

Vibrační zásobník pro dávkování zpoždovacích válečků

Bc. Jana Viktorinová

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana Viktorinová**
Osobní číslo: **T15409**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vibrační zásobník pro dávkování zpoždovacích válečků**

Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše na dané téma
2. Vypracování sestavy zařízení pro dávkování zpoždovacích válečků
3. Zpracování technické dokumentace
4. Vypracování ekonomického zhodnocení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ondřej Bílek, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

2. ledna 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

12. května 2017

Ve Zlíně dne 26. ledna 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: JANA VIKTORINOVÁ

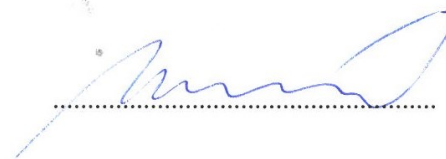
Obor: VÝROBNÍ INŽENÝRSTVÍ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 20.4.2017



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem vibračního zásobníku pro dávkování zpoždovacích válečků. Zařízení má nahradit časově náročnou manuální operaci. Součástí práce je teoretická část, která obsahuje řešerše na téma manipulace a doprava materiálu, bezpečná konstrukce strojního zařízení, ergonomické zásady, počítačové programy pro konstruování CAD a konstrukční a montážní dokumentace. Praktická část je zaměřena na samotnou konstrukci vibračního zásobníku, popis jednotlivých částí, vypracování výkresové dokumentace a ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova: strojní zařízení, vibrační zásobník, dávkování, bezpečná konstrukce

ABSTRACT

This thesis is aimed to construction design of the vibration feeder for delay elements. The device is supposed to replace timewise demanding manual operation. The theoretical part of this thesis contains researches on the topic manipulation and transport of material, safe design of machine device, ergonomic principles, computer design software, the design and assembly documentation. The practical part is focused on design of this particular vibration feeder, description of individual parts, complete design documentation and economical evaluation.

Keywords: machine device, vibration feeder, dosage, safe design

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucímu diplomové práce Ing. Ondřeji Bílkovi, Ph. D. za odborné vedení, inspirativní návrhy a připomínky. Dále děkuji kolegům konstruktérům, seřizovačům a pracovníkům pomocné dílny fy Austin Detonator za konzultace spojené zejména s praktickou částí diplomové práce.

Motto

„Nečekejte na motivaci před vlastní činností – pusťte se do práce a motivace se dostaví!“

[A. A. Lazarus]

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 VIBRAČNÍ DOPRAVNÍKY	13
1.1 VIBRAČNÍ PODAVAČE VERSUS DOPRAVNÍKY	14
1.2 ZÁKLADNÍ KONFIGURACE VIBRAČNÍHO DOPRAVNÍKU	15
1.3 KOMPONENTY VIBRAČNÍCH DOPRAVNÍKŮ	16
1.3.1 Pohony.....	16
1.3.1.1 Rotující excentrické závaží.....	18
1.3.2 Pružiny	18
2 PNEUMOTORY.....	20
2.1 PNEUMATICKÝ OBVOD A JEHO ČÁSTI.....	20
2.2 VÝHODY A NEVÝHODY PNEUMATICKÝCH MECHANISMŮ	21
2.3 TYPY PNEUMOTORŮ	21
2.4 ŘÍZENÍ PNEUMATICKÝCH POHONŮ.....	21
2.5 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA KONSTRUKCI PNEUMATICKÝCH SYSTÉMŮ Z BEZPEČNOSTNÍHO HLEDISKA	22
2.5.1 Volba součástí	22
2.5.2 Nepředpokládané tlaky.....	22
2.5.3 Mechanické pohyby	23
2.5.4 Hluk.....	23
2.5.5 Provozní a funkční požadavky na pneumatické systémy.....	23
3 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE	24
3.1 TECHNOLOGIČNOST Z HLEDISKA MINIMALIZACE PRACNOSTI	24
3.2 VOLBA RACIONÁLNÍ DRSNOSTI.....	24
3.3 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE NEROTAČNÍCH SOUČÁSTÍ.....	25
3.4 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE Z HLEDISKA MONTÁŽE.....	25
3.5 KONTROLA VÝROBNÍ A TECHNICKÉ DOKUMENTACE.....	26
4 BEZPEČNOST STROJŮ	27
4.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA OCHRANU ZDRAVÍ A BEZPEČNOSTI.....	27
4.2 POSOUZENÍ RIZIKA	27
4.2.1 Všeobecně	27
4.2.2 Informace pro posouzení rizika.....	29
4.3 SNÍŽENÍ RIZIKA.....	30
4.3.1 Všeobecně	30
4.3.2 Zabudovaná konstrukční bezpečnostní opatření	32
4.3.2.1 Uvážení geometrických faktorů a fyzikálních hledisek.....	32
4.3.2.2 Dodržování ergonomických zásad.....	33
4.3.2.3 Pneumatická a hydraulická nebezpečí	35

4.3.3	Průvodní dokumentace (zvláště návod k používání)	35
4.4	DOKUMENTACE POSOUZENÍ A OMEZENÍ RIZIKA	37
4.5	PŘÍKLADY NEBEZPEČNÝCH SITUACÍ	38
4.6	PŘÍKLADY NEBEZPEČNÝCH UDÁLOSTÍ	38
5	CAD - POČÍTAČOVÁ PODPORA V KONSTRUKCI	43
5.1	TECHNICKÉ KRESLENÍ V PRŮBĚHU VĚKŮ	43
5.2	3D CAD SOFTWARE A JEJICH FUNKCE	43
5.3	DIGITÁLNÍ DVOJČE A PRŮMYSL 4.0	44
6	SHRNUTÍ TEORETICKÉ STUDIE	45
II	PRAKTICKÁ ČÁST	46
7	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	47
8	DEFINICE CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	50
9	NÁVRH KONSTRUKCE	51
9.1	PŘEDPOKLÁDANÁ ČINNOST ZAŘÍZENÍ.....	51
9.2	TECHNICKÉ PARAMETRY	52
9.3	MECHANICKÁ ČÁST	52
9.3.1	Základna s rámem	52
9.3.2	Násypka	53
9.3.3	Držák šoupátka	54
9.3.4	Nástavec šoupátka	55
9.3.5	Ustavovací lžice	56
9.3.6	Pevná deska	59
9.3.7	Plastová hadice	60
9.4	PNEUMATICKÁ ČÁST	61
9.4.1	Podsestava pneuválce	61
9.4.2	Podsestava vibrátoru	62
9.4.3	Podsestava tlačítka FLUSH	63
9.4.4	Podsestava tlačítka TWIST	64
9.4.5	Podsestava ventilu	65
9.4.6	Podsestava úpravny vzduchu	65
10	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	67
10.1	POŘIZOVACÍ NÁKLADY	67
10.2	UVAŽOVANÉ ÚSPORY	67
10.2.1	Současný stav	67
10.2.2	Navrhovaný stav	68
10.2.3	Návratnost zařízení	68
	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	71
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73

SEZNAM TABULEK.....	75
SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Tématem diplomové práce je návrh a konstrukce vibračního zásobníku pro dávkování zpoždovacích válečků do nahazovací lžice.

Požadavek na konstrukci tohoto zařízení je v souladu s plněním strategických cílů společnosti, ve které pracuji: zvyšování produktivity práce; neustálé zlepšování a inovace výrobků, výrobních procesů a lidí.

Cílem diplomové práce je navrhnout a zkonstruovat takové strojní zařízení, nejlépe s pneumatickým pohonem, které bezpečně a s časovou úsporou nadávkuje 100 kusů zpoždovacích válečků najednou do ustavovací lžice, tj. nahradí manuální časově náročnou operaci. Nahrazení lidské síly stroji je jedním ze znaků mechanizace a industrializace výroby. Bohužel, průvodním jevem mechanizace je zvýšené nebezpečí vzniku pracovních úrazů. Z tohoto důvodu technické požadavky na konstrukci a uvedení do provozu strojního zařízení jsou dány platnou legislativou.

V teoretické části jsou uvedeny metody a vibrační zařízení vhodné pro manipulaci a dopravu sypkých materiálů. Je zde popsána základní konfigurace a jednotlivé části vibračních zařízení. Samostatná kapitola je věnována pneumatickým pohonům. Dále se práce zevrubně věnuje technologičnosti konstrukce strojního zařízení z hlediska minimalizace pracnosti, použitých materiálů, montáže a samozřejmě bezpečnosti. Ostatně velká část teoretické části diplomové práce je zaměřena na strategii posouzení a snížení rizika, včetně návodu na dokumentaci a ověřování tohoto procesu, na dodržování ergonomických zásad, na průvodní dokumentaci, zejména na návod k používání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VIBRAČNÍ DOPRAVNÍKY

Vibrační strojní zařízení jsou používána v různých formách již více než 100 let. Používání ručních sít pro separaci materiálu různé velikosti se datuje do doby ještě před prvními písemnými záznamy. Tradičně, však, jsou vibrace považovány spíše za destruktivní jev než užitečný.

Destruktivní síla vibrací je velmi dobře zdokumentována. Neřízené vibrace zničily most Tacoma Narrows přes část Pugetova zálivu ve státě Washington. Během bouře v listopadu roku 1940 vítr dosáhl takové rychlosti, že vibrace mostu způsobené větrem měly stejnou frekvenci jako přirozené vibrace mostu. Amplituda vibrací vzrostla na takovou hranici, jakou konstrukce mostu už nevydržela a most se zhroutil. [1]



Obr. 1. Původní Tacoma Narrows Bridge z roku 1940. [1]

Na jeho místě dnes stojí mosty dva; první z roku 1950 a druhý byl otevřen v roce 2007.



Obr. 2. Dnešní Tacoma Narrows Bridges.

Inženýři a konstruktéři se již nějakou dobu snaží využít a řídit vibrace. Širší využití vibrací pro dopravu a zásobování se datuje na začátek 20. století. Vibrační zásobníky jsou dnes efektivními a spolehlivými pomocníky při dopravě a řízení toku sypkého materiálu.

Vibrační dopravníky jsou používány k dopravování rozličných sypkých materiálů na krátké až střední vzdálenosti. Tento typ dopravníku může být prakticky zkonstruován pro jakýkoliv zrnitý materiál. Je vhodný rovněž pro materiál s velkými hrudkami. Co se týká výkonu; jsou sestrojeny jednotky s výkonem dopravy až 5000 tun za hodinu.

Vibrační podavače mají široké využití v průmyslu od procesů ve výrobě léčiv až po vykládání uhlí ze zásobních sil. [1]

1.1 Vibrační podavače versus dopravníky

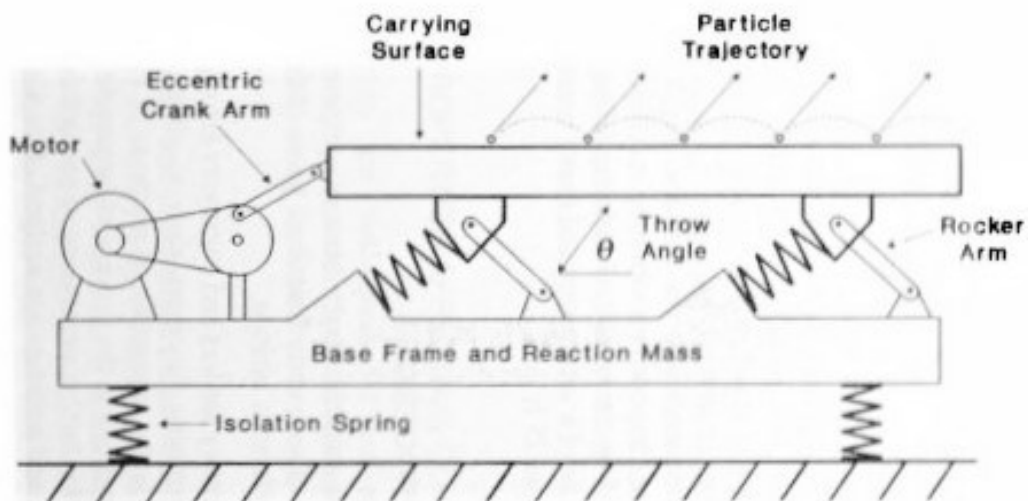
Vibrační podavače plní úkol přemístění určitého množství materiálu z násypky nebo zásobníku. Toto se často děje při proměnlivém zatížení a za obtížných provozních podmínek. Vibrační dopravníky jsou používány k transportu daného množství materiálu na určité vzdálenosti. Rozdíl mezi vibračním podavačem a dopravníkem určuje hodnota frekvence vibrací. Dopravníky pracují s frekvencí do 900 cyklů za minutu, přičemž většina zařízení se pohybuje v rozpětí 300 až 600 cyklů za minutu (5 až 10 Hz). Délka pohybu vzad a

vpřed neboli zdvih, bývá u vibračních dopravníků od 6 do 100 mm. Průtok materiálu je přímo úměrný velikosti zdvihu a frekvenci vibrací. Tedy pro daný průtok při větším zdvihu je požadovaná nižší frekvence.

Vibrační podavače pracují s frekvencí 900 až 7200 cyklů za minutu (15 až 120 Hz), přičemž většina zařízení využívá frekvence 20 až 60 Hz a operačního zdvihu 0,9 až 6 mm. Vibrační podavače obvykle umožňují řídit a nastavit průtok materiálu. [1]

1.2 Základní konfigurace vibračního dopravníku

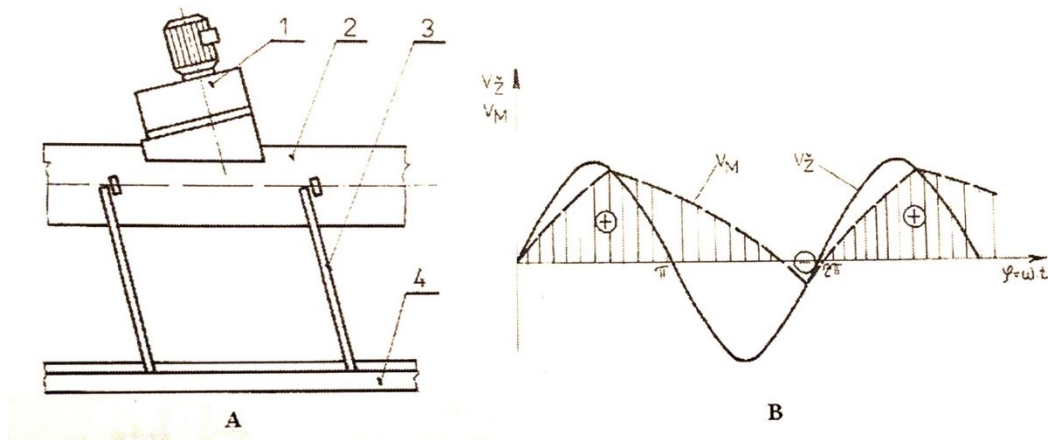
Typický vibrační dopravník je znázorněn na obrázku (Obr. 3). Systém se skládá ze tří hlavních částí: žlabu, pohonu a podpurné konstrukce. Pohon a žlab jsou namontovány na základním rámu, který slouží jako podpurná konstrukce. Základní rám je spojen s okolním prostředím pružinami, které redukují přenos vibrací. [1]



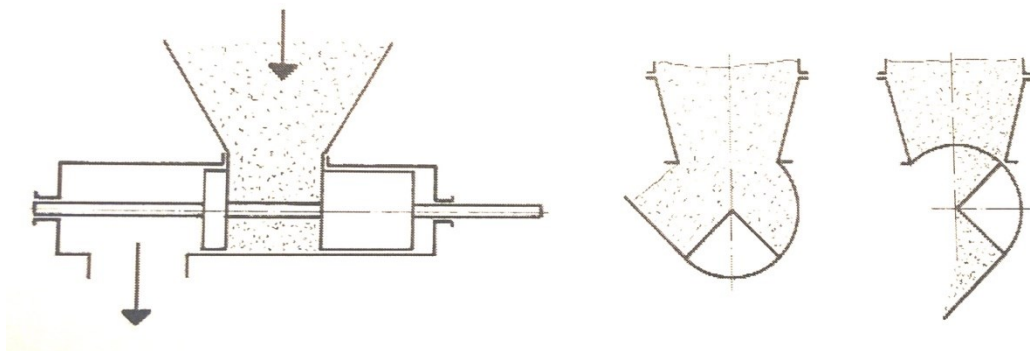
Obr. 3. Typické uspořádání vibračního dopravníku: Motor – motor, Eccentric Crank Arm – budič kmitů, Carrying Surface – žlab, Particle Trajectory – trajektorie částic, Rocker Arm – vahadlo, Throw Angle – úhel vrhu částic, Base Frame and Reaction Mass – Základní rám, Isolation Spring – odpružení rámu. [1]

Vibrace trubkového žlabu je vyvolána budičem kmitů. Průběh rychlosti žlabu a dopravovaného materiálu je znázorněn na obrázku (Obr. 4). Vibrační dopravník lze použít i pro dávkování. [2]

K diskontinuálnímu dávkování jsou vhodné šoupátkové dávkovače a sklopné odměrky, viz obrázek (Obr. 5). [2]



Obr. 4. A – Vibrační dopravník, B - Průběh rychlosti žlabu v_z a dopravovaného materiálu v_m . [2]



Obr. 5. Diskontinuální objemové dávkovače. [2]

1.3 Komponenty vibračních dopravníků

Tato kapitola se zabývá hlavními částmi vibračních dopravníků a jejich popisem.

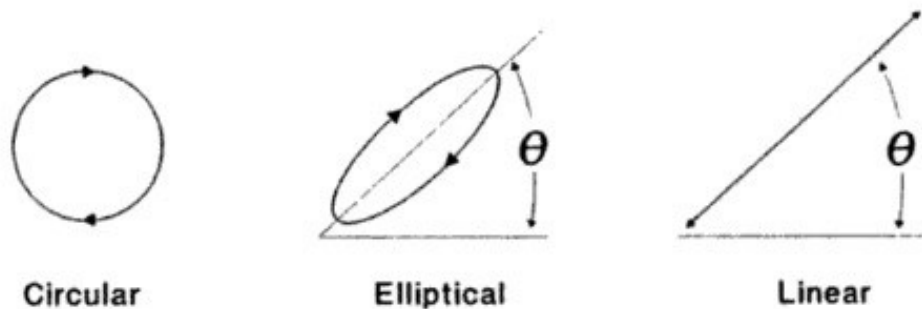
1.3.1 Pohony

Pohon je zodpovědný za předání vibračního pohybu dopravníkovému žlabu. Vibrační pohyb může být generován různými zařízeními. Ne všechna tato zařízení generují stejný druh vibračního pohybu. Na obrázku (Obr. 6) jsou tři základní druhy vibračního pohybu:

- Kruhový: Kruhové vibrace způsobí pohyb materiálu nahoru a dolů po vibrující ploše. Tento typ pohybu není velmi účinný pro dopravu sypkých materiálů. Pro vyšší

účinnost musí být dopravníkové žlaby nakloněny pod úhlem 15 až 30°. Tento druh pohybu je naopak vhodný pro procesní jednotky jako jsou síta a natřásadla.

- b) Eliptický: Tento druh pohybu je podobný kruhovému, s tím rozdílem, že celková síla je řízená. Směr této síly je nastaven pod požadovaným úhlem. Směrová síla je více účinná pro dopravování sypkých materiálů, ale stále vyžaduje naklonění žlabu dopravníku (15 až 30°). Eliptický pohyb je rovněž s úspěchem používán u procesních zařízeních, jako jsou síta a natřásadla.
- c) Lineární: Lineární nebo jednosměrný vibrační pohyb je ideální pro dopravu sypkých materiálů. Úhel pístu je dán umístěním pohonné jednotky. Optimální úhel pro dopravu sypkých materiálů je 30°. Větší úhel je používán u procesních jednotek. Nosná plocha dopravníku nemusí být nakloněna, materiál je dopravován bez využití gravitace. [1]



Obr. 6. Tři základní druhy vibračního pohybu: kruhový – eliptický – lineární. [1]

Vibrátory můžeme rozdělit na:

- a) Elektromechanické
- Rotující excentrická kliková hřídel
 - Rotující excentrické závaží (1 až 4 hřídele se závažím)
- b) Elektromagnetické
- c) Pneumatické
- Pístové
 - Kuličkové
 - Turbínové

1.3.1.1 Rotující excentrické závaží

Pohon na principu rotujícího excentrického závaží - vibrátor se používá v těsném uspořádání s vibrujícím materiálem. Pohon je namontován přímo na zásobník nebo dopravníkový žlab. [1]

Vibrátor lze nastavit změnou:

- a) velikosti závaží
- b) otáček hřídele
- c) připojení k zásobníku.

Někteří výrobci používají dutá excentrická závaží, do nichž pumpují těžké oleje nebo plyny s cílem změnit hmotnost závaží. [1]

1.3.2 Pružiny

Pružiny poskytují vibračním podavačům a dopravníkům pružnou podporu, jež umožňuje jejich vibrační pohyb. Pokud jsou pružiny dobře navrženy, absorbují a uvolňují energii ve fázi s pohonným mechanismem, což je energeticky velmi účinné. [1]

Pružiny také slouží jako tlumiče a absorbery nechtěných vibrací. U vibračních zařízení jsou používány tyto čtyři druhy pružin:

1. Listové pružiny: Tento typ pružin je vlastně pás nebo list z pružného materiálu, např. oceli nebo kompozitního materiálu na bázi pryskyřice vyztužené skelnými vlákny. Jeden konec je pevně spojen s rámem vibrační jednotky a druhý se žlabem. Listové pružiny jsou nejčastěji používány k uchování energie.
2. Spirálové pružiny: Je to ocelový drát nebo tyč stočená do spirály. Charakter jejich pohybu závisí na použitém materiálu, ale také na průměru drátu, průměru a počtu závitů. Spirálové pružiny mohou být tlačné nebo tažné. Jsou používány k uchování energie nebo jako tlumiče.
3. Pryžové pružiny: Sestávají se z jedné nebo více vrstev pryže mezi ocelovými deskami. Nejčastěji se používají k tlumení tlaku nebo smyku. Pružnost těchto pružin je závislá na teplotě, což omezuje jejich použití.
4. Pneumatické pružiny: Existují dva základní typy. První je kovový válec s pryžovými membránami. Válec je utěsněn a naplněn stlačeným vzduchem. Stlačována je membrána. Druhý typ sestává z pryžových měchů sendvičově uložených

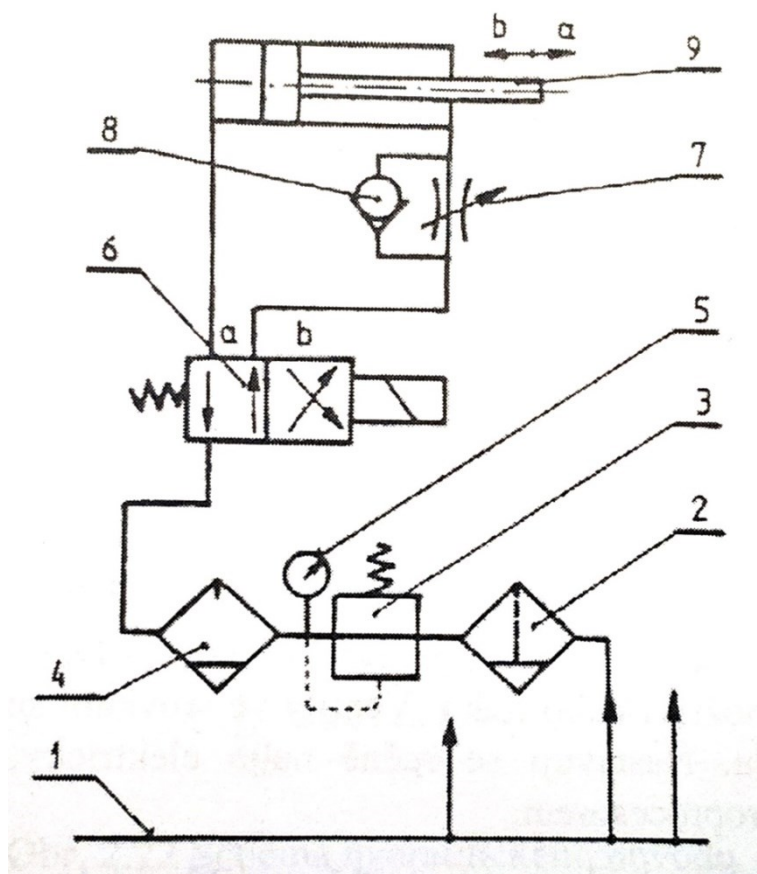
mezi dvěma kovovými deskami. Měchy jsou utěsněny a naplněny vzduchem. Stlačovány jsou kovové desky. Tuhost pneumatických pružin je závislá na tlaku vzduchu uvnitř. To umožňuje jejich snadné nastavení. Pneumatické pružiny jsou primárně používány jako tlumiče. [1]

2 PNEUMOTORY

Tato kapitola se věnuje speciálně pneumatickým pohonům, protože jeden z požadavků na konstrukci vlastního vibračního dávkovače je, že má být poháněn pneumotory.

2.1 Pneumatický obvod a jeho části

Pneumatické pohony lze využít u průmyslových robotů a manipulátorů, ale i u jiných zařízení menšího výkonu. Je to dáno zejména nižším pracovním tlakem, který se pohybuje většinou do 0,6 MPa. Pneumatický pohon je zpravidla zásobován stlačeným vzduchem z centrálního zdroje, na který navazuje skupina prvků tvořící zařízení pro úpravu vzduchu (odlučovač vody s filtrem, redukční ventil, maznice a tlakoměr). Další část tvoří řídicí prvky (rozvaděč, škrticí ventil a zpětný ventil) a vlastní pneumatický motor. [2]



Obr. 7. Pneumatický obvod: 1 – přívod vzduchu, 2 – odlučovač vody s filtrem, 3 - redukční ventil, 4 – maznice, 5 – tlakoměr, 6 - rozvaděč, 7 – škrticí ventil, 8 – zpětný ventil, 9 – pneumotor. [2]

2.2 Výhody a nevýhody pneumatických mechanismů

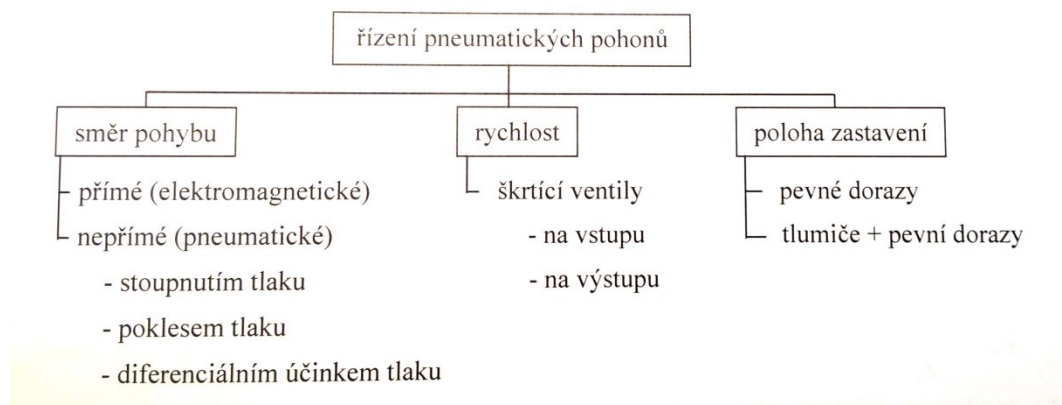
K výhodám pneumatických mechanismů patří zejména možnost napojení na centrální zdroj energie bez potřeby zpětného vedení, možnost dosažení rychlých přímočarých pohybů s velkými zdvihy, konstrukční jednoduchost a spolehlivost a možnost nasazení i v nejsložitějších pracovních podmínkách (v prostředí s nebezpečím výbuchu, ve vlhku, při vysokých teplotách okolí a jinde). K nevýhodám patří zejména vysoká energetická náročnost související s přípravou a rozvodem tlakové energie, obtížné udržení rovnoměrného pohybu při pomalých rychlostech, malá tuhost a obtížnější řízení rychlosti a polohy zastavení. [2]

2.3 Typy pneumotorů

Nejpoužívanější jsou motory s přímočarým pohybem. V důsledku setrvačných sil působících zejména na držený předmět a vlastní hlavici není možné využít vysokých rychlostí, kterých lze u těchto motorů snadno dosáhnout. Konstrukce pneumatických motorů s přímočarým pohybem je obdobná jako u hydraulických motorů. Pro malé zdvihy lze s úspěchem využít membránových motorů. Rotační pneumatické motory nejsou příliš vhodné zejména pro vysoké provozní otáčky, obtížné řízení a hlučnost. Jejich výhodou je možnost přetížení bez nebezpečí poškození. Pneumatické motory s kývavým pohybem mají taky obdobnou konstrukci i použití jako motory hydraulické. [2]

2.4 Řízení pneumatických pohonů

Aby bylo možné pneumatický pohon použít i pro náročnější aplikace, je nutno obvod vybavit prvky pro řízení rychlosti, řízení směru pohybu a polohy zastavení. [2]



Obr. 8. Řízení pneumatických pohonů. [2]

2.5 Základní požadavky na konstrukci pneumatických systémů z bezpečnostního hlediska

Mezinárodní norma ČSN EN ISO 4414 specifikuje všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na pneumatické systémy a jejich součásti používané u strojního zařízení.

Konstrukce pneumatických systémů strojního zařízení musí brát v úvahu všechny předpokládané činnosti a používání systémů. Posouzení rizika, např. podle ISO 14121-1, musí být provedeno tak, aby byla určena předvídatelná rizika spojená se systémy, při jejich předpokládaném používání. Rozumně předvídatelné nesprávné použití nesmí způsobovat nebezpečí. Identifikovaná rizika musí být eliminována konstrukcí, a tam, kde to není prakticky možné, musí být do konstrukce začleněna bezpečnostní ochranná zařízení nebo výstrahy. [8]

2.5.1 Volba součástí

Všechny součásti a potrubí v systému musí být voleny nebo specifikovány tak, aby zajistily bezpečné používání, a musí být provozovány v jejich jmenovitých mezích, je-li systém používán předpokládaným způsobem. Součásti a potrubí musí být voleny nebo specifikovány tak, aby bylo zajištěno, že mohou pracovat spolehlivě při každém předpokládaném používání systému. Zvláštní pozornost musí být věnována spolehlivosti součástí a potrubí, které mohou v případě jejich poruchy nebo chybné funkce způsobit nebezpečí. [8]

2.5.2 Nepředpokládané tlaky

Všechny příslušné části systému musí být konstruovány nebo jinak chráněny tak, aby odolaly předvídatelným tlakům překračujícím maximální pracovní tlak systému nebo jmenovitý tlak jakékoliv části systému, jestliže nadměrný tlak může způsobit nebezpečí.

Systémy musí být konstruovány, vyrobeny a nastaveny tak, aby byly minimalizovány rázy a kolísání tlaku. Rázy a kolísání tlaku nesmí být příčinou nebezpečí.

Ztráta tlaku nebo pokles tlaku nesmí vystavit osoby nebezpečím, a nemá poškodit strojní zařízení. [8]

2.5.3 Mechanické pohyby

Mechanické pohyby, zamýšlené nebo neúmyslné (např. účinky vyplývající ze zrychlení, zpomalení nebo zdvihání/držení hmot), nesmí vyvolat nebezpečné situace pro osoby. [8]

2.5.4 Hluk

V konstrukci pneumatických systémů musí být vzat v úvahu očekávaný hluk. V závislosti na použití musí být dodržena opatření k minimalizaci rizik, která jsou způsobena hlukem. Musí být uvážěn hluk šířený vzduchem a přenášený pevnou hmotou. [8]

2.5.5 Provozní a funkční požadavky na pneumatické systémy

Pro provoz a funkci musí být definovány následující specifikace:

- a) rozsah pracovního tlaku;
- b) rozsah pracovní teploty;
- c) druh použitého plynu (např. vzduch, dusík nebo jiný neutrální plyn);
- d) rychlosti cyklu;
- e) pracovní cyklus;
- f) životnost součástí;
- g) sled událostí (jevů);
- h) filtrace a mazání, včetně identifikace součástí, které nemají být mazány;
- i) opatření pro zdvihání;
- j) požadavky pro nouzové situace, na bezpečnost a odpojení energie;
- k) nátěr nebo ochranné povlaky;
- l) kompatibilita maziva se součástmi. [8]

3 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE

Technologičnost konstrukce se rozumí takové konstrukční provedení součástí, nebo výrobků, které zaručuje co nejehospodárnější výrobu při splnění všech jejich funkcí, životnosti a spolehlivosti.

3.1 Technologičnost z hlediska minimalizace pracnosti

Tvar součásti musí být takový, aby rozměry použitého polotovaru byly co nejmenší. Stupeň podobnosti součásti a polotovaru závisí na sériovosti výroby. V kusové výrobě se zpravidla používají přířezy, v sériové výrobě přesné odlitky, výkovky apod. V malosériové výrobě tvarově složitých součástí se součásti rozdělují na několik jednodušších. [3]

Hlavní zásady:

1. Zmenšení velikosti potřebného polotovaru změnou konstrukce.
2. Využívání tažených materiálů.
3. Frézované plochy navrhovat bez výstupků – použití většího nástroje a snížení počtu operací.
4. Minimalizovat počet druhů a rozměrů nástrojů nutných pro obrobení součásti – průměry vrtaných, vystružovaných a zahlubovaných otvorů, tolerované průměry hřídelů, závity, poloměry obráběných zaoblení frézami, tvarovými noži apod.
5. Vytvořit vhodné plochy – technologické základny pro ustavení, upnutí na stroji a měření obrobků nálitků, výstupků, nebo navrhnout opracování pomocných technologických ploch.
6. V maximální míře se vyvarovat těžko přístupným a nevhodně orientovaným otvorům.
7. Minimalizovat počet slepých otvorů.

Při obrábění dílu na NC (Numerical Control) stroji preferovat absolutní způsob kótování. [3]

3.2 Volba racionální drsnosti

Při předepisování drsnosti je nutno respektovat důsledně požadavky na rozměrovou a tvarovou přesnost dané plochy za účelem snížení pracnosti a výrobních nákladů. [3]

Normalizovaná řada drsností:

0,0012; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100.

Drsnost se neuvádí:

- u vrtaných děr, které nebudou dále obráběny,
- u vrtaných děr v odliticích do průměru 16 mm,
- u válcových a kuželových zahloubení a sražení hran, jejichž povrch se obrábí vždy na drsnost R_a 6,3. [3]

3.3 Technologičnost konstrukce nerotačních součástí

Předpokládá se, že většina dílů vibračního dávkovače bude nerotačních.

Hlavní zásady:

1. Všeobecně z hlediska upínání součásti by měl být vnější tvar typu hranol nebo krychle kvůli jednoduššímu upínání. U součástí s oblým nebo nepravidelným povrchem je nutno tyto opatřit vhodnými technologickými nálitky, které se dle potřeby v konečné fázi výroby mohou odstranit.
2. Díry pro slepé otvory kreslit cca o 1/3 delší než je délka závitů. Dlouhé díry vrtané z jedné strany v nefunkční části odlehčit vrtákem většího průměru.
3. Při konstrukci nerotační součásti je nutno respektovat technologické možnosti strojů, na kterých se bude daný díl vyrábět. U NC strojů je třeba vyloučit takové konstrukčně-technologické prvky, které:
 - NC technologie nezvládne
 - vyžadují ruční zásahy.
4. Preferovat možnost aplikace standardního nástrojového vybavení podniku, zejména NC strojů a typizovaných nástrojů. Snižovat počet nástrojů potřebných pro obrobění součásti.
5. Tvar součásti volit s ohledem na dostupné strojní vybavení.
6. Šikmé otvory nebo otvory do šikmých stěn jsou dražší – vyžadují opracování vrtné plochy zafrézováním nebo zahloubením. [3]

3.4 Technologičnost konstrukce z hlediska montáže

Montáž je důležitou složkou výrobního procesu a ovlivňuje celkovou pracnost výrobku (v kusové a malosériové výrobě činí až 33% celkové pracnosti). [3]

Z hlediska technologičnosti konstrukce proto platí tyto zásady:

1. Minimalizovat dokončovací ruční práce ve výrobě i montáži – dolícování apod.
2. Dodržovat zásadu snadné údržby a vyměnitelnosti opotřebovaných součástí.
3. Rozdělit celkovou konstrukci do vhodných konstrukčních skupin a provést jejich snadnou montáž do větších skupin atd. [3]

Důležitým racionalizačním prvkem se nepřímou stávají NC tým, že obrobene součásti jsou dodávány do montáže se všemi rozměry (tolerovanými i netolerovanými) danými pracovní přesností stroje, což zaručuje eliminaci všech dodatečných operací (dolícování, svrtávání apod.). [3]

3.5 Kontrola výrobní a technické dokumentace

S technologičností konstrukce úzce souvisí důsledná kontrola výkresové a technické dokumentace k danému stroji. [3]

Tato kontrola (přezkoumání návrhu) zahrnuje zejména:

1. Důsledné uplatňování příslušných technických, podnikových norem i dalších normativních dokumentů.
2. Zajištění snadné vyměnitelnosti opotřebovaných částí.
3. Využití co největšího počtu normalizovaných a typizovaných součástí nebo celků. Sníží se počet nově konstruovaných součástí.
4. Využití co největšího počtu součástí a konstrukčních prvků a skupin z běžně vyráběných strojů nebo zařízení.
5. Rozměry – vnější i vnitřní průměry, délky, průřezy, poloměry sražení zkosení apod.
6. Předepsané konstrukčně-technologické prvky – závity, kužely, zahloubení, středící důlky, ozubení, konce hřídelů, drážkování, rozměry pro klíče atd.
7. Označení svařovaných/pájených spojů aj.
8. Stupeň přesnosti odlitků (výkovků, výlisků), odvolávky na model/zápustku/formu.
9. Předpis požadovaného tepelného zpracování součástí.
10. Správnost, jednotnost a úplnost vyplnění rohových razítek, kusovníků, pomocných doplňujících razítek, tabulek apod.
11. Posouzení materiálů z hlediska obrobiteľnosti, svařitelnosti, tepelného zpracování apod. [3]

4 BEZPEČNOST STROJŮ

Posilování ochrany spotřebitele, zejména ochrana zdraví a života osob a ochrana životního prostředí, patří mezi priority Evropské unie. [3]

4.1 Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti

Výrobce strojního zařízení musí zajistit posouzení rizika s cílem určit požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost, které platí pro strojní zařízení. Strojní zařízení pak musí být navrženo a konstruováno s přihlédnutím k výsledkům posouzení rizika.[3]

Harmonizovaná norma ČSN EN ISO 12100 specifikuje zásady posouzení a snižování rizika jako pomoc konstruktérům k dosažení tohoto cíle. Tyto zásady jsou založeny na znalosti a zkušenosti z konstrukce, používání, nehod, úrazů a rizik u strojních zařízeních. [4]

4.2 Posouzení rizika

Následující kapitoly popisují způsob, jakým postupovat při posuzování rizika.

4.2.1 Všeobecně

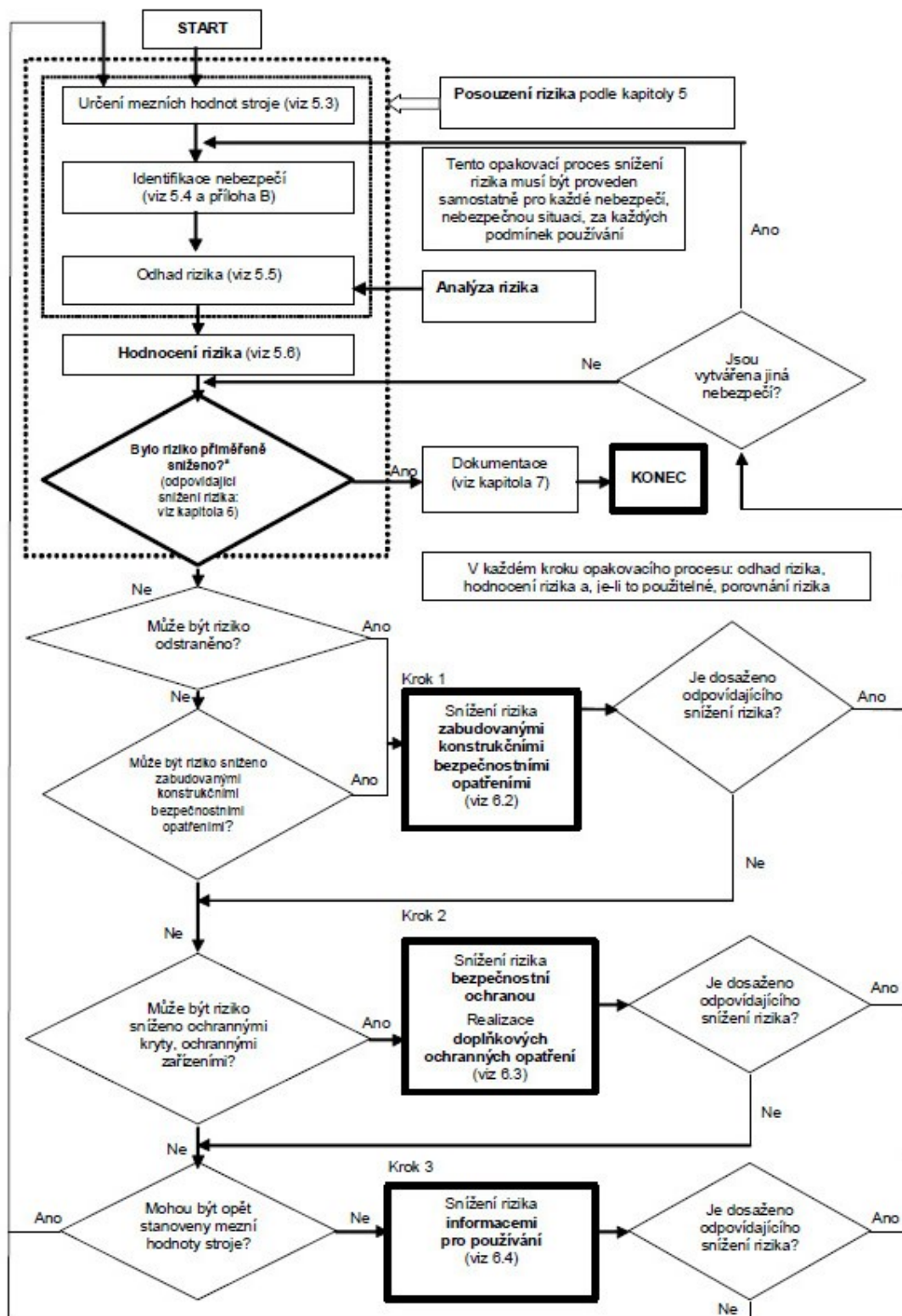
Posouzení rizika zahrnuje (Obr. 9)

- analýzu rizika, zahrnující
 - 1) určení mezních hodnot strojního zařízení;
 - 2) identifikaci nebezpečí,
 - 3) odhad rizika, a
- zhodnocení rizika.

Analýza rizika poskytuje informace požadované pro zhodnocení rizika, které jako důsledek umožňuje rozhodnout, zda je nebo není požadováno snížení rizika.

Tato rozhodnutí musí být podpořena kvalitativním, nebo pokud je to vhodné kvantitativním odhadem rizika, které je spojené s nebezpečími vyskytujícími se u strojního zařízení.

Posouzení rizika musí být zdokumentováno podle kapitoly 4.4. [4]



^a Poprvé je položena otázka, jaký je výsledek počátečního posouzení rizika.

Obr. 9. Schematické znázornění procesu snižování rizika včetně opakovací tříkrokové metody. [4]

4.2.2 Informace pro posouzení rizika

Informace pro posouzení rizika mají zahrnovat následující.

a) Informace týkající se popisu strojního zařízení:

- 1) specifikace uživatele;
- 2) očekávané specifikace strojního zařízení, včetně
 - i. popisu různých fází celého životního cyklu strojního zařízení,
 - ii. konstrukčních výkresů nebo ostatních prostředků určujících povahu strojního zařízení, a
 - iii. požadovaných zdrojů energie a jak jsou dodávány;
- 3) dokumentace o předchozích konstrukcích podobných strojních zařízeních, je-li to relevantní;
- 4) informace pro používání strojního zařízení, pokud jsou dostupné.

b) Informace týkající se předpisů, norem a jiných použitelných dokumentů:

- 1) použitelné předpisy;
- 2) relevantní normy;
- 3) relevantní technické specifikace;
- 4) seznam relevantních bezpečnostních údajů.

c) Informace vztahující se ke zkušenosti z používání:

- 1) historie jakýchkoliv úrazů, nehod nebo selhání dotyčného nebo podobného strojního zařízení;
- 2) historický přehled poškození zdraví vyplývající například z emisí (hluk, vibrace, prach, kouře, atd.), z používaných chemikálií nebo materiálů zpracovávaných strojním zařízením;
- 3) zkušenosti uživatelů z používání podobných strojů a, kdykoliv je to možné, výměna informací s potenciálními uživateli.

d) Relevantní ergonomické zásady.

Informace musí být aktualizovány při konstrukčním vývoji nebo tehdy, jsou-li požadovány modifikace stroje.

Často je možné porovnání mezi podobnými nebezpečnými situacemi, které jsou spojené s různými typy strojních zařízení za předpokladu, že jsou dostupné dostatečné informace o nebezpečích a okolnostech úrazů v takových situacích. [4]

4.3 Snížení rizika

Snížení rizika je proces, při kterém je nutné postupovat systematicky. V následující kapitole je popsána metoda tří kroků.

4.3.1 Všeobecně

Cíle snížení rizika může být dosaženo vyloučením nebezpečí nebo samostatným nebo současným snížením každého ze dvou prvků, které určují příslušné riziko:

- závažnost úrazu od uvažovaného nebezpečí;
- pravděpodobnost výskytu úrazu.

Všechna ochranná opatření určená pro dosažení tohoto cíle musí být použita v následujícím sledu, uváděná jako metoda tří kroků (viz také Obr. 9 a 10).

Krok 1: Zabudovaná konstrukční bezpečnostní opatření

Zabudovanými konstrukčními bezpečnostními opatřeními jsou nebezpečí vyloučena nebo rizika snížena vhodnou volbou konstrukčních vlastností stroje samo o sobě a/nebo vzájemným působením mezi vystavenými osobami a strojem. Viz 4.32.

Krok 2: Bezpečnostní ochrana a/nebo doplňková ochranná opatření

Pokud není prakticky možné vyloučit nebezpečí nebo dostatečně snížit jeho příslušné riziko zabudovanými konstrukčními bezpečnostními opatřeními, může být použita ke snížení rizika, s přihlédnutím k předpokládanému používání a předvídatelnému nesprávnému použití, vhodně zvolená bezpečnostní ochrana a doplňková ochranná opatření.

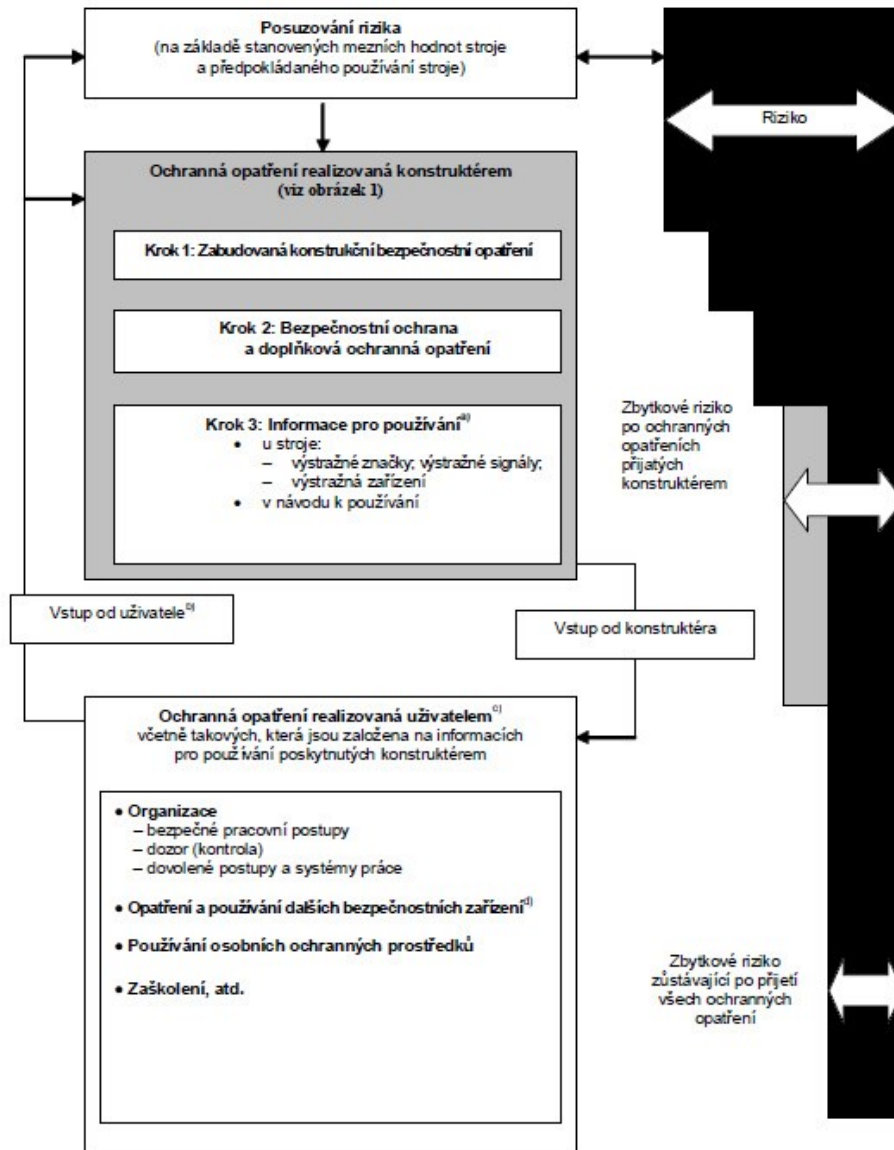
Krok 3: Informace pro používání

Pokud rizika zůstávají navzdory zabudovaným konstrukčním bezpečnostním opatřením, musí být zbytková rizika identifikována v informacích pro používání.

Tyto informace musí zahrnovat, ale není to omezeno, alespoň následující:

- pracovní postupy pro používání strojního zařízení;
- doporučené bezpečné pracovní postupy pro používání strojního zařízení a odpovídajícím způsobem popsané požadavky týkající se zácviku;
- dostatečné informace, včetně výstrahy o zbytkových rizicích, pro různé fáze životnosti strojního zařízení;
- popis všech doporučených osobních ochranných prostředků, včetně detailů, jak je používat a jaký zácvik je nutný pro jejich používání.

Informace pro používání nesmí být náhradou za správnou aplikací zabudovaných konstrukčních bezpečnostních opatření, bezpečnostních ochranných nebo doplňkových ochranných opatření. [4]



^{a)} Poskytnutí vhodných informací pro používání je součástí příspěvku konstruktéra ke snížení rizika, ale uvažovaná ochranná opatření jsou účinná pouze tehdy, byla-li realizována uživatelem.

^{b)} Ve vstupu od uživatele jsou takové informace, které získá konstruktér buď od společenství uživatelů a týkají se obecně předpokládaného používání stroje nebo které získá od specifického uživatele.

^{c)} V tomto případě není hierarchie mezi různými ochrannými opatřeními přijatými uživatelem. Těmito ochrannými opatřeními se předmět této mezinárodní normy nezabývá.

^{d)} Toto jsou ochranná opatření požadovaná vzhledem ke specifickému procesu nebo procesům, který (které) není (nejsou) uvažován (uvažovány) v předpokládaném používání stroje nebo vzhledem ke specifickým podmínkám instalace, která nemohou být kontrolována konstruktérem.

Obr. 10. Proces snižování rizika z hlediska konstruktéra. [4]

4.3.2 Zabudovaná konstrukční bezpečnostní opatření

Zabudovaná konstrukční bezpečnostní opatření jsou prvním a nejdůležitějším krokem v procesu snižování rizika.

4.3.2.1 Uvážení geometrických faktorů a fyzikálních hledisek

Geometrické faktory

- a) Navržení tvaru strojního zařízení k maximalizování přímého sledování pracovních prostorů a nebezpečných prostorů z místa ovládání – například omezení zacloněných míst, a pokud je to nezbytné, volba a umístění prostředků nepřímého sledování (např. zrcadel, atd.), s přihlédnutím k vlastnostem lidského zraku, zvláště pokud bezpečný provoz vyžaduje trvalé přímé ovládání obsluhou, například:

- pojížděcí a pracovní prostor mobilních strojů;
- prostor pohybu zdviháných břemen nebo kabiny strojního zařízení pro zdvihání osob;
- prostor dotyku nástroje ručního náradí nebo rukama vedeného stroje se zpracovávaným materiálem.

Konstrukce stroje musí být taková, aby z hlavního místa ovládání byla obsluha schopna zajistit, že se v nebezpečných prostorech nenacházejí ohrožené (vystavené) osoby.

- b) Tvar a vzájemné umístění mechanických částí (součástí); například nebezpečí stlačení a stříhu se zamezí zvětšením minimální mezery mezi pohybujícími se částmi, takže uvažovaná část lidského těla může bezpečně vniknout do mezery, nebo zmenšením mezery, takže se žádná část lidského těla nemůže do ní dostat (viz ISO 13854 a ISO 13857).
- c) Odstranění ostrých hran a rohů, vyčnívajících částí; pokud to umožňuje jejich účel, nesmí mít přístupné části strojního zařízení žádné ostré hrany, ostré úhly, drsné plochy, vyčnívající části, které mohou způsobit zranění, a nesmí mít žádné otvory, které mohou „zachytit“ části lidského těla nebo oděvu; zejména se musí srazit, zahnout nebo zaoblit hrany plechů, a otevřené konce trubek, které by mohly být příčinou „zachycení“, se musí zakrýt.
- d) Navržení tvaru stroje k dosažení vhodné pracovní polohy a přístupnosti ručních ovládačů. [4]

Fyzikální hlediska

- a) omezení působící síly na dostatečně nízkou hodnotu, takže ovládaná část nevytváří mechanické nebezpečí;
- b) omezení hmotnosti a/nebo rychlosti pohyblivých prvků, a tím i jejich kinetické energie;
- c) omezení emisí působením na vlastnosti zdroje použitím opatření pro snížení
 - 1) emise hluku u zdroje (viz ISO/TR 11688-1),
 - 2) emise vibrací u zdroje, např. přerozdělením nebo přidáním hmotnosti a změnami procesních parametrů,
 - 3) emise nebezpečných látek, včetně použití méně nebezpečných látek nebo použití procesů snižujících prašnost (granule místo prášku, frézování místo broušení), a
 - 4) emisí záření, například vyloučením zdrojů nebezpečného záření, omezením výkonu vyzařování na nejnižší hodnotu, která je dostatečná pro vlastní funkci stroje, navržením zdroje tak, že paprsek je soustředěn na cíl, zvětšením vzdálenosti mezi zdrojem a obsluhou nebo zajištěním dálkového ovládní strojního zařízení. [4]

4.3.2.2 Dodržování ergonomických zásad

Ergonomické zásady musí být uvažovány na začátku konstrukce, kdy se přiřazují funkce obsluze a stroji (stupeň automatizace).

Musí být vzaty v úvahu rozměry těla, které se pravděpodobně vyskytují v předpokládané populaci uživatele, síly a polohy těla, rozsahy pohybů a frekvence cyklických činností (viz ISO 10075 a ISO 10075-2).

Všechny prvky rozhraní „obsluha – stroj“, jako jsou ovládače, signalizační prvky nebo prvky pro zobrazení dat, musí být navrženy tak, aby byla umožněna jasná a jednoznačná interakce mezi obsluhou a strojem. Viz EN 614-1, EN 13861 a IEC 61310-1.

Pozornost konstruktéra musí být zvláště zaměřena k následujícím ergonomickým hlediskům konstrukce stroje.

- a) Odstranění namáhavých poloh a pohybů během používání stroje (např. poskytnutím možnosti přizpůsobit stroj tak, aby vyhovoval různé obsluze).
- b) Konstruování strojů, zejména přenosných strojů a mobilních strojů tak, aby mohly být snadno ovládány, přičemž je nutno vzít v úvahu lidskou sílu, ovládní ovládačů a anatomii ruky, paže a dolní končetiny.
- c) Největší možné zamezení hluku, vibrací, tepelných účinků, jako jsou vysoké teploty.
- d) Zamezení vazby pracovního rytmu obsluhy na automatickou posloupnost cyklů.

- e) Zajištění místního osvětlení na nebo ve stroji pro osvětlení pracovního prostoru a míst pro nastavování, seřizování a často udržovaných prostorů, pokud konstrukční vlastnosti stroje a/nebo jeho ochranné kryty způsobují, že okolní osvětlení je nedostatečné. Jestliže blikání, oslňování, stíny a stroboskopické efekty mohou vyvolat riziko, musí se jim zamezit; jestliže má být poloha světelného zdroje nastavitelná, musí být jeho umístění takové, že nevznikne žádné riziko pro osoby, které nastavení provádějí.
- f) Volba, umístění a identifikace ručních ovládačů tak, aby
- byly jasně viditelné a identifikovatelné, a kde je to nutné, příslušně označeny,
 - mohly být bezpečně ovládány bez zaváhání nebo ztráty času a bez dvojznačnosti (např. standardní rozmístění ovládačů snižuje možnost chyby při přechodu obsluhy z jednoho stroje na druhý stroj podobného typu, který má stejný typ činnosti),
 - jejich umístění (u tlačítek) a pohyb (u pák a ručních kol) byl v souladu s jejich účinkem (viz IEC 61310-3), a
 - jejich ovládání nemohlo způsobit další riziko.

Tam, kde je ovládač navržen a vyroben tak, aby vykonával několik různých činností, zvláště tam, kde neexistuje jednoznačný soulad s účinkem (např. klávesnice), musí být činnost, která se má provést, jasně zobrazena (sdělena), a kde je to nezbytné, podléhat potvrzení.

Ovládače musí být uspořádány tak, že jejich rozmístění, dráha a odpor proti činnosti jsou kompatibilní s činností, která se má vykonávat, přičemž se berou v úvahu ergonomické zásady. Rovněž musí být vzata v úvahu omezení daná nutným nebo předpokládaným používáním osobních ochranných prostředků (jako např. obuv, rukavice).

- g) Volba, konstrukce a umístění ukazatelů, číselníků a zobrazovacích jednotek tak, aby
- vyhovovaly parametrům a charakteristikám lidského vnímání,
 - zobrazené (sdělované) informace bylo možno bez obtíží nalézt, identifikovat a interpretovat tzn., že mají být trvanlivé, zřetelné a s ohledem na požadavky obsluhy a předpokládané používání jednoznačné a srozumitelné, a
 - je mohla obsluha z místa obsluhy vnímat. [4]

4.3.2.3 *Pneumatická a hydraulická nebezpečí*

Pneumatické a hydraulické zařízení strojního zařízení musí být navrženo tak, že

- maximální jmenovitý tlak v obvodech nemůže být překročen (např. pomocí prostředků omezujících tlak),
- nemůže vzniknout žádné nebezpečí z kolísání tlaku nebo vzrůstem tlaku, nebo z poklesů tlaku nebo vakua,
- nemůže dojít k nebezpečnému vystříknutí média nebo k náhlému nebezpečnému pohybu hadice (šlehnutí) následkem poruch součásti nebo netěsností,
- vzdušníky, vzduchojemy nebo podobné nádoby (takové jako jsou v hydropneumatických zásobnících) vyhovují příslušným konstrukčním normám nebo předpisům pro tyto prvky,
- všechny prvky zařízení, zvláště trubky a hadice, jsou chráněny před škodlivými vnějšími vlivy,
- zásobníky a podobné nádoby (např. hydropneumatické zásobníky) jsou, jak je to jen možné, po odpojení dodávky energie od stroje automaticky odtlakovány a pokud to není možné, jsou zajištěny prostředky pro jejich odpojení, místní odtlakování a indikaci tlaku, a
- všechny prvky, které po odpojení stroje od zdroje jeho energie zůstanou pod tlakem, jsou vybaveny jasně označenými vypouštěcími zařízeními a varovným označením (štítkem), které upozorňuje na nutnost odtlakování těchto prvků dříve, než se bude provádět jakékoli seřizování nebo údržba stroje. [4]

Viz také ISO 4413 a ISO 4414.

4.3.3 **Průvodní dokumentace (zvláště návod k používání)**

Návod k používání nebo jiné psané instrukce (např. na obalu) musí obsahovat mimo jiné následující:

- a) informace týkající se přepravy, manipulace a uskladnění stroje, například
 - 1) podmínky uskladnění stroje,
 - 2) rozměry, hodnotu(y) hmotnosti, polohu těžiště (těžišť), a
 - 3) označení pro manipulaci (např. náčrty označující místa pro upevnění zdvihacího zařízení);
- b) informace týkající se instalace a uvedení stroje do provozu, například
 - 1) požadavky na upevnění/ukotvení a požadavky na tlumení hluku a vibrací,

- 2) podmínky montáže a sestavení,
 - 3) prostor potřebný pro používání a údržbu,
 - 4) přípustné podmínky prostředí (např. teplota, vlhkost, vibrace, elektromagnetické záření),
 - 5) instrukce pro připojení stroje ke zdroji energie (zvláště o ochraně proti elektrickému přetížení),
 - 6) pokyny o odstraňování/likvidaci odpadu, a
 - 7) pokud je to nutné, doporučení o ochranných opatřeních, která musí být zajištěna uživatelem – například další
 - 8) bezpečnostní zařízení, bezpečné vzdálenosti, bezpečnostní značky a signály;
- c) informace, týkající se vlastního stroje, například
- 1) detailní popis stroje, jeho příslušenství, jeho ochranných krytů a/nebo ochranných zařízení,
 - 2) úplný rozsah použití, pro která je stroj určen včetně zakázaného používání, pokud taková existují, přičemž je nutno vzít v úvahu všechna provedení základního stroje, pokud je to účelné,
 - 3) diagramy (zejména schematické znázornění bezpečnostních funkcí),
 - 4) údaje o hluku a vibracích vyzařovaných strojem, záření, plynech, výparech, prachu s odkazem na použitou metodu měření (včetně nejistoty měření),
 - 5) technická dokumentace o elektrickém zařízení (viz IEC 60204), a
 - 6) doklady potvrzující, že stroj je ve shodě se závaznými požadavky;
- d) informace, týkající se používání stroje, například
- 1) o předpokládaném používání stroje,
 - 2) o ručním ovládání (ovládačích),
 - 3) o seřizování a nastavování,
 - 4) o režimech a prostředcích pro zastavení (zejména nouzové zastavení),
 - 5) o rizicích, která nemohla být vyloučena ochrannými opatřeními použitými konstruktérem,
 - 6) o jednotlivých rizicích, která mohou být vytvářena určitým použitím stroje, použitím určitých příslušenství a o specifických bezpečnostních zařízeních, která jsou nezbytná pro taková použití,
 - 7) o předvídatelném nesprávném použití a zakázaném používání,

- 8) o identifikaci závady a jejího místa, o opravě a o opětném spuštění po zásahu, a
 - 9) o používání osobních ochranných prostředků, které musí být použity, a požadovaném zaškolení;
- e) informace pro údržbu, například
- 1) povaha a četnost prohlídek pro bezpečnostní funkce,
 - 2) specifikace náhradních částí, které mají být použity, jestliže je ovlivněno zdraví a bezpečnost obsluhujících,
 - 3) instrukce, týkající se činností při údržbě, které vyžadují určité technické znalosti nebo zvláštní zručnost, a proto mohou být prováděny výhradně odborně způsobilými osobami (například pracovníky údržby, specialisty),
 - 4) instrukce, týkající se takových činností při údržbě (např. výměna částí, atd.), jejichž provádění nevyžaduje zvláštní zručnost, a tudíž mohou být prováděny uživateli (např. obsluhou) a
 - 5) nákresy a diagramy, které umožňují, aby pracovníci údržby prováděli své úkoly racionálně (zejména úkoly související s vyhledáváním závad);
- f) informace, týkající se vyřazení z provozu, demontáže a likvidace;
- g) informace pro nouzové situace, například
- 1) pracovní postupy, které mají být dodrženy v případě úrazu nebo havárie,
 - 2) typ protipožárního zařízení, které se má použít, a
 - 3) varování před možnou emisí nebo únikem škodlivé látky (látek), a pokud je to možné, indikace prostředků k potlačení jejich účinků;
- h) instrukce pro údržbu pro odborně způsobilé osoby a instrukce pro údržbu pro ostatní osoby mají být od sebe jednoznačně odděleny. [4]

4.4 Dokumentace posouzení a omezení rizika

Dokumentace musí prokázat postup, který byl použit a výsledky, kterých bylo dosaženo.

Tato dokumentace obsahuje, pokud je to použitelné, následující

- a) popis strojního zařízení, pro které bylo posouzení rizika provedeno (například specifikace, mezní hodnoty, předpokládané používání);
- b) všechny relevantní předpoklady, které byly použity (zatížení, pevnost, bezpečnostní faktory, atd.);

- c) identifikovaná nebezpečí a nebezpečné situace a nebezpečné události uvažované při posouzení rizika;
- d) informace, na kterých bylo založeno posouzení rizika:
 - 1) použité údaje a zdroje (historie úrazovosti, zkušenosti získané ze snížení rizika u podobných strojních zařízení, atd.);
 - 2) nejistota spojená s použitými údaji a její dopad na posouzení rizika;
- e) cíle snížení rizika, které mají být ochrannými opatřeními dosaženy;
- f) ochranná opatření realizovaná k vyloučení identifikovaných nebezpečí nebo snížení rizika;
- g) zbytková rizika, která jsou spojena se strojním zařízením;
- h) výsledek posouzení rizika;
- i) všechny formuláře vyplněné při posouzení rizika. [4]

4.5 Příklady nebezpečných situací

Nebezpečné situace jsou okolnosti, za kterých je osoba vystavena alespoň jednomu nebezpečí. Vystavení osoby je často důsledkem vykonávání činnosti na stroji.

Některé příklady nebezpečných situací jsou

- a) práce v blízkosti pohybujících se částí,
- b) vystavení vymrštěným částem,
- c) práce pod zavěšeným břemenem,
- d) práce v blízkosti předmětů nebo materiálů s extrémními teplotami, a
- e) vystavení pracovníka nebezpečím vytvářenými hlukem.

V praxi jsou často nebezpečné situace popsány s ohledem na úkoly nebo provádění úkolů (ruční zakládání a/nebo vyjímání obrobků u lisu, vyhledávání a odstraňování závad pod napětím, atd.). [4]


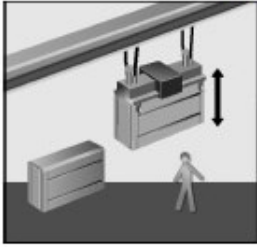

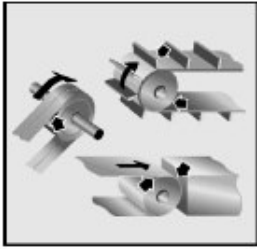
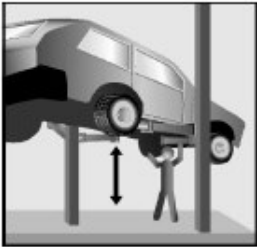
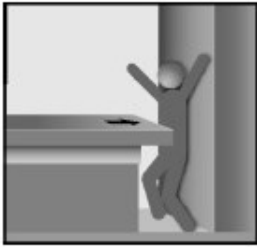
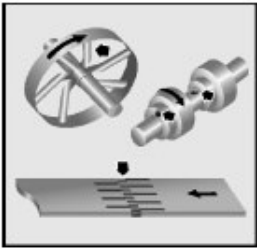



Příklady typicky nebezpečných situací jsou uvedeny v tabulkách Tab. 1 a 2.

4.6 Příklady nebezpečných událostí

Tabulky Tab. 3 a 4 uvádí příklady nebezpečných událostí, které se mohou vyskytovat u strojních zařízení. Nebezpečná událost může mít různé příčiny. Například dotyk s pohybujícími se částmi vlivem neočekávaného spuštění může být způsoben neúmyslným ovládním ovládacího zařízení nebo závadou ovládacího systému.




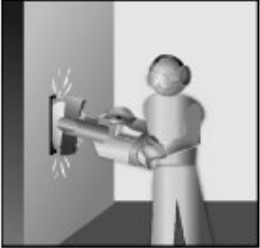




Každá příčina může být naopak výsledkem jiné události nebo kombinací událostí (řetězení událostí). [4]

Tab. 1. Příklady typicky nebezpečných situací – část 1.[4]

Nebezpečí		Nebezpečí	
	<p>Zdroj řezné části</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - pořezání - oddělení 		<p>Zdroj padající předměty</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - stlačení - naražení
	<p>Zdroj pohybující se prvky</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - stlačení - naražení - stříh 		<p>Zdroj pohybující se prvky (tři příklady)</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - vtažení - tření, odření - naražení
	<p>Zdroj tíže, stabilita</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - stlačení - zachycení 		<p>Zdroj přiblížení pohybujícího se prvku k pevné části</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - stlačení - naražení
	<p>Zdroj rotující nebo pohybující se prvky (tři příklady)</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - oddělení - navinutí 		<p>Zdroj pohybující se prvky</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - stlačení - tření, odření - naražení - oddělení
	<p>Zdroj živé elektrické části</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - zasažení elektrickým proudem - popálení - propíchnutí - opaření 		<p>Zdroj předměty nebo materiály s vysokou nebo nízkou teplotou</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> - popálení

(pokračování)

Tab. 2. Příklady typicky nebezpečných situací – část 2. [4]

Nebezpečí		Nebezpečí	
	<p>Zdroj vibrující zařízení</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – poškození kloubů – cévní poškození 		<p>Zdroj hlučný výrobní proces</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – únava – zhoršení sluchu – ztráta vědomí – stres
	<p>Zdroj laserový paprsek</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – popálení – poškození zraku a kůže 		<p>Zdroj prach (emise)</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – obtížné dýchání – výbuch – ztráta zraku
	<p>Zdroj poloha těla</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – nepohodlí – námaha – svalově kosterní poškození 		<p>Zdroj kouře</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – obtížné dýchání – dráždění – otrava
	<p>Zdroj umístění ovládacích zařízení</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – jakékoliv jako následek lidské chyby – stres 		<p>Zdroj tíže (ztuhnutí sypkého materiálu)</p> <p>Možné následky</p> <ul style="list-style-type: none"> – zřícení, pád – stlačení – propadnutí/sesedání – udušení – zaklínění/zacpání

Tab. 3. Příklady nebezpečných událostí – část 1. [4]

Zdroj vztahující se k ...	Nebezpečná událost	Článek této mezinárodní normy
Tvaru a/nebo stavu povrchů přístupných částí stroje	<ul style="list-style-type: none"> - Dotyk s hrubými povrchy - Dotyk s ostrými hranami a rohy, vyčnívajícími částmi 	6.2.2.1
Pohybujícím se částem stroje	<ul style="list-style-type: none"> - Dotyk s pohybujícími se částmi - Dotyk s rotujícími volnými konci 	6.2.2, 6.2.14, 6.2.15 6.3.1 až 6.3.3 6.3.5.2 až 6.3.5.4 6.4.3 až 6.4.5
Kinetické a/nebo potenciální energii (tíži) stroje, částí stroje, nástrojů a používaných materiálů, které jsou zpracovávány nebo manipulovány	<ul style="list-style-type: none"> - Pád nebo vymrštění předmětů 	6.2.3, 6.2.5 6.2.10 až 6.2.12 6.3.2.1, 6.3.2.2 6.3.2.7 6.3.3 6.3.5.2, 6.3.5.4 6.3.5.5 6.4.4, 6.4.5
Stabilitě stroje a/nebo částem stroje	<ul style="list-style-type: none"> - Ztráta stability 	6.2.3 a) a b) 6.2.6 6.3.2.6, 6.3.2.7 6.4.3 až 6.4.5
Mechanické pevnosti částí stroje, nástrojů, atd.	<ul style="list-style-type: none"> - Roztržení při provozu 	6.2.3 a) a b) 6.2.11, 6.2.13 6.3.2, 6.3.2.7 6.3.3.1 až 6.3.3.3 6.3.5.2, 6.4.4, 6.4.5
Pneumatickým, hydraulickým zařízením	<ul style="list-style-type: none"> - Změna polohy pohybujících se prvků - Vystříknutí vysokotlakých kapalin - Neovládané pohyby 	6.2.3 a) a b) 6.2.10, 6.2.13, 6.3.2.7 6.3.3.1 až 6.3.3.3 6.3.5.4, 6.4.4, 6.4.5
Elektrickým zařízením	<ul style="list-style-type: none"> - Přímý dotyk - Průrazný výboj - Elektrický oblouk - Požár - Nepřímý dotyk - Zkrat 	6.2.4 a) 6.2.9, 6.2.12 6.3.2, 6.3.3 6.3.5.4 6.4.4, 6.4.5

(pokračování)

Tab. 4. Příklady nebezpečných událostí – část 2. [4]

Zdroj vztahující se k ...	Nebezpečná událost	Článek této mezinárodní normy
Ovládacímu systému	<ul style="list-style-type: none"> – Uvolnění nebo vymrštění pohybující se části stroje nebo upnutého obrobku ve stroji – Porucha zařízení k zastavení pohybujících se částí – Činnost stroje vyplývající ze ztráty účinnosti ochranných zařízení (vyřazení nebo porucha) – Neovládané pohyby (včetně změny rychlosti) – Neúmyslné/neočekávané spuštění – Jiné nebezpečné události způsobené poruchou (poruchami) nebo špatnou konstrukcí ovládacího systému 	<p>6.2.5 6.2.11 až 6.2.13 6.3.5.2 až 6.3.5.4 6.4.3 až 6.4.5</p>
Materiálům a látkám nebo fyzikálním faktorům (teplotě, hluku, vibracím, záření a prostředí)	<ul style="list-style-type: none"> – Dotyk s předměty s vysokou nebo nízkou teplotou – Emise látky, která může být nebezpečná – Emise hluku, jehož hladina může být nebezpečná – Emise hluku, jehož hladina může způsobit rušení přenosu řeči nebo akustických signálů – Emise vibrací, jejichž hladina může být nebezpečná – Emise záření polí, která může být nebezpečná – Nevhodné podmínky prostředí 	<p>6.2.2.2 6.2.3 c) 6.2.4 6.2.8 6.3.1 6.3.3.2 6.3.4 6.4.3 až 6.4.5</p>
Návrhu (stavu) pracovního stanoviště a/nebo pracovního procesu	<ul style="list-style-type: none"> – Nadměrná námaha – Lidské chyby/nesprávné chování (neúmyslné a/nebo úmyslné) vyvolané konstrukcí – Ztráta přímé viditelnosti pracovního prostoru – Namáhavá a vyčerpávající poloha těla – Vysoká četnost opakované manipulace 	<p>6.2.2.1 6.2.7, 6.2.8 6.2.11.8 6.3.5.5, 6.3.5.6 6.4.3 až 6.4.5</p>

5 CAD - POČÍTAČOVÁ PODPORA V KONSTRUKCI

Historie pamatuje řadu průmyslových revolucí, které zároveň otřásly i celou společností. Nová průmyslová revoluce ve formě digitalizace už začala. Aplikace nových postupů však není možná bez vysoké úrovně znalostí. Teprve tehdy se výpočetní technika stává opravdovým nástrojem pro podporu lidského myšlení. [5], [6]

Moderní technologie nám umožňují vrátit se k podstatě prostorového myšlení a představitosti, které je pro navrhování daleko přirozenější a efektivnější. Samozřejmě, že klasická koncepce tvorby 2D výkresové dokumentace ještě zůstane v některých oborech dlouho základním zdrojem informací, ale i zde může znamenat využití prostorových modelů urychlení a zkvalitnění vývoje. Potenciálem znalostí konstruktérů, technologů a návazných oborů nemusí být plýtváno v oblastech, které dokáže zpracovat výpočetní technika v podstatně kratším čase a vyšší kvalitě. [5]

5.1 Technické kreslení v průběhu věků

Základní disciplínou práce konstruktéra nebo projektanta je schopnost zachytit technický návrh na výkrese, tj. zobrazení trojrozměrných předmětů v dvojrozměrné rovině. K tomu již po staletí slouží papír a tužka, dnes i v elektronické podobě. A přes rýsovací prkno, pauzovací papír a technická pera se dostáváme k prostředkům CAD (Computer Aided Design): 2D a 3D softwarům.

5.2 3D CAD softwary a jejich funkce

V České republice jsou nejčastěji používány tyto CAD softwary: Autodesk Inventor, Solidworks, Catia, Solid Edge, NX (dříve Unigraphics), PTC Creo (dříve Pro/Engineer).

Současné CAD softwary pro 3D navrhování nabízí výkonné konstrukční funkce, jako jsou objemové i plošné modelování, vertikální nástroje pro plechové díly, svařence a formy, práci s neomezeně rozsáhlými sestavami a automatické generování výrobních výkresů. [7]

Uživatelské rozhraní je velmi intuitivní a nabízí pohotové pracovní postupy, např.:

- Realistické zobrazení modelů
- Kinematické a pohybové studie
- Představení návrhu pomocí animace
- Detekci kolizí, přesahů a vůlí

- Automatické vytvoření pohledů ve výkrese
- Knihovnu normalizovaných součástí
- Využití 2D DWG/DXF dat
- Základní pevnostní analýzu. [7]

5.3 Digitální dvojče a Průmysl 4.0

Díky 3D softwaru na tvorbu digitálních 3D modelů, 2D výkresů a CNC (Computerized Numerical Control) programů se nový výrobek stává digitálním modelem v elektronické podobě, který se prolíná do všech etap životního cyklu výrobku. [6]

Takový digitální model je zapsán v počítačovém systému, obsahuje veškeré informace o výrobku a tyto informace jsou dostupné konstruktérům, technologům, operátorům na strojích a samozřejmě všem zařízením ve výrobě, která jsou „inteligentní“, protože:

- a) umí informace obsažené v digitálním modelu přečíst,
- b) umí do digitálního modelu zapisovat,
- c) umí na základě informací obsažených v digitálním modelu rozhodovat, co má být uděláno v dalším kroku,

proto se mu říká také Digitální dvojče. [6]

Digitální dvojče je základním prvkem pro zahájení výroby v nové digitální éře a jeho zavedení je předpokladem pro realizaci Průmyslu 4.0. [6]

6 SHRNU TÍ TEORETICKÉ STUDIE

Návrh konstrukce vibračního zásobníku pro dávkování zpoždovacích válečků bude vycházet z poznatků o vibračních zásobnících uvedených v kapitole 1. Vibrující zásobník bude spojen s vlastním pevným rámem zařízení listovými pružinami a dávkování bude řešeno šoupátkovým systémem.

Zdroj vibrací i pohyb šoupátka budou řešeny pneupohony, viz kapitola 2.

Při návrhu celkové konstrukce i jednotlivých komponent budou uplatňovány příslušné technické normy, bude dbáno na technologičnost konstrukce z hlediska minimalizace pracnosti a montáže. V maximální možné míře budou použity normalizované a typizované díly, viz kapitola 3.

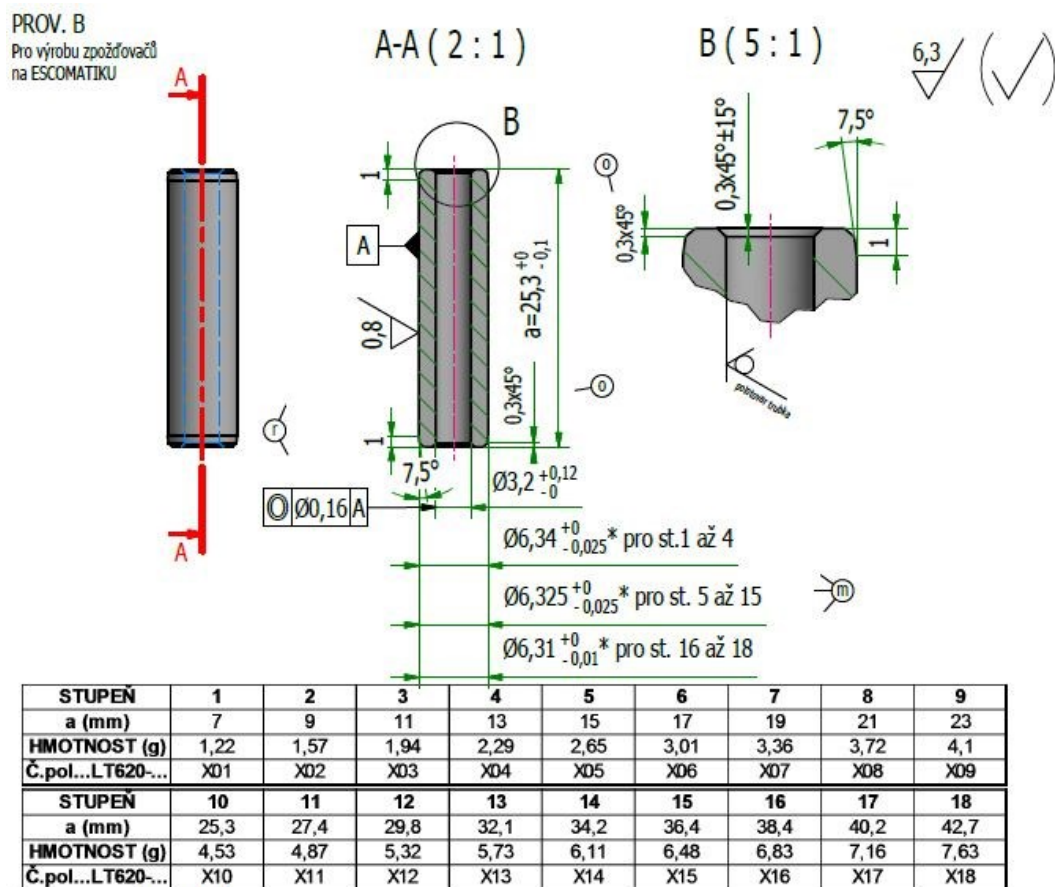
Budou dodrženy zásady bezpečné konstrukce pro strojní zařízení, ergonomické zásady, posouzeno riziko a vypracována technická dokumentace, viz kapitola 4.

Návrh konstrukce formou 3D digitálního modelu (kapitola 5) a vypracování výkresové dokumentace bude provedeno v CAD programu Autodesk Inventor 2017.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

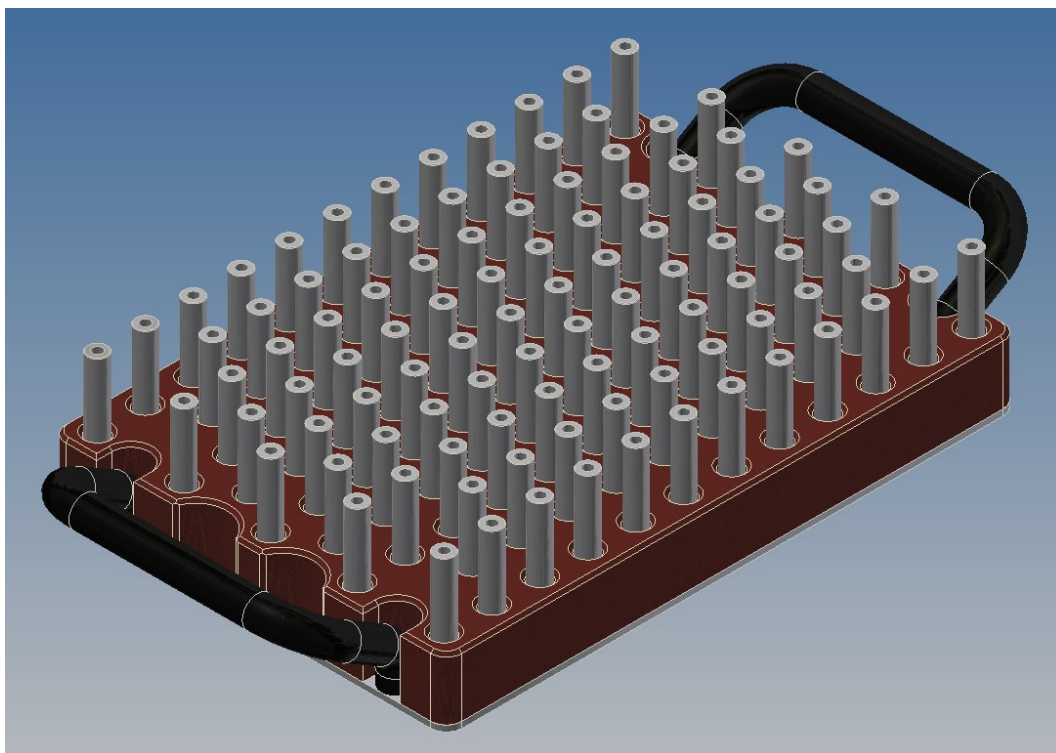
Zpoždovací válečky (Obr. 11) se ručně nabírají nebo vkládají, záleží na délce válečku, do nahazovací lžice (Obr. 12). Z této se „přepustí“ ručním posunutím šoupátka do distanční desky nebo ustavovací lžice (Obr. 13) a ručně nebo strojně se přetlačí do překladač lžice. Strojně se tak děje pomocí přípravku na přetlačení s využitím pneumatického pohonu (Obr. 14), jenž byl řešen v mé bakalářské práci z roku 2015. Lžice mají sto pozic, to znamená, že lžici je třeba naplnit jedním stem kusů zpoždovacích válečků. Doba plnění je závislá na délce válečku. Čím delší válečky, tím je operace časově náročnější. U nejdelších válečků (délka 42,7 mm) je to 65 sekund.



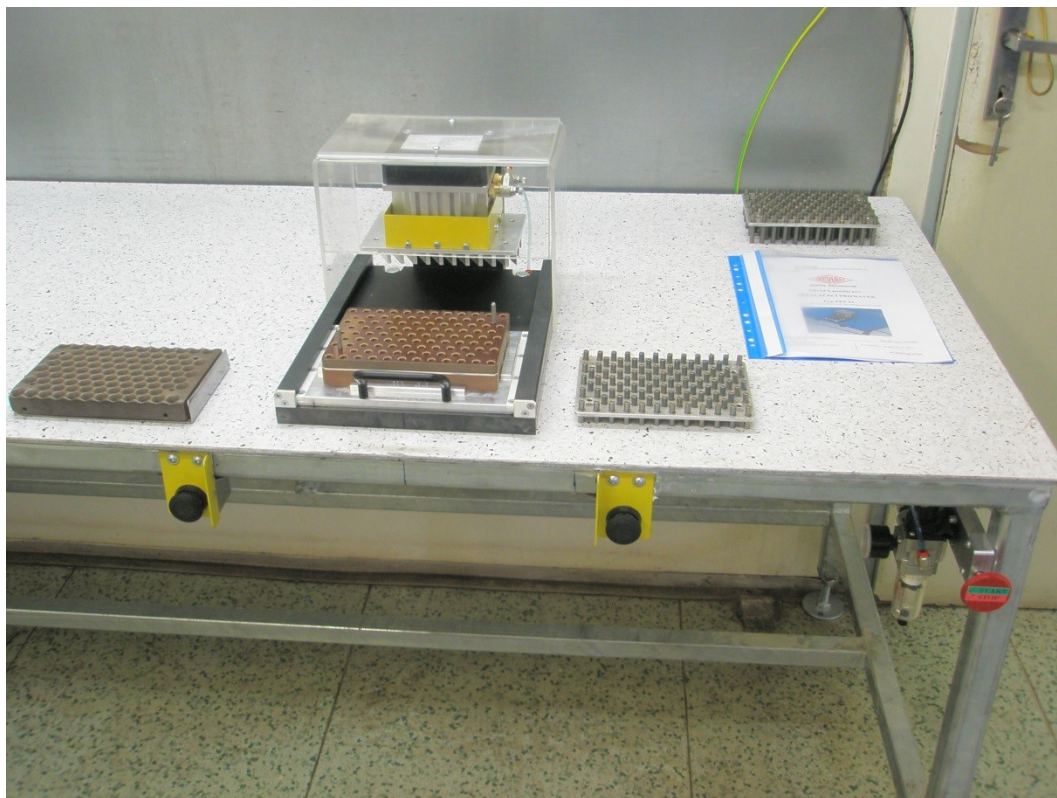
Obr. 11. Výrobní výkres zpoždovacího válečku, materiál: automatová ocel.



Obr. 12. Ruční plnění nahazovací lžice.



Obr. 13. Naplněná ustavovací lžice INH 31117, 18. stupeň.



Obr. 14. Přetlačecí přípravek INH 2141.

8 DEFINICE CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Koncepčně navrhnout, zkonstruovat a vypracovat technickou dokumentaci takového strojního zařízení, které bude bezpečně a spolehlivě plnit ustavovací lžíce zpoždovacími válečky od 10. do 18. stupně, resp. válečky v rozsahu délek 25,3 až 42,7 mm.

Pro pohon zařízení použít pneumatiky. Jeden pneumatický válec s malým zdvihem bude ovládat dávkovací šoupátko. Druhý pneupohon, a to vibrátor, bude vybuzovat vibrační pohyb násypky se zpoždovacími válečky. Tyto budou samospádem dopravovány plastovými hadicemi k šoupátku. Pohybem šoupátka budou válečky nadávkovány do ustavovací lžíce.

Zařízení musí splňovat tyto požadavky:

- umožnit sériovou výrobu v kvalitě technické dokumentace,
- umožnit snadné přestavení pro jednotlivé stupně zpoždovacích váleček,
- stop tlačítko v blízkosti obsluhy,
- zaručit bezpečnost při náhlém výpadku dodávky tlakového vzduchu,
- splňovat technické požadavky na výrobky dle § 13 odst. 2 zákona č. 22/1997 Sb.,
- splňovat základní požadavky specifikované v nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení.

Vibrační dávkovač by měl společně s přetlačecím přípravkem tvořit kompaktní pracoviště tak, aby nové uspořádání umožnilo po ergonomické a výkonnostní stránce obsluhu jedním operátorem místo dnešních dvou.

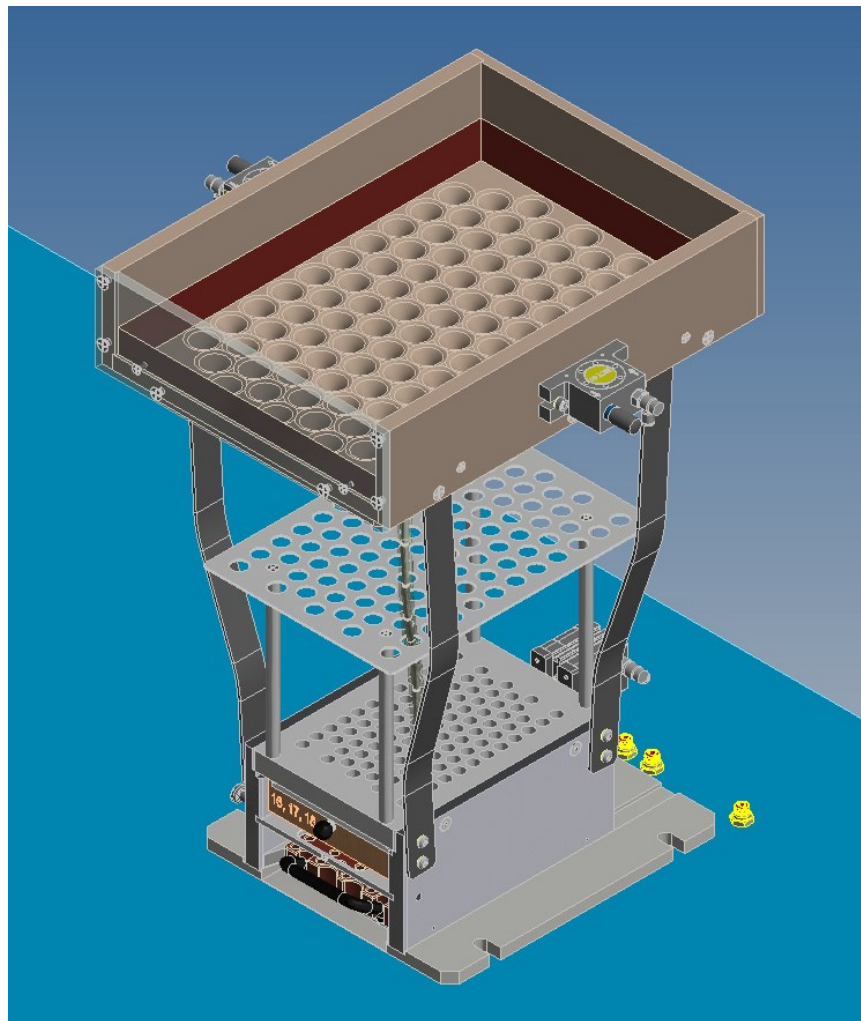
Předpokládaný čas strojního plnění jedné ustavovací lžíce zpoždovacími válečky 17. a 18. stupně je 15 sekund. Čas potřebný pro ruční nadávkování jedné lžíce je 65 sekund. Při produkci 300 lžic za směnu je to úspora 250 minut. Se zmenšující se délkou váleček se bude uspořený čas snižovat.

9 NÁVRH KONSTRUKCE

V následujících kapitolách je podrobně popsána konstrukce jednotlivých částí vibračního dávkovače zpoždovacích válečků.

9.1 Předpokládaná činnost zařízení

Obsluha zapne vibrace násypky a postupně do ní sype zpoždovací válečky daného stupně tak, aby všechny hadice vedoucí z násypky k šoupátku byly zaplněny. Vypne vibrace. Vezme správně zvolenou ustavovací lžici a vloží ji do určeného prostoru pod dávkovací šoupátko. Stiskne tlačítko, které spouští přímočarý pohyb šoupátka tam a zpět. Lžice je nadávkována, obsluha ji vyjme a pokračuje v operaci dosavadním způsobem.



Obr. 15. Vibrační dávkovač zp INH 2156.

9.2 Technické parametry

Výrobek:	Laborovaný zpožďovač
Operace:	Vkládat zpožďovací válečky do lžic
Obsluha:	1 osoba, 100%
Výkon:	300 ks lžic za směnu
Konstrukční dokumentace:	INH 2156
Pracovní cyklus:	Poloautomatický
Tlakový vzduch:	0,6 až 0,8 MPa, čistý, suchý, nemazaný
Pneumatický obvod:	INH 31143
Vnější rozměry (š x h x v):	450 x 424 x 592 mm
Hmotnost:	30 kg
Doba použitelnosti:	10 let

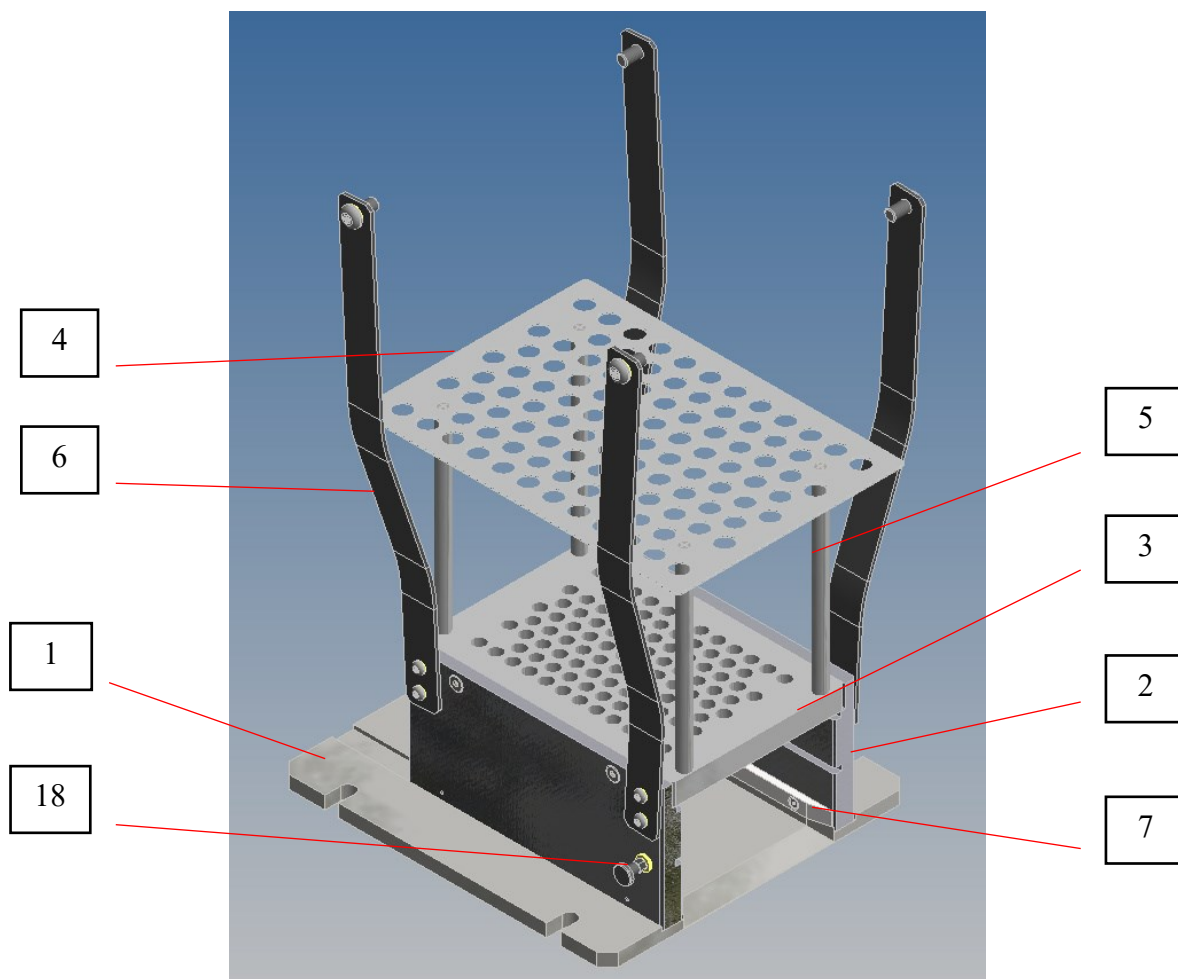
9.3 Mechanická část

Vibrační dávkovač zpožďovacích válečků (Obr. 15) je strojní zařízení a lze ho rozdělit na dvě části: část mechanickou a pneumatickou.

9.3.1 Základna s rámem

Na obrázku (Obr. 16) je znázorněna podsestava Základna s rámem, číslo výkresu podsestavy je INH 31125, viz příloha PII. Základna (1) je tvořena ocelovou deskou 280 x 305 mm tloušťky 12 mm, ve které jsou vyfrézovány drážky pro umístění ocelových lišt (2). V základně jsou otvory pro připevnění celého zařízení ke stolu šrouby a vybrání pro definované vložení ustavovací lžice, viz kapitola 9.3.5. Tomu napomáhá vedení (7) vyrobené z konstrukčního plastu ZEDEX 100K a připevněné k lištám. V horní části jsou lišty spojeny hliníkovou spodní deskou (3), do které ústí plastové hadice, viz kapitola 9.3.7. Spodní deska je čtyřmi hliníkovými distančními kolíky (5) spojena se střední hliníkovou deskou (4), již jsou hadice drženy přibližně ve středu jejich délky. K lištám jsou z vnější strany vždy dvěma šrouby s pojistnými podložkami připevněny čtyři listové pružiny (6). Listové pružiny jsou vyrobeny z pružinové oceli ČSN 14 260. V lištách jsou drážky pro vedení

šoupátka a zasunutí pevné desky, viz kapitoly 9.3.3 a 9.3.6. Poloha pevné desky je jištěna zajišťovacím kolíkem s pružinou (18). Celá konstrukce je spojena šroubovými spoji.



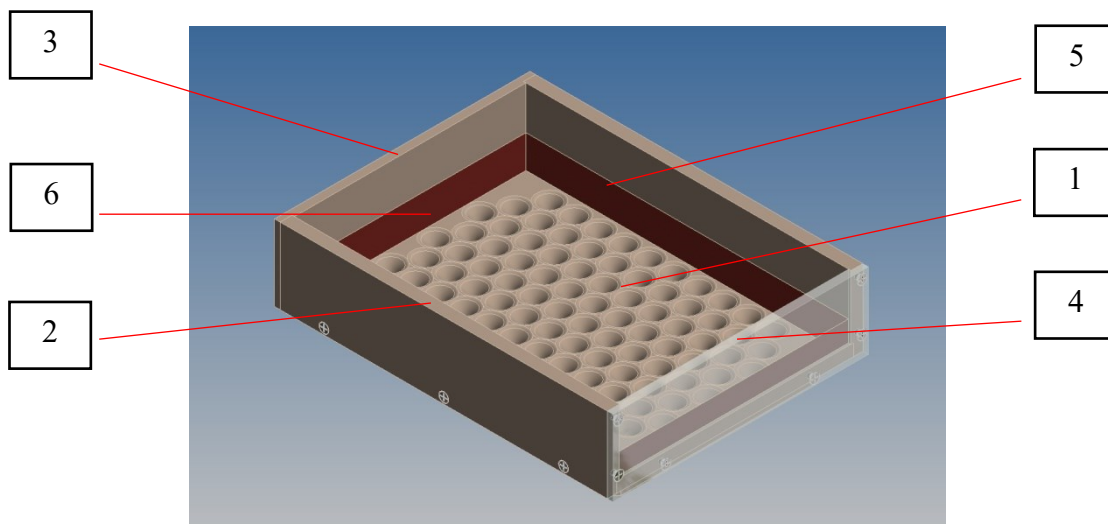
Obr. 16. Základna s rámem INH 31125.

9.3.2 Násypka

Obrázek (Obr. 17) znázorňuje podstavu Násypka, číslo výkresu je INH 31119, viz příloha PII. Násypka je tvořena dnem (1) se 100 otvory trychtýřovitého tvaru, dvěma bočnicemi (2) a dvěma čely (3, 4), přičemž přední čelo (4) je vyrobeno z transparentního plastu PMMA. Otvory ve dně násypky jsou ze spodní strany osazeny průměrem vhodným pro vložení ústí hadic, viz kapitola 9.3.7.

Po prvních funkčních zkouškách se ukázalo, že okraje vnitřního prostoru násypky jsou příliš velké a proto byly vymezeny klínky (5, 6). Upravený vnitřní prostor umožňuje rychlejší a snadnější plnění hadic zpoždovacími válečky.

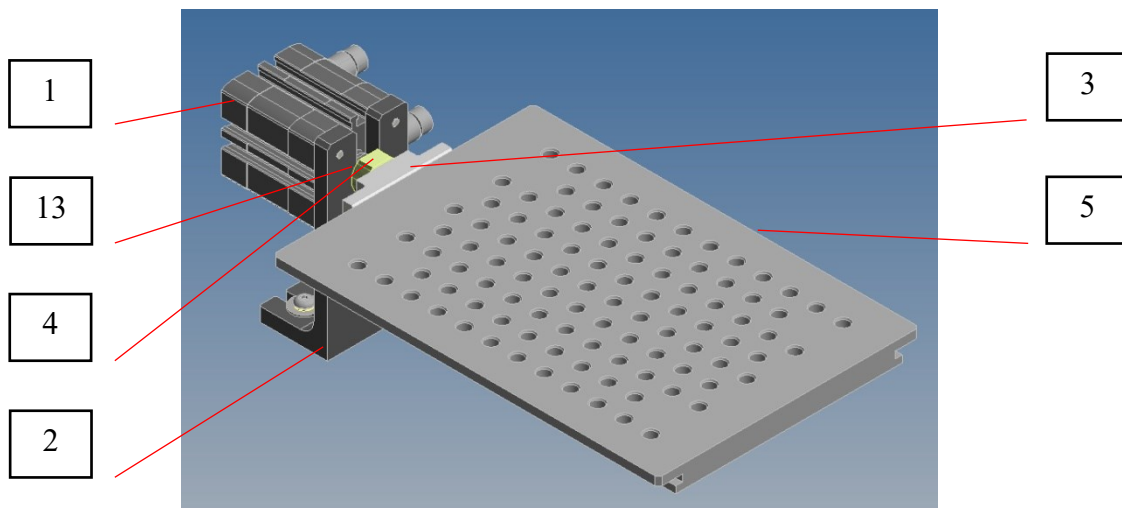
Všechny díly, kromě předního čela, jsou vyrobeny z kompozitního plastu Textit a spojeny šroubovými spoji.



Obr. 17. Násypka INH 31119.

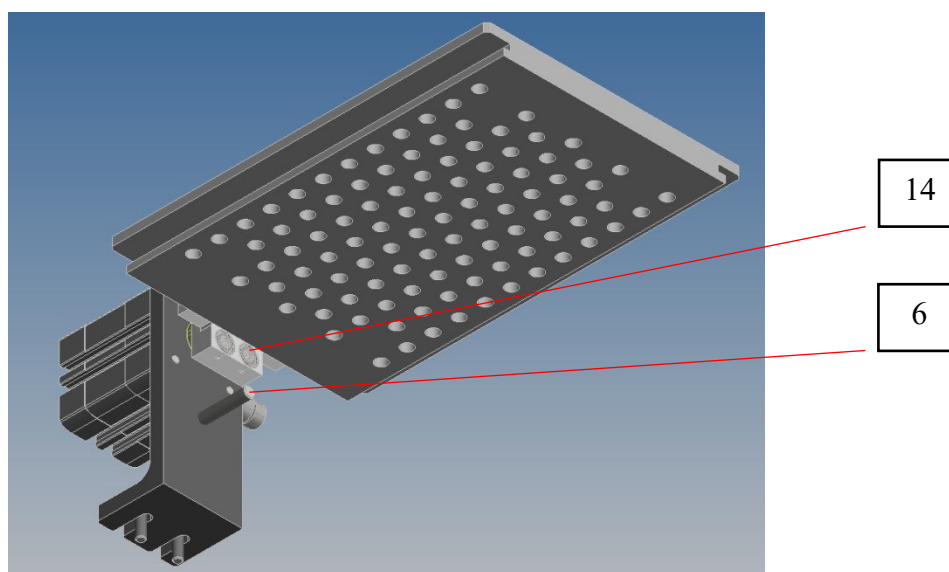
9.3.3 Držák šoupátka

Na obrázcích (Obr. 18 a 19) je podsestava Držák šoupátka, číslo výkresu INH 31126, viz příloha PII. Držák šoupátka sestává z ocelové konzoly (2), ke které je šrouby připevněna podsestava pneuválce (1), viz kapitola 9.4.1. Na konec pístnice pneuválce je našroubován hliníkový úchyt (3), jenž je zajištěn mosaznou maticí dorazu (4). Matice zároveň plní úlohu zkrácení zdvihu pneuválce z 10 na 7,75 mm, což je požadovaná délka posunu šoupátka (5). Šoupátko je vyrobeno z konstrukčního plastu ZEDEX 100K pro jeho velmi dobré kluzné a proti abrazivní vlastnosti. Koncovou zkrácenou polohu pístnice při zasunutí tlumí „O“ kroužek (13). V úchytu jsou šrouby připevněny dva neodymové magnety (14), které drží příslušný vyměnitelný nástavec šoupátka, viz kapitola 9.3.4. Původně byl úchyt navržen pouze pro jeden magnet, ale v praxi se toto ukázalo jako nedostatečné.



Obr. 18. Držák šoupátka INH 31126.

Ve středu konzoly je zašroubován a maticí zajištěn šroub (6), který je nastaven jako doraz pevné desky, viz kapitola 9.3.6, při její výměně.



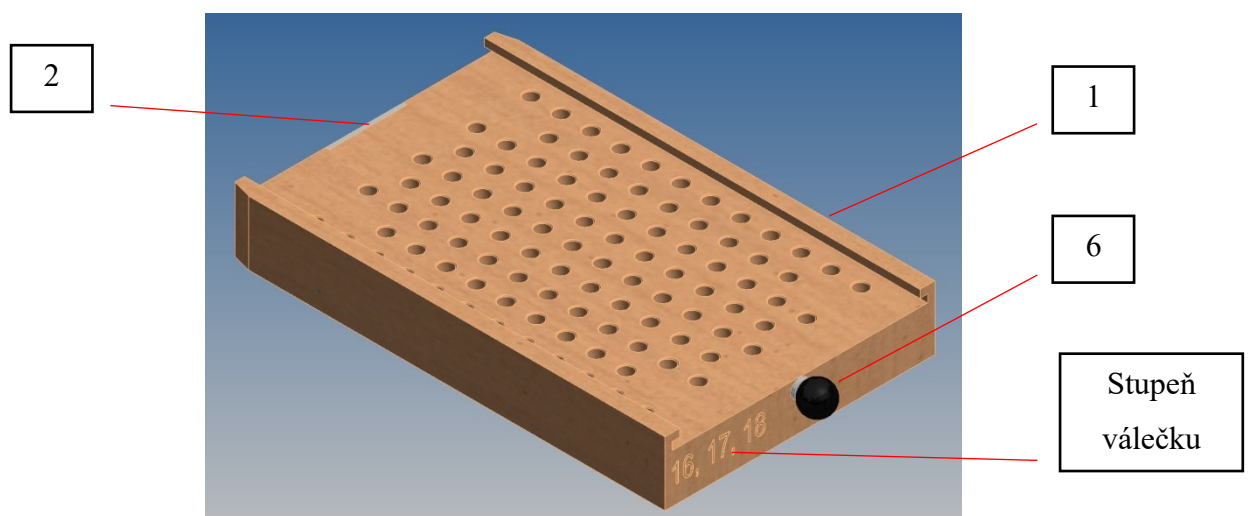
Obr. 19. Držák šoupátka INH 31126 - pohled zespodu.

9.3.4 Nástavec šoupátka

Podstavu Nástavec šoupátka znázorňuje obrázek (Obr. 20), číslo výkresu je INH 31133, viz příloha PII. Z důvodu různých délek jednotlivých stupňů zpoždovacích válečků muselo být šoupátko řešeno jako dvoudílné. Jedna část – šoupátko (5) z kapitoly 9.3.3 - je pevně přichycena k pístnici pneuválce. Druhá část – nástavec šoupátka – má čtyři výškové varianty a je vyměnitelná. Na výkrese nástavce INH 31133, viz příloha PII, je uvedena tabulka se stupni válečků a příslušnými výškovými variantami nástavce.

Výměna nástavce šoupátka se děje při změně zpracovávané délky - stupně zpoždovacích válečků a pokud instalovaný nástavec v zařízení není pro daný stupeň válečků vhodný. Obsluha provede výměnu takto: uchopí nástavec za kulovou rukojeť a tahem jej uvolní z držení magnety, viz kapitola 9.3.3. Uvolněný nástavec vysune z drážek šoupátka úplně a nahradí ho jiným se shodným označením stupně zpracovávaných válečků. Pro stupeň 10 a 11 je vhodná výšková varianta nástavce $L=20$ mm, pro 12. a 13. stupeň je to 24,5 mm, pro 14. a 15. stupeň je to 29 mm a konečně pro 16., 17. a 18. stupeň je to 33 mm.

Nástavec (1) je vyroben z kompozitního plastu Textit, zezadu je opatřen ocelovým kontaktem magnetu (2) a zepředu kulovou rukojetí (6) pro uchopení při výměně.



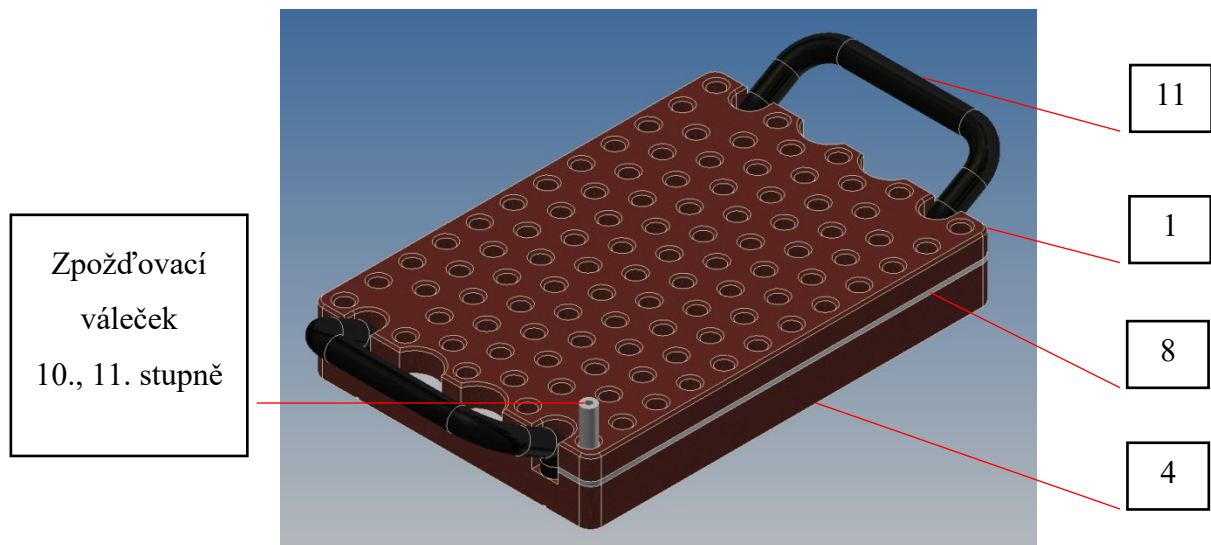
Obr. 20. Nástavec šoupátka INH 31133.

9.3.5 Ustavovací lžíce

Ustavovací lžíce má pět variant provedení kvůli různým délkám zpoždovacích válečků, viz obrázky (Obr. 21, 22, 23, 24, 25). Všechny varianty jsou uvedeny na výkrese INH 31117, viz příloha PII. Lžíce jsou viditelně označeny číslem stupně válečků, pro který jsou určeny.

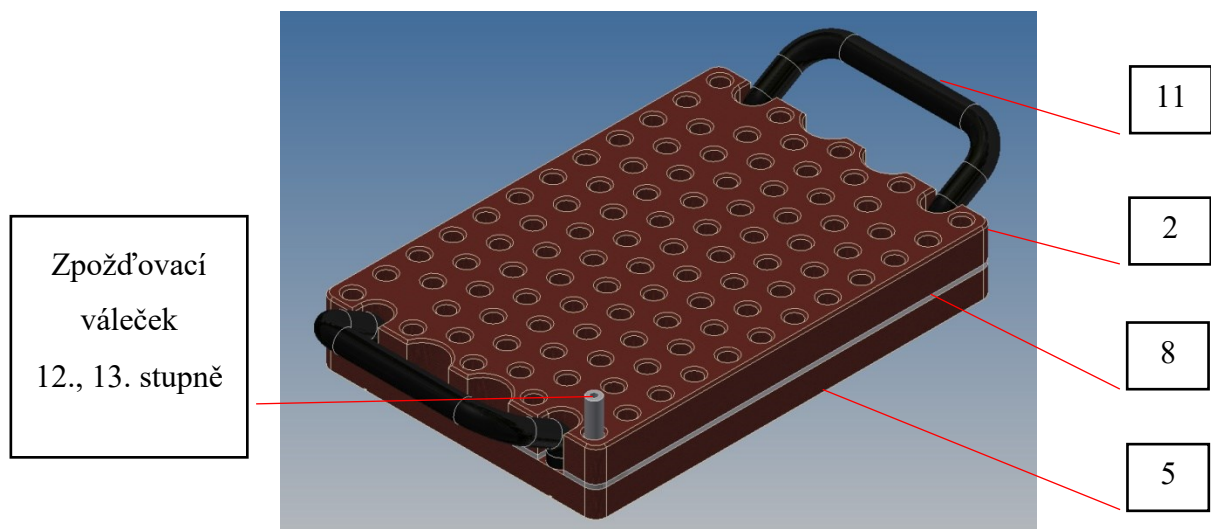
Desky (1, 2, 3) a podložné desky (4, 5, 6, 7) jsou vyrobeny z kompozitního plastu Textit. Plechy (8, 9, 10) jsou hliníkové.

Ustavovací lžíce pro 10. a 11. stupeň (Obr. 21) se skládá z desky 10 mm (1), plechu s vybráním (8), podložné desky 17 mm (4) a dvou rukojetí (11).



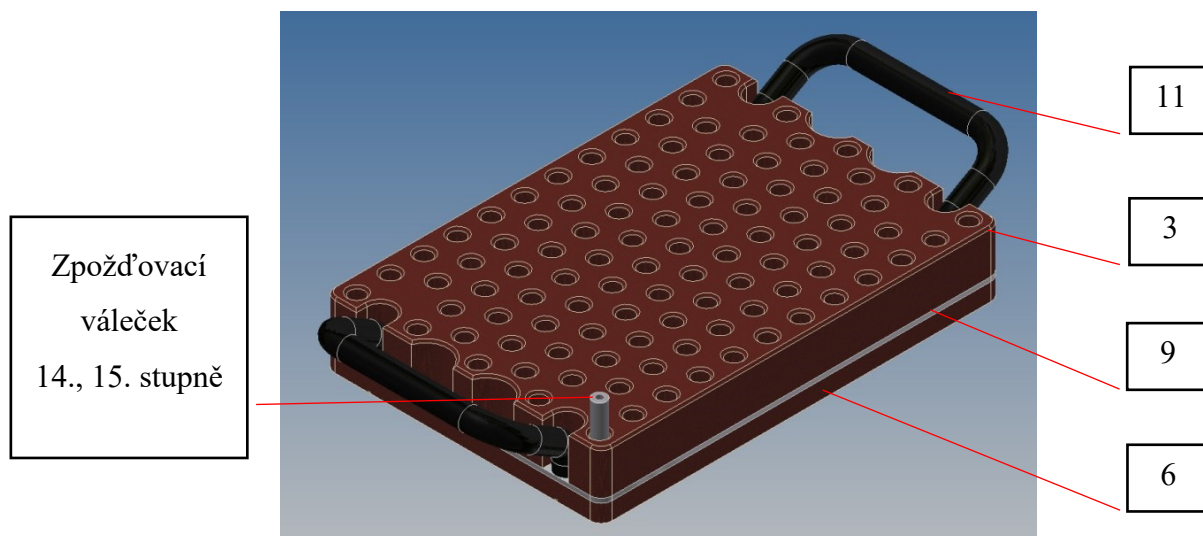
Obr. 21. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 10. a 11. stupeň.

Ustavovací lžíce pro 12. a 13. stupeň (Obr. 22) se skládá z desky 15 mm (2), plechu s vybráním (8), podložné desky 12 mm (5) a dvou rukojetí (11).



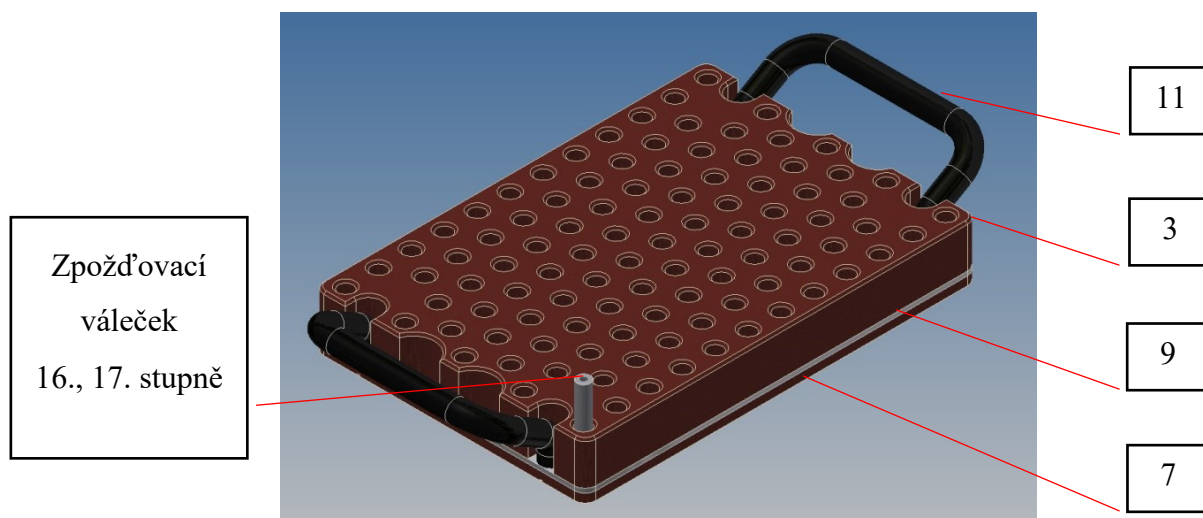
Obr. 22. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 12. a 13. stupeň.

Ustavovací lžíce pro 14. a 15. stupeň (Obr. 23) se skládá z desky 20 mm (3), prostředního plechu (9), podložné desky 8 mm (6) a dvou rukojetí (11).



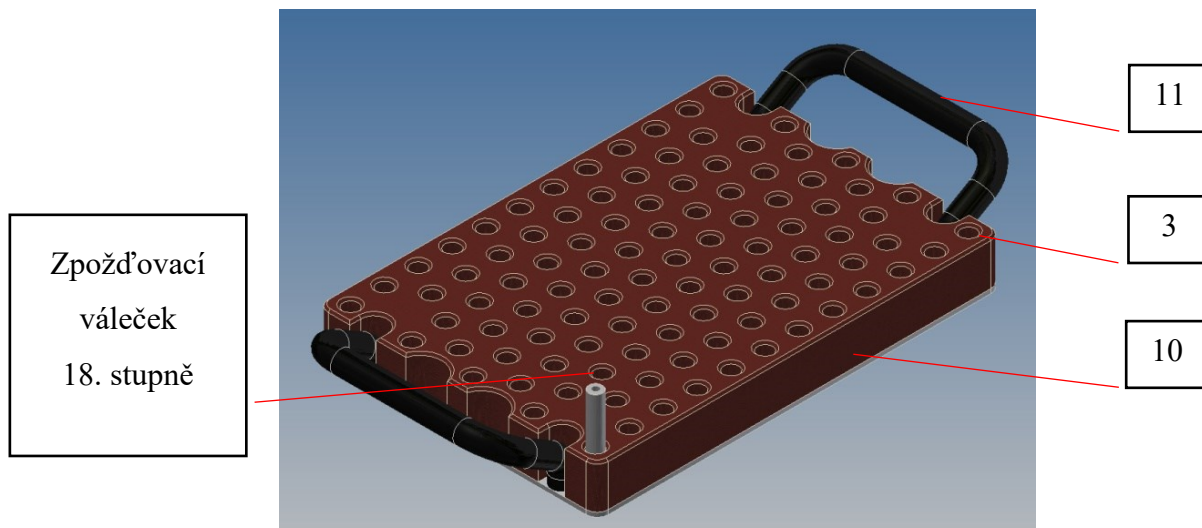
Obr. 23. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 14. a 15. stupeň.

Ustavovací lžíce pro 16. a 17. stupeň (Obr. 24) se skládá z desky 20 mm (3), prostředního plechu (9), podložné desky 4 mm (7) a dvou rukojetí (11).



Obr. 24. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 16. a 17. stupeň.

Ustavovací lžíce pro 18. stupeň (Obr. 25) se skládá z desky 20 mm (3), plechu (10) a dvou rukojetí (11).



Obr. 25. Ustavovací lžice INH 31117 pro 18. stupeň.

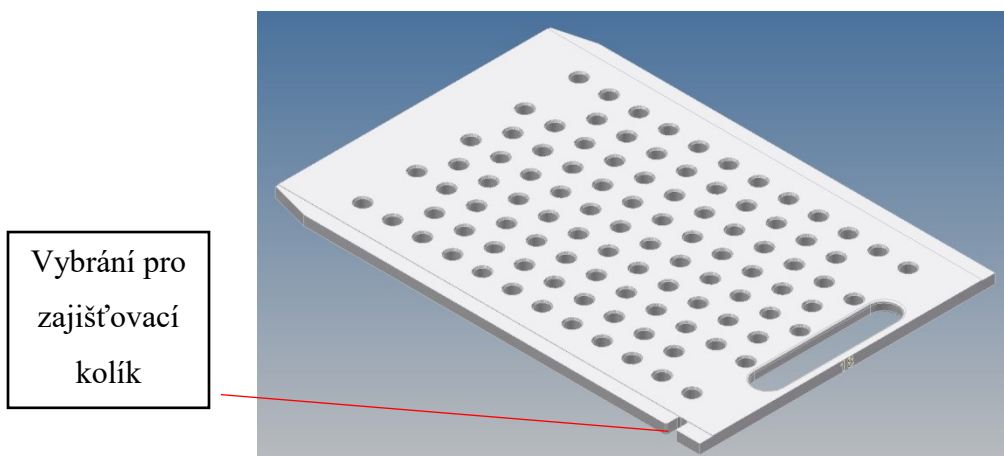
9.3.6 Pevná deska

Výměnná pevná deska (Obr. 26), kvůli přesnému výškovému vymezení prostoru v šoupátku pro jednotlivé délky zpoždovacích válečků, je pro každý stupeň jedinečná. Tloušťky pro jednotlivé stupně uvádí tabulka na výkrese INH 31135, viz příloha PII.

Při její výměně obsluha stiskem uvolní zajišťovací kolík, viz kapitola 9.3.1, a pevnou desku vysune z drážek lišt rámu. Vezme desku se shodným označením stupně zpracovávaných válečků a tu zasune do drážek až na doraz. Po celou dobu zasouvání stiskem drží zajišťovací kolík v otevřené poloze. Po zasunutí stisk uvolní a kolík se zasune do vybrání v pevné desce a tím zafixuje její polohu.

Z důvodu cyklického tlakového a ohybového namáhání při dopadu sloupců zpoždovacích válečků a nízké hmotnosti je deska vyrobena z vytvrditelné hliníkové slitiny CERTAL, dosahovaná tvrdost je 170 HB. Deska má 100 otvorů, kterými v dávkovací poloze šoupátka propadnou válečky do ustavovací lžice.

Pevné desky jsou viditelně označeny číslem stupně válečků, pro který jsou určeny.



Obr. 26. Pevná deska INH 31135.

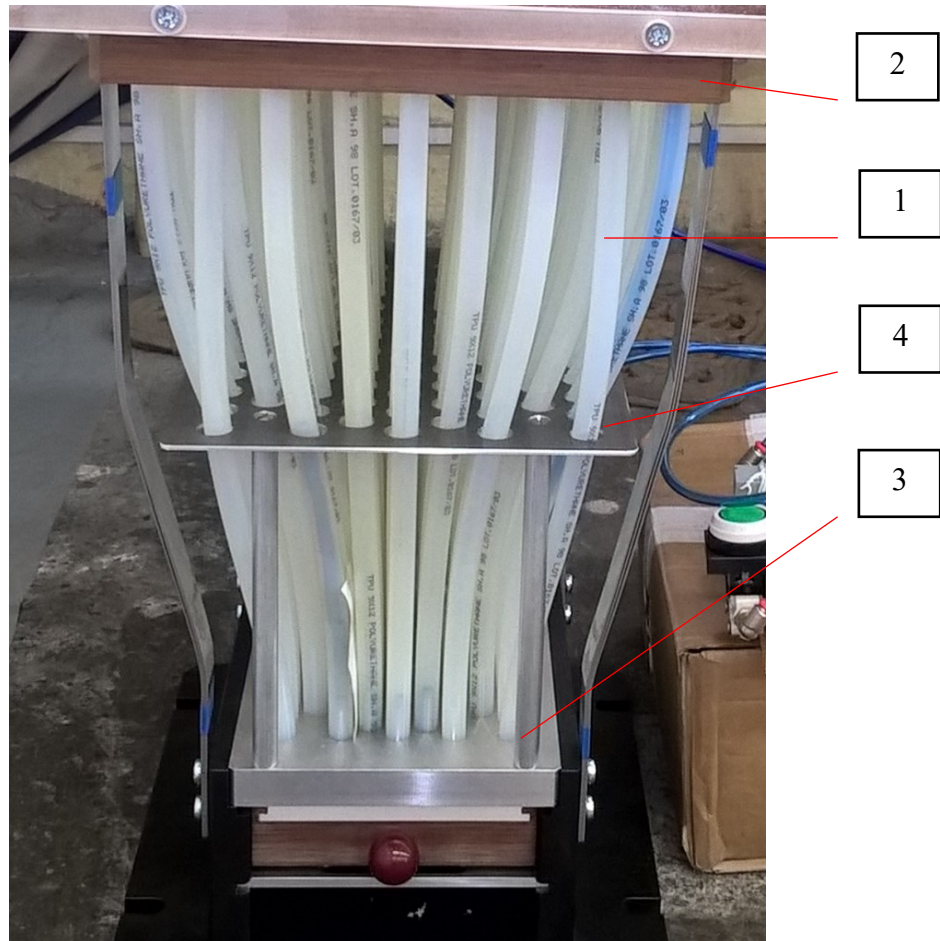
9.3.7 Plastová hadice

Jedno sto kusů plastových hadic (1) zobrazených na obrázku (Obr. 27) spojuje otvory dna násypky (2) s otvory spodní desky (3), ve střední části jsou fixovány pomocí střední desky (4), viz kapitola 9.3.1 a 9.3.2.

Hadicemi padají zpoždovací válečky, díky vlastní váze, z násypky až do šoupátka. Dno těchto propadů tvoří pevná deska, viz kapitola 9.3.6, která má otvory posunuty o 7,75 mm, což je zdvih resp. posun šoupátka.

Průsvitné bílé hadice jsou z polyuretanu, mají kalibrovaný vnější průměr 12 mm, vnitřní průměr je 9 mm, tvrdost je 98 Sh A, výrobce firma SMC.

Délky hadic jsou různé. Je to dáno rozdílnými roztečemi otvorů v násypce a spodní desce, to znamená, že ze středu násypky vedou nejkratší dráhy, naopak krajní dráhy jsou nejdelší.



Obr. 27. Plastové hadice.

9.4 Pneumatická část

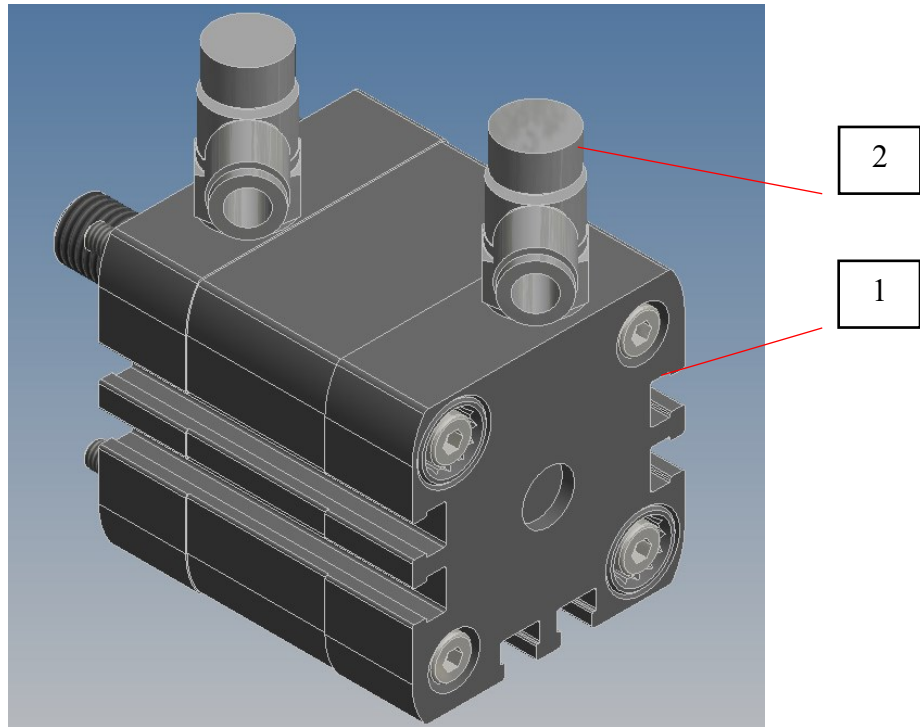
Pneumatický obvod zařízení je zapojen dle Pneumatického schématu INH 31143, příloha PII, kde jsou v rozpisce uvedeny všechny pneumatické prvky, šroubení a hadice včetně specifikací a počtu kusů. Ve firmě Austin Detonator s. r. o. je zvykem používat převážně pneumatické prvky firem FESTO, SMC, Stránský a Petržik a šroubení firmy AIGNEP a JSC Brno.

9.4.1 Podsestava pneuválce

Obrázek (Obr. 28) znázorňuje Podsestavu pneuválce, číslo výkresu je INH 42271, viz příloha PII. Pneumatický válec (1) s průměrem pístu 32 mm má upravený zdvih z 10 na 7,75 mm, viz kapitola 9.3.3, kvůli požadované délce posunu šoupátka. Na vstupu i výstupu válce jsou umístěny škrticí ventily (2) kvůli seřízení rychlosti pohybu pístu oběma směry. Specifikace pneumatického válce viz příloha PI - katalogové listy FESTO.

Výpočet síly pneuválce F_v , která způsobuje posun šoupátka při provozním tlaku 0,6 MPa:

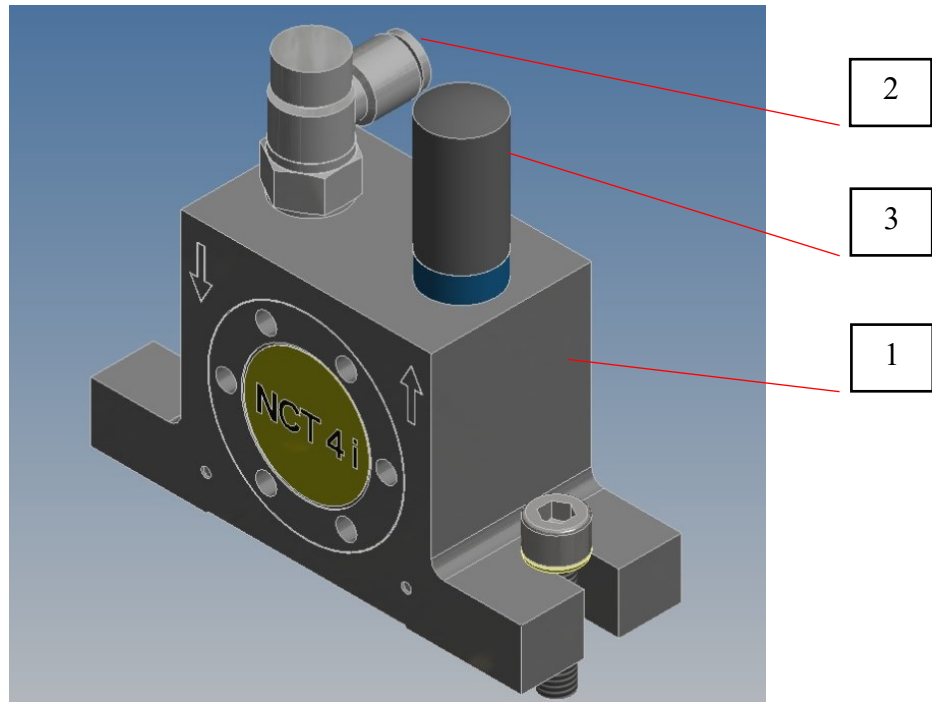
$$\text{síla } F_v = p \cdot S = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot 32^2}{4} = 482,5 \text{ N}$$



Obr. 28. Podsestava pneuválce INH 42271.

9.4.2 Podsestava vibrátoru

Podsestava vibrátoru, číslo výkresu INH 42277, viz příloha PII, je znázorněna na obrázku (Obr. 29). Po analýze dostupných pneumatických vibrátorů byl zvolen pneumatický turbínový vibrátor NCT 4i fy NETTER Vibration (1). Vibrátory řady NCT jsou speciálně konstruovány pro vysoké frekvence vibrací při nízké hlučnosti a nízké spotřebě tlakového vzduchu. Vstup tlakového vzduchu do vibrátoru je z důvodu možnosti regulace přes škrticí ventil (2). Na výstupu je speciální tlumič hluku UC fy FESTO (3).



Obr. 29. Podsestava vibrátoru INH 42277.

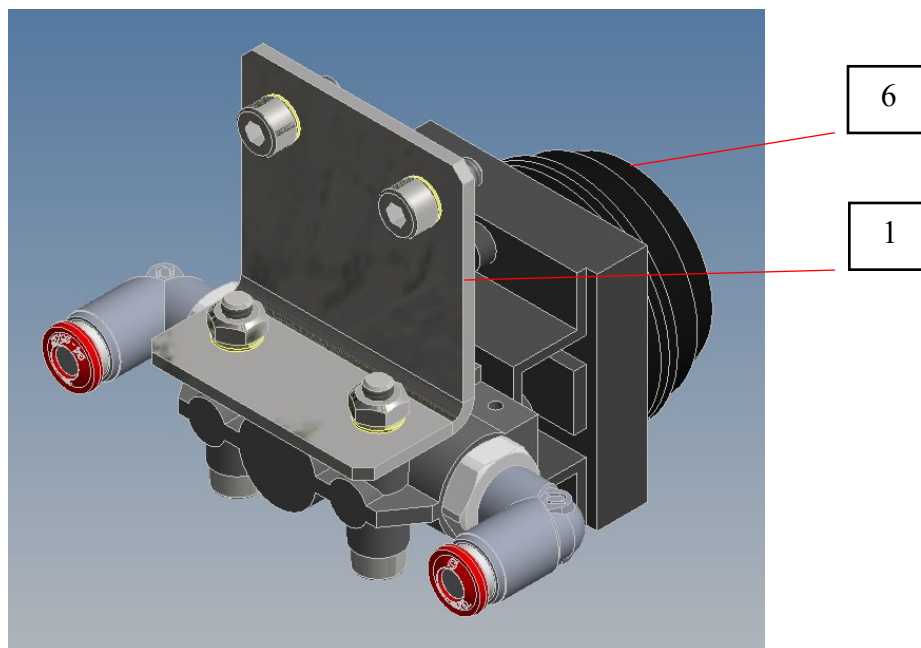
Specifikace vibrátoru a tlumiče hluku viz příloha PI - katalogové listy NETTER Vibration a FESTO.

Během funkčních zkoušek násypky se prokázalo jako účinnější umístění vibrátorů na obou podélných stranách násypky.

9.4.3 Podsestava tlačítka FLUSH

Obrázek (Obr. 30) znázorňuje Podsestavu tlačítka FLUSH, číslo výkresu je INH 41278, viz příloha PII. Tlačítko FLUSH (6), jehož spouštěcí plocha je zapuštěná, je pomocí držáku (1) připevněno pod pracovní deskou k rámu stolu ze strany obsluhy.

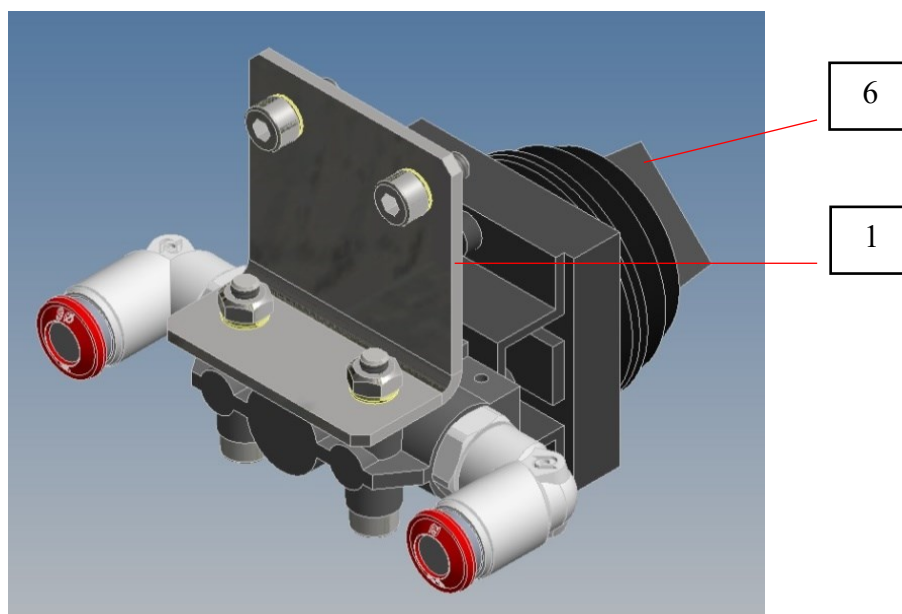
Stiskem tohoto tlačítka uvádí obsluha do pohybu šoupátko a tím nadávkuje ustavovací lžíci zpoždovacími válečky.



Obr. 30. Podsestava tlačítka FLUSH INH 42278.

9.4.4 Podsestava tlačítka TWIST

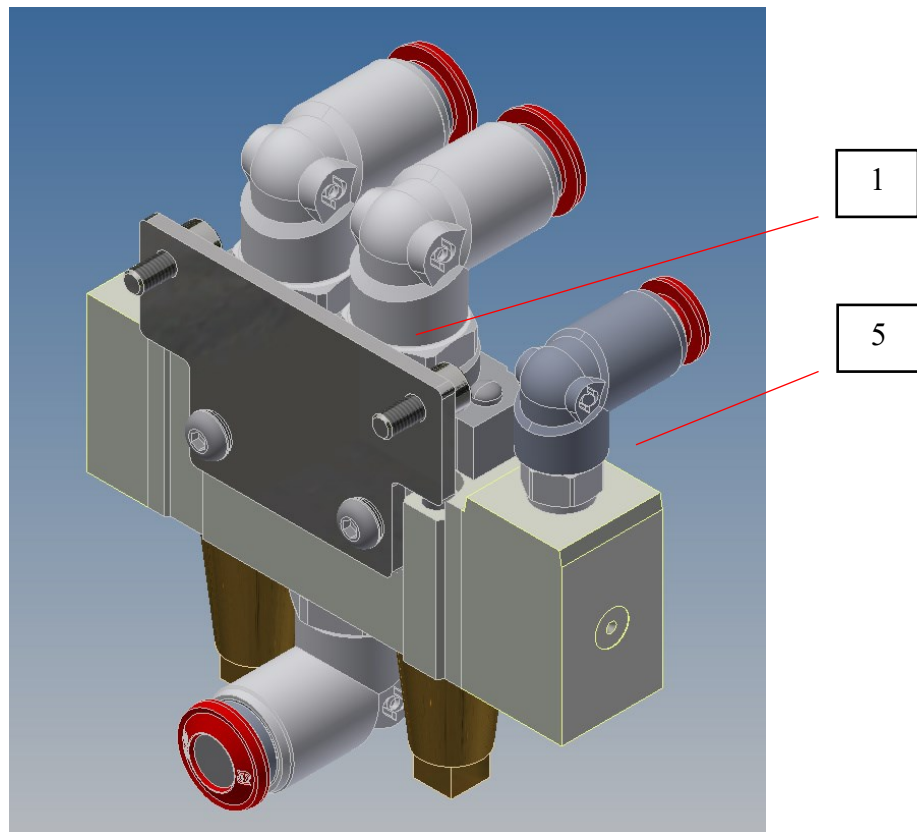
Obrázek (Obr. 31) znázorňuje Podsestavu tlačítka TWIST, číslo výkresu je INH 41279, viz příloha PII. Tlačítko TWIST (6) je dvoupolohové a zapíná nebo vypíná vibrace násypky. Je pomocí držáku (1) připevněno pod pracovní deskou k rámu stolu ze strany obsluhy.



Obr. 31. Podsestava tlačítka TWIST INH 42279.

9.4.5 Podsestava ventilu

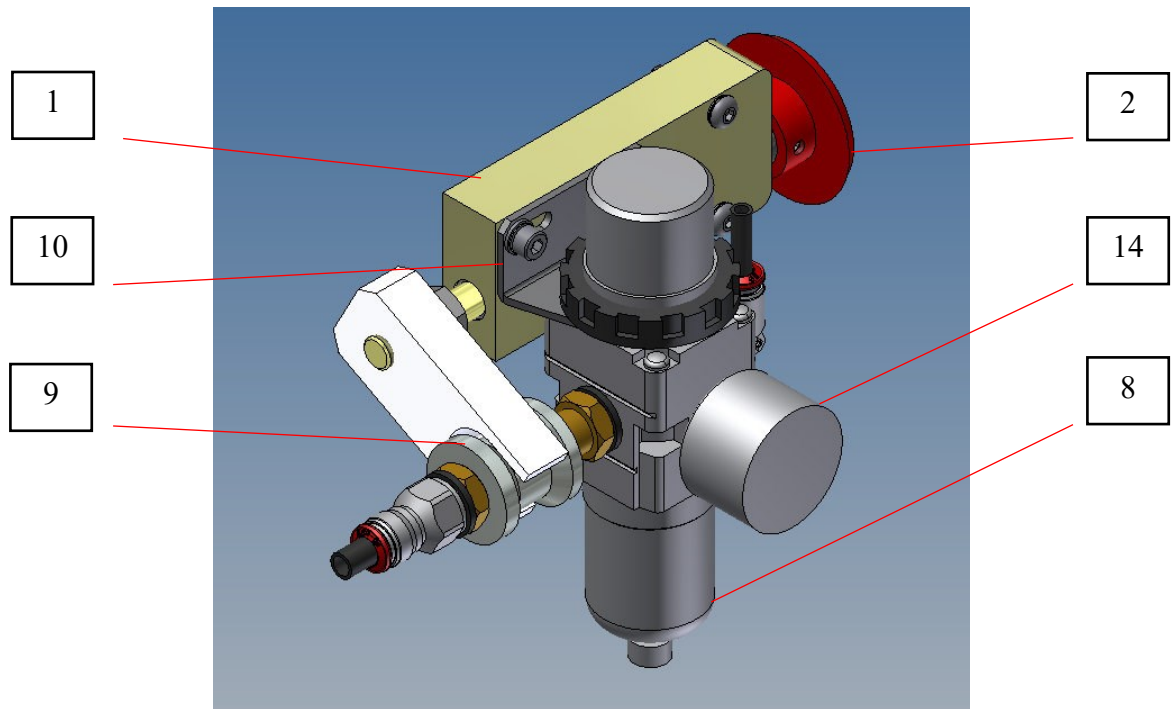
Na obrázku (Obr. 32) je znázorněna Podsestava ventilu, číslo výkresu je INH 42284, viz příloha PII. Ventil 5/2 (5) s příslušným pneumatickým šroubením je pomocí držáku (1) připevněn k rámu stolu pod pracovní deskou.



Obr. 32. Podsestava ventilu INH 42284.

9.4.6 Podsestava úpravny vzduchu

Podsestava úpravny vzduchu (Obr. 33) je tvořena filtrem a regulátorem tlaku (8) připevněným pomocí upevňovacího úhelníku (10) k vedení (1), sestavou táhla (2) se stop tlačítkem, přesuvným uzavíracím ventilem (9) a manometrem (14). Úpravna vzduchu je přišroubována k pravé přední noze stolu z vnitřní strany tak, aby obsluha měla v dosahu stop tlačítko.



Obr. 33. Podsestava úpravny vzduchu.

Jelikož bude vibrační zásobník pro dávkování zpoždovacích válečků umístěn na stejném stole jako již realizovaný přípravek na přetlačení zpoždovacích válečků do překládací lžičce, využije se stávající úpravna vzduchu.

10 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

10.1 Pořizovací náklady

Pneumatické prvky	21.954 Kč
Jiné nakupované prvky.....	3.229 Kč
Materiál pro vyrábění díly	12.075 Kč
Výroba dílů a montáž zařízení	49.225 Kč
Náklady celkem	74.408 Kč

Pořizovací cena vibračního zásobníku pro dávkování zpoždovacích válečků INH 2156 činí 74.408 Kč. Výroba dílů zařízení a celková montáž byla provedena pracovníky pomocné dílny a údržby ve firmě Austin Detonator s.r.o. Vsetín.

10.2 Uvažované úspory

Úspory jsou uvažovány pro zpracovávání zpoždovacích válečků 17. a 18. stupně, kdy je časová úspora i úspora pracnosti největší.

Čas ručního plnění jedné 100 kusové lžice u těchto stupňů je 65 sekund. Předpokládaný strojní čas je 15 sekund. První funkční zkoušky zařízení prokázaly, že je to reálný odhad. Během jedné směny je zpracováno 300 kusů lžic.

Tab. 5. Čas ručního a strojního plnění pro 17. a 18. stupeň.

17. a 18. stupeň		
počet 100 ks lžic	čas ručního plnění	čas strojního plnění
1	65 s	15 s
300	325 min	75 min

Z tabulky je patrné, že časová úspora stoprocentně využitého pracovního času je 250 minut na směnu.

10.2.1 Současný stav

Operace technologického postupu „Vkládat zpoždovací válečky do lžic“ sestává dnes z plnění nahazovací lžice zpoždovacími válečky, jejich přepuštění do ustavovací lžice a přetlačení do překládací lžice. Operaci provádí dva operátoři.

10.2.2 Navrhovaný stav

Zjednodušení a urychlení operace na strojní plnění rovnou do ustavovací lžíce a přetlačení do překládací lžíce. Operaci bude provádět jeden operátor.

10.2.3 Návratnost zařízení

Z výše uvedeného vyplývá úspora jednoho pracovníka na dělnické pozici, což je v naší firmě vyčísleno částkou 330.000 Kč za rok. To znamená, že předpokládaná návratnost vibračního zásobníku pro dávkování zpoždovacích válečků INH 2156 jsou necelé tři měsíce.

ZÁVĚR

Zařízení vibrační zásobník pro dávkování zpoždovacích válečků bylo navrženo dle zadaných požadavků a byla vypracována výkresová dokumentace hlavní sestavy, podsestav a jednotlivých dílů, viz příloha PII.

Výroba prototypu byla realizována ve firmě Austin Detonator s. r. o., zde probíhaly i funkční zkoušky zařízení včetně doladění konstrukce násypky.

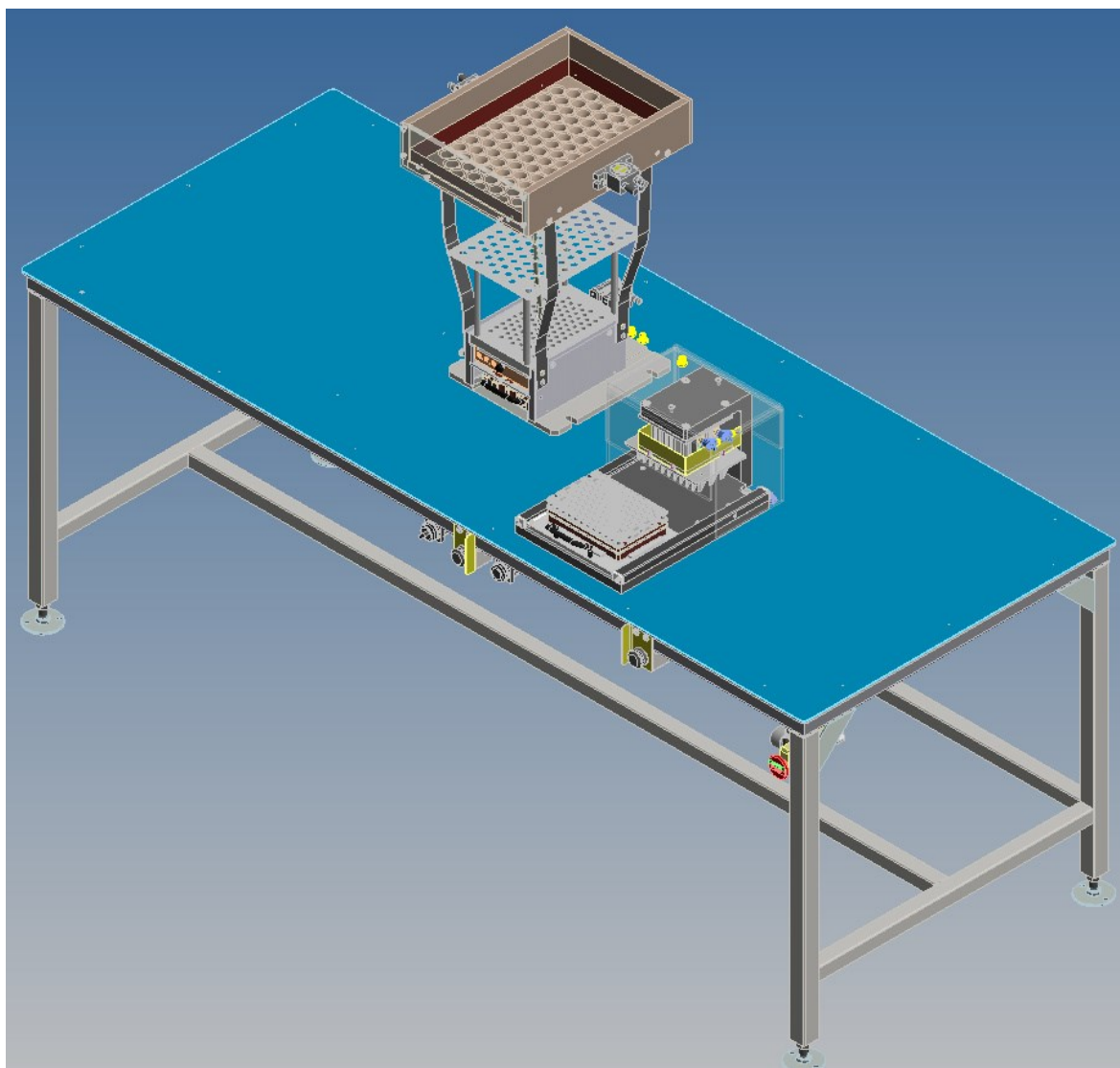
Konstrukce zařízení splňuje definované cíle. Pro pohon zařízení jsou použity pneumatiky. Pneumatický válec s malým zdvihem ovládá dávkovací šoupátko. Speciální vibrátory vyvolávají vibrační pohyb násypky se zpoždovacími válečky. Tyto jsou samospádem dopravovány plastovými hadicemi k šoupátku a pohybem šoupátka dávkovány do ustavovací lžice.

Po řádném odzkoušení a odladění vyrobeného prototypu vibračního dávkovače pro všechny požadované délky zpoždovacích válečků bude zařízení umístěno a provozováno na dílně laborace.

Zde bude vibrační dávkovač tvořit společně s již provozovaným přetlačecím přípravkem kompaktní pracoviště (Obr. 34) tak, aby nové uspořádání umožnilo po ergonomické a výkonnostní stránce obsluhu jedním operátorem místo dnešních dvou. Návrh návratnosti pořizovacích nákladů zařízení při zpracovávání zpoždovacích válečků 17. a 18. stupně tak činí necelé tři měsíce.

Předpokládá se opakovaná výroba dalších dvou zařízení pro zbývající laborační dílny.

Další významný přínos tohoto zařízení je v oblasti hygieny práce. V roce 2016 firma Preventado provedla na laboračním objektu měření počtu pohybů v rámci hygieny práce. Operace vkládání zpoždovacích válečků do lžic byla v lokální svalové zátěži zařazena do kategorie 3. Při zařazení pracovní činnosti do této kategorie je organizace povinná ze zákona přijmout opatření k nápravě. Zařízení vibrační zásobník pro dávkování zpoždovacích válečků přinese významné snížení pohybů a tím zařazení činnosti do kategorie 2.



Obr. 34. Kompaktní pracoviště dávkování a přetlačení zpoždovacích válečků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FAYED, Mohammad E. a Thomas S. SKOCIR. *Mechanical Conveyors: Selection and Operation* [online]. USA: Technomic Publishing Company Inc., 1997 [cit. 2016-12-01]. ISBN 1-56676-416-5 (elektronická verze). Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=ZLI4i_iSfG8C&pg=PA270&dq=Vibration+Feeder&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Vibration%20Feeder&f=false
- [2] MAŇAS, Miroslav, Michal STANĚK a David MAŇAS. *Výrobní stroje a zařízení I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-596-1.
- [3] KOLÍBAL, Zdeněk. *Technologičnost konstrukce a retrofitting výrobních strojů*. V Brně: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-3765-4.
- [4] Česká technická norma ČSN EN ISO 12100 *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci – posouzení rizika a snižování rizika*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 88295.
- [5] FOŘT, Petr a Jaroslav Kletečka. *Autodesk Inventor: Funkční navrhování v průmyslové praxi*. 2. aktualizované vydání. V Brně: Computer Press a. s., 2007. ISBN 978-80-251-1773-6.
- [6] ERDELJAC, Tihomir. *Výzvy digitalizace – Průmysl 4.0*. CAD. 2016, 6. ISSN 1805-8418.
- [7] SolidVision, [online]. [b. r.] [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: http://www.solidvision.cz/solidworks/?gclid=CJm1yeWCkNMCFYc_GwodbPEB-Ag
- [8] Česká technická norma ČSN EN ISO 4414 *Pneumatika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na pneumatické systémy a jejich součásti*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 83 3370.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

L	Výška nástavce šoupátka	[mm]
F_v	Síla pneuválce	[N]
p	Provozní tlak vzduchu	[MPa]
S	Plocha pístu pneuválce	[mm ²]
D	Průměr pístu pneuválce	[mm]
NC	Numerical Control (číslicově řízený stroj)	
CNC	Computerized Numerical Control (počítačem řízený NC stroj)	
CAD	Computer Aided Design (počítačová podpora konstrukce)	

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Původní Tacoma Narrows Bridge z roku 1940. [1]</i>	13
<i>Obr. 2. Dnešní Tacoma Narrows Bridges.</i>	14
<i>Obr. 3. Typické uspořádání vibračního dopravníku: Motor – motor, Excentric Crank Arm – budič kmitů, Carrying Surface – žlab, Particle Trajectory – trajektorie částic, Rocker Arm – vahadlo, Throw Angle – úhel vrhu částic, Base Frame and Reaction Mass – Základní rám, Isolation Spring – odpružení rámu. [1]</i>	15
<i>Obr. 4. A – Vibrační dopravník, B - Průběh rychlosti žlabu v_z a dopravovaného materiálu v_m. [2]</i>	16
<i>Obr. 5. Diskontinuální objemové dávkovače. [2]</i>	16
<i>Obr. 6. Tři základní druhy vibračního pohybu: kruhový – eliptický – lineární. [1]</i>	17
<i>Obr. 7. Pneumatický obvod: 1 – přívod vzduchu, 2 – odlučovač vody s filtrem, 3 - redukční ventil, 4 – maznice, 5 – tlakoměr, 6 - rozvaděč, 7 – škrticí ventil, 8 – zpětný ventil, 9 – pneumotor. [2]</i>	20
<i>Obr. 8. Řízení pneumatických pohonů. [2]</i>	21
<i>Obr. 9. Schematické znázornění procesu snižování rizika včetně opakovací tříkrokové metody. [4]</i>	28
<i>Obr. 10. Proces snižování rizika z hlediska konstruktéra. [4]</i>	31
<i>Obr. 11. Výrobní výkres zpoždovacího válečku, materiál: automatová ocel.</i>	47
<i>Obr. 12. Ruční plnění nahazovací lžíce.</i>	48
<i>Obr. 13. Naplněná ustavovací lžíce INH 31117, 18. stupeň.</i>	48
<i>Obr. 14. Přetláčecí přípravek INH 2141.</i>	49
<i>Obr. 15. Vibrační dávkovač zp INH 2156.</i>	51
<i>Obr. 16. Základna s rámem INH 31125.</i>	53
<i>Obr. 17. Násypka INH 31119.</i>	54
<i>Obr. 18. Držák šoupátka INH 31126.</i>	55
<i>Obr. 19. Držák šoupátka INH 31126 - pohled zesponu.</i>	55
<i>Obr. 20. Nástavec šoupátka INH 31133.</i>	56
<i>Obr. 21. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 10. a 11. stupeň.</i>	57
<i>Obr. 22. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 12. a 13. stupeň.</i>	57
<i>Obr. 23. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 14. a 15. stupeň.</i>	58
<i>Obr. 24. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 16. a 17. stupeň.</i>	58
<i>Obr. 25. Ustavovací lžíce INH 31117 pro 18. stupeň.</i>	59

<i>Obr. 26. Pevná deska INH 31135.</i>	60
<i>Obr. 27. Plastové hadice.</i>	61
<i>Obr. 28. Podsestava pneuválce INH 42271.</i>	62
<i>Obr. 29. Podsestava vibrátoru INH 42277.</i>	63
<i>Obr. 30. Podsestava tlačítka FLUSH INH 42278.</i>	64
<i>Obr. 31. Podsestava tlačítka TWIST INH 42279.</i>	64
<i>Obr. 32. Podsestava ventilu INH 42284.</i>	65
<i>Obr. 33. Podsestava úpravny vzduchu.</i>	66
<i>Obr. 34. Kompaktní pracoviště dávkování a přetlačení zpoždovacích válečků.</i>	70

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Příklady typicky nebezpečných situací – část 1. [4]</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 2. Příklady typicky nebezpečných situací – část 2. [4]</i>	<i>40</i>
<i>Tab. 3. Příklady nebezpečných událostí – část 1. [4]</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 4. Příklady nebezpečných událostí – část 2. [4]</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 5. Čas ručního a strojního plnění pro 17. a 18. stupeň.</i>	<i>67</i>

SEZNAM PŘÍLOH

PI – katalogové listy

FESTO: Kompaktní válec ADN-32-10-A-PPS-A

FESTO: Tlumič hluku UC

NETTER Vibration: Pneumatický turbínový vibrátor NCT 4i

PII – výkresová dokumentace

INH 2156 Vibrační dávkovač zp

 INH 31125 Základna s rámem

 INH 31127 Základna

 INH 31128 Lišta

 INH 31129 Spodní deska

 INH 31130 Střední deska

 INH 42272 Distanční kolík

 INH 31131 Listová pružina

 INH 42301 Vedení

 INH 42305 Podložná guma

 INH 31119 Násypka

 INH 31120 Dno násypky

 INH 42254 Bočnice

 INH 42255 Čelo

 INH 42297 Klínek delší

 INH 42298 Klínek kratší

 INH 31126 Držák šoupátka

 INH 42271 Podsestava pneuválce

 INH 42273 Konzola

 INH 42274 Úchyt

- INH 42275 Matice dorazu
- INH 31132 Šoupátko
- INH 31133 Nástavec šoupátka
- INH 31134 Nástavec
- INH 42276 Kontakt magnetu
- INH 31117 Ustavovací lžice
- INH 31118 Deska v2
- INH 42293 Plech prostřední v2
- INH 42295 Plech v2
- INH 41622 Rukojeť Al
- INH 31135 Pevná deska
- INH 42277 Podsestava vibrátoru
- INH 42278 Podsestava tlačítka FLUSH
- INH 42285 Držák tlačítka
- INH 42279 Podsestava tlačítka TWIST
- INH 42284 Podsestava ventilu
- INH 41761 Držák ventilu
- INH 31143 Pneumatické schéma

PŘÍLOHA PI: KATALOGOVÉ LISTY

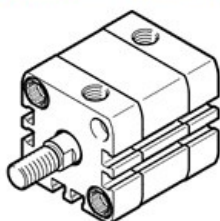
FESTO: Kompaktní válec ADN-32-10-A-PPS-A

kompaktní válec ADN-32-10-A-PPS-A

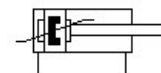
č. dílu: 572655

★ doporučené výrobky

se samočinně nastavitelným pneumatickým tlumením v koncových polohách.



FESTO



[PDF](#) obecné podmínky použití

[PDF](#) katalogový list

katalogový list

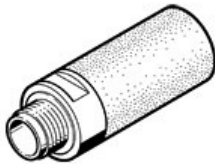
parametr	hodnota
datum odeslání	→ zobrazit
zdvih	10 mm
průměr pístu	32 mm
závit na pístnici	M10x1,25
tlumení	PPS: samočinně nastavitelné pneumatické tlumení koncových poloh
montážní poloha	libovol.
odpovídá normě	ISO 21287
konec pístnice	vnější závit
snímání polohy	pro čidla
varianty	jednostranná pístnice
provozní tlak	1,5 ... 10 bar
provozní režim	dvojčinný
provozní médium	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:4.4]
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přimazáváním olejem je možný (v jiných režimech se vyžaduje)
třída odolnosti korozi KBK	2 - mírné nároky na odolnost korozi
okolní teplota	-20 ... 80 °C
energie nárazu v koncových polohách	1 J
délka tlumení	4 mm
teoretická síla při 6 barech, zpětný chod	415 N
teoretická síla při 6 barech, dopředný chod	483 N
pohybující se hmotnost při zdvihu 0 mm	60 g
přírůstek hmotnosti na 10 mm zdvihu	30 g
základní hmotnost při zdvihu 0 mm	265 g
přírůstek pohybující se hmotnosti na 10 mm zdvihu	9 g
typ upevnění	dle volby: průchozí dírou vnitřním závitem příslušenstvím
připojení pneumatiky	G1/8
upozornění k materiálu	ve shodě s RoHS
informace o materiálu víka	hliník eloxovaný
informace o materiálu těsnění	TPE-U(PUR)
informace o materiálu pístnice	vysoce legovaná ocel
informace o materiálu trubky válce	hliník legovaný pro tvárění hladce eloxováno

FESTO: Tlumič hluku UC

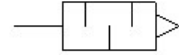
tlumič hluku UC-1/8

č. dílu: 161419

z plastu



FESTO



[PDF](#) obecné podmínky použití
[PDF](#) katalogový list

katalogový list

parametr	hodnota
datum odeslání	→ zobrazit
montážní poloha	libovol.
velikost balení	1
provozní tlak	0 ... 10 bar
provozní médium	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:-:-]
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přimazáváním olejem je možný
hladina akustického tlaku	59 dB(A)
okolní teplota	-10 ... 70 °C
hmotnost výrobku	2,6 g
připojení pneumatiky	G1/8
informace o materiálu tlumicí vložky	PE
informace o materiálu závitové části	PE
upozornění k materiálu	ve shodě s RoHS

NETTER Vibration: Pneumatický turbínový vibrátor NCT 4i



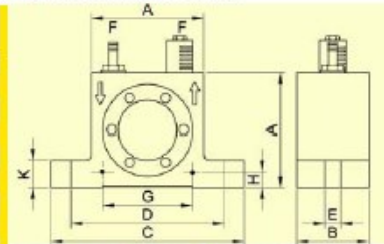
Netter Pneumatic Turbine Vibrators Series NCT

Type	Working moment [cmkg]	Nominal frequency [min ⁻¹]			Centrifugal force [N]			Air consumption [l/min]			Noise level [dB(A)]		
		2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar	2 bar	4 bar	6 bar
NCT 1	0,006	29.100	38.820	45.460	288	513	703	19	-	45	68	-	83
NCT 2	0,012	21.360	29.520	34.000	311	594	787	20	-	48	66	-	81
NCT 3	0,016	26.940	34.900	39.700	637	1.069	1.383	28	-	75	63	-	77
NCT 4	0,023	21.740	26.920	30.380	597	915	1.165	31	-	73	62	-	76
NCT 4i	0,046	14.020	18.560	21.000	496	869	1.112	31	-	75	61	-	73
NCT 5	0,049	22.740	27.840	30.940	1.389	2.082	2.572	93	-	284	74	-	90
NCT 10	0,096	16.940	20.680	22.980	1.511	2.251	2.780	92	-	287	66	-	78
NCT 10i	0,192	12.200	14.680	16.420	1.567	2.269	2.839	93	-	286	63	-	77
NCT 15	0,160	15.740	20.060	22.700	2.174	3.530	4.521	215	-	461	72	-	84
NCT 29	0,282	11.920	14.760	16.740	2.197	3.369	4.334	216	-	461	66	-	78
NCT 29i	0,564	7.360	10.240	11.780	1.676	3.243	4.291	213	-	463	63	-	77
NCT 55	0,545	11.000	13.980	15.760	3.618	5.845	7.426	386	-	918	77	-	85
NCT 108	1,081	8.280	10.420	11.720	4.067	6.441	8.152	379	-	911	73	-	84
NCT 108i	2,161	4.900	6.860	8.000	2.860	5.590	7.591	392	-	927	66	-	77
NCT 126	1,262	6.060	8.280	9.400	2.591	4.760	6.124	653	-	1.707	71	-	83
NCT 250	2,502	5.500	7.020	7.800	4.152	6.761	8.348	655	-	1.710	71	-	82
NCT 250i	5,000	-	5.100	5.620	-	7.131	8.659	1.222*	-	1.732	70	-	74

The technical data are relative values and can vary depending on the application. Additional data available upon request. *at 4 bar

Type	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G* [mm]	H* [mm]	K [mm]	Weight [kg]
NCT 1	40	27	70	56	6,5	G 1/8	30	5,5	10	0,165
NCT 2	40	27	70	56	6,5	G 1/8	30	5,5	10	0,162
NCT 3	50	32	86	68	7	G 1/8	40	7	12	0,230
NCT 4	50	32	86	68	7	G 1/8	40	7	12	0,240
NCT 4i	50	32	86	68	7	G 1/8	40	7	12	0,250
NCT 5	65	43	113	90	9	G 1/4	50	9	16	0,550
NCT 10	65	43	113	90	9	G 1/4	50	9	16	0,570
NCT 10i	65	43	113	90	9	G 1/4	50	9	16	0,610
NCT 15	80	56	128	104	9	G 1/4	60	10	16	1,045
NCT 29	80	56	128	104	9	G 1/4	60	10	16	1,090
NCT 29i	80	56	128	104	9	G 1/4	60	10	16	1,180
NCT 55	100	73	160	130	13	G 3/8	80	12	20	2,125
NCT 108	100	73	160	130	13	G 3/8	80	12	20	2,250
NCT 108i	100	73	160	130	13	G 3/8	80	12	20	2,500
NCT 126	120	86	194	152	17	G 3/8	100	13	25	3,585
NCT 250	120	86	194	152	17	G 3/8	100	13	25	3,820
NCT 250i	120	86	194	152	17	G 3/8	100	13	25	4,290

* dimensions for mounting horizontal, bore ØE



Sifting of fine grained products

Applications

Series NCT pneumatic turbine vibrators are particularly suitable for moving bulk materials. They can be used for emptying bunkers, driving chutes, sieves and vibrating tables and for the mechanical stimulation of processes. Special features of the NCT vibrators are high frequency at low noise level and low air consumption.

Design and functioning principle

The rotary vibration is produced by an eccentrically mounted turbine with integrated unbalance masses. The frequency and therefore the centrifugal force can be continuously regulated via the operating pressure. A directional control valve is necessary for operation (not supplied).

ATEX conform series NCT turbine vibrators and units with stainless steel housings are available.

Permissible operating conditions

Drive medium: Compressed air or nitrogen (filter ≤ 5µm), unrestricted, lubrication-free operation
Operating pressure: 2 bar to 6 bar
Ambient temperature: -20°C to 120°C

NetterVibration offers the accessories required for the mounting, installation, control and monitoring of vibrators and impactors.

Netter provides solutions. Consult our experienced application technicians.

Netter GmbH

Germany
 Fritz-Ullmann-Str. 9
 55252 Mainz-Kastel
 Tel. +49 6134 2901-0
 Fax +49 6134 2901-33

Switzerland
 Erlenweg 4
 4310 Rheinfelden
 Tel. +41 61 8316200
 Fax +41 61 8311291

Poland
 Al. W. Korfanteo 195/17
 40-153 Katowice
 Tel. +48 32 2050947
 Fax +48 32 2051572

www.NetterVibration.com
 info@NetterVibration.com