TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ

Katedra textilních a jednoúčelových strojů Studijní rok: 2006/2007

studijní program: B 2341 Strojírenství
obor: 2302 R022 Stroje a zařízení
zaměření: Stavba strojů

JEDNOÚČELOVÉ ZAŘÍZENÍ PRO ROTACI A NAKLÁPĚNÍ PALET

DEDICATED DEVICE FOR REVOLUTION AND TILTING OF PALLETS

JOSEF KRÁL

KTS - B012

Počet stran: 38
Počet příloh: 1
Počet obrázků: 33
Počet tabulek: 2

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI
3146088808

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Katedra textilních a jednoúčelových strojů Studijní rok: 2006/07

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	**Josef Král**
Studijní program	B 2341 Strojírenství
Obor	**2302 R022** Stroje a zařízení
Zaměření	Stavba strojů

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

„Jednoúčelové zařízení pro rotaci a naklápění palet“

Zásady pro vypracování:
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce doporučené metody pro vypracování)

1. Proveďte rešerši o manipulačních zařízeních k dané problematice
2. Proveďte analýzu a výběr systému pro otáčení stolu a výběr technického řešení naklápění palet
3. Navrhněte a proveďte konstrukci naklápěcího a otočného stolu pro 4 ks palet s nosností 800 kg.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1323, Liberec 1
PSČ 461 17
+CD
KTS
38 r.
V 164/07 Sb
ob., tat.

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. Applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a license for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date 25. 5. 2007

Signature Král

Anotace:

Práce se zabývá problematikou manipulačních zařízení v průmyslových provozech. Rozebírá možnosti použití pohonů a mechanismů pro rotační pohyb pomocí kladek, dopravních kuličkových jednotek, otočných věnců, a analyzuje možná řešení naklápění polohovadla, zatíženého dvěma ocelovými ohradovými paletami. Pro vlastní konstrukční návrh rotace vrchní části stolu o 180° zatíženého celkovou hmotností do 3500 kg byl použit systém odvalování pomocí kladek. Dvě krajní polohy rotace vrchní části stolu jsou zajištěny dorazy a zarážky. Pro naklopení palet o 30° jsou použity pneumatické měchy firmy FESTO.

The work deals with the broad issue of handling devices in industry premises. It analyses possibilities of using drives and mechanisms for rotation by force of rollers, ball transfer units, revolving rings, and then analyses possible solutions of tilting of positioner, loaded by two steel box pallets. The system of rollers was used for constructional design of rotation for 180 degrees of upper part of table. Two marginal positions of rotation of the table are ensured by backstops. Pneumatic bellows cylinders FESTO are used for tilting of pallets for 30 degrees.

Klíčová slova / Key words

CZ: manipulační, polohovadlo, paleta ohradová, pneumatický měch, kladka

EN: Handling, Positioner, Box Pallet, Pneumatic Bellows Cylinder, Roller

Obsah

ANOTACE: **6**

KLÍČOVÁ SLOVA / KEY WORDS **6**

OBSAH **7**

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ **9**

ÚVOD **10**

1. PROBLEMATIKA MANIPULAČNÍCH ZAŘÍZENÍ **11**

1.1 ÚVOD DO MANIPULAČNÍCH ZAŘÍZENÍ 11

1.2 OTOČNÝ MECHANISMUS 12

1.2.1 Použití kladek *12*

1.2.2 Použití kuličkových dopravních jednotek *13*

1.2.3 Použití kuličkových věnců *14*

1.2.4. Použití točny na principu valivých ložisek *14*

1.2.5. Orientační mechanismy a pohony *15*

1.3 ŘEŠENÍ NAKLÁPĚCÍHO MECHANISMU 16

1.3.1 Mechanické zvedáky *17*

1.3.2 Hydraulické zvedáky *18*

1.3.3 Pneumatické zvedáky *18*

2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ **20**

2.1 KONSTRUKČNÍ NÁVRH OTOČNÉHO STOLU 21

2.1.1 Nosná konstrukce *21*

2.1.2 Kladkový otočný mechanismus *22*

2.1.3 Otočná deska *25*

2.1.4 Aretace krajních poloh *25*

2.2 KONSTRUKČNÍ NÁVRH NAKLÁPĚCÍHO ZAŘÍZENÍ 26

2.2.1 Mechanismus kyvného pohonu *28*

2.2.1.1 Výběr vhodného měchu 28

2.2.1.2 Výpočet síly a potřebného tlaku 31

2.2.1.3 Konstrukční podmínky 34

2.2.2 Nosná konstrukce naklápěče *34*

3. NÁVRH PNEUMATICKÝCH PRVKŮ 35

3.1 POUŽITÉ PNEUMATICKÉ PRVKY 35

3.2 PNEUMATICKÉ SCHÉMA 36

4. PARAMETRY NAVRHOVANÉHO POLOHOVACÍHO ZAŘÍZENÍ 36

5. ZÁVĚR 37

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY: 38

Seznam použitých symbolů

Označení	Název	Jednotky
D	Zatížení od vlastní váhy naklápěcí desky	[kN]
P	Zatížení od palety	[kN]
H	Pracovní výška měchu - zdvih	[mm]
F	Síla působící na měch	[kN]
R	Síla působící na pant	[kN]
φ	Úhel naklopení naklápěče	[°]
H_2	Minimální montážní výška měchu	[mm]
H_3	Maximální výška při vyjetí měchu	[mm]
S_{MAX}	Povolené vybočení ploch měchu	[mm]
a	Vodorovná vzdálenost působiště síly F od osy otáčení pantu	[mm]
b	Vodorovná vzdálenost působiště síly P/2 od osy otáčení pantu	[mm]
d	Vodorovná vzdálenost působiště síly D od osy otáčení pantu	[mm]
p	Tlak vzduchu přivedený do měchu	[bar]

Úvod

Úkolem této práce je provést rešerši o manipulačních zařízeních, které se zabývají problematikou naklápění objektů a rotační změnou jejich polohy. Dále pak provést analýzu systémů vhodných pro otáčení stolu a pro naklápěcí zařízení. Z daných možností řešení vybrat ty nejefektivnější. Navrhnout a vytvořit výkresovou dokumentaci naklápěcího a otočného stolu pro 4 kusy ohradových palet s nosností 800 kg. Funkcí stolu je napolohovat palety do optimální polohy, ve které bude paleta naklopena o 30° a tím bude usnadněna manipulace s materiálem např. v obráběcích centrech nebo montážních provozech.

Práce s tímto jednoúčelovým zařízením by měla probíhat tak, že na jednu stranu stolu se vysokozdvižným vozíkem přivezou palety s materiálem, obsluha stolu si stůl otočí o 180° (např. směrem k pracovní lince). Stůl se automaticky aretuje – tím se zamezí dalšímu nežádoucímu pohybu. Pomocí naklápěcího zařízení si pracovník paletu naklopí do optimální pracovní polohy 30°. Poté koná svoji práci s daným materiálem. Mezitím z druhé strany stolu se odvážejí již zpracované palety a navážejí se další palety ke zpracování. V dalším kroku si obsluha palety sklopí, odjistí západku a stůl otočí o 180°. Pracovní cyklus se dál opakuje.

Při výběru vhodného řešení je třeba počítat s využitím stolu v prašných provozech. Konstrukce stolu a jeho pohybové mechanismy budou přenášet vysoká zatížení (4 x 800 kg). Obsluha těchto mechanismu nesmí být komplikovaná. Požadována konstrukční řešení musí být co nejjednodušší, s co nejmenšími náklady na výrobu. Zároveň musí být konstrukční mechanismy odolné a nenáročné na údržbu.

1. Problematika manipulačních zařízení

1.1 Úvod do manipulačních zařízení

Manipulace s materiálem je nedílnou součástí strojírenské výroby. Charakterem se řadí mezi tzv. netechnologické operace. Značnou měrou se podílí na průběžné době výrobního procesu a zaměstnává velký počet pracovníků. Z tohoto hlediska je tedy trvalým zdrojem pozornosti a zlepšování.

Pro svou univerzálnost je v dílenské dopravě nejvhodnější systém paleta – vozík.

V dnešní době se snažíme z manipulovaného materiálu vytvořit tvarově a objemově optimální manipulační jednotku. K práci s manipulačními jednotkami slouží následující zařízení :

- ukládací a rozebírací stroje
- zařízení pro úpravu manipulačních jednotek
- polohové a vysypávací zařízení (polohovací stoly a stojany)
- plnicí a vyprazdňovací zařízení

Pro přesun zboží, polotovarů, výrobků používáme různých manipulačních prostředků. Druh těchto prostředků je dán ve většině případů specifickými vlastnostmi manipulace. Při volbě a konstrukci manipulačních prostředků je třeba brát v úvahu mnoho vlivů a podmínek, které jsou nutné pro vykonání určité manipulační operace. Mezi nejdůležitější aspekty pro volbu a konstrukci manipulačních prostředků se řadí:

- horizontální vzdálenost
- vertikální vzdálenost
- přepravované množství materiálu za jednotku času
- tvar manipulovaného materiálu
- specifická váha nebo specifický objem manipulovaného materiálu
- možnost poškození materiálu při manipulaci
- pravidelnost manipulace a návaznost výrobních operací
- provedení přípravné operace při manipulaci
- náklady na manipulaci s materiálem

Manipulační prostředky jsou systémy sestávající se z nosné konstrukce, subsystémů pro uchopení a držení manipulovaného materiálu, subsystémů řízení a pohonů.

Poháněcí ústrojí mění energii přiváděnou manipulačnímu prostředku v požadované pohyby uchopovacího zařízení, kterým se energie přenáší na manipulovaný objekt.

Při navrhování pohonu vycházíme z vlastností poháněného mechanismu nebo stroje.

Ruční pohony se používají jen u malých a pomocných zařízení, které nevyžadují velký výkon a pracujících krátkodobě, protože výkon člověka značně klesá s časem, po který je podáván.

1.2 Otočný mechanismus

Zařízení umožňující otočení na nich upnutých předmětů se nazývají točny. Mechanismus točen je navrhován několika způsoby. Prvním je otáčení kolem středového čepu se středovým pohonem, druhé provedení bez centrálního čepu s pohonem na obvodu. Navrhují se také mechanismy s použitím valivých ložisek.

1.2.1 Použití kladek

Nejčastěji se k umožnění rotace využívá kladek (kladiček) – základním elementem je kladka, která je otočná kolem svého čepu nebo hřídele. K přenosu síly dochází v styčném bodě nebo na styčné úsečce. Kladky jsou na hřídeli uloženy pomocí ložisek nebo jsou na hřídeli uloženy s jistou vůlí a kladka se po hřídeli odvaluje. Při pohybu se překonávají pouze setrvačné síly od hmoty stolu a od naloženého materiálu. Manipulace je celkem snadná, tudíž můžeme použít ruční pohon (postrk rukou). Důležitou funkční podmínkou je pevná a rovná dosedací plocha.

Systém kladek je buď horizontální nebo vertikální. Při jeho navrhování máme možnost výběru ze dvou možností:

- odvalování po kladkách, přičemž kladky jsou pevně fixovány ve stabilních rámech konají pouze rotační pohyb
- odvalování po kladkách, přičemž kladky konají kromě rotačního pohybu i pohyb translační

1.2.2 Použití kuličkových dopravních jednotek

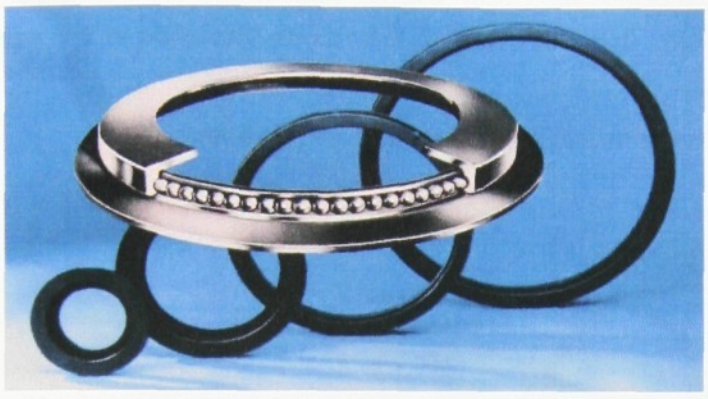
Stejného efektu bychom mohli dosáhnout použitím kuličkových dopravních jednotek (obr. č. 1.1), které bychom rovnoměrně rozmístili na celé ploše. Předním světovým výrobcem je anglická firma Alwayse Engineering Limited. Kuličková dopravní jednotka se skládá z jedné velké nosné koule a sedla z menších kuliček umístěných v polokulovité misce z kalené oceli (obr. č. 1.2). Vytvořily bychom tedy nosné pole z těchto jednotek. Hustota pole by byla odvislá od celkového přenášeného zatížení a také od nosnosti jednotlivých jednotek, jenž se pohybuje dle typu v rozmezí od 60 do 300 kg. Při uvažovaném zatížení čtyřmi paletami o nosnosti 800 kg a zatíženim konstrukce naklapěče by bylo nutné rovnoměrně rozmístit alespoň 15 těchto kuličkových jednotek. Tyto jednotky se ukotví do otvorů v nosné desce. Pokud bychom se rozhodli pro jejich využití v otočném mechanismu, museli bychom vytvořit takovou konstrukci, která by umožňovala snadný přístup k jednotkám. Tyto jednotky totiž potřebují pravidelné mazání a čištění Proti použití v uvažované konstrukci, kde se počítá s umístěním v prašném provozu, mluví tedy komplikovaná údržba.

Obr. č. 1.1 – Kuličkové dopravní jednotky

Obr. č. 1.2 – Stavba kuličkové dopravní jednotky

1.2.3 Použití kuličkových věncům

Dalším možným konstrukčním řešením pro otočný stůl je použití kuličkových věnců (obr. č. 1.3). Používají se jako otočný prvek pro konstruování otočných sekcí u válečkových a pásových dopravníků, nebo jako otoče pro užitková vozidla, valníky, návěsy a speciální dopravní a manipulační techniku.



Obr. č. 1.3 - Kuličkové věnce

Standartně se vyrábějí verze s maximálním úhlem otočení 120° v některých případech i 360° a více. Nosnost mají až 13 tun. V našem konkrétním případě je požadován úhel otočení 180° což limituje výběr jen na verze „360". Tyto verze mají nejvyšší nosnost 3,5 t. Jeho použitím bychom neměli žádnou rezervu pro případné nechtěné přetížení. Řešením by bylo použití na zakázku vyrobeného věnce s vyšší nosností, daným průměrem a s 180° rozsahem pohybu.

1.2.4. Použití točny na principu valivých ložisek

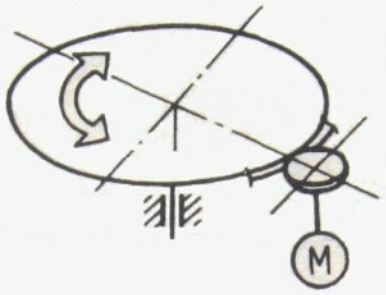
Na podobném principu založené točny a otočné stoly vyrábí firma BETZ s.r.o. Stoly jsou vytvořeny na principu Frankeho valivých ložisek, jejichž předností je všesměrová zatížitelnost při minimálních prostorových nárocích. jsou poháněné šnekovým převodem a mají prostřed volný prostor (obr. č. 1.4). Točny mohou mít vnitřní nebo vnější ozubení a na zakázku se vyrábějí i pro velká zatížení.

Obr. č. 1.4 – Točny s vnitřním ozubením

1.2.5. Orientační mechanismy a pohony

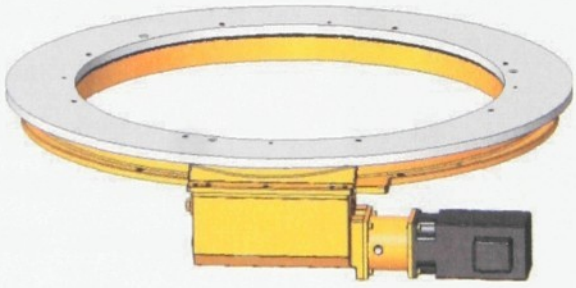
Orientační mechanismus je umístěn mimo manipulační zařízení, např. na některém z pomocných prostředků sloužících ke změně těžiště objektu, nebo tvoří samostatný pomocný prostředek. Ukázky různých způsobů pohonu otáčecích ústrojí:

- pohon elektrickým regulačním stejnosměrným motorem (obr. č. 1.5) nebo hydromotorem



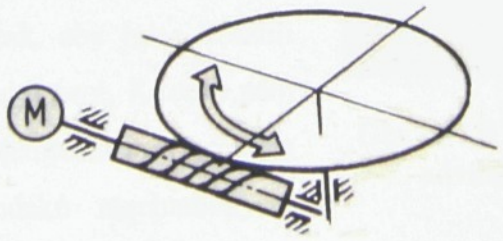
Obr. č. 1.5 – Pohon orientačního ústrojí regulačním motorem

- vačkové indexovací pohony – stůl s otočným prstencem (obr. č. 1.6)



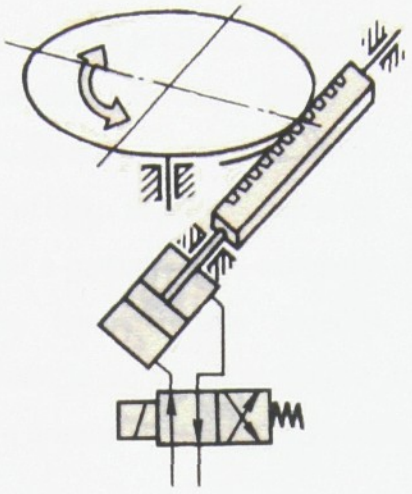
Obr. č. 1.6 – Stůl s otočným prstencem
(vyrábí firma Weiss)

- pohon orientačního ústrojí elektromotorem s redukčním převodem (obr. č. 1.7)



Obr. č. 1.7 – Pohon s redukčním převodem

- pneumatický nebo hydraulický pohon s transformací pohybu hřebenem a ozubeným věncem (obr. č. 1.8)



Obr. č. 1.8 – Pohon přes převod hřeben - ozubený věnec

1.3 Řešení naklápěcího mechanismu

V současné době jsou na trhu polohovací zařízení ke zdvihání palet do pracovní výšky s nakloněním až o 30° pro usnadnění manipulace s výrobky (obr. č. 1.9). Toto zařízení vyrábí firma TRAMAZ a.s. Použitý mechanismus by však bylo obtížné zkompletovat společně s otočným stolem.

Obr. č. 1.9 – Polohovací zařízení ke zdvíhání a naklonění palet

V námi navrhovaném případě naklápění probíhá pomocí pantu. Je potřeba zvednout zadní část tak, aby jsme dosáhli požadovaného úhlu naklopení. K tomu nám poslouží zvedací mechanismus. Zde máme možnost použití zvedáků mechanických, hydraulických nebo pneumatických.

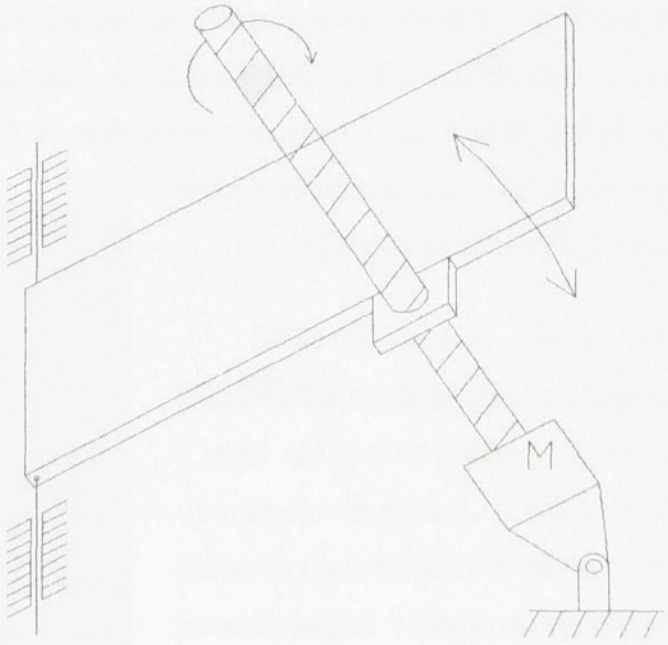
1.3.1 Mechanické zvedáky

Mezi mechanické zvedáky řadíme zvedáky hřebenové a šroubové.

Obr. č. 1.10 – Hřebenový zvedák

Hřebenový zvedák (obr. č. 1.10) je těleso, na kterém se axiálně, pomocí ozubeného převodu, pohybuje ozubená tyč opatřená patkou, která se opírá o zvedané břemeno. Síla působící na ruční kliku se přenáší nejčastěji dvěma ozubenými předlohami a pastorkem na ozubenou tyč. Jelikož se u tohoto typu zvedáku nejedná o samosvorný převod, břemeno je ve vysunuté poloze drženo západkou a rohatkou. Tento typ zvedáků se vyrábí o nosnosti 2 – 20 t a o zdvizích 400 – 550 mm.

Šroubové zvedáky (obr. č. 1.11) se skládají z tělesa tvořícího matici pro šroub. Při otáčení a vysouvání šroubu působí osová síla přes podpěrnou hlavici (ta je umístěna na konci šroubu) na břemeno, které se zvedá nebo spouští (při opačném smyslu otáčení). Ve srovnání s hřebenovými zvedáky mají šroubové zvedáky menší účinnost , jsou však jednodušší a výrobně levnější. Jejich nosnost je až 30 t a zdvih 200 – 300 mm.



Obr. č. 1.11 - Šroubový zvedák

1.3.2 Hydraulické zvedáky

Hydraulický zvedák je těleso, v němž se tlakem tekutiny svisle pohybuje píst, který zvedá břemeno. tlakovou tekutinou je nejčastěji olej. U menších typů je tekutina dodávána obvykle jednočinným ručním čerpadlem, které tvoří celek se zvedákem. U větších zvedáků se používá samostatných čerpadel s motorickým pohonem. Převodový poměr je dán poměrem ploch většího ztíženého pístu a menšího čerpadlového pístu. Dosažený převod je 1 : 400 – 1 : 6000. Spouštění břemene se provádí otevřením přepouštěcího ventilu.

Pro jejich využití mluví především skutečnost, že jsou použitelné pro zvedání nejtěžších břemen. Nevýhodou je ale poměrně malý zdvih. Na jejich zabudování do naklápěcího zařízení by byla potřeba dosti velká konstrukční výška.

1.3.3 Pneumatické zvedáky

Uplatnění pneumatických zvedáku je v provozech, kde je zaveden tlakový vzduch.

V současné době jsou na trhu pneumatické měchy vyráběné firmou FESTO. Jedná se o pohonné a zároveň tlumící prvky. Při natlakování a odvětrání mají funkci pohonnou. Pokud do nich přivedeme trvalý tlak, konají funkci tlumící. Vyrábějí se ve dvou variantách – skládané a výsuvné (teleskopické - obr. č. 1.12). Výhodou použití by byl vysoký rozsah zdvihu.

Obr. č. 1.12 – Výsuvný pneumatický měch

Skládané měchy jsou výhodné pro řešení naklápěcího mechanismu, protože kromě konání posuvu v jedné ose mohou pohánět i kyvné díly. Výsuvné měchy tuto schopnost nemají. U těchto výrobků jsou základními parametry jejich velikost, zdvih, úhel naklopení a diagram posuvových sil v závislosti na velikosti zdvihu. Měchy se vyrábí o zdvihu až 230 mm. Úhel naklopení se liší podle typu a pohybuje se mezi 15 – 30°. Podle velikosti zdvihu se vyrábějí jednoduché (obr. č. 1.13) nebo dvojité (obr.

č. 1.14). Konstrukce se skládá ze dvou přírub z pozinkované oceli a jednoho nebo dvou stočených gumových měchů. Neobsahují žádné těsnící prvky ani žádné pohyblivé mechanické součásti. Jedná se totiž o jednočinné pohony, které neobsahují žádnou pružinu. Do výchozí polohy se dostávají působením vnější síly. Provozním médiem je filtrovaný stlačený vzduch - mazaný nebo nemazaný.

Obr. č. 1.13 - Jednoduchý měch

Obr. č. 1.14 - Dvojitý měch

Jejich výhodou je použitelnost i v drsném a prašném prostředí, velmi malé montážní výšky, jednoduchost a relativně nízká cena.

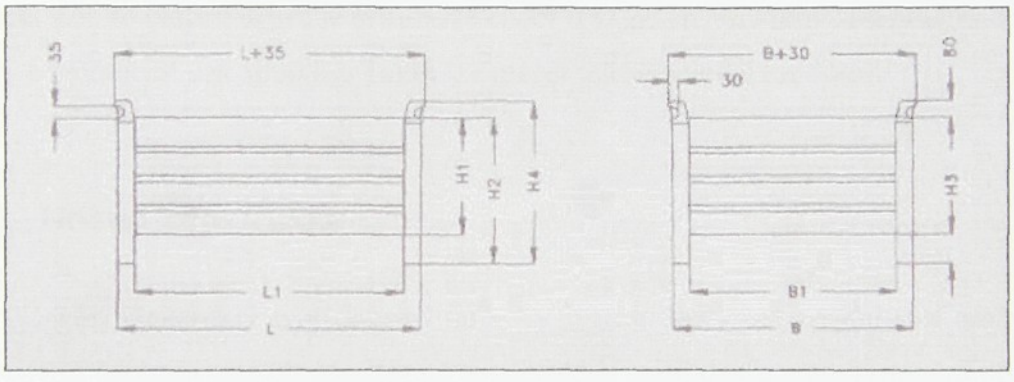
Vlnovce vzduchového pružení vyrábí také česká firma RUBENA. Tyto vlnovce však neumožňují kyvný pohyb. Nelze je tedy využít jako přímý pohon, nýbrž jako součást zvedacího mechanismu, ve kterém bude využit jeho lineární pohyb..

2. Konstrukční řešení

Zadáním je určeno navrhnout otočný stůl, na kterém bude umístěno naklápěcí zařízení. Naklápěcí zařízení bude dimenzováno pro 4 kusy ohradových palet (obr. č. 2.1) o nosnosti 800 kg.

Palety o dané nosnosti se vyrábí a používají v rozměrech 800 x 600 mm. Z těchto rozměrů a dalších hodnot uvedených na obr. č 2.2 a v tab. č. 2.1 budeme při návrhu vycházet.

Obr. č. 2.1 – Ohradová paleta



Obr. č 2.2 – Rozměry palety

L [mm]	B [mm]	Hmotnost [kg]	Nosnost [kg]	Stohovatelnost [kg]
800	600	60	800	7000

Tab. č. 2.1 – Hodnoty parametrů u ohradové palety

Samotný konstrukční návrh zadaného polohovacího zařízeni je rozdělen do tří kroků:

- návrh konstrukce stolu a otočného mechanismu
- návrh úložné plochy pro palety a naklápěcího zařízení
- návrh a umístění pneumatického vedení pro pohon naklápěcího zařízení

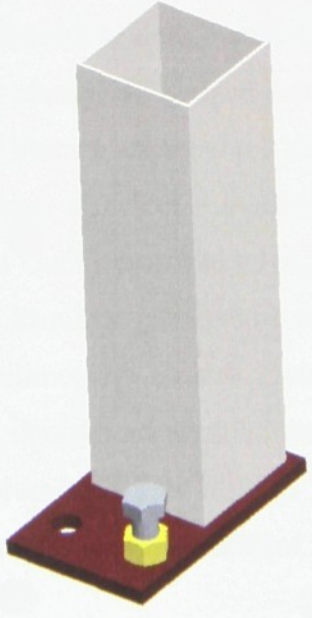
2.1 Konstrukční návrh otočného stolu

Při návrhu otočného stolu se vyšlo z předpokladu velkého zatížení. Z toho důvodu byla zvolena robustní svařovaná konstrukce. Stůl má kruhový půdorys. Z konstrukčního hlediska bychom mohli stůl rozdělit na spodní nepohyblivou část, dále na část tvořenou otočným mechanismem, na pohyblivou horní desku a aretační mechanismus. Konstrukce úložné plochy pro palety a naklápěcí zařízení bude přichyceno pomocí šroubových a svařovaných spojů na horní pohyblivou desku stolu.

Jako otočný mechanismus byl zvolen sytém odvalování pomocí kladek. Vrchní otočná deska se odvaluje po spodní nepohyblivé části. Výhodou tohoto řešení je snadná manipulace, levná výroba a nenáročnost na prostředí. Dělník je vlastní silou schopen otočit stůl o 180°. Tento systém se výhodně používá např. v kabelovnách, v tzv. točnách. Zde se otáčejí dřevěné přírubové cívky o Ø 2,5 m, na které jsou navinuté silové kabely s hmotností cca 3000 kg. Takto lze otáčet tělesa o velké hmotnosti.

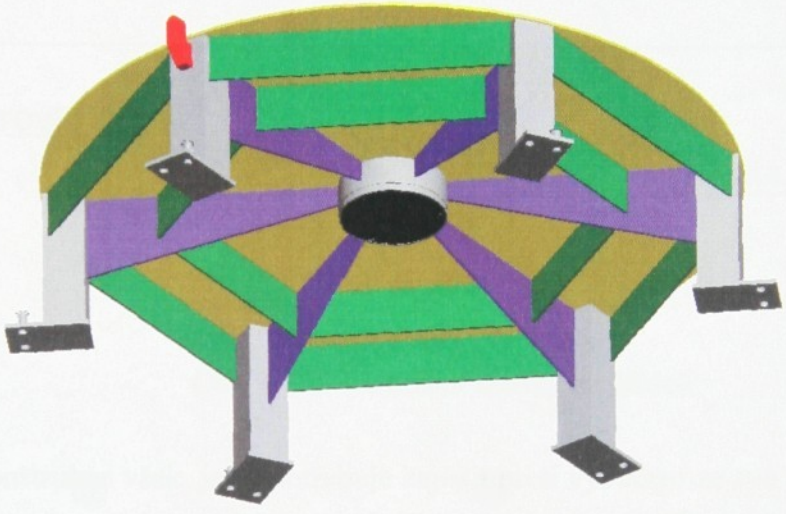
2.1.1 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří šestice noh. Ty jsou tvořeny ocelovými tenkostěnnými uzavřenými čtvercovými profily. Na ně je přivařena patní deska s předvrtaným otvorem a závitem (obr č. 2.3)



Obr. č. 2.3 – Konstrukce nohy a patní desky

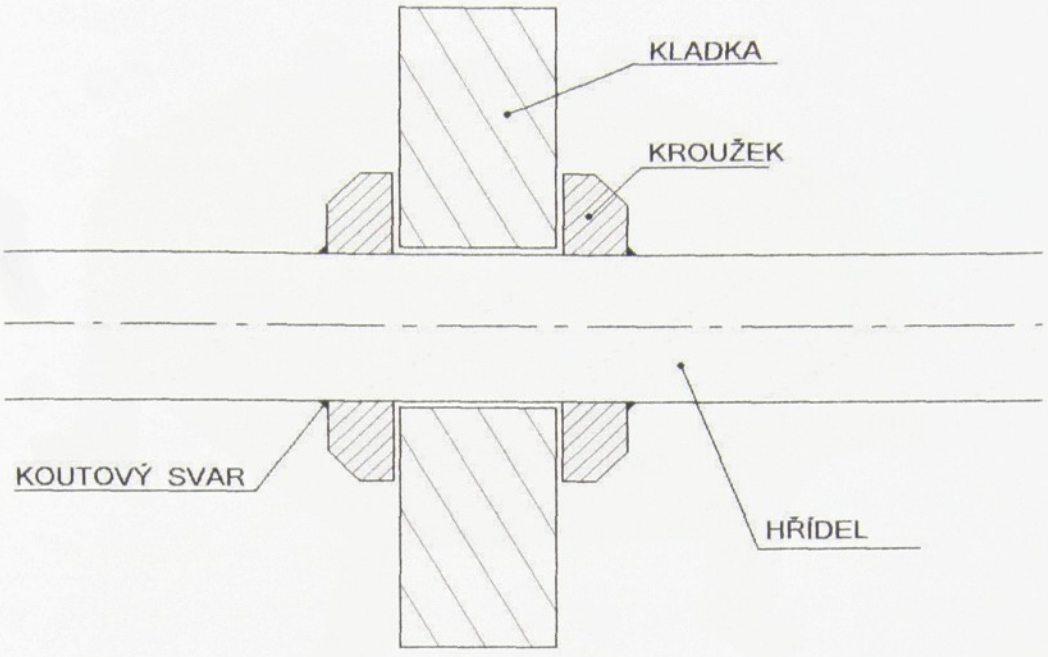
Nohy jsou uspořádány do tvaru pravidelného šestiúhelníku. Dochází tak k lepšímu přenosu zatížení z nosné desky, která mé kruhový tvar. Celá konstrukce stolu je vyztužena žebry a příčnými výztuhami (obr. č. 2.4). Žebra a výztuhy jsou vytvořeny z ocelových desek o tl. 8 mm a celá konstrukce je svařena koutovými svary.



Obr. č. 2.4 – Pohled na nosnou konstrukci zespodu

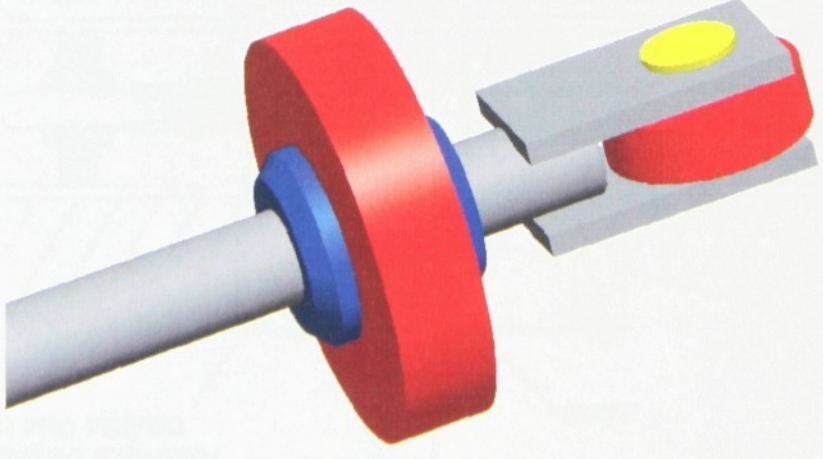
2.1.2 Kladkový otočný mechanismus

Kladky jsou umístěny na soustavě 8 hřídelů. Soustavu hřídelů drží dohromady dva skružené plocháče s předvrtanými otvory, do kterých jsou hřídele zasazeny. Spojení je provedeno pomocí svarů. Středový otvor kladky má o 2 mm větší průměr než je průměr hřídele. Díky takto vzniklé vůli mezi hřídelem a kladkami stačí k odvalování kladek minimální síla. Vodícími prvky pro kladky jsou vždy dvojice distančních kroužků, mezi kterými se kladky odvalují. Tyto kroužky jsou pevně připevněny ke hřídeli svarem. Mezi kroužky a kladkou je vždy milimetrová mezera. Detail uložení kladky je zobrazen na obr. č. 2.5. K přenos zatížení dochází na stykové úsečce. Každý hřídel je osazen trojicí kladek, otáčejících se na poloměrech 0,24 m, 0,51 m a 0,8m. Celkem je použito 24 kladek. Dochází tak k rovnoměrnému přenosu zatížení.

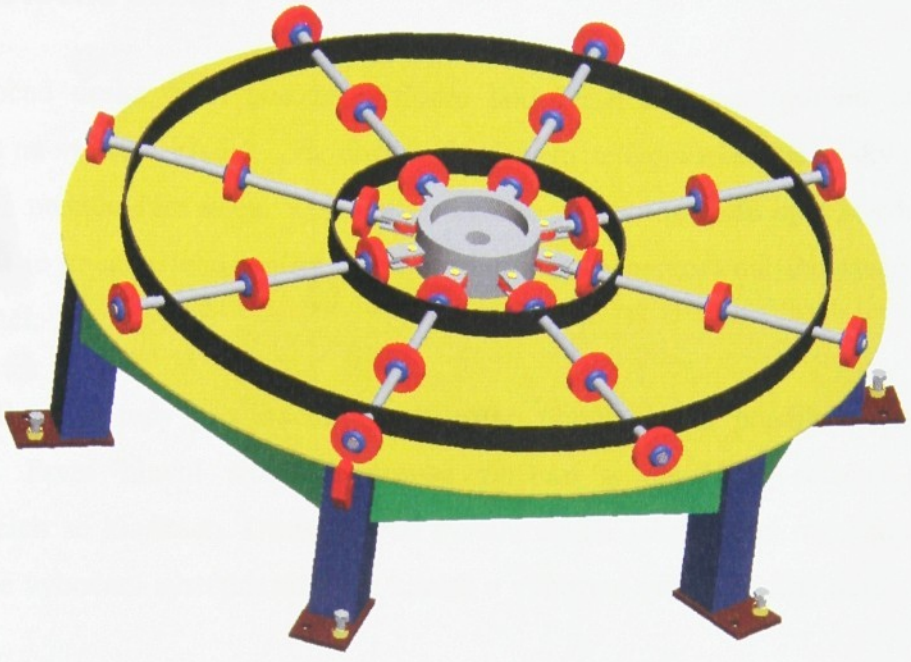


Obr. č. 2.5 – Uložení kladky na hřídeli

Tato konstrukce však ještě potřebuje zajistit proti vybočení ze své dráhy. To jsme zajistili další skupinou kladek, které se tentokrát odvalují po vnější straně středového náboje. Rotace probíhá v horizontální rovině. V tomto případě kladky nepřenášejí zatížení. Dotyková plocha není zatížena. Tyto kladky jsou umístěny na koncích hřídelů pomocí čepu. Čep je uložen pomocí dvojice třmínku, která je svařena s hřídelí (obr. č. 2.6). Celý systém kladek je položen na spodní nosné desce stolu (obr. č. 2.7)

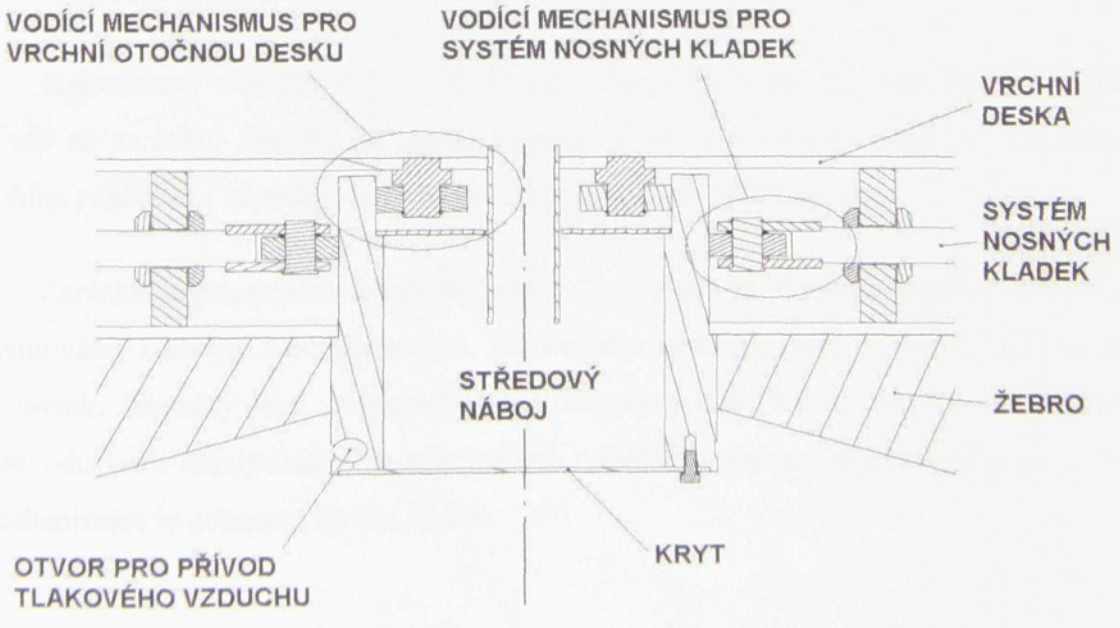


Obr. č. 2.6 – Detail zakončení hřídele



Obr. č. 2.7 – Uložení kladkového systému na spodní nosné části stolu

Na obr. č. 2.8 je přehledně zobrazen otočný mechanismus. Centrálním prvkem je středový náboj, jenž slouží jako vodící prvek pro systém nosných kladek i pro horní otočnou desku. Další jeho funkcí je umožnění přívodu tlakového vzduchu pro naklápěcí mechanismus.



Obr. č. 2.8 . Řez otočným mechanismem

2.1.3 Otočná deska

Otočná deska tvoří podkladní desku pod konstrukci naklápěcího zařízení. Je položena na systému kladek. Zde dochází k přenosu zatížení z otočné desky přímo přes kladky na nosnou část stolu. Vodícím prvkem je v tomto případě opět středový náboj. Tentokrát je použita jeho vnitřní stěna, po které se za pomoci dalšího systému kladek deska otáčí.

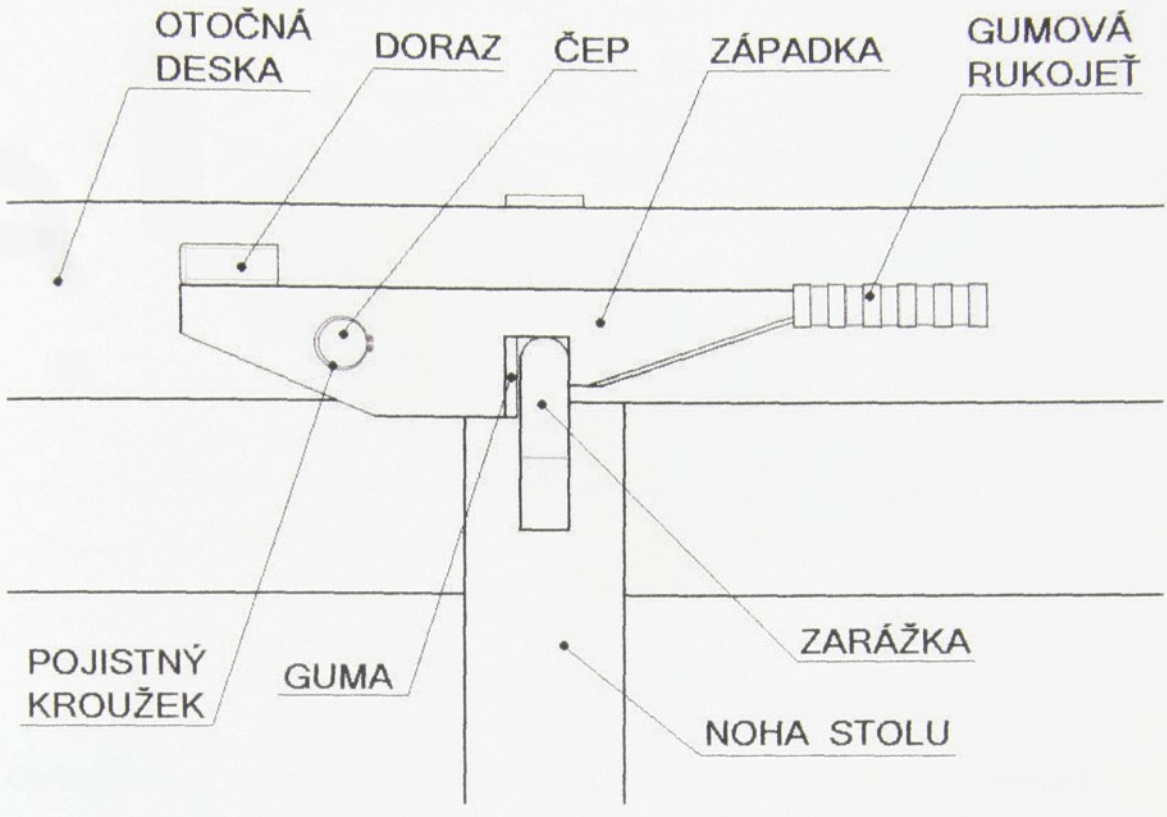
Celkem je tedy pro umožnění otáčivého pohybu stolu použito tři kladkových systémů. První hlavní slouží k přenosu zatížení a umožňuje rotační pohyb po odvalujících se kladkách. Druhý a třetí systém slouží jako vodící mechanismy, které zabraňuje vybočení systému nosných kladek a vybočení vrchní otočné desky z kruhové dráhy.

2.1.4 Aretace krajních poloh

Po otočení stolu potřebujeme dosáhnout zajištění stolu v dané poloze. Toho dosáhneme pomocí zarážky. Do zarážky při otočení stolu dosedne západka a poloha se fixuje. Po provedení pracovního úkonu s materiálem pracovník západku odjistí a stůl muže otočit. Po otočení o 180° dosedne do téže zarážky západka z druhé strany.

K dosednutí západky dojde tak, že při otáčení stolu její zkosená hrana plynule najede na zarážku. Zarážka se zarazí o gumový doraz a západka zapadne. Odjištění probíhá zvednutím západky. Ve vodorovné poloze drží západku doraz.

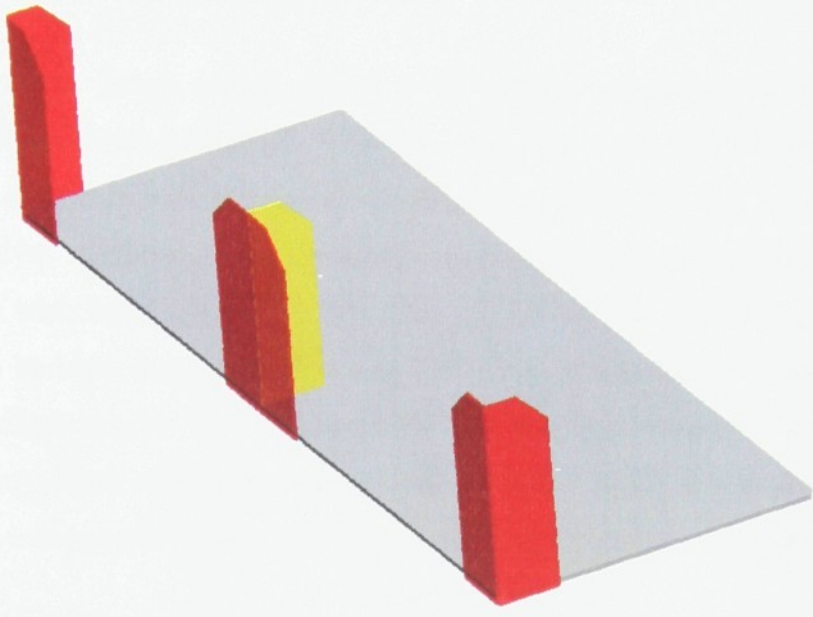
Zarážka je připevněna k jedné z nohou. Tato noha je při použití stolu v provozu orientována směrem k očekávanému pracovnímu prostoru, kde se bude pohybovat pracovník. Západky jsou připevněny pomocí svých čepů k horní otočné části stolu. Z důvodu lepší manipulaci jsou rukojeti pro odjištění potaženy ergonomickými gripy. Mechanismus je zobrazen na obr. č. 2.9.



Obr. č. 2.9 – Aretace krajních poloh

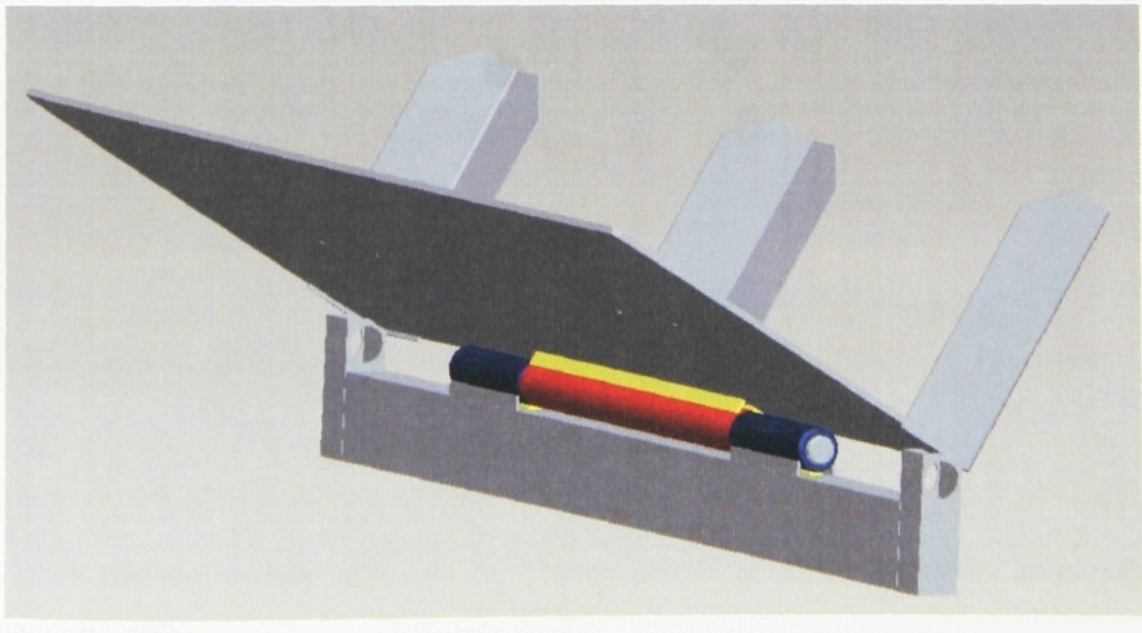
2.2 Konstrukční návrh naklápěcího zařízení

Naklápěcí mechanismu je tvořen otočným pantem, kolem kterého se naklápí úložná plocha s umístěnou paletou. Velikost úložné plochy je koncipována pro dvě palety s rezervou místa pro každou z nich 20 mm na obě strany. Palety jsou udržovány ve stabilní pozici dvojicí krajních a jednou středovou opěrou (obr. č. 2.10). Opěry jsou přivařeny koutovým svarem k úložné desce.



Obr. č. 2.10 – Konstrukce úložné plochy

Otočný pant je tvořen čepem Ø 40 mm a trojicí trubek. Trubky jsou pomocí výztuh pevně spojeny s úložnou deskou, resp. s podkladem (obr. č 2.11). Pant leží na dvojici tenkostěnných ocelových čtvercových profilů. Ty jsou po stranách opatřeny vzpěrami, ve kterých je technologický kruhový otvor pro montáž pantu.



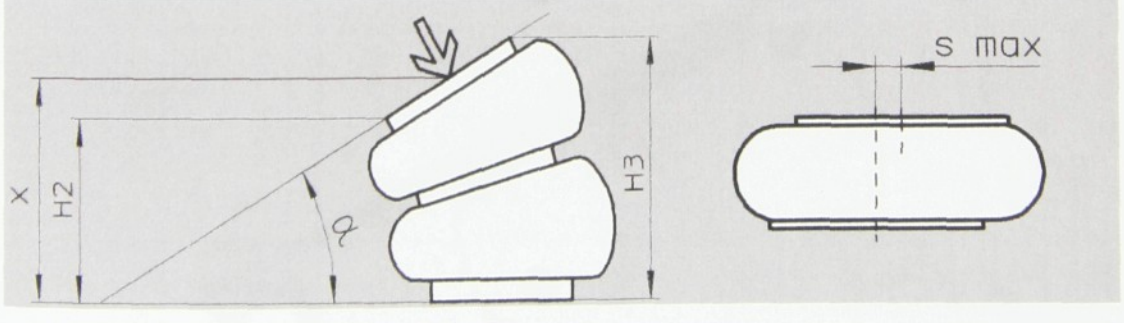
Obr. č. 2.11 – Konstrukce otočného pantu

2.2.1 Mechanismus kyvného pohonu

Kyvný pohyb jedné úložné desky bude docílen použitím dvojice kyvných pneumatických dvojitých měchu EB. V nabídce výrobků od firmy FESTO je i několik mechů, které mají pro naši konstrukci výhodný naklápěcí úhel 30°. Jedná se však o měchy s malým zdvihem. Jejich pozice by proto musela být velmi blízko otočnému pantu. Zde by však byly vyvinuty příliš velké síly, které tyto měchy nejsou schopny vydržet. Proto budeme muset použít měchy větší. Jejich nevýhodou je naklápěcí úhel menší než požadovaných 30°. Konstrukční problém tady budeme muset vyřešit použitím plošiny, která v základní poloze měch nakloní. Tím dosáhneme toho, že měch bude pracovat v dovoleném úhlovém rozmezí. Naklonění plošiny α bylo navrhnuto 15°.

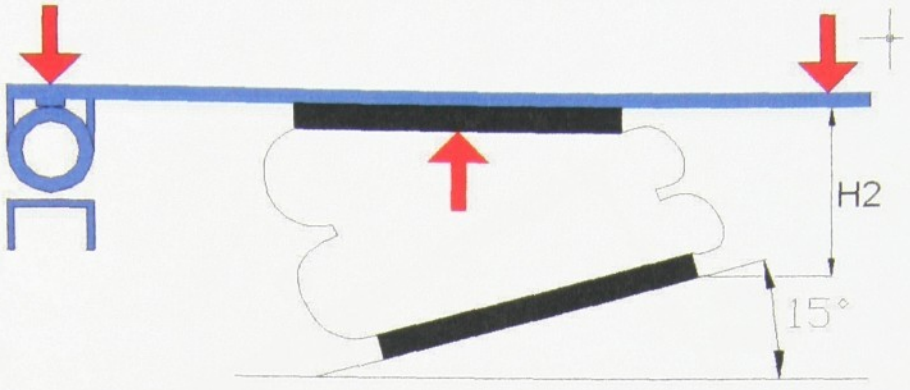
2.2.1.1 Výběr vhodného měchu

Při volbě vhodného typu (myšleno velikost měchu a jeho zdvih) jsme vycházeli z jeho konstrukčních možností (obr. č. 2.12). Ty jsou dány minimální montážní výškou H_2, maximální výškou při vyjetí H_3 a maximální povolenou velikostí vybočení ploch S_{MAX}



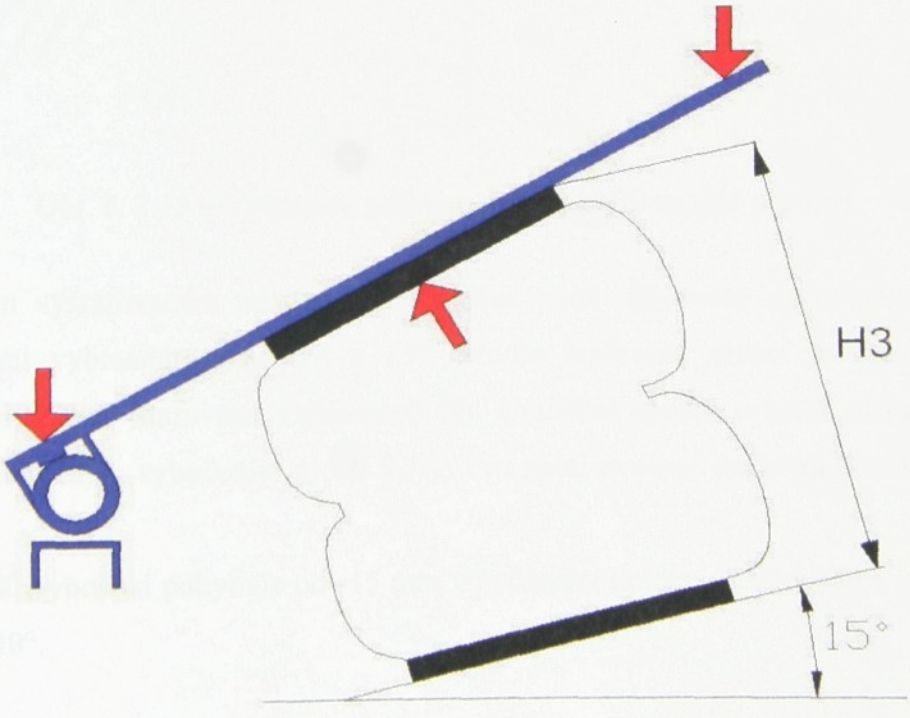
Obr. č. 2.12 - Konstrukční podmínky

V základní poloze (obr. č. 2.13) musí měch splňovat podmínku minimální montážní výšky.



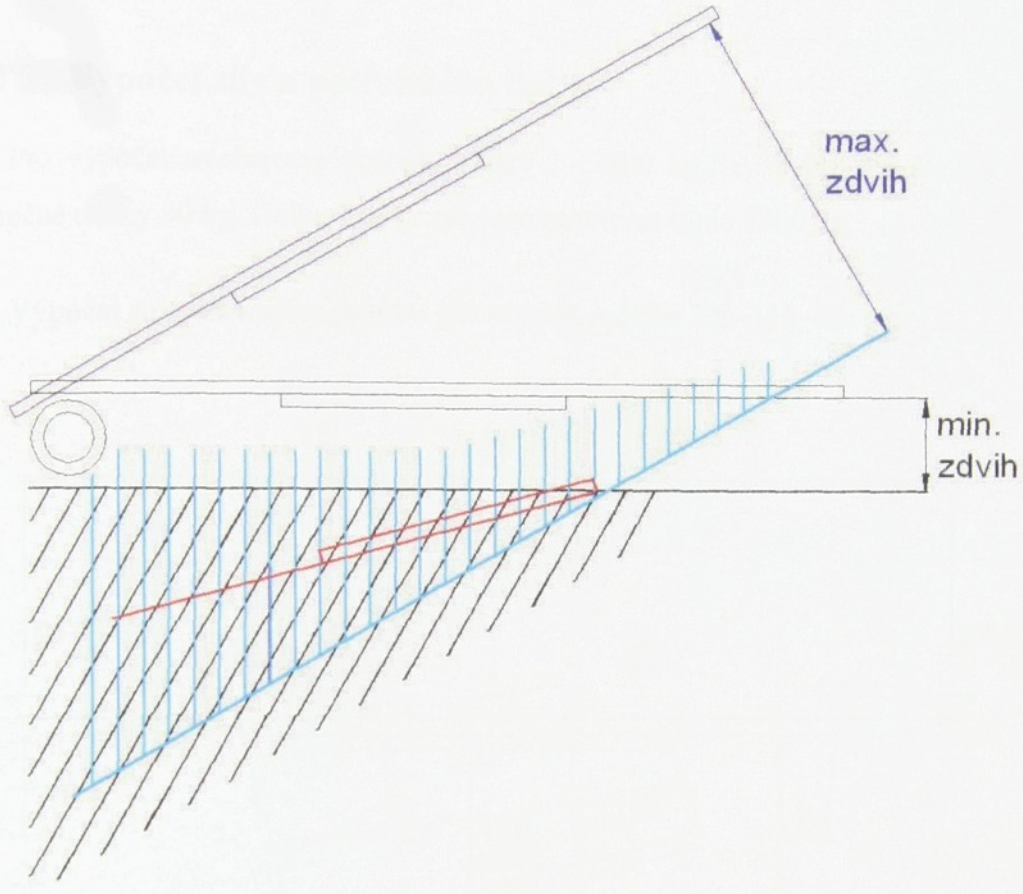
Obr. č. 2.13 – Podmínka minimální montážní výšky

V naklopené poloze (obr. č. 2.14) musí splňovat podmínku maximální výšky při vyjetí. Zároveň musíme zajistit, aby během celého průběhu pohybu nedošlo k nadměrnému vybočení ploch. Povolená odchylka S_{MAX} je 20 mm. Tyto tři podmínky nám dávají poměrně omezený prostor do kterého můžeme měch umístit. Po vymezení daného umístění získáme působiště síly F (působí ve středu příruby).



Obr. č. 2.14 – Podmínka maximální výšky při vyjetí

Prostor, do kterého je možné umístit měch jsme vymezili v AutoCadu (obr. č. 2.15)



Obr. č. 2.15 – Vymezení prostoru pro umístění spodní příruby

V daném vyšrafovaném prostoru bylo možné zvolit libovolné umístění spodní příruby v námi vybraném naklonění o 15°. Modře šrafovaná oblast je vymezena vzdáleností H_3, černě šrafovaná vzdáleností H_2. Umístění spodní a horní příruby je limitováno povoleným vybočením ploch S_{MAX}. Pro námi zvolené umístění přírub se u měchu

EB – 215 – 80 vybočení pohybuje od -15 mm v počáteční poloze do +15 mm v poloze nakloněné o 30°.

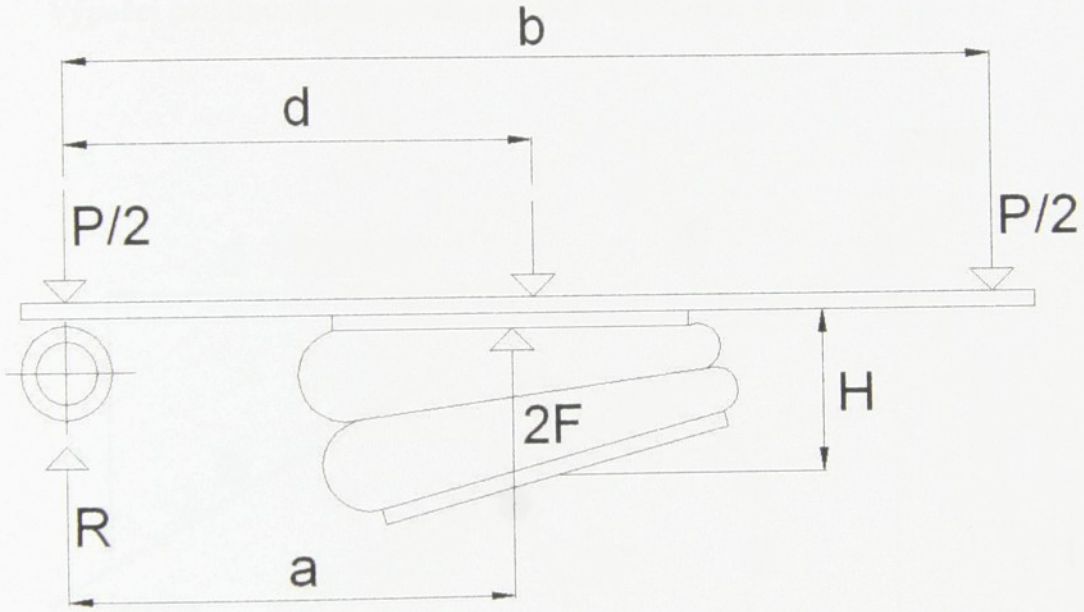
Nyní musíme vypočítat skutečnou velikost síly F z daného zatížení a porovnat ji s provozním diagramem pro daný měch. Pokud se velikost síly pohybuje v daném rozmezí, tak můžeme měch použít. Z diagramu také získáme potřebnou velikost tlaku

vzduchu, který do měchu přivedeme. Pokud měch nevyhovuje, celý postup musíme opakovat s použitím měchu s větším zdvihem, a tedy i s větším rozsahem síly.

2.2.1.2 Výpočet síly a potřebného tlaku

Pro výpočet uvažujeme nosnost palety 2 x 800 kg, její váhu 2 x 60 kg a váhu naklápěné desky 80 kg. Celkem tedy zvedaná hmotnost bude 1800 kg.

Výpočet pro počáteční polohu při použití měchu EB–215–80:



Obr. č. 2.16 – Síly působící na měch v základní poloze

D = 0,8 kN, P = 17,2 kN, H = 104.5 mm

a = 283 mm, b = 540 mm, d = 290 mm,

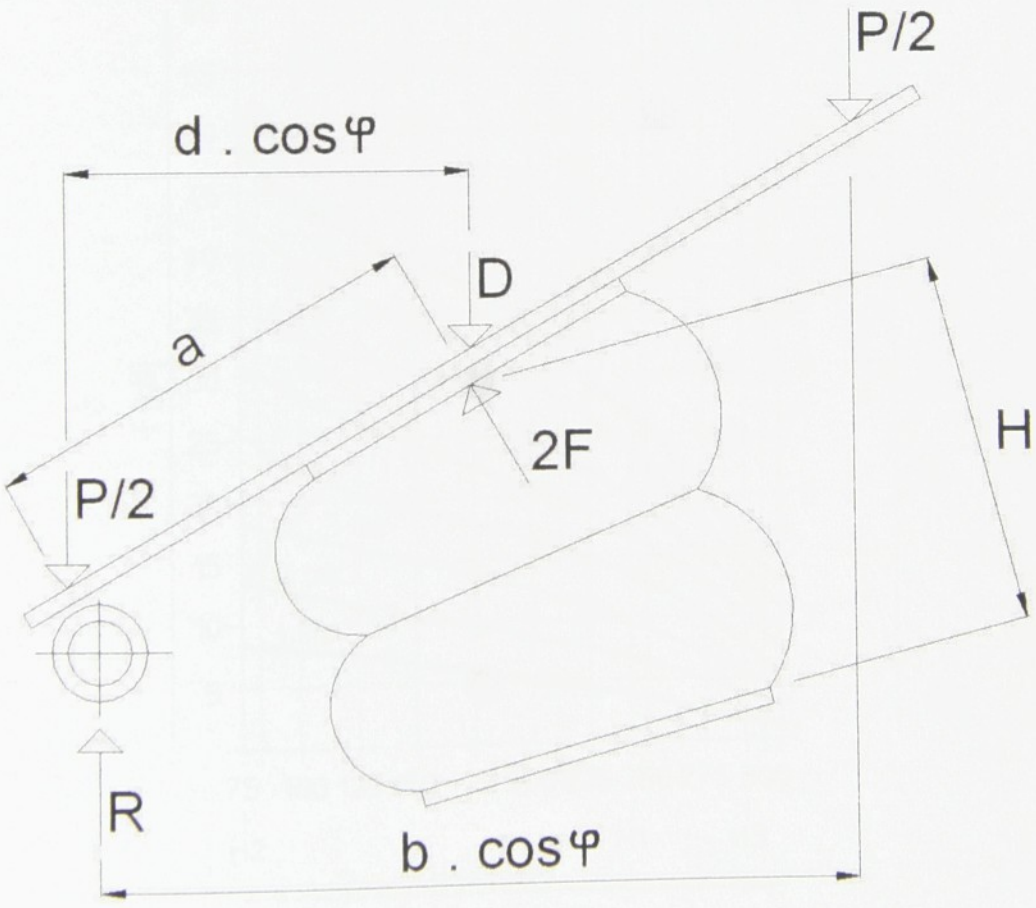
$P + D - R - 2F = 0$ - podmínka rovnováhy pro svislý směr

$2F \cdot a - D \cdot d - \frac{P}{2} \cdot b = 0$ - momentová podmínka rovnováhy k ose pantu

$$F = \frac{D \cdot d + \frac{P}{2} \cdot b}{2 \cdot a}$$ F = 8,62 kN R = 0,76 kN

V počáteční poloze měchy překonávají sílu 8,62 kN. Jedná se o sílu při ideálním rozložení maximální zátěže na paletách. Z diagramu pro použitý měch (obr. č. 2.18) odečteme velikost tlaku p, který je pro daný zdvih H potřeba přivést. Potřebný tlak p je roven 1,3 baru. Hodnoty tlaku byly odečteny z diagramu pro měch EB–215–80.

Výpočet pro libovolnou polohu měchu - naklopení o úhel φ:



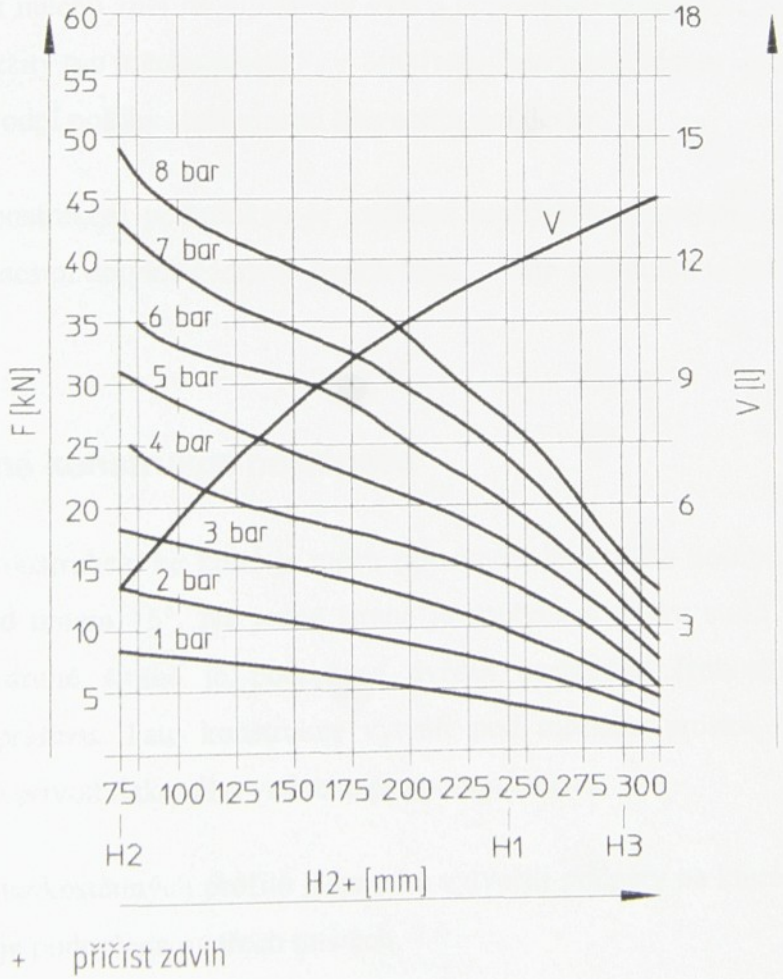
Obr. č. 2.17 – Síly působící v poloze naklopení o úhel φ

$$2F \cdot a - D \cdot d \cdot \cos\varphi - \frac{P}{2} \cdot b \cdot \cos\varphi + \frac{P}{2} \cdot x = 0 \qquad \frac{P}{2} \cdot x \Rightarrow 0$$

$$F = \frac{\cos\varphi \cdot \left(D \cdot d + \frac{P}{2} \cdot b \right)}{2 \cdot a} \qquad F(\varphi) = \cos\varphi \cdot 8{,}62 \ [kN]$$

F (30°) = 7,46 kN H (30°) = 251 mm

V poloze, kdy je deska s paletou naklopena o 30°, měch překonává sílu o velikosti 7,5 kN. Pracovní výška měchu H je rovna 251 mm. Potřebný tlak pro udržení měchu v této poloze je 2,5 baru. Hodnoty tlaku byly odečteny z diagramu pro měch EB–215–80 (obr. č. 2.18).



Obr. č. 2.18 - Diagram pro měch EB–215–80

S velikostí zdvihu se síla působící na měch snižuje, ale naopak tlak potřebný k jejímu udržení se zvedá. Z diagramu lze dále vyčíst, že použitý měch lze použít i pro dvojnásobné zatížení, tudíž při překročení dovolené nosnosti palety nehrozí jeho poškození.

2.2.1.3 Konstrukční podmínky

Měchy smí vyjíždět pouze proti výrobku nebo musí být opatřeny na koncích zdvihu dorazem. V opačném případě by bylo zatížení stěn příliš vysoké. Doraz je řešen pomocí dvojice lanek, které spojují úložnou desku s konstrukcí stolu a zajišťují tak dodržení maximálního naklopení 30°.

Pro stisk měchu zpět na minimální výšku je potřebná minimální zpětná síla. Tato síla je pro použitý typ měchu rovna $F_Z = 300$ [N]. Tato podmínka je splněna. K vrácení měchu do původní polohy stačí vlastní tíha naklápěcí desky.

Další konstrukční podmínkou je uvolnění pracovního prostoru pro měch. Stěny měch se totiž nesmí dotýkat žádných jiných částí. – Tato podmínka je splněna.

2.2.2 Nosná konstrukce naklápěče

Nosná konstrukce, ke které je měch připevněn, je tvořena nosnou deskou. Ta je nakloněna pod úhlem 15°. Na jedné straně je zapřena o desku stolu a o profil pod pantem. Na druhé straně je podepřena dvěma ocelovými tenkostěnnými profily čtvercového průřezu. Tato konstrukce vytváří pod měchem prostor, který výhodně využijeme pro přívod tlakového vzduchu pro pohon měchu.

Pomocí tenkostěnných profilů jsme také vytvořili podpěry na které dosedá úložná deska. Deska je podepřena na třech místech.

Z bočních stran je prostor naklápěče z bezpečnostních důvodů zakrytován ocelovým plechem. Pro uchycení krytu byla opět použita konstrukce z tenkostěnných

profilů. Kryt je uchycen k profilům šroubovými spoji. V místě spojů, byly profily zesíleny pomocí ocelových destiček. Tím jsme také dosáhli potřebného odsazení krytu od zvedané desky, takže kryt plní svoji funkci a zároveň nebrání pohybu naklapěče.

3. Návrh pneumatických prvků

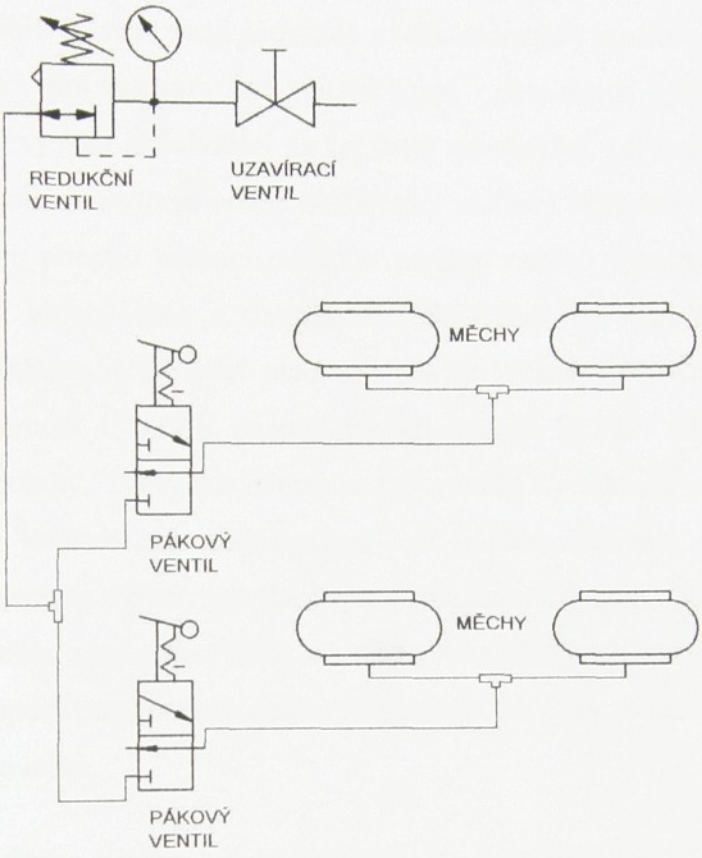
3.1 Použité pneumatické prvky

Pneumatické měchy musíme připojit na hlavní uzavírací ventil tlakového vzduchu (tlakový vzduch 0,6 MPa). Uzavírací ventil je umístěn mimo otočný stůl. Dalším krokem bude odstranění zbytků nečistot a zkondenzované vody z tlakového vzduchu. To obstarávají vzduchové čističe. Vyčištěný tlakový vzduch je přes redukční ventil oleje veden ke spotřebičům. Funkcí redukčního ventilu je udržovat konstantní tlak na svém výstupu. Tlak vzduchu na výstupu se reguluje otáčením ovládacího kolečka. Hodnoty tlaku nám ukazuje tlakoměr. Tlak vzduchu se nastavuje dle zatížení palety.

Vzduch je veden tlakovou hadicí. Středovým nábojem a vodící trubkou je vyveden na desku stolu, odkud je vzduch přiveden k jednotlivým měchům.

Každý naklápěč má svoje vlastní ovládání. Tyto pákové ventily jsou vyvedeny na boční strany stolu. Slouží k puštění, resp. vypuštění vzduchu z měchů. Palety naklápíme pouze pokud máme stůl zajištěn. Zařízení není nutné seřizovat mimo nastavení tlaku. Pouze je potřeba pravidelně kontrolovat nádržku čističe vzduchu, vypouštět případné nečistoty a vyměnit vodu.

3.2 Pneumatické schéma



Obr. č. 3.1 - Pneumatické schéma

4. Parametry navrhovaného polohovacího zařízení

Nosnost	**3500 kg**
Otáčení	**Manuální**
Naklápění	**Pneumaticky**
Ložná výška naklápěcího zařízení	**0,72 m**
Výška horní hrany naklopené palety	**1,18 m**

5. Závěr

Navržené jednoúčelové polohovací zařízení je určené k manipulaci s materiálem v paletách. Konstrukce stolu je svařovaná převážně z tenkostěnných profilů oceli třídy 11 a je schopná přenášet velká zatížení. Své využití najde v obráběcích a montážních centrech. Zvolený otočný systém je založený na principu odvalování, přičemž dochází k minimálnímu tření. Z toho důvodu je osoba obsluhující zařízení schopna uvést plně zatížený stůl do rotačního pohybu pomocí pouhého postrku rukou, protože přemáhá pouze setrvačné síly od hmoty stolu a naloženého materiálu. K aretaci v krajních polohách dochází automaticky. Naklápěcí mechanismus je tvořen otočným pantem, kolem kterého se za pomoci kyvných pneumatických měchů FESTO EB–215–80 naklápí do požadované polohy. Tento mechanismus byl vybrán na základě požadavku nízké ceny, jednoduché konstrukce a nenáročnosti na údržbu. Zařízení je možné instalovat pouze v provozech se zavedeným tlakovým vzduchem. Kapacita měchu je při zvedání dané zátěže využita z poloviny, tudíž při případném přetížení nedojde k jeho porušení. Otočné i naklápěcí mechanismy jsou zakrytovány tak, aby nedošlo k jejich poškození a k úrazu pracovníků.

Při tvorbě konstrukčního návrhu byl použit program Autodesk AutoCAD 2006, k tvorbě modelů a výkresové dokumentace program Pro ENGINEER Wildfire 2.0.

Seznam použité literatury:

Němejc, J.: Průmyslové roboty a robotizace strojírenské výroby, VŠSE, Plzeň 1991

Němejc, J., Cibulka, V.: Základní terminologie z oblastí manipulace s materiálem, ZČU, Plzeň 1992

Jeřábek, K.: Stroje a zařízení pro manipulaci, ČVUT, Praha 1986

Novák, J.: Vnitrozávodní doprava – 1. díl – manipulační prostředky, VŠST, Liberec 1971

Chvála, B., Matička, R., Talácko, J.: Průmyslové roboty a manipulátory, SNTL, Praha 1993