až 2,4 kráte oproti samotné opěře.



1. - zpětný ventil
2. - čistič vzduchu
3. - regulátor tlaku
4. - tlakoměr
5. - tlaková maznice -POZOR- bez náplně oleje
6. - tlakový spínač se signal.
7. - ruční rozdělovač
8. - odlučovač vody
9. - škrtící ventil

Obr. 16 Schema rozvodu tlakového vzduchu

6. Konstrukční část

6.1. Konstrukce plošiny na vzduchovém polštáři

Konstrukci plošiny tvoří rám, svařený z tyčí U80 (výkres 1-KOM-OM-502-01-01). Na tomto rámu jsou připevněny naváděcí čepy, na které přijdou nasunout nohy stojanu pod sekce (příloha 4). Čepy jsou umístěny tak, že lze na plošině převážet sekce stroje BD 200 RCE(RN) i BDA 10. Rozvod tlakového vzduchu je tvořen ocelovými trubkami Js 13 o vnějším průměru 16 mm. Spojení trubek v rozích i na odbočkách ke vzduchovým polštářům je realizováno normovanými armaturami. Přívod z hadice do soustavy plošiny je vytvářen pomocí rychlospojky RA 3, jejíž jedna část je trvale přivařena k rozvodu plošiny, druhá je připevněna na konci přívodní hadice. Vlastní čtyři vzduchové polštáře jsou ke spodní straně rámu plošiny trvale přivařeny a jejich rozteče jsou voleny tak, aby vyhovovaly oběma typům sekcí a aby těžiště sekce se shodovalo s těžištěm plošiny ve vertikální ose. Použity jsou vzduchové polštáře vyrobené v ČSSR, v ZVVZ Milevsko. Tento typ, jedná se o pneumatickou opěru 330, má hmotnost 7 kg, lze jej zatížit užitečným zatížením 300 kg a může pracovat v rozmezí teplot od -20° do +40°C. Montáž pneumatických opěr k přepravní plošině se musí provádět tak, že nejprve opěry ustavíme na vodorovnou podložku, na ně se položí rám a ten se přivaří. Na závěr se napojí na vzduchový rozvod plošiny. Na boku plošiny musí být zřetelně uvedena nosnost plošiny, v našem případě tedy 1100 kg.

Pro úplnost zde v tab. 11 uvedu nejčastější závady a způsob jejich odstranění, jak mě o nich informovali pracovníci ČKD Praha i ZVVZ Milevsko.

6.2. Konstrukce závěsného zařízení přívodní hadice

Závěsné zařízení je tvořeno ocelovým lanem ó 5 mm, napnutým pod stropem haly. Na tomto laně pojíždějí kladičky, ke kterým je pomocí pružinové smyčky připevněna hadice, jejíž hmotnost zajišťuje, že kladičky z drátu nevypadnou (výkres 2-KOM-OM-502-02-01). Pro snadné posunování jsou kladičky opatřeny valivým ložiskem a proti pádu jsou zabezpečeny třmenem.

Na el. mostový jeřáb je připevněna lišta, která v případě pohybu jeřábu, odsunuje před sebou kladičky se zavěšenou hadicí (výkres 3-KOM-OM-502-03-01). Koncové dorazy jeřábové dráhy je nutno posunout tak, aby jeřáb neohrozil zavěšené kladičky ve shrnutém stavu. Schema rozvodu tlakového vzduchu v hale zabíhání a konečných úprav je na obr. 16.

Tabulka 11

ZÁVADA	PŘÍČINA	ZPŮSOB ODSTRANĚNÍ
Zatížená nebo nezatížená plošina vibruje nebo kmitá	Nevhodný povrch podlahy	Upravit (vyrovnat) podlahu
	Nesprávné množství vzduchu	Seřídit množství vzduchu
Za klidu nebo pohybu plošina houká	Velké množství vzduchu	Seškrtit dodávku vzduchu
Jízdní odpor, tj. síla potřebná k udržení plošiny v pohybu je velká (případně se plošina zastavuje)	Malé, respektive velké množství vzduchu	Zvýšit, respektive snížit množství vzduchu na vstupu do plošiny
	Malá, respektive velká tuhost elastického prstence	Zvýšit, resp. snížit tuhost prstence zaslepením resp. uvolněním otvorů M5 šroubem ve spodní části tělesa opěry
	Chybné umístění nákladu na plošině - těžiště nákladu leží mimo střed plošiny	Opravit umístění nákladu na plošině
Zastavení plošiny za provozu, silné zhoršení pohyblivosti	Porušení elastického prstence cizím předmětem	Poškozenou opěru demontovat, prstenec opravit nebo vyměnit

7. Ekonomické zhodnocení

7.1. Produktivita práce a její dynamika

V našem případě použijeme pro výpočet produktivity práce metodu naturálních ukazatelů /1/. Podstatou této metody je vztah množství vyrobených produktů k vynaloženému množství práce, tj. k odpracovanému času

$$V_i = \frac{Q_i}{T_i} \quad \text{(ks/hod)} \tag{27}$$

K výpočtu použijeme stanovené a navržené výkonové normy jedné sekce pro operace konečných úprav a zabíhání, které jsou uvedeny v kapitolách 2.2, 2.3, 3.2, 3.3. Zde je jejich zkrácený přehled:

- operace konečných úprav, stávající čas pro 1 ks sekce stroje
  - BD 200 RCE(RN) ..... T_{1S} = 31 min = 0,517 hod,
  - BDA 10 ..... T_{2S} = 40 min = 0,667 hod,
- operace konečných úprav, navrhovaný čas jedné sekce stroje
  - BD 200 RCE(RN) ..... T_{1N} = 30,6 min = 0,51 hod,
  - BDA 10 ..... T_{2N} = 39,6 min = 0,66 hod,
- operace zabíhání, stávající čas pro 1 ks sekce stroje
  - BD 200 RCE(RN) ..... T_{3S} = 39,6 min = 0,66 hod,
  - BDA 10 ..... T_{4S} = 66 min = 1,1 hod,
- operace zabíhání, navrhovaný čas pro 1 ks sekce stroje
  - BD 200 RCE(RN) ..... T_{3N} = 35,8 min = 0,597 hod,
  - BDA 10 ..... T_{4N} = 62,3 min = 1,038 hod.

Dosazením uvedených hodnot do (27) dostaneme pro Q_i = 1 ks následující ukazatele:

$$V_{1S} = \frac{Q_i}{T_{1S}} = \frac{1}{0,517} = 1,934 \quad \text{(ks/hod)},$$

$$V_{2S} = \frac{Q_i}{T_{2S}} = \frac{1}{0,667} = 1,499 \quad \text{(ks/hod)},$$

$$V_{3S} = \frac{Q_i}{T_{3S}} = \frac{1}{0,66} = 1,515 \quad \text{(ks/hod)},$$

$$V_{4S} = \frac{Q_i}{T_{4S}} = \frac{1}{1,1} = 0,909 \qquad \text{(ks/hod)},$$

$$V_{1N} = \frac{Q_i}{T_{1N}} = \frac{1}{0,51} = 1,961 \qquad \text{(ka/hod)},$$

$$V_{2N} = \frac{Q_i}{T_{2N}} = \frac{1}{0,66} = 1,515 \qquad \text{(ks/hod)},$$

$$V_{3N} = \frac{Q_i}{T_{3N}} = \frac{1}{0,597} = 1,675 \qquad \text{(ks/hod)},$$

$$V_{4N} = \frac{Q_i}{T_{4N}} = \frac{1}{1,038} = 0,963 \qquad \text{(ks/hod)}.$$

Ke stanovení dynamiky produktivity práce slouží jednoduchý vztah, spočívající v porovnání produktivity práce navrhovaného způsobu se stávající produktivitou práce:

$$I_i = \frac{V_{iN}}{V_{iS}} \qquad (1) \qquad (28)$$

Po dosazení vypočtených hodnot do (28) tedy dostaneme:

$$I_1 = \frac{V_{1N}}{V_{1S}} = \frac{1,961}{1,934} = 1,014 \quad ,$$

$$I_2 = \frac{V_{2N}}{V_{2S}} = \frac{1,515}{1,499} = 1,011 \quad ,$$

$$I_3 = \frac{V_{3N}}{V_{3S}} = \frac{1,675}{1,515} = 1,106 \quad ,$$

$$I_4 = \frac{V_{4N}}{V_{4S}} = \frac{0,963}{0,909} = 1,059 \quad .$$

Po zavedení navrženého způsobu manipulace se sekcemi se zvýší produktivita práce na operaci konečných úprav sekcí BD 200 RCE(RN) o 1,4 % a sekcí BDA 10 o 1,1 %; na operaci zabíhání sekcí BD 200 RCE(RN) pak o 10,6 % a sekcí BDA 10 o 5,9 % oproti stávajícímu stavu.

7.2. Úspory

a) Úspory na mzdách

Tyto úspory vzniknou snížením výkonových norem v operacích zabíhání a konečných úprav. Vezmeme-li v úvahu letošní rok, pak známe počet strojů, které se v našem závodě mají vyrobit. V plánu je 785 ks strojů BD 200 RCE(RN) a 40 ks strojů BDA 10. Protože však stroje BDA 10 mají 12 sekcí a zabíhání se provádí po 8 sekcích, provedeme přepočet tak, aby dávka 8 sekcí se brala jako jeden stroj následujícím způsobem $\frac{40 \cdot 12}{8} = 60$ strojů na zabíhání i konečné úpravy.

K výpočtu úspor jednotlivých operací použijeme vztah

$$U_i = (T_{iS} - T_{iN}) \cdot a_j \cdot b_j \cdot M_k \cdot z_k \quad \text{(Kčs/rok)} \quad (29)$$

kde: U_i - roční úspora na mzdách v dané operaci při výrobě daného stroje (Kčs/rok),

T_{iS} - stávající výkonová norma jedné sekce (hod),

T_{iN} - navrhovaná výkonová norma jedné sekce (hod),

a_j - počet sekcí do jednoho stroje (sekcí/stroj),

b_j - počet pracovníků v dané operaci (prac./sekci),

M_k - roční výroba strojů (strojů/rok),

z_k - hodinový mzdový tarif jednoho pracovníka (Kčs/hod a prac.).

Při dosazování do (29) použijeme dále těchto hodnot:

a_1 = 5 (sekcí/stroj) pro stroj BD 200 RCE(RN),
a_2 = 8 (sekcí/stroj) pro stroj BDA 10,
b_1 = 5 (prac./sekci) pro stroj BD 200 RCE(RN),
b_2 = 7 (prac./sekci) pro stroj BDA 10,
b_3 = 1 (prac./sekci) pro předáka prac. čety zabíhání,
b_4 = 2 (prac,/sekci) pro operaci konečných úprav,
M_1 = 785 (strojů/rok) pro stroj BD 200 RCE(RN),
M_2 = 60 (strojů/rok) pro stroj BDA 10,
z_1 = 14,40 (Kčs/hod a prac.) pro třídu TKK 8,
z_2 = 16,20 (Kčs/hod a prac.) pro třídu TKK 9.

Výpočet jednotlivých položek úspor dle (29) bude následující:

- i = 1; odvoz sekcí stroje BD 200 RCE(RN) do expedice

$$U_1 = (T_{1S} - T_{1N}) \cdot a_1 \cdot b_4 \cdot M_1 \cdot z_1 =$$
$$= (0{,}517 - 0{,}510).5.2.785.14{,}40 = \underline{791{,}28} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

- i = 2; odvoz sekcí stroje typu BDA 10 do expedice

$$U_2 = (T_{2S} - T_{2N}) \cdot a_2 \cdot b_4 \cdot M_2 \cdot z_1 =$$
$$= (0{,}667 - 0{,}66).8.2.60.14{,}40 = \underline{96{,}77} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

- i = 3; výměna sekcí při zabíhání stroje BD 200 RCE(RN), úsporu musíme rozdělit na úsporu od pracovníků čety a úsporu od předáka čety

$$U_3 = U_{3(1)} + U_{3(2)} \quad (\text{Kčs/rok}) \qquad (30)$$

$$U_{3(1)} = (T_{3S} - T_{3N}) \cdot a_1 \cdot b_1 \cdot M_1 \cdot z_1 =$$
$$= (0{,}66 - 0{,}597).5.5.785.14{,}40 = \underline{17803{,}80} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

$$U_{3(2)} = (T_{3S} - T_{3N}) \cdot a_1 \cdot b_3 \cdot M_1 \cdot z_2 =$$
$$= (0{,}66 - 0{,}597).5.1.785.16{,}20 = \underline{4005{,}86} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

po dosazení do (30) pak uspora operace bude

$$U_3 = 17803{,}80 + 4005{,}86 = \underline{21809{,}66} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

- i = 4; výměna sekcí při zabíhání stroje typu BDA 10, úsporu musíme opět rozdělit na úsporu od pracovníků čety a úsporu od předáka čety

$$U_4 = U_{4(1)} + U_{4(2)} \quad (\text{Kčs/rok}) \qquad (31)$$

$$U_{4(1)} = (T_{4S} - T_{4N}) \cdot a_2 \cdot b_2 \cdot M_2 \cdot z_1 =$$
$$= (1{,}100 - 1{,}038).8.7.60.14{,}40 = \underline{2999{,}81} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

$$U_{4(2)} = (T_{4S} - T_{4N}) \cdot a_2 \cdot b_3 \cdot M_2 \cdot z_2 =$$
$$= (1{,}100 - 1{,}038).8.1.60.16{,}20 = \underline{482{,}11} \quad (\text{Kčs/rok}),$$

po dosazení do (31) pak výsledná úspora operace bude

$$U_4 = 2999{,}81 + 482{,}11 = \underline{3481{,}92} \quad (\text{Kčs/rok}).$$

Celková roční úspora z mezd se vypočte

$$U = \sum_{i=1}^{4} U_i \quad (\text{Kčs/rok}) \qquad (32)$$

Dosazením U_i do (32) dostaneme

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 791{,}28 + 96{,}77 + 21809{,}66 + 3481{,}92 = \underline{26179{,}63} \quad (\text{Kčs/rok}).$$

b) Úspory ze snížení spotřeby elektrické energie

Z důvodů omezení pohybu jeřábu v navrhovaném způsobu manipulace se sekcemi, vznikne úspora elektrické energie. Tuto úsporu vypočteme ze vztahů:

$$B = \sum_{i=1}^{4} B_i \quad (\text{Kčs/rok}), \tag{33}$$

$$B_i = \sum_{i=1}^{3} B_{i(j)} \quad (\text{Kčs/rok}), \tag{34}$$

$$B_{i(j)} = (t_{i(j)S} - t_{i(j)N}) \cdot c_j \cdot d \cdot M_k \quad (\text{Kčs/rok}), \tag{35}$$

kde: B - roční úspora za el. energii (Kčs/rok),
B_i - roční úspora v i-té operaci (Kčs/rok),
$B_{i(j)}$ - roční úspora v i-té operaci při j-tém pohybu jeřábu (Kčs/rok),
$t_{i(j)S}$ - stávající čas j-tého pohybu jeřábu v i-té operaci (hod/stroj),
$t_{i(j)N}$ - navrhovaný čas j-tého pohybu jeřábu v i-té operaci (hod/stroj),
c_j - příkon elektromotoru pro j-tý pohyb (kW),
d - cena el. energie (Kčs/kWh).

Pro dosazení do (35) potřebujeme znát hodnoty $t_{i(j)S}$ a $t_{i(j)N}$. Tyto hodnoty odečteme z tabulek 1 až 8. Další hodnoty budou následující:

$j = 1$ pro podélný pohyb jeřábu,
$j = 2$ pro příčný pohyb jeřábu,
$j = 3$ pro zdvih jeřábu,

$c_1 = 1,1$; $c_2 = 0,37$; $c_3 = 7,5$ (kW),
$d = 0,51$ (Kčs/kWh),
$M_1 = 785$ (strojů/rok) pro výrobu BD 200 RCE(RN),
$M_2 = 60$ (strojů/rok) pro výrobu BDA 10.

Výpočet jednotlivých položek úspor dle (34) a (35) je následující:

- i = 1; odvoz sekcí stroje BD 200 RCE(RN) do expedice

$B_{1(1)} = (0,136 - 0).1,1.0,51.785 = \underline{59,89}$ (Kčs/rok),
$B_{1(2)} = (0,013 - 0).0,37.0,51.785 = \underline{1,93}$ (Kčs/rok),
$B_{1(3)} = (0,022 - 0).7,5.0,51.785 = \underline{66,06}$ (Kčs/rok),
$B_1 = 59,89 + 1,93 + 66,06 = \underline{127,88}$ (Kčs/rok),

- i = 2; odvoz sekcí stroje BDA 10 do expedice

$B_{2(1)} = (0,183 - 0).1,1.0,51.60 = \underline{6,16}$ (Kčs/rok),
$B_{2(2)} = (0,042 - 0).0,37.0,51.60 = \underline{0,48}$ (Kčs/rok),
$B_{2(3)} = (0,036 - 0).7,5.0,51.60 = \underline{8,26}$ (Kčs/rok),
$B_2 = 6,16 + 0,48 + 8,26 = \underline{14,90}$ (Kčs/rok),

- i = 3; výměna sekcí při zabíhání stroje BD 200 RCE(RN)

$B_{3(1)} = (0,348 - 0,062).1,1.0,51.785 = \underline{125,15}$ (Kčs/rok),
$B_{3(2)} = (0,061 - 0,033).0,37,0,51.785 = \underline{4,12}$ (Kčs/rok),
$B_{3(3)} = (0,044 - 0,044).7,5.0,51.785 = \underline{0}$ (Kčs/rok),
$B_3 = 125.15 + 4,12 = \underline{129,27}$ (Kčs/rok),

- i = 4; výměna sekcí při zabíhání stroje BDA 10

$B_{4(1)} = (0,5 - 0,073).1,1.0,51.60 = \underline{14,37}$ (Kčs/rok),
$B_{4(2)} = (0,094 - 0,05).0,37.0,51.60 = \underline{0,50}$ (Kčs/rok),
$B_{4(3)} = (0,071 - 0,071).7,5.0,51.60 = \underline{0}$ (Kčs/rok),
$B_4 = 14,37 + 0,50 = \underline{14,87}$ (Kčs/rok).

Pro výpočet celkové úspory ze snížení spotřeby el. energie dosadíme do vztahu (33)

$$B = 127,88 + 14,90 + 129,27 + 14,87 = \underline{286,92} \text{ (Kčs/rok).}$$

c) Celkové úspory

Výpočet těchto úspor, které by vznikly zavedením nové manipulace se sekcemi určíme ze vztahu

$$Z = U + B \quad (\text{Kčs/rok}) \qquad (36)$$

$$Z = 26179{,}63 + 286{,}92 = \underline{26466{,}55} \quad (\text{Kčs/rok}).$$

7.3. Nutné náklady na navrhovaný způsob manipulace

a) Náklady na výrobu plošin na vzduchovém polštáři

Tyto náklady vypočteme z nákladů na nákup elementů vzduchového polštáře a z nákladů na výrobu vlastních rámů plošin

$$A = A_1 + A_2 \quad (\text{Kčs}) \qquad (37)$$

kde: A_1 - náklady na nákup elementů vzduchového polštáře (Kčs),
A_2 - náklady na výrobu rámů plošin (Kčs).

Položku A_1 vypočteme z následujícího vztahu:

$$A_1 = n \cdot s_2 \cdot C_1 \quad (\text{Kčs}), \qquad (38)$$

kde: n - počet vzduchových polštářů na jedné plošině,
s_2 - počet plošin, které se musí vyrobit (ks),
C_1 - cena jednoho vzduchového polštáře (Kčs/ks).

Jestliže dosadíme do (38) za $n = 4$, $s_2 = 18$ ks a dle udání výrobce cenu $C_1 = 500$ Kčs/ks dostaneme

$$A_1 = 4 \cdot 18 \cdot 500 = \underline{36000} \quad (\text{Kčs}).$$

Položku A_2 vypočteme následovně:

$$A_2 = s_2 \cdot C_2 \quad (\text{Kčs}), \qquad (39)$$

kde: C_2 - odhadová výrobní cena jednoho rámu plošiny provedená technologem nástrojárny dle výkresu rámu.

Dosazení do (39) za $s_2 = 18$ ks a $C_2 = 1500$ Kčs/ks dostaneme

$$A_2 = 18 \cdot 1500 = \underline{27000} \quad (\text{Kčs}).$$

Celkové náklady na výrobu 18 kompletních plošin budou dle (37)

$$A = 36000 + 27000 = \underline{63000} \quad (\text{Kčs}).$$

b) Náklady na roční výrobu potřebného tlakového vzduchu

Tyto náklady vypočteme na základě vztahů

$$H = \sum_{i=1}^{4} H_i \quad \text{(Kčs/rok)}, \qquad (42)$$

$$H_i = t_{iV} \cdot V_v \cdot M_k \cdot C_6 \quad \text{(Kčs/rok)}, \qquad (43)$$

kde: H - roční náklady na potřebný tlak. vzduch (Kčs/rok),
H_i - roční náklady pro i-tou operaci (Kčs/rok),
t_{iV} - čas, po který je tlak. vzduch spotřebováván pro manipulaci se sekcemi daného stroje (hod/stroj),
V_v - spotřeba tlakového vzduchu plošinou (m^3/hod),
C_6 - náklady na výrobu 1 m^3 tlak. vzduchu (Kčs/m^3).

Pro dosazení do (43) potřebujeme znát hodnoty t_{iV}. Tyto hodnoty odečteme z tabulek 1 až 8. Další hodnoty jsou:

V_v = 30 (m^3/hod) dle udání výrobce v TPP,
M_1 = 785 (strojů/rok) pro výrobu BD 200 RCE(RN),
M_2 = 60 (strojů/rok) pro výrobu BDA 10,
C_6 = 0,07 (Kčs/m^3) dle údaje energetika závodu z hodnot platných v roce 1986.

Výpočet jednotlivých položek nákladů dle (43) bude tento:

- i=1; odvoz sekcí stroje BD 200 RCE(RN) do expedice
  H_1 = 0,105 . 30 . 785 . 0,07 = 173,09 (Kčs/rok),
- i=2; odvoz sekcí stroje BDA 10 do expedice
  H_2 = 0,168 . 30 . 60 . 0,07 = 21,17 (Kčs/rok),
- i=3; výměna sekcí při zabíhání stroje BD 200 RCE(RN)
  H_3 = 0,035 . 30 . 785 . 0,07 = 57,70 (Kčs/rok),
- i=4; výměna sekcí při zabíhání stroje BDA 10
  H_4 = 0,06 . 30 . 60 . 0,07 = 7,56 (Kčs/rok),

Pro výpočet celkových nákladů na tlakový vzduch dosadíme do vztahu (42)

$$H = 173{,}09 + 21{,}17 + 57{,}70 + 7{,}56 = \underline{259{,}52} \quad \text{(Kčs/rok)}.$$

c) Náklady na úpravu stojanů pod sekce a na výrobu nových

Tyto náklady určíme ze vztahu

$$J = J_1 + J_2 \quad \text{(Kčs)}, \qquad (44)$$

kde: J_1 - náklady na úpravu stojanů (Kčs),

J_2 - náklady na vyrobení dalších stojanů (Kčs).

V současné době je vyrobeno 16 ks stojanů pod sekce, které se musí upravit (příloha 4). Náklady na úpravu vypočteme ze

$$J_1 = s_3 \cdot C_7 \quad \text{(Kčs)}, \qquad (45)$$

kde: s_3 - počet stojanů k úpravě (ks),

C_7 - náklady na úpravu 1 ks stojanu (Kčs/ks).

Dosadíme-li do (45) za s_3 = 16 ks a za C_7 = 200 Kčs/ks dle odhadu technologa nástrojárny bude

$$J_1 = 16 \cdot 200 = \underline{3200} \quad \text{(Kčs)}.$$

Protože je celkem potřeba 18 ks stojanů, musí se ještě dva stojany vyrobit a náklady na jejich výrobu budou tyto:

$$J_2 = s_4 \cdot C_8 \quad \text{(Kčs)}, \qquad (46)$$

kde: s_4 - počet stojanů k výrobě (ks),

C_8 - náklady na výrobu jednoho stojanu (Kčs/ks).

Dosadíme-li do (46) za s_4 = 2 ks a za C_8 = 7500 Kčs/ks podle nákladů na již vyrobené stojany bude

$$J_2 = 2 \cdot 7500 = \underline{15000} \quad \text{(Kčs)}.$$

Celkové náklady na stojany budou po dosazení do (44) představovat

$$J = 3200 + 15000 = \underline{18200} \quad \text{(Kčs)}.$$

d) Náklady na úpravu podlahy

Po odstranění kolejí, které spojují prostor konečných úprav s expedicí, je nutno v tomto prostoru položit vrstvu plastbetonu a provést i několik menších úprav stávajícího potahu v celkovém rozsahu zhruba 50 m^2. Náklady určíme ze vztahu

$$P = P_1 + P_2 \quad \text{(Kčs)}, \qquad (47)$$

kde: P_1 - náklady na odstranění kolejí (Kčs),

P_2 - náklady na položení vrstvy plastbetonu (Kčs).

Dle sazebníku stavebních prací činí náklady na odstranění kolejí přibližně P_1 = 900 Kčs.
Náklady P_2 vypočteme následujícím způsobem:

$$P_2 = s_5 \cdot C_9 \quad \text{(Kčs)}, \tag{48}$$

kde: s_5 - plocha, která bude pokryta novou vrstvou (m^2),
C_9 - náklady na položení 1 m^2 plastbetonu (Kčs/m^2).
Dosadíme-li do(48) za s_5 = 50 m^2 a C_9 = 300 Kčs/m^2 dle fakturace n.p. Armabeton Praha, který plastbeton pokládá je

$$P_2 = 50 \cdot 300 = \underline{15000} \quad \text{(Kčs)}.$$

Po dosazení do (47) dostaneme celkové náklady na podlahu

$$P = 900 + 15000 = \underline{15900} \quad \text{(Kčs)}.$$

e) Náklady na rozvod tlakového vzduchu

Tyto náklady vypočteme podle vztahu

$$E = E_1 + E_2 + E_3 \quad \text{(Kčs)}, \tag{49}$$

kde: E - celkové náklady na rozvod tlakového vzduchu (Kčs),
E_1 - náklady na zhotovení nosného prvku hadice (Kčs),
E_2 - náklady na výrobu a montáž nosných kladek a shrnovací lišty jeřábu (Kčs),
E_3 - náklady na nákup hadic a potřebné vzduchotechniky (Kčs).

Náklady E_1 byly odhadnuty stavebním technikem závodu s přihlédnutím k ceníku stavbařských prací na E_1 = 1250 Kčs.
Náklady E_2 určíme ze vztahu

$$E_2 = s_6 \cdot C_3 + C_4 + C_5 \quad \text{(Kčs)}, \tag{50}$$

kde: s_6 - počet nosných kladek (ks),
C_3 - výrobní cena jedné kladky (Kčs/ks),
C_4 - výrobní cena shrnovací lišty (Kčs),
C_5 - montážní náklady (Kčs).

Dosadíme-li do (50) za s_6 = 20 ks, C_3 = 200 Kčs/ks, C_4 = 600 Kčs, C_5 = 900 Kčs (položky C_3, C_4, C_5 odhadl technolog nástrojárny dle výkresů a přibližné pracnosti) je

$$E_2 = 20 \cdot 200 + 600 + 900 = \underline{5500} \quad \text{(Kčs)}.$$

Náklady E_3 určíme ze vztahu

$$E_3 = s_7 \cdot C_{10} + C_{11} \quad \text{(Kčs)}, \qquad (51)$$

kde: s_7 - celkové potřebná délka hadice (m),

C_{10} - nákupní cena 1 m hadice (Kčs/m),

C_{11} - celkové nákupní cena potřebné vzduchotech. (Kčs).

Dosadíme-li do (51) za s_7 = 55 m, C_{10} = 16 Kčs/m dle údajů zásobovacího oddělení cena 1 m hadice DN16, C_{11} = 5500 Kčs opět dle údajů zásobovacího oddělení podniku, bude

$$E_3 = 55 \cdot 16 + 5500 = \underline{6380} \quad \text{(Kčs)}.$$

Celkové náklady na rozvod tlakového vzduchu dostaneme dosazením do (49)

$$E = 1250 + 5500 + 6380 = \underline{13130} \quad \text{(Kčs)}.$$

f) Souhrn nákladů

Sečtením uvedených nákladů získáme celkovou výši potřebné sumy W

$$W = A + J + P + E \quad \text{(Kčs)}. \qquad (52)$$

Dosazením jednotlivých hodnot bude

$$W = 63000 + 18200 + 15900 + 13130 = \underline{110230} \quad \text{(Kčs)}.$$

7.4. Návratnost vynaložených nákladů

Návratnost nákladů vypočteme ze vztahu

$$n_R = \frac{W}{Z - H} \quad \text{(rok)}, \qquad (53)$$

kde: n_R - počet let, za které nám úspory vyrovnají náklady,
W - celkový souhrn nákladů (Kčs),
Z - celkový roční souhrn úspor (Kčs/rok),
H - celkové roční náklady na výrobu tlakového vzduchu (Kčs/rok).

Dosadíme do (53) dříve vypočtené hodnoty

$$n_R = \frac{110230}{26467 - 260} = 4,21 \quad \text{(rok)}.$$

Z uvedeného výpočtu vyplývá, že vynaložené náklady se nám v úsporách vrátí zhruba za 4 roky a 3 měsíce.

8. Závěr

Úkolem této diplomové práce byla racionalizace mezioperační manipulace se sekcemi bezvřetenových dopřádacích strojů v prostoru zapřádání. Použitím plošin na vzduchovém polštáři byla odstraněna dosavadní zdlouhavá a neoperativní přeprava pomocí elektrického mostového jeřábu a kolejového vozíku.

Zkrácením času výměny sekcí na zapřádacích stendech byly vykázány nejen úspory na mzdách, ale otevřel se i prostor pro zvýšení výroby strojů BD 200 RCE(RN) a BDA 10, které se očekává v příštích letech.

Ukázalo se také, že jestliže budou pracovníci dodržovat provozní předpisy navržené pro tato pracoviště, tak energetická náročnost navrhované přepravy bude nižší než přepravy současné.

Dalším kladem navrhovaného způsobu přepravy je i zvýšení bezpečnosti práce. Pojíždění s jeřábem, ať již s břemenem nebo jenom se závěsným zařízením, ohrožuje pracovníky při plnění jejich pracovních povinností. Zvláště nebezpečné je rozkývání břemene a nikdy nelze zaručit jeho pád.

I když vypočtená doba návratnosti činí více něž 4 roky předpokládám, že bude kratší, protože se v příštích letech bude vyrábět více strojů než je plánováno na letošní rok, jejichž počet byl použit ve výpočtu. Tím se zvýší úspory, ale nikoliv již náklady.

Určitým přínosem této práce již nyní je to, že v současné době se uvažuje v našem závodě o dalších pracovištích a skladových prostorách, kde by bylo vhodné využít předností a výhod tohoto způsobu dopravy a využít tak poznatků, vědomostí a kontaktů, které jsem získal při přípravě a zpracování této práce.

Přehled použité literatury:

/1/ - Líbal V. a kol.: Organizace a řízení výroby; 3; SNTL 1976.

/2/ - Matějka J.; Manipulace, skladování, balení; 13; 1985; 4; 104; Zahájení výroby přepravních plošin na vzduchovém polštáři v ČSSR.

/3/ - Kušnir M.E.; Montažnyje i specialnyje raboty v strojítělstvě; 1975; 9; Transportnyje ustrojstva na vozdušnoj poduške.

/4/ - Mayer J.: Teoretické základy energetických zařízení; II. díl; 2; Ediční středisko VŠST Liberec 1984.

Tab. 1

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BD RCE a BD RN z prostoru kon. úprav do exp. Současný způsob.	První sekce								Druhá sekce								Třetí sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih		úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih		úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých. polohy	126	126	28	112	2,5	10	0,6	4																
Zavěšení sekce	15	141					0,6	4	15	289					0,6	4	15	453					0,6	4
Odvoz nad poj.vozík	28	169	6	24	1	4			36	325	8	32	1	4			44	497	10	40	1	4		
Ustavení na poj.vozík	20	189					1,2	8	20	345					1,2	8	20	517					1,2	8
Vozík do expedice	15	204							15	360							15	532						
Zavěšení sekce	15	219							15	375							15	547						
Odjezd vozíku zpět	15	234							15	390							15	562						
Jeřáb nad další sek.	40	274	8	32	1	4	0,6	4	48	438	10	40	1	4	0,6	4	56	618	12	48	1	4	0,6	4
Součet			42	168	4,5	18	3	20			18	72	2	8	2,4	16			22	88	2	8	2,4	16

$t_{1(1)S}$ = 0,136 hod
$t_{1(2)S}$ = 0,013 hod
$t_{1(3)S}$ = 0,022 hod

Pokračování tab. 1

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BD RCE a BD RN z prostoru kon. úprav do exp. Současný stav.	Čtvrtá sekce								Pátá sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	prů běž.	podél		napříč		zdvih		úkonu	prů běž.	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých. polohy																
Zavěšení sekce	15	633					0,6	4	15	829					0,6	4
Odvoz nad poj.vozík	52	685	12	48	1	4			60	889	14	56	1	4		
Ustavení na poj.vozík	20	705					1,2	8	20	909					1,2	8
Vozík do expedice	15	720							15	924						
Zavěšení sekce	15	735							15	939						
Odjezd vozíku zpět	15	750							15	954						
Jeřáb nad další sekci	64	814	14	56	1	4	0,6	4								
Součet			26	104	2	8	2,4	16			14	56	1	4	1,8	12

Tab. 2

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BDA 10 z prostoru konečných úprav do expedice, Současný stav.	První sekce								Druhá sekce								Třetí sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úko	prů	podél		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih	
	nu	běž.	L	t	L	t	L	t	nu	běž.	L	t	L	t	L	t	nu	běž.	L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy	122	122	27	108	2,5	10	0,6	4																
Zavěšení sekce	15	137					0,6	4	15	285					0,6	4	15	449					0,6	4
Odvoz nad poj.vozík	28	165	6	24	1	4			36	321	8	32	1	4			44	493	10	40	1	4		
Ustavení na poj.voz.	20	185					1,2	8	20	341					1,2	8	20	513					1,2	8
Vozík do expedice	15	200							15	356							15	528						
Zavěšení sekce	15	215							15	371							15	543						
Odjezd vozíku zpět	15	230							15	386							15	558						
Jeřáb nad další sek.	40	270	8	32	1	4	0,6	4	48	434	10	40	1	4	0,6	4	56	614	12	48	1	4	0,6	4
Součet			41	164	4,5	18	3	20			18	72	2	8	2,4	16			22	88	2	8	2,4	16

Pokračování tab. 2

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BDA 10 z prostoru konečných úprav do expedice. Současný způsob.	Čtvrtá sekce								Pátá sekce								Šestá sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	průběž.	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběž.	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběž.	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do výchozí pol.																								
Zavěšení sekce	15	629					0,6	4	15	803					0,6	4	15	971					0,6	4
Odvoz nad poj.vozík	52	681	12	48	1	4			38	841	6	24	3,5	14			46	1017	8	32	3,5	14		
Ustavení na poj.voz.	20	701					1,2	8	20	861					1,2	8	20	1037					1,2	8
Vozík do expedice	15	716							15	876							15	1052						
Zavěšení sekce	15	731							15	891							15	1067						
Odjezd vozíku zpět	15	746							15	906							15	1082						
Jeřáb nad další sek.	42	788	6	24	3,5	14	0,6	4	50	956	8	32	3,5	14	0,6	4	58	1140	10	40	3,5	14	0,6	4
Součet			18	72	4,5	18	2,4	16			14	56	7	28	2,4	16			18	72	7	28	2,4	16

$t_{2(1)S}$ = 0,183 hod
$t_{2(2)S}$ = 0,042 hod
$t_{2(3)S}$ = 0,036 hod

Pokračování tab. 2

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BDA 10 z prostoru konečných úprav sekcí do exp. Současný stav.	Sedmá sekce								Osmá sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih		úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy																
Zavěšení sekce	15	1155					0,6	4	15	1355					0,6	4
Odvoz nad poj.vozík	54	1209	10	40	3,5	14			62	1417	12	48	3,5	14		
Ustavení na poj.vozík	20	1229					1,2	8	20	1437					1,2	8
Vozík do expedice	15	1244							15	1452						
Zavěšení sekce	15	1259							15	1467						
Odjezd vozíku zpět	15	1274							15	1482						
Jeřáb nad další sekci	66	1340	12	48	3,5	14	0,6	4								
Součet			22	88	7	28	2,4	16			12	48	3,5	14	1,8	12

Tab. 3

Jednotlivé úkony výměny sekcí BD RCE A BD RN na zabíhacích stendech. Současný způsob.	První sekce								Druhá sekce								Třetí sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy	94	94	20	80	2,5	10	0,6	4																
Zavěšení sekce	20	114					0,6	4	20	421					0,6	4	20	752					0,6	4
Přesun do osy haly	10	124			2,5	10			10	431			2,5	10			10	762			2,5	10		
Přesun do prost.mytí	78	202	17	68	2,5	10			82	513	18	72	2,5	10			86	848	19	76	2,5	10		
Umístění sekce	20	222					1,2	8	20	533					1,2	8	20	868					1,2	8
Jeřáb nad poj.vozík	30	252	5	20	2,5	10			38	571	7	28	2,5	10			46	914	9	36	2,5	10		
Zavěšení sekce	15	267					1,2	8	15	586					1,2	8	15	929					1,2	8
Přesun mezi stendy	88	355	22	88					100	686	25	100					112	1041	28	112				
Přesun nad stend	10	365			2,5	10			10	696			2,5	10			10	1051			2,5	10		
Uložení sekce	20	385					1,2	8	20	716					1,2	8	20	1071					1,2	8
Přesun nad další sek.	16	401	3	12			0,6	4	16	732	3	12			0,6	4	16	1087	3	12			0,6	4
Poj. vozík pod prop.	15	115							15	430							15	760						
Uložení sekce na voz.	30	145							30	460							30	790						
Přesun do haly zab.	15	160							15	475							15	805						
Součet			67	268	12,5	50	5,4	36			53	212	10	40	4,8	32			59	236	10	40	4,8	32

$t_{3(1)S}$ = 0,348 hod
$t_{3(2)S}$ = 0,061 hod
$t_{3(3)S}$ = 0,044 hod

Pokračování tab. 3

Jednotlivé úkony výměny sekcí BD RCE a BD RN na zabíhacích stendech. Současný způsob.	Čtvrtá sekce								Pátá sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých. polohy																
Zavěšení sekce	20	1107					0,6	4	20	1486					0,6	4
Přesun do osy haly	10	1117			2,5	10			10	1496			2,5	10		
Přesun do prost.mytí	90	1207	20	80	2,5	10			94	1590	21	84	2,5	10		
Umístění sekce	20	1227					1,2	8	20	1610					1,2	8
Jeřáb nad poj.vozík	54	1281	11	44	2,5	10			62	1672	13	52	2,5	10		
Zavěšení sekce	15	1296					1,2	8	15	1687					1,2	8
Přesun mezi stendy	124	1420	31	124					136	1823	34	136				
Přesun nad stend	10	1430			2,5	10			10	1833			2,5	10		
Uložení sekce	20	1450					1,2	8	20	1853					1,2	8
Přesun nad další sek.	16	1466	3	12			0,6	4	14	1867	1	4	2,5	10		
Poj. vozík pod prop.	15	1120							15	1500						
Uložení sekce na voz.	30	1150							30	1530						
Přesun do haly zab.	15	1165							15	1545						
Součet			65	260	10	40	4,8	32			69	276	2,5	50	4,2	28

Tab. 4

Jednotlivé úkony výměny sekcí BDA 10 na zabíhacích stendech. Současný způsob.	První sekce								Druhá sekce								Třetí sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých. polohy	90	90	19	76	2,5	10	0,6	4																
Zavěšení sekce	20	110					0,6	4	20	401					0,6	4	20	708					0,6	4
Přesun do osy haly	10	120			2,5	10			10	411			2,5	10			10	718			2,5	10		
Přesun do prost.mytí	66	186	14	56	2,5	10			66	477	14	56	2,5	10			66	784	14	56	2,5	10		
Umístění sekce	20	206					1,2	8	20	497					1,2	8	20	804					1,2	8
Jeřáb nad poj.vozík	34	240	5	20	2,5	10			42	539	7	28	2,5	10			50	854	9	36	2,5	10		
Zavěšení sekce	15	255					0,6	4	15	554					0,6	4	15	869					0,6	4
Přesun mezi stendy	80	335	19	76			0,6	4	88	642	21	84			0,6	4	96	965	23	92			0,6	4
Přesun nad stend	10	345			2,5	10			10	652			2,5	10			10	975			2,5	10		
Uložení sekce	20	365					0,6	4	20	672					0,6	4	20	995					0,6	4
Přesun nad další sek.	16	381	2	8			1,2	8	16	688	2	8			1,2	8	16	1011	2	8			1,2	8
Poj. vozík pod prop.	15	115							15	415							15	725						
Uložení sekce na voz.	30	145							30	445							30	755						
Přesun do haly zab.	15	160							15	460							15	770						
Součet			59	236	12,5	50	5,4	36			44	176	10	40	4,8	32			48	192	10	40	4,8	32

Pokračování tab. 4

Jednotlivé úkony výměny sekcí BDA 10 na zabíhacích stendech. Současný způsob.	Čtvrtá sekce								Pátá sekce								Šestá sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých. polohy																								
Zavěšení sekce	20	1031					0,6	4	20	1370					0,6	4	20	1725					0,6	4
Přesun do osy haly	10	1041			2,5	10			10	1380			2,5	10			10	1735			2,5	10		
Přesun do prost.mytí	66	1107	14	56	2,5	10			98	1478	22	88	2,5	10			98	1833	22	88	2,5	10		
Umístění sekce	20	1127					0,6	4	20	1498					0,6	4	20	1853					0,6	4
Jeřáb nad poj.vozík	58	1185	11	44	2,5	10	0,6	4	34	1532	5	20	2,5	10	0,6	4	42	1895	7	28	2,5	10	0,6	4
Zavěšení sekce	15	1200					0,6	4	15	1547					0,6	4	15	1910					0,6	4
Přesun mezi stendy	104	1304	25	100			0,6	4	112	1659	27	108			0,6	4	120	2030	29	116			0,6	4
Přesun nad stend	10	1314			2,5	10			10	1669			2,5	10			10	2040			2,5	10		
Uložení sekce	20	1334					0,6	4	20	1689					0,6	4	20	2060					0,6	4
Přesun nad další sek.	16	1350	2	8			1,2	8	16	1705	2	8			1,2	8	16	2076	2	8			1,2	8
Poj. vozík pod prop.	15	1045							15	1400							15	1800						
Uložení sekce na voz.	30	1075							30	1430							30	1830						
Přesun do haly zab.	15	1090							15	1445							15	1845						
Součet			52	208	10	40	4,8	32			56	224	10	40	4,8	32			60	240	10	40	4,8	32

$t_{4(1)S}$ = 0,5 hod
$t_{4(2)S}$ = 0,094 hod
$t_{4(3)S}$ = 0,071 hod

Pokračování tab. 4

Jednotlivé úkony výměny sekcí BDA 10 na zabíhacích stendech. Současný způsob.	Sedmá sekce								Osmá sekce							
	Čas		Pohyb jeřábu						Čas		Pohyb jeřábu					
	úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběžný	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých. polohy																
Zavěšení sekce	20	2096					0,6	4	20	2483					0,6	4
Přesun do osy haly	10	2106			2,5	10			10	2493			2,5	10		
Přesun do prost.mytí	98	2204	22	88	2,5	10			98	2591	22	88	2,5	10		
Umístění sekce	20	2224					0,6	4	20	2611					0,6	4
Jeřáb nad poj.vozík	50	2274	9	36	2,5	10	0,6	4	58	2669	11	44	2,5	10	0,6	4
Zavěšení sekce	15	2289					0,6	4	15	2684					0,6	4
Přesun mezi stendy	128	2417	31	124			0,6	4	136	2820	33	132			0,6	4
Přesun nad stend	10	2427			2,5	10			10	2830			2,5	10		
Uložení sekce	20	2447					0,6	4	20	2850					0,6	4
Přesun nad další sek.	16	2463	2	8			1,3	8	18	2868	1	4	2,5	10	0,6	4
Pojezdový vozík	15	2115							15	2515						
Uložení sekce na vozík	30	2145							30	2545						
Přesun do haly zab.	15	2160							15	2560						
Součet			64	256	10	40	4,8	32			67	268	12,5	50	4,2	28

$t_{1(1)N} = 0$ hod

$t_{1(2)N} = 0$ hod

$t_{1(3)N} = 0$ hod $\qquad t_{1V} = 0{,}105$ hod

Tab. 5

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BD RCE a BD RN do expedice a navezení nových. Navrhovaný způsob.	První sekce				Druhá sekce				Třetí sekce				Čtvrtá sekce				Pátá sekce			
	Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina	
	úkonu	průběž.	L	t	úkonu	průběž.	L	t	úkonu	průběž.	L	t	úkonu	průběž.	L	t	úkonu	průběž.	L	t
	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s
Zapojení vzduchu	10	10			10	185			10	355			10	526			10	691		
Odjezd pl.do exp.	25	35	17	21	25	210	19	24	30	385	21	26	30	556	23	29	35	726	25	32
Zavěšení sekce	15	50			15	225			15	400			15	571			15	741		
Umístění nové sek.	30	80			30	255			30	430			30	601			30	771		
Odjezd zpět	20	100	12	15	20	275	12	15	20	450	12	15	20	621	12	15	20	791	12	15
Přepojení vzduchu	15	115			15	290			15	465			15	636			15	806		
Odjezd mezi stendy	40	155	32	40	37	327	29	37	34	499	26	34	30	666	23	30	30	836	23	30
Návrat do pr.mytí	20	175			18	345			17	516			15	681			15	851		
Součet			61	76			60	76			59	75			58	74			60	77

Tab. 6

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BDA 10 do expedice a navezení nových. Navrhovaný způsob.	První sekce				Druhá sekce				Třetí sekce				Čtvrtá sekce				Pátá sekce			
	Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina	
	úkonu	prů běž.	L	t	úkonu	prů běž.	L	t	úkonu	prů běž.	L	t	úkonu	prů běž.	L	t	úkonu	prů běž.	L	t
	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s
Zapojení vzduchu	10	10			10	187			10	363			10	539			10	720		
Odjezd pl.do exp.	22	32	17	22	25	212	20	25	29	392	23	29	33	572	27	33	22	742	17	22
Zavěšení sekce	15	47			15	227			15	407			15	587			15	757		
Umístění nové sek.	30	77			30	257			30	437			30	617			30	787		
Odjezd zpět	20	97	12	15	20	277	12	15	20	457	12	15	20	637	12	15	20	807	12	15
Přepojení vzduchu	15	112			15	292			15	472			15	652			15	822		
Odjezd mezi stendy	41	153	33	41	39	331	31	39	37	509	29	37	34	686	27	34	32	854	25	32
Návrat do pr.mytí	24	177			22	353			20	529			24	710			22	876		
Součet			62	78			63	79			64	81			66	82			54	69

$t_{2(1)N}$ = 0 hod
$t_{2(2)N}$ = 0 hod
$t_{2(3)N}$ = 0 hod t_{2V} = 0,168 hod

Pokračování tab. 6

Jednotlivé úkony odvozu sekcí BDA 10 do expedice a navezení nových. Navrhovaný způsob.	Šestá sekce				Sedmá sekce				Osmá sekce			
	Čas		Plošina		Čas		Plošina		Čas		Plošina	
	úkonu	prů běž.	L	t	úkonu	prů běž.	L	t	úkonu	prů běž.	L	t
	s	s	m	s	s	s	m	s	s	s	m	s
Zapojení vzduchu	10	886			10	1051			10	1216		
Odjezd pl.do exp.	25	911	20	25	29	1080	23	29	33	1249	27	33
Zavěšení sekce	15	926			15	1095			15	1264		
Umístění nové sek.	30	956			30	1125			30	1294		
Odjezd zpět	20	976	12	15	20	1145	12	15	20	1314	12	15
Přepojení vzduchu	15	991			15	1160			15	1329		
Odjezd mezi stendy	30	1021	24	30	28	1188	22	28	26	1355	20	26
Návrat do pr.mytí	20	1041			18	1206			18	1373		
Součet			56	70			57	72			59	74

Tab. 7

Jednotlivé úkony výměny sekcí BD RCE a BD RN na zabíhacích stendech. Navrhovaný způsob.	První sekce								Druhá sekce								Třetí sekce							
	Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.					
	úko	prů	podél		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih	
	nu	běž.	L	t	L	t	L	t	nu	běž.	L	t	L	t	L	t	nu	běž.	L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy	66	66	13	52	2,5	10	0,6	4																
Zavěšení sekce	20	86					0,6	4	20	221					0,6	4	20	356					0,6	4
Přesun do osy haly	22	108	3	12	2,5	10			22	243	3	12	2,5	10			22	378	3	12	2,5	10		
Umíst.sekce na ploš.	20	128					1,2	8	20	263					1,2	8	20	398					1,2	8
Jeřáb nad další ploš.	12	140	3	12					12	275	3	12					12	410	3	12				
Zavěšení sekce	15	155					1,2	8	15	290					1,2	8	15	425					1,2	8
Přesun nad stend	10	165			2,5	10			10	300			2,5	10			10	435			2,5	10		
Uvolnění sekce	20	185					1,2	8	20	320					1,2	8	20	455					1,2	8
Přesun nad další sek.	16	201	3	12			0,6	4	16	336	3	12			0,6	4	16	471	3	12			0,6	4
Odsun ploš. k mytí	20	160	14	17					22	292	15	19					24	430	16	20				
Ustavení plošiny	10	170		5					10	302		5					10	440		5				
Návrat mezi stendy	15	185							16	318							17	457						
Součet			22 14	88 22	7,5	30	5,4	36			9 15	36 24	5	20	4,8	32			9 16	36 25	5	20	4,8	32

$t_{3(1)N}$ = 0,062 hod
$t_{3(2)N}$ = 0,033 hod
$t_{3(3)N}$ = 0,044 hod t_{3V} = 0,035 hod

Pokračování tab. 7

Jednotlivé úkony výměny sekcí BD RCE a BD RN na zabíhacích stendech. Navrhovaný způsob.	Čtvrtá sekce								Pátá sekce							
	Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.					
	úkonu	průběž.	podél		napříč		zdvih		úkonu	průběž.	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy																
Zavěšení sekce	20	491					0,6	4	20	626					0,6	4
Přesun do osy haly	22	513	3	12	2,5	10			22	648	3	12	2,5	10		
Umíst.sekce na ploš.	20	533					1,2	8	20	668					1,2	8
Jeřáb nad další ploš.	12	545	3	12					12	680	3	12				
Zavěšení sekce	15	560					1,2	8	15	695					1,2	8
Přesun nad stend	10	570			2,5	10			10	705			2,5	10		
Uvolnění sekce	20	590					1,2	8	20	725					1,2	8
Přesun nad další sek.	16	606	3	12			0,6	4	14	739	1	4	2,5	10		
Odsun ploš. k mytí	26	566	17	22					28	708	18	23				
Ustavení plošiny	10	576		5					10	718		5				
Návrat mezi stendy	18	594							19	737						
Součet			9 17	36 27	5	20	4,8	32			7 18	28 28	7,5	30	4,2	28

Tabulka 8

Jednotlivé úkony výměny sekcí BDA 10 na zabíhacích stendech. Navrhovaný způsob.	První sekce								Druhá sekce								Třetí sekce							
	Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.					
	úko	prů	podél		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih	
	nu	běž.	L	t	L	t	L	t	nu	běžný	L	t	L	t	L	t	nu	běžný	L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do výchozí pol.	90	90	19	76	2,5	10	0,6	4																
Zavěšení sekce	20	110					0,6	4	20	233					0,6	4	20	356					0,6	4
Přesun do osy haly	18	128	2	8	2,5	10			18	251	2	8	2,5	10			18	374	2	8	2,5	10		
Umíst.sekce na ploš.	20	148					1,2	8	20	271					1,2	8	20	394					1,2	8
Jeřáb nad další ploš.	8	156	2	8					8	279	2	8					8	402	2	8				
Zavěšení sekce	15	171					1,2	8	15	294					1,2	8	15	417					1,2	8
Přesun nad stend	10	181			2,5	10			10	304			2,5	10			10	427			2,5	10		
Uvolnění sekce	20	201					1,2	8	20	324					1,2	8	20	447					1,2	8
Přesun nad další sek.	12	213	2	8			0,6	4	12	336	2	8			0,6	4	12	459	2	8			0,6	4
Odsun ploš. k mytí	20	180	14	17					20	300	14	17					20	420	14	17				
Ustavení plošiny	10	190		5					10	310		5					10	430		5				
Návrat mezi stendy	15	205							15	325							15	445						
Součet			25 14	100 22	7,5	30	5,4	36			6 14	24 22	5	20	4,8	32			6 14	24 22	5	20	4,8	32

Pokračování tab. 8

Jednotlivé úkony výměny sekcí BDA 10 na zabíhacích stendech. Navrhovaný způsob.	Čtvrtá sekce								Pátá sekce								Šestá sekce							
	Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.					
	úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih		úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih		úko nu	prů běž.	podél		napříč		zdvih	
			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t			L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy																								
Zavěšení sekce	20	479					0,6	4	20	602					0,6	4	20	725					0,6	4
Přesun do osy haly	18	497	2	8	2,5	10			18	620	2	8	2,5	10			18	743	2	8	2,5	10		
Umíst.sekce na ploš.	20	517					1,2	8	20	640					1,2	8	20	763					1,2	8
Jeřáb nad další ploš	8	525	2	8					8	648	2	8					8	771	2	8				
Zavěšení sekce	15	540					1,2	8	15	663					1,2	8	15	786					1,2	8
Přesun nad stend	10	550			2,5	10			10	673			2,5	10			10	796			2,5	10		
Uvolnění sekce	20	570					1,2	8	20	693					1,2	8	20	816					1,2	8
Přesun nad další sek	12	582	2	8			0,6	4	12	705	2	8			0,6	4	12	828	2	8			0,6	4
Odsun ploš. k mytí	20	540	14	17					30	675	22	27					30	800	22	27				
Ustavení plošiny	10	550		5					10	685		5					10	810		5				
Návrat mezi stendy	15	565							25	710							25	835						
Součet			6 14	24 22	5	20	4,8	32			6 22	24 32	5	20	4,8	32			6 22	24 32	5	20	4,8	32

$t_{4(1)N}$ = 0,073 hod
$t_{4(2)N}$ = 0,05 hod
$t_{4(3)N}$ = 0,071 hod t_{4V} = 0,06 hod

Pokračování tab. 8

Jednotlivé úkony výměny sekcí BDA 10 na zabíhacích stendech. Navrhovaný způsob.	Sedmá sekce								Osmá sekce							
	Čas		Pohyb jeř.neb ploš.						Čas		Pohyb jeř.neb ploš.					
	úko	prů	podélný		napříč		zdvih		úko	prů	podél		napříč		zdvih	
	nu	běžný	L	t	L	t	L	t	nu	běž.	L	t	L	t	L	t
	s	s	m	s	m	s	m	s	s	s	m	s	m	s	m	s
Jeřáb do vých.polohy																
Zavěšení sekce	20	848					0,6	4	20	971					0,6	4
Přesun do osy haly	18	866	2	8	2,5	10			18	989	2	8	2,5	10		
Umíst.sekce na ploš.	20	886					1,2	8	20	1009					1,2	8
Jeřáb nad další ploš.	8	894	2	8					8	1017	2	8				
Zavěšení sekce	15	909					1,2	8	15	1032					1,2	8
Přesun nad stend	10	919			2,5	10			10	1042			2,5	10		
Uvolnění sekce	20	939					1,2	8	20	1062					1,2	8
Přesun nad další sek.	12	951	2	8			0,6	4	14	1076	1	4	2,5	10		
Odsun ploš. k mytí	30	930	22	27					30	1050	22	27				
Ustavení plošiny	10	940		5					10	1060		5				
Návrat mezi stendy	25	965							25	1085						
Součet			6 22	24 32	5	20	4,8	32			5 22	20 32	7,5	30	4,2	28

Poč. ks	Název Rozměr	Polotovar	Materiál konečný	Materiál výchozí	Tř. odp	Čis. váha	Hrubá váha	Číslo výkresu	Pos.
2	U 80 - 2600	ČSN425570	11373.0		001		22,45		1
1	U 80 - 710	ČSN425570	11373.0		001		6,15		2
1	U 80 - 710	ČSN425570	11373.0		001		6,15		3
3	U 80 - 620	ČSN425570	11373.0		001		5,35		4
1	PLO 32x6-250	ČSN426522	11373.0		001		0,35		5
2	TR KR 16x1,5-1956	ČSN426713	11373.0		001		1,05		6
1	TR KR 16x1,5-576	ČSN426713	11373.0		001		0,35		7
1	TR KR 16x1,5-576	ČSN426713	11373.0		001		0,35		8
4	TR KR 16x1,5-234	ČSN426713	11373.0		001		0,15		9
8	KR 30 - 32	ČSN426510	11500.0		001		0,20		10
8	PLO 25x8-25	ČSN426522	11373.0		001		0,05		11
4	PNEUM.OP. 330						7,00		12
1	RYCHLOSPOJKA RA3 JK 414926650028						0,25		13
4	SPOJKA T Js13	ČSN137890					0,20		14
4	SPOJKA ÚHL.Js13	ČSN137885					0,15		15
20	MATICE Js13	ČSN137950					0,05		16
20	TĚS.PRSTEN Js13	ČSN137931					0,01		17
8	ŠROUB M8x30	ČSN021143					0,01		18

Kulhavý

25.4.1987

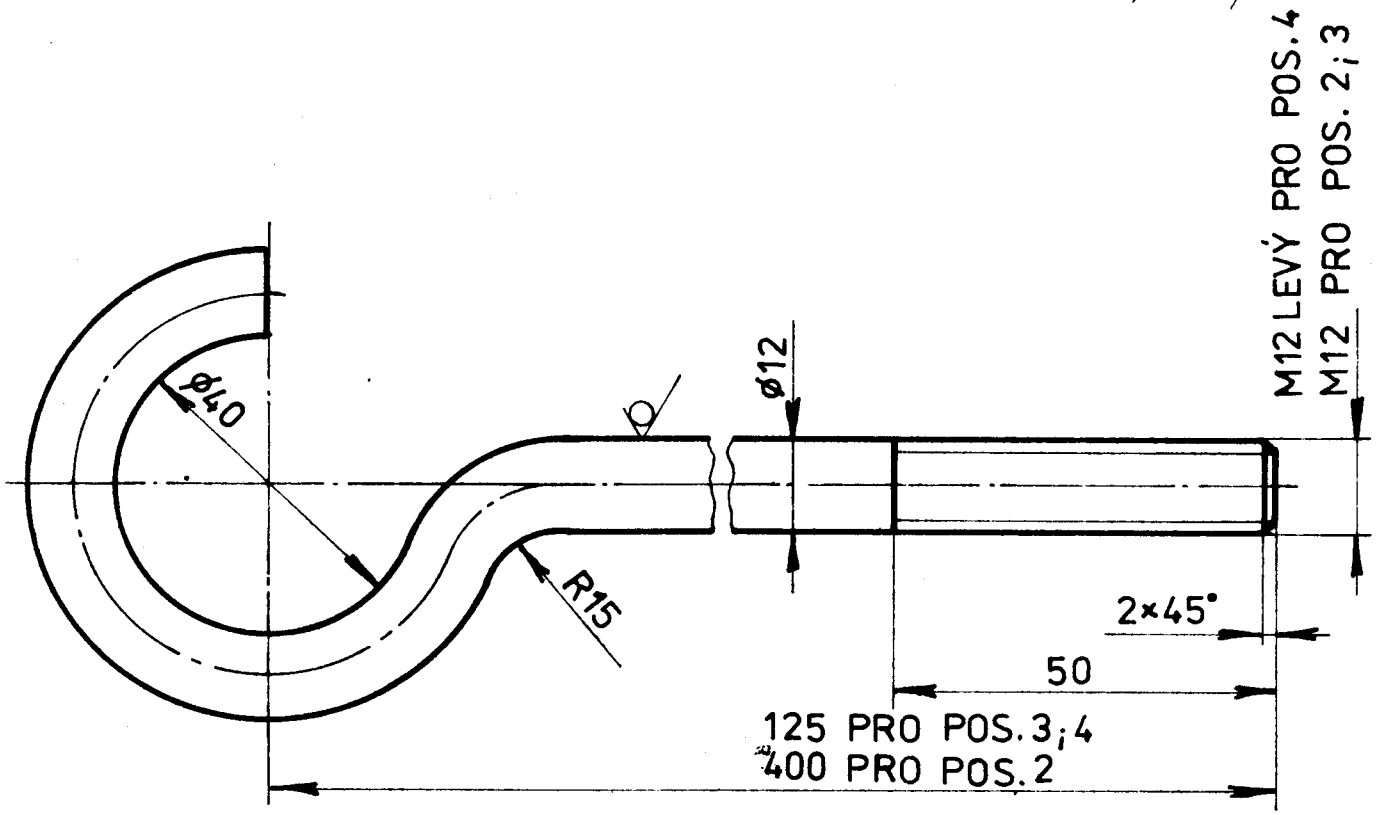
PLOŠINA

4 - KOM - OM - 502 - 01 - 01

3

3

6,3



1	ø12 - 210	ČSN425510	11 500		001		0,20		4
1	ø12 210	ČSN425510	11 500		001		0,20		3
2	ø12 - 485	ČSN425510	11 500		001		0,50		2

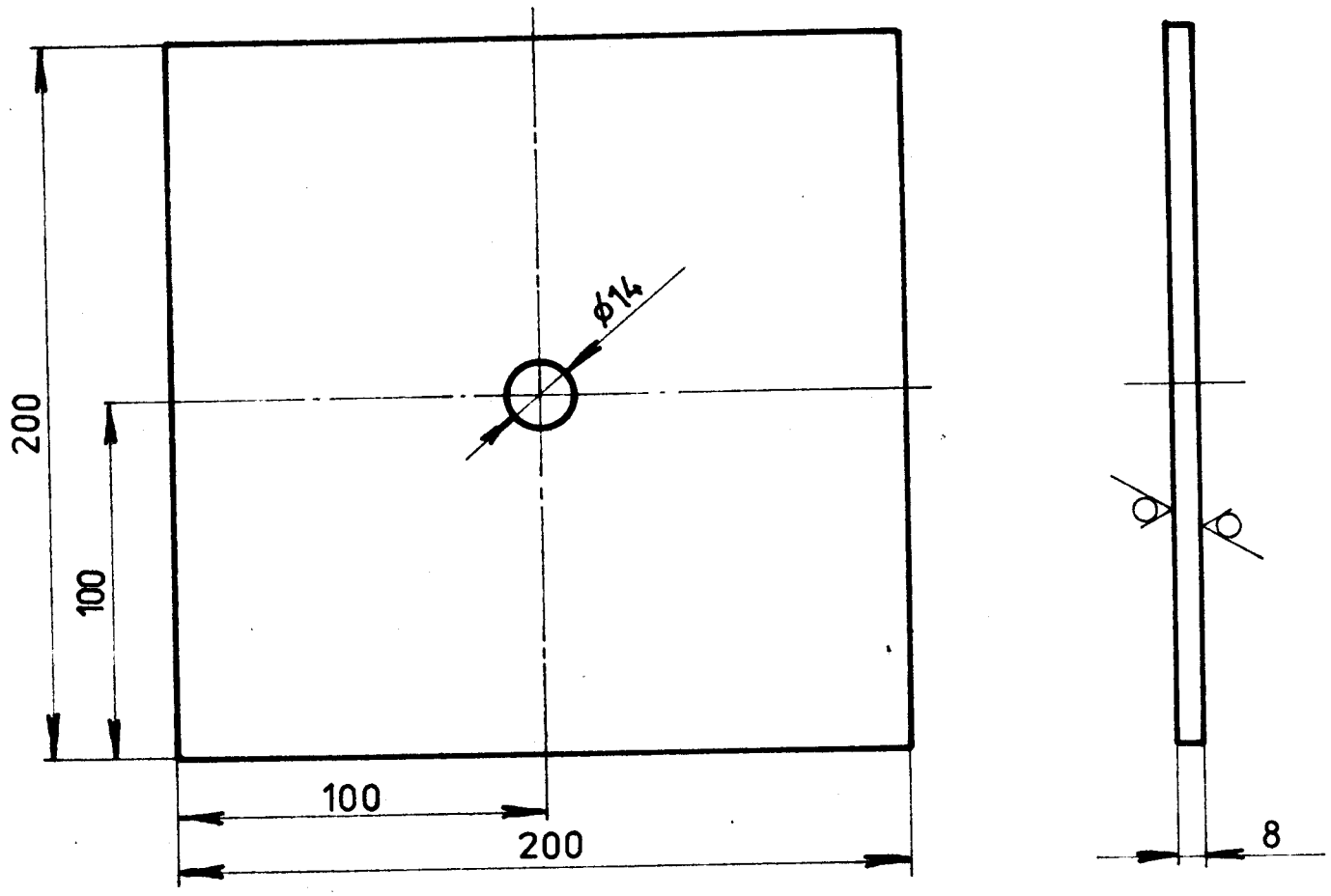
1:1

25.4.87

HÁK I.- III.

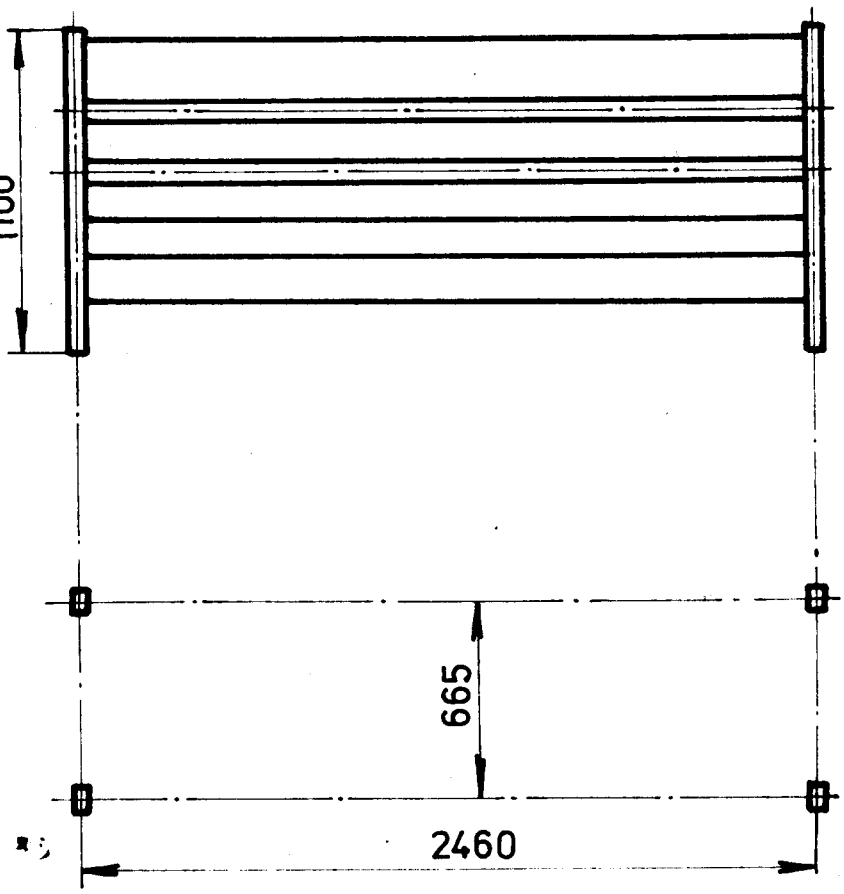
4-KOM-OM-502-04-02

12,5



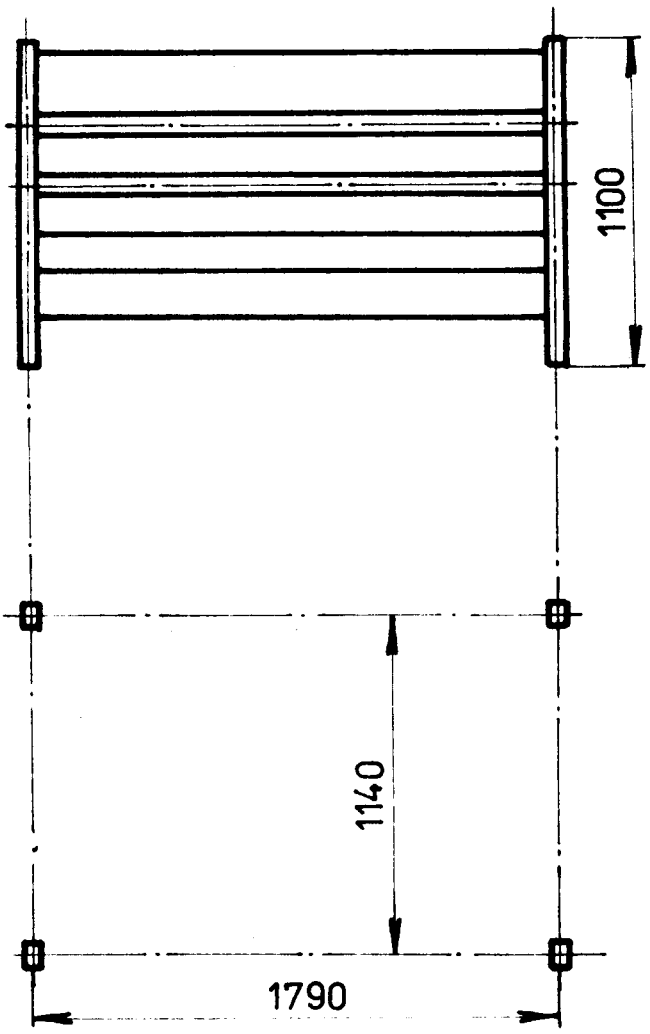
	P 8-200×200	ČSN425310	11 364		007	2,40	1
	Rozměr	Polotovar	Mat.	Mat.			
1:2		Schválil					
		Dne 25.4.87					
		Skupina		Soupis výkres			
	DESKA			4-KOM-OM-502-04-03			

BD 200 RCE (RN)



HMOTNOST: 600 KG

BDA 10



HMOTNOST: 900 KG

25.4.87

ROZMĚRY SEKCÍ

PŘÍLOHA 1

8

9.

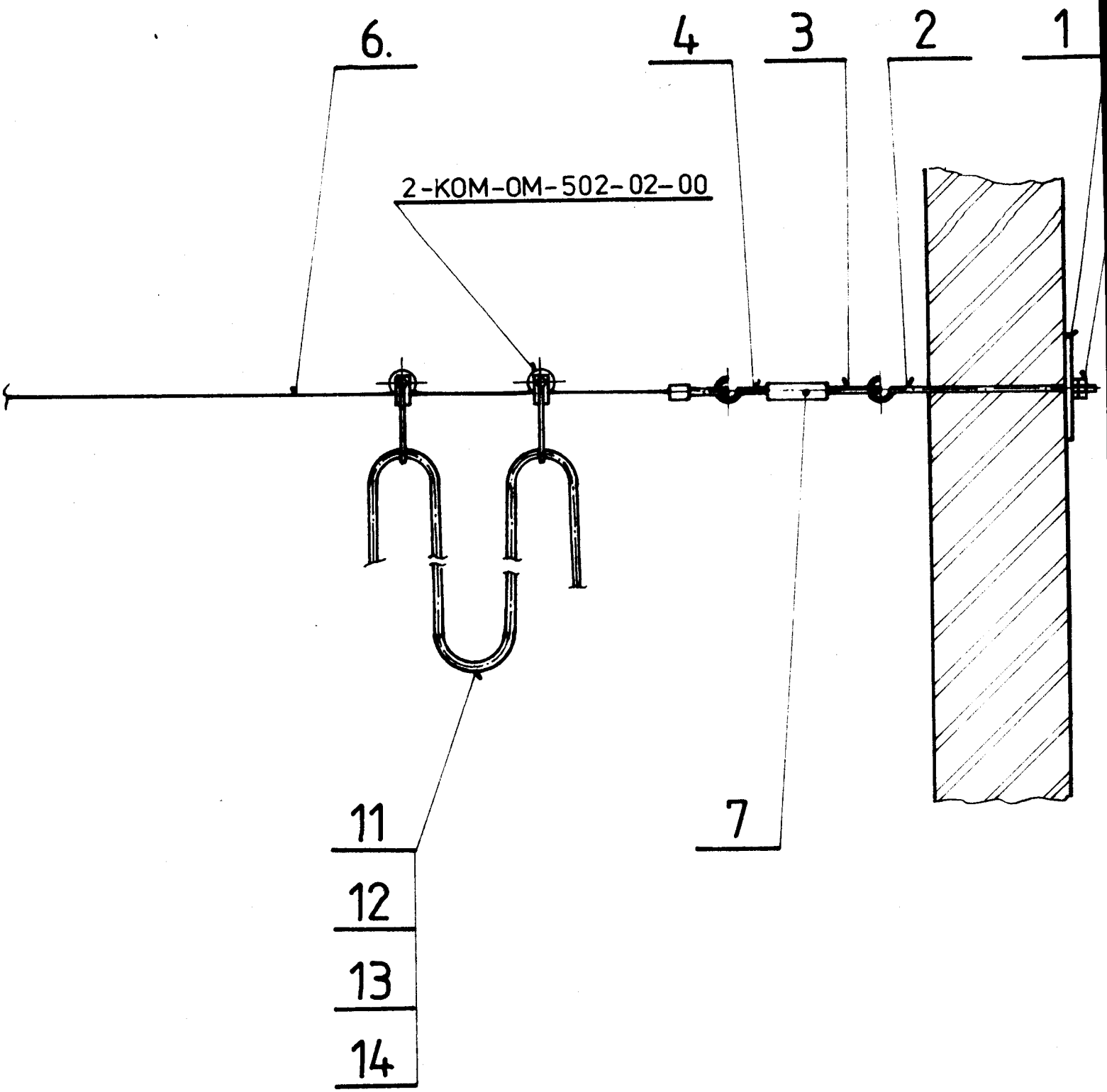
2	ŠKRT. VENTIL	SV 15							14
2	ODLUČ. VODY	FVP-13/40A							13
1	OVL. SKŘIŇKA	OSK-A							12
1	HADICE	DN16-55m							11
									10
2	PODLOŽKA 13	ČSN021701							9.
4	MATICE M12	ČSN021401					0,02		8
1	MATICE M12	ČSN021682					0,30		7
1	LANO 5 × 41,5	ČSN024322.68/ČSN024481.36					3,30		6.
									5
1	HÁK III. ø12-210	ČSN425510	11 500		001		0,20		4
1	HAK II. ø12-210	ČSN425510	11 500		001		0,20		3
2	HÁK I. ø12-485	ČSN425510	11 500		001		0,50		2
2	DESKA P8-200×200	ČSN425310	11 373		001		2,40		1

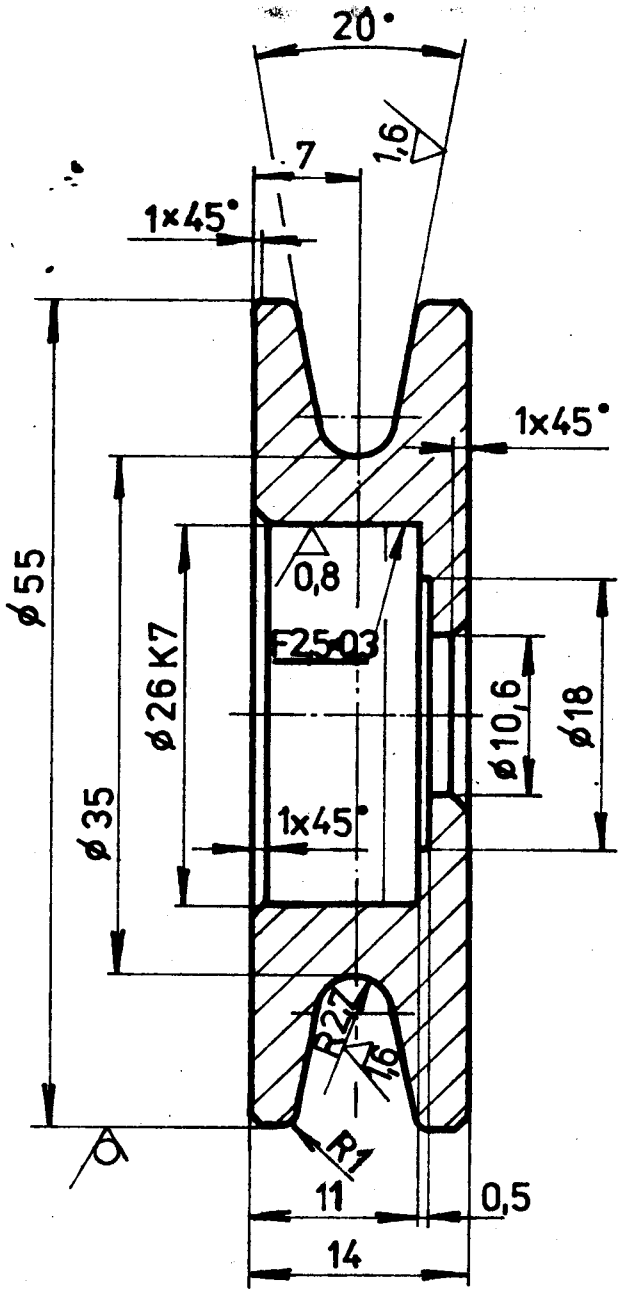
1:10

25. 4. 87

ZÁVĚSNÉ ZAŘ.
A VZDUCH. TECH.

3-KOM-OM-502-04-01


6.
4
3
2
1
2-KOM-OM-502-02-00
11
12
13
14
7



3,2

	ø55-16	ČSN426510	11 500.0		001	0,25	
Pozice	Název Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Počet	Č.hmota	Hr.hmota	Číslo výkr.

Poznámka: Celková čistá hmota v kg

Měřítko 2:1	Kresl.	Č.snímku	Změna	Datum	Podpis	Index změny	X
	Přezkoušel						
	Norm. ref.						
	Výr. projektant	Schválil	Č. transp.				
		Dne 25.4.87					

Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres

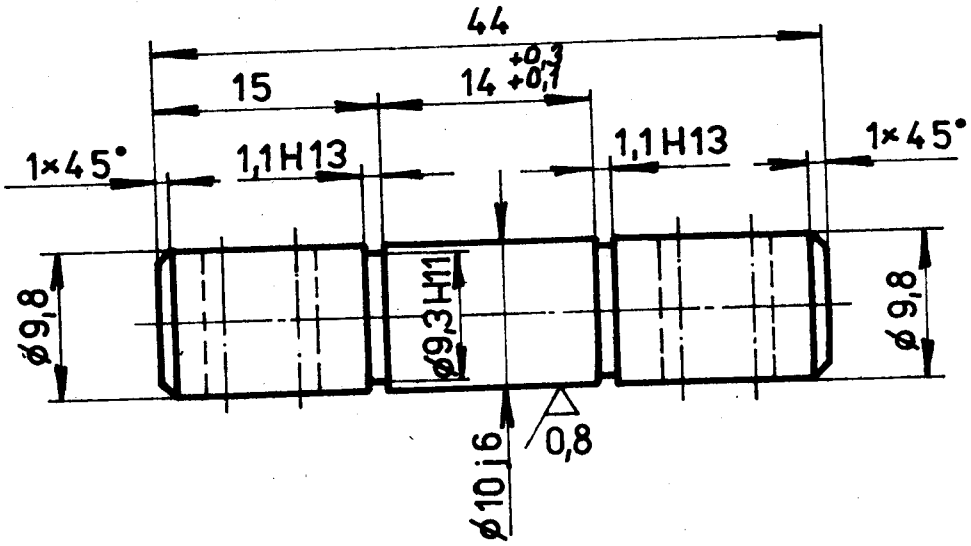
Název

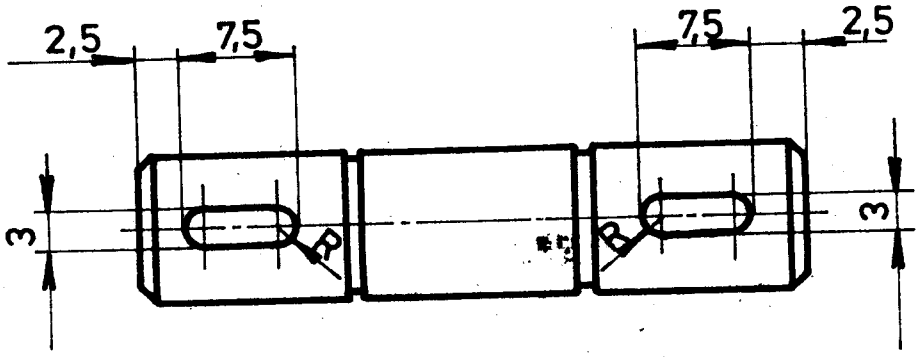
KLADKA

4-KOM-OM-502-02-01

Počet listů | List

6,3





	ø11-45	ČSN 426510	11 600.0		001		0,03
Počet kusů	Název Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Číslo rozp.	Č. hmota	Hr. hmota

Poznámka

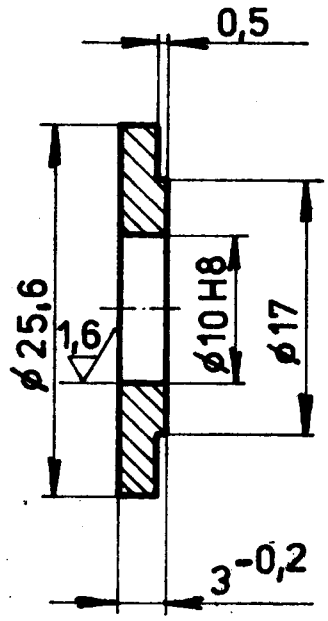
Celková čistá hmota v kg

Měřítko 2:1	Kreslil		Č. schválení	a
	Přezkoušel			c
	Norm. ref.			Datum
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.	
		Dne 25. 4. 87		

Starý výkres | Nový výkres

Typ	Skupina	4-KOM-OM-502-02-02
Název ČEP		Počet listů / List

6,3



	ø 26 - 3	ČSN426510	11500.0		001		0,01	
Počet kusů	Název Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č.hmota	Hr.hmota	Číslo výkresu

Poznámka

Celková čistá hmota v kg

Měřítko 2:1	Kreslil		Č.snímku	Změna / Datum / Podpis
	Přezkoušel			
	Norm. ref.			
	Výr. projednal	Schválil	Č. tvaru	
		Dne 25.4.87		

Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres

Název

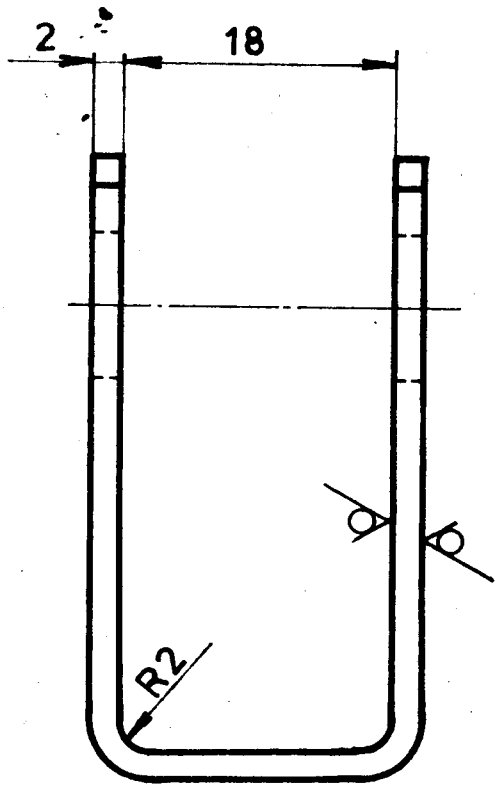
KRYT

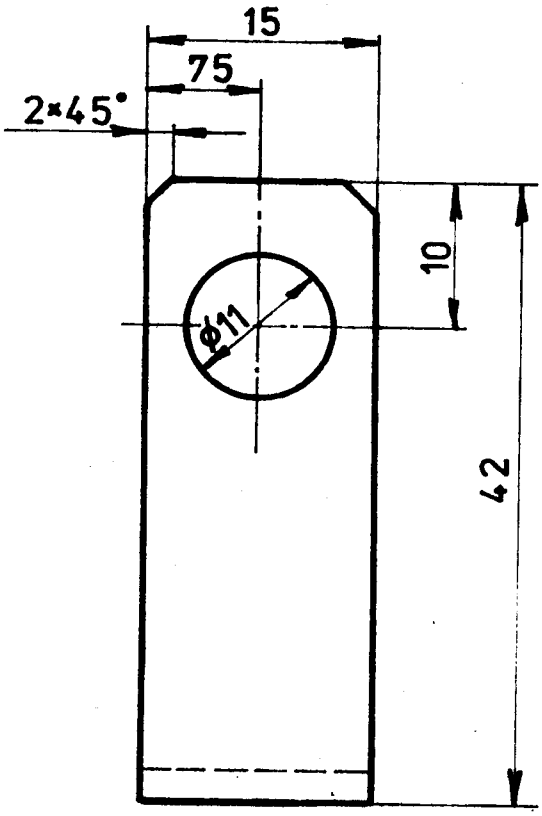
4-KOM-OM-502-02-03

Počet listů

List

6,3





	P 2-15×102	ČSN425301	11 373.0		001		0,02	
Počet kusů	Název Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Tep. zap.	Č. hmota	Hr. hmota	Číslo v.

Poznámka

Celková čistá hmota v kg

Měřítko	Kreslil		Č. snímku		
2:1	Přezkoušel				
	Norm. ref.				
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.		
		Dne 25.4.87			

Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres

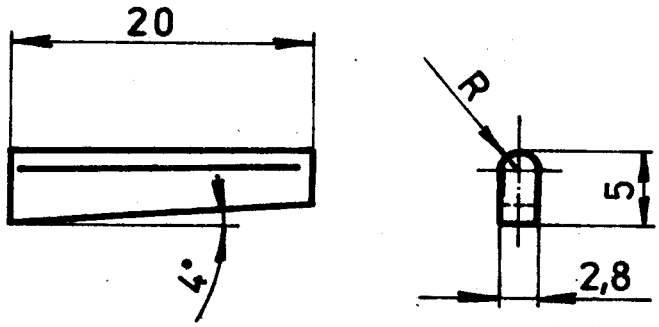
Název

TŘMEN

4-KOM-OM-502-02-04

Počet listů | List

3,2



	≠5 x 3-20	ČSN426522	11600.0		001		0,01		
Počet kusů	Název Řezník	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída ozn.	Č. hmota	Hr. hmota	Čistá výkresu	Pos.

Poznámka

Celková čistá hmota v kg

Měřítko 2:1	Kreslil	Kolbenský	Č. snímku	Datum	
	Přezkoušel				
	Norm. ref.				
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.		
		Dne 25.4.87			

Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres

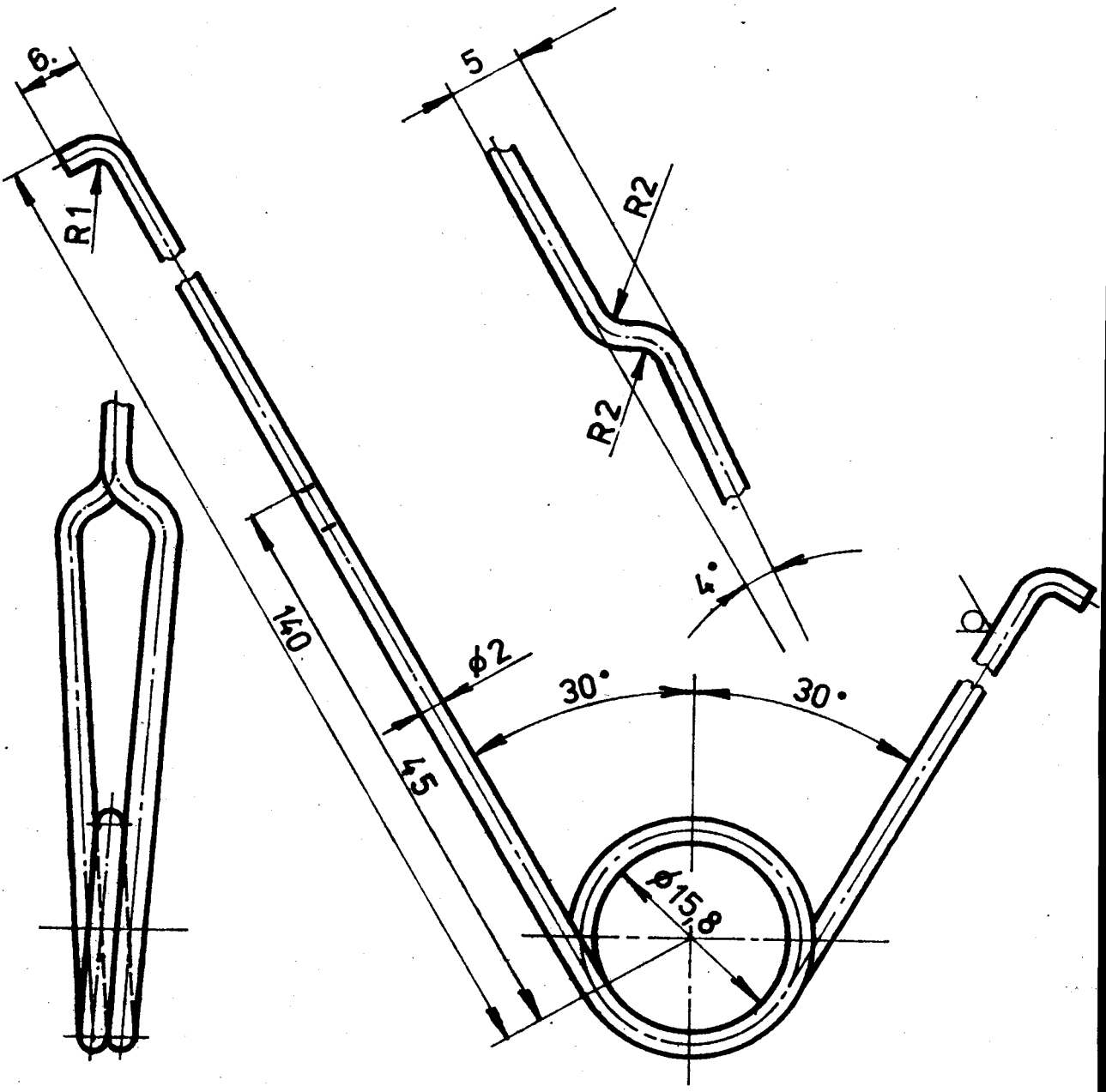
Název

KLÍN

4-KOM-OM-502-02-05

Počet listů List

6,3

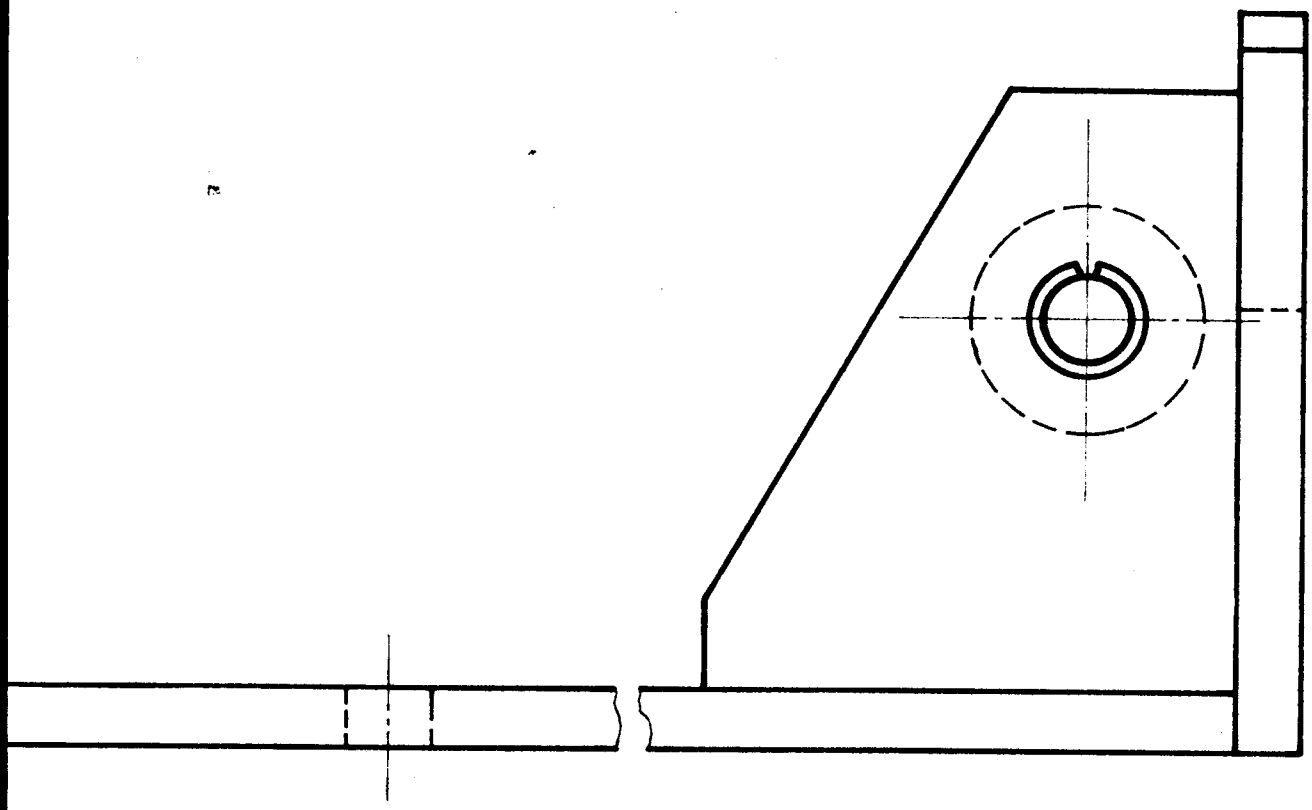


	ϕ2-375	ČSN426450	12090.6		002		0,01	
Počet kusů	Název Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída cap.	Č.hmota	Hr.hmota	Číslo výkresu
Poznámka				Celková čistá hmota v kg				

Měřítko	Kreslil		Č. snímku	Změna	Datum	Podpis	Index změny
2:1	Přezkoušel						
	Norm. ref.						
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.				
		Dne 25.4.87					

Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres
Název	ZÁVĚS	4-KOM-OM-502-02-06	
		Počet listů	List

1



1. MIMO POS. 4,5 A 7 NÁTĚR č.5/4265 EUST 038009

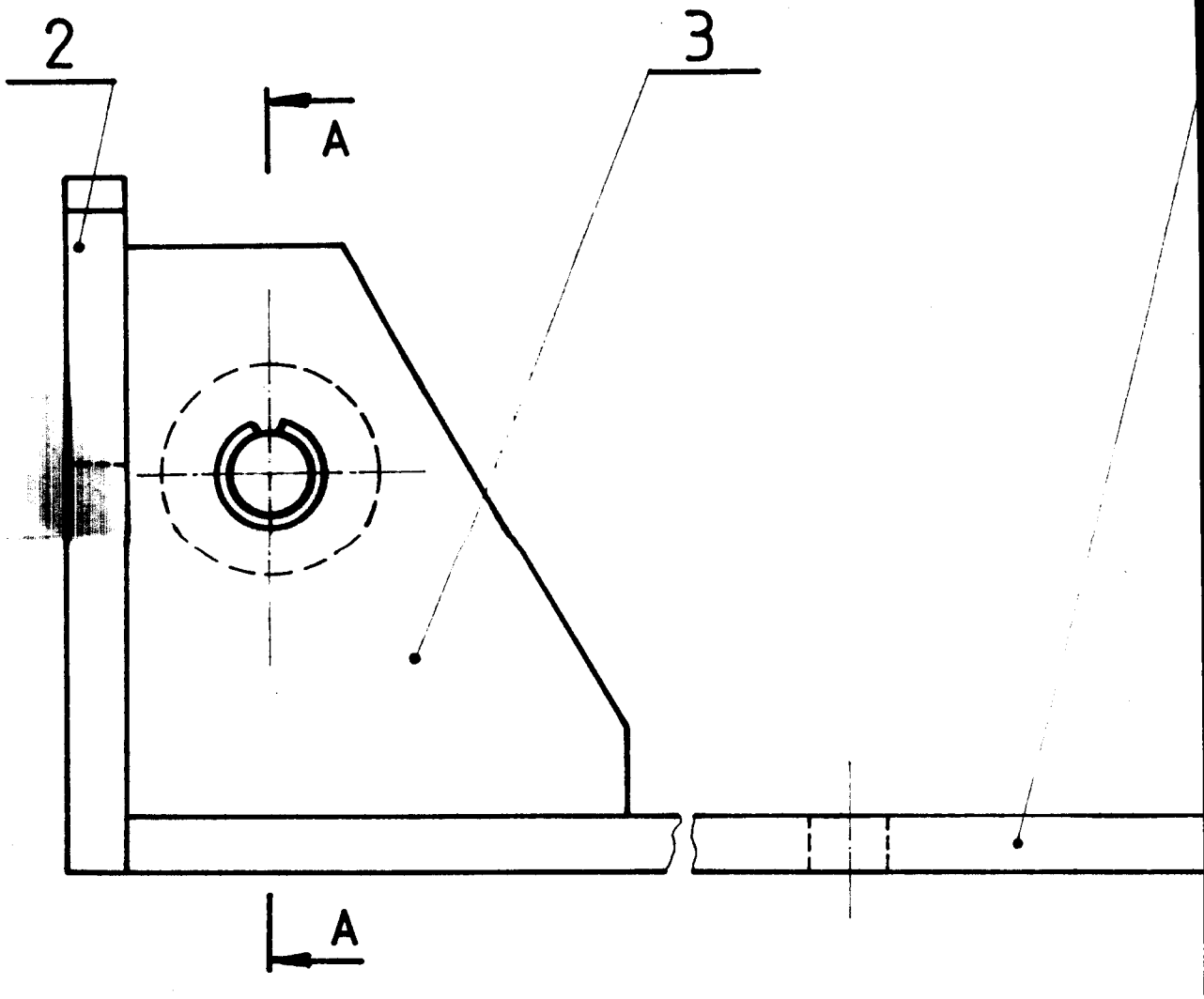
4	POJ. KROUŽEK 12	ČSN022930						7
								6.
2	KLADKA ø30-29	ČSN426510	11 500.0		001	0,03		5
2	ČEP ø12-50	ČSN426510	11 500.0		001	0,03		4
4	⌐ 70×6-82	ČSN426522	11 373.0		001	0,27		3
2	⌐ 50×8-100	ČSN426522	11 373.0		001	0,31		2
1	⌐ 50×8-600	ČSN426522	11 373.0		001	1,87		1

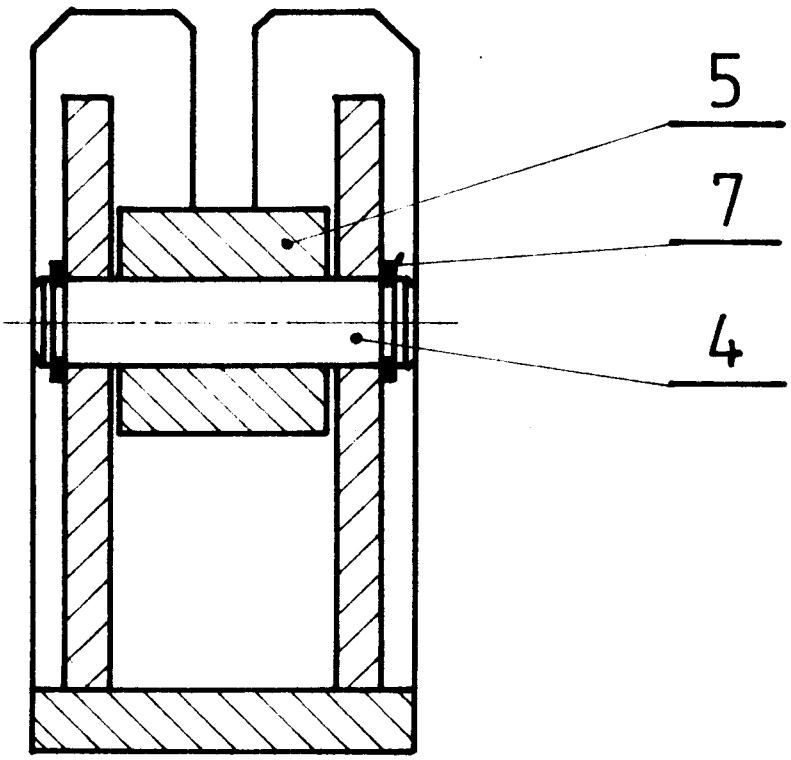
1:1

25.4.87

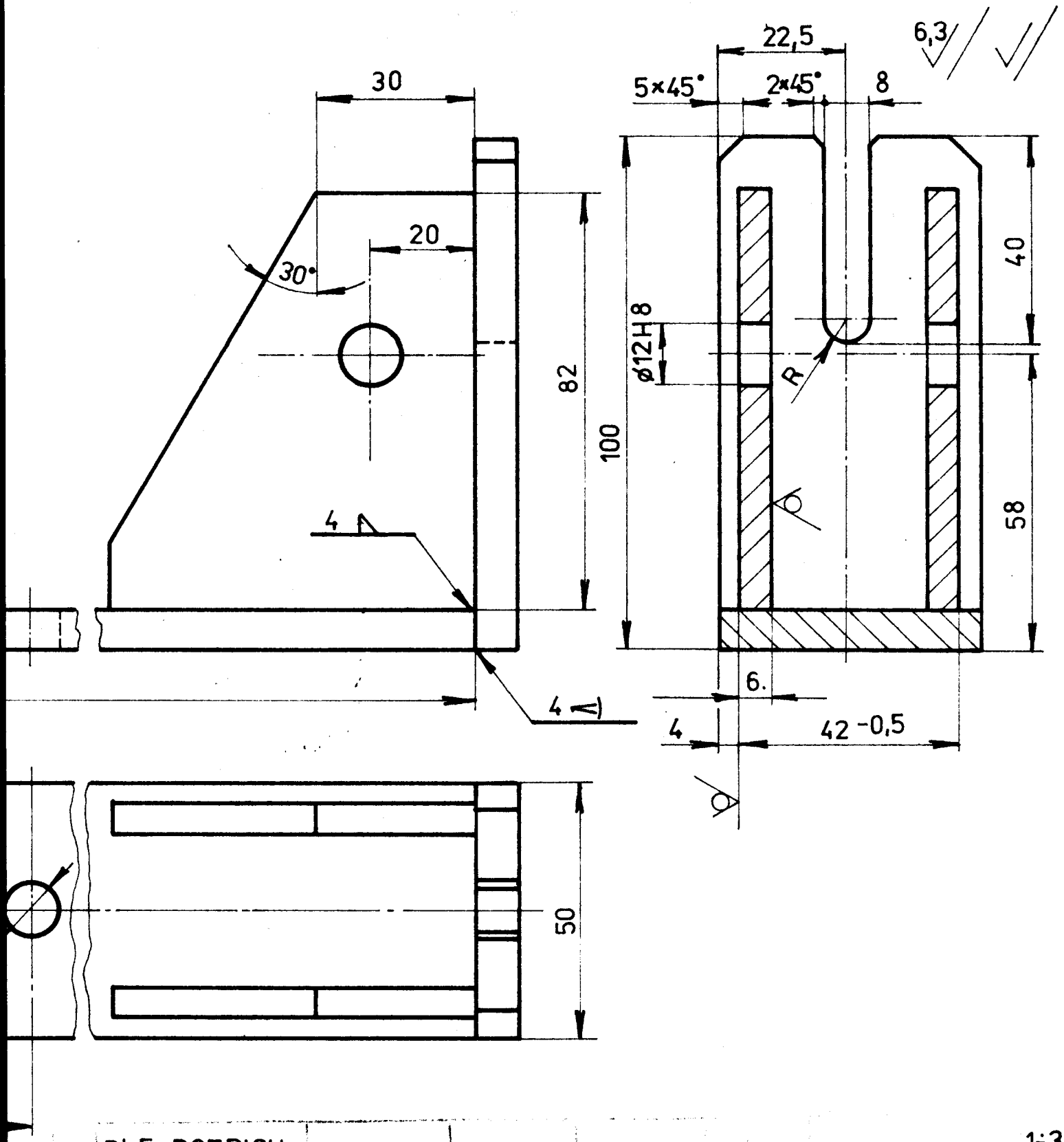
SHRN. LIŠTA

3-KOM-OM-502-03-01





ŘEZ A-A



DLE ROZPISU

1:3

1:1

Dne 25.4.87

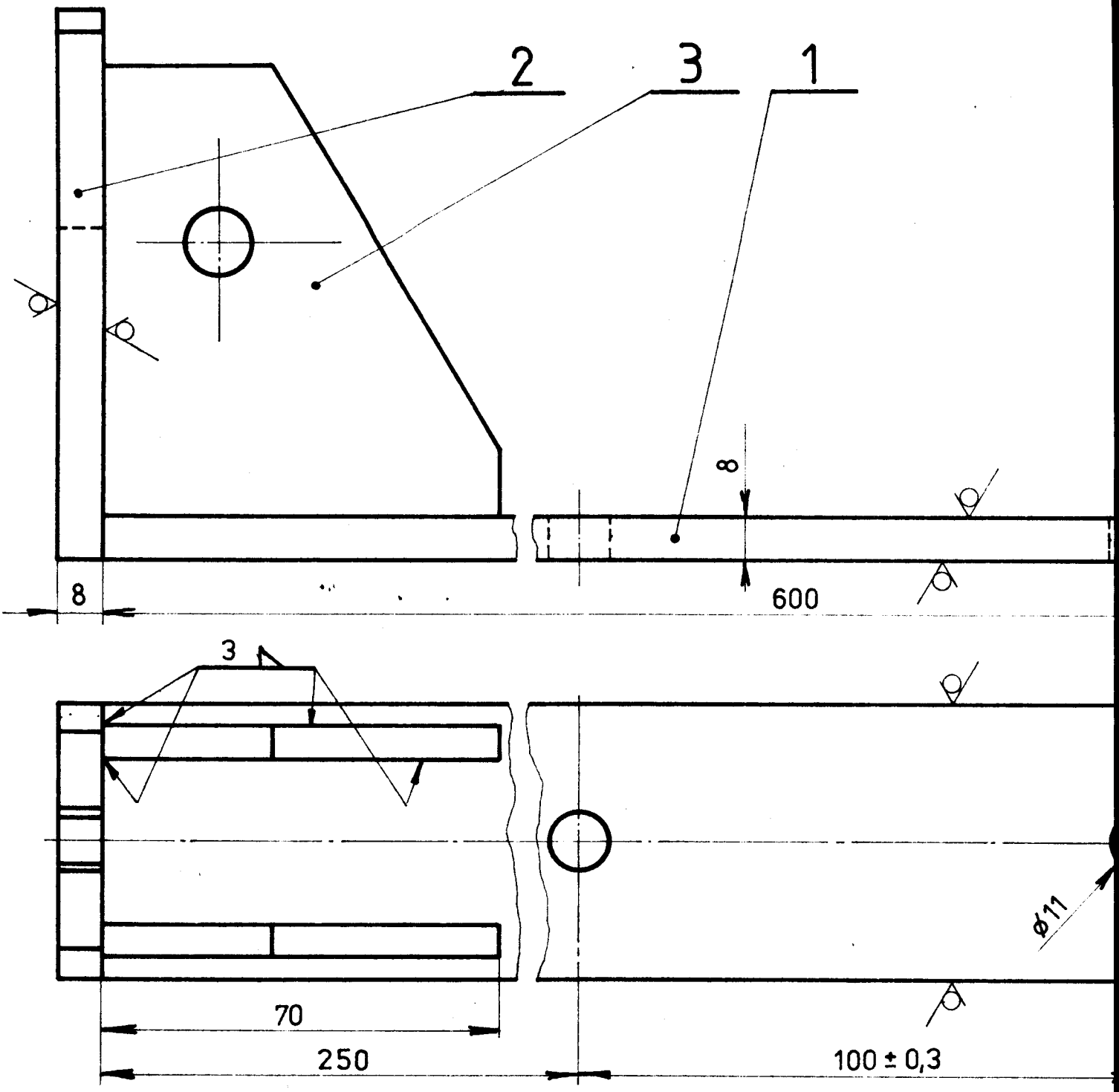
Skupina

NOSNÍK

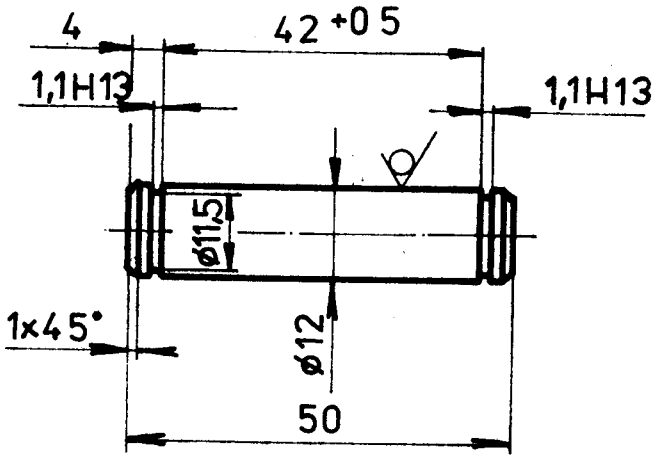
3-KOM-OM-502-03-02

Počet listů

List


2
3
1
8
8
600
3
ø11
70
250
100 ± 0,3

3,2



ø12-50	ČSN426510	11 500.0		001	0,03

4

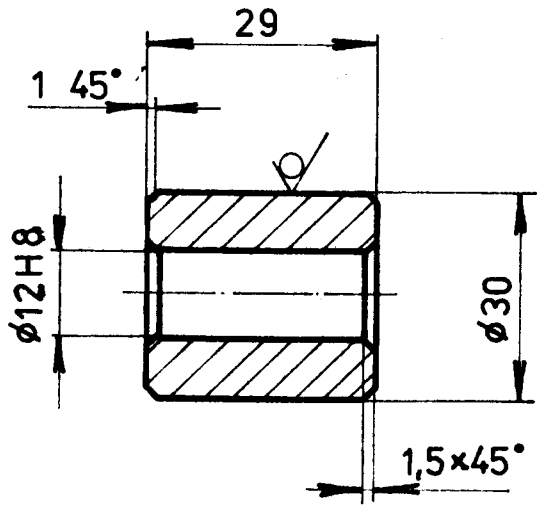
1:1

25.4.87

ČEP

4-KOM-OM-502-03-03

3,2



ø30 – 29	ČSN426510	11 500.0		001	0,03	5
Rozměr	Polotovar	Mat. norma				

1:1

Datum 25.4.87

Výr. | Skupina

Název

KLADKA

4-KOM-OM-502-03-04

Poř. list.