



Dopravní zařízení pro žací traktor se sběrem trávy

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství
Autor práce: **Jan Kraus**
Vedoucí práce: Ing. Jan Novák, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering ■

Transport equipment for tractor mower with collection grass

Bachelor thesis

Study programme: B2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2301R000 – Mechanical Engineering
Author: **Jan Kraus**
Supervisor: Ing. Jan Novák, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Kraus**
Osobní číslo: **S14000211**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojní inženýrství**
Název tématu: **Dopravní zařízení pro žací traktor se sběrem trávy**
Zadávající katedra: **Katedra vozidel a motorů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište řešenou problematiku stávajících řešení.
 2. Navrhněte koncepčně možné varianty řešení dopravního mechanismu k přednímu sekání, s dopravou posekané hmoty do koše v zadní části žacího stroje.
 3. Proveďte výběr vhodné varianty.
 4. Proveďte základní výpočty zvoleného řešení a vypracujte základní výkresovou dokumentaci s ohledem na technologii výroby a ekonomickou náročnost.
 5. Během řešení spolupracujte se společností Seco GROUP a.s.
-

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran + CD

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

- [1] PEŠÍK, L. *Části strojů 1. díl*. Liberec: TU, 2005. ISBN 80-7083-938-4.
- [2] PEŠÍK, L. *Části strojů 2. díl*. Liberec: TU, 2005. ISBN 80-7083-939-2.
- [3] BRADSKÝ, Z. a R. VRZALA. *Mechanika III. /Dynamika/*. Liberec: VŠST, 1990.
- [4] NEUBERGER, P., D. ADAMOVSKEÝ, a R. ADAMOVSKEÝ. *Termomechanika*. ČZU v Praze, 2007. ISBN 978-80-213-1634-8.
- [5] Firemní podklady, www.


Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Novák, Ph.D.
Katedra vozidel a motorů

Datum zadání bakalářské práce: 6. března 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: 6. června 2016


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Robert Voženílek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 6. března 2015

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování:

Rád bych poděkoval Ing. Janu Novákovi, Ph.D., Doc. Ing. Karlu Fraňovi Ph.D. a Ing. Jiřímu Vinklářovi za jejich cenné rady a podněty, které mi pomohli při psaní bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval mé rodině a přátelům za jejich podporu během studia.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá sacím dopravním zařízením pro žací stroje. Práce popisuje stávající řešení a navrhuje nové možné varianty řešení dopravního mechanismu k přednímu sekání a dopravou posečené hmoty do zadní části stroje. Stěžejní částí práce jsou výpočty zvolené varianty ke zvolení vhodného ventilátoru. Na závěr je zde nastíněna varianta pohonu ventilátoru.

Klíčová slova:

Ventilátory, tlakové ztráty, přední sečení, žací stroj

Abstract

The bachelor thesis deals with vacuum conveying equipment for mowers. Thesis describes the existing solution and suggests a new possible solutions transport mechanism to the front cutting and transport the cut material to the rear of the machine. Main part of thesis are calculations of selected option to select the appropriate fan. Finally, there is outlined option of fan drive.

Key words:

Fans, loss pressure, front mowing, mower

Obsah

Úvod.....	12
1 Historie firmy.....	13
1.1 Současná produkce Seco GROUP a.s. Jičín.....	13
1.2 Výroba žacích traktorů.....	15
1.3 Challenge.....	15
1.4 Starjet.....	16
1.5 Starjet Exclusive.....	17
1.6 Panther.....	18
1.7 Crossjet.....	19
1.8 Goliath.....	20
1.9 Doplnky a příslušenství.....	21
2 Konkurenční výrobky.....	23
2.1 ISEKI.....	23
2.2 Kubota.....	25
2.3 JOHN DEERE.....	26
2.4 GIANNI FERRARI.....	28
3 Ventilátory.....	30
3.1 Radiální ventilátory.....	30
3.2 Axiální ventilátory.....	31
3.3 Diagonální ventilátory.....	32
3.4 Diametrální ventilátory.....	33
4 Návrh dopravního zařízení.....	34
4.1 I. Varianta dopravního zařízení.....	34
4.2 II. Varianta dopravního zařízení.....	35
5 Základní výpočty.....	36
5.1 I. Varianta.....	37
5.2 Tlakové ztráty.....	37
5.2.1 Třecí ztráty.....	38
5.2.2 Místní ztráty.....	39
5.3 Polohová energie.....	41
5.4 Celková tlaková ztráta.....	42
5.5 Výběr ventilátoru.....	44
6 Pohon ventilátoru.....	50

6.1	Pohon klínovým řemenem	50
6.1.1	Výpočet potřebného přepětí <i>F₀</i>	50
	Závěr	51
	Použitá literatura	52
	Přílohy.....	58

Seznam obrázků

Obr. 1 Firma počátkem minulého století	13
Obr. 2 Vložený válec, odlitek a obrobený odlitek	13
Obr. 3 Spodní část formy	14
Obr. 4 Robotické svařování	14
Obr. 5 Challenge	16
Obr. 6 Starjet.....	17
Obr. 7 Starjet Exclusive 4x4	18
Obr. 8 Panther	19
Obr. 9 Crossjet 4x4	20
Obr. 10 Goliath 4x4	21
Obr. 11 Doplnky a příslušenství	22
Obr. 12 SFH 240 a dopravní zařízení v řezu	24
Obr. 13 Kubota Z series	26
Obr. 14 John Deere ZTrak Z930 M	27
Obr. 15 Gianni Ferrari model PG a radiální ventilátor z modelu Turbo 1-1-2-4.....	29
Obr. 16 Schéma radiálního ventilátoru	30
Obr. 17 Schéma axiálního ventilátoru	31
Obr. 18 Schéma diagonálního ventilátoru	32
Obr. 19 Schéma diametrálního ventilátoru	33
Obr. 20 I. varianta zařízení	34
Obr. 21 II. Varianta zařízení	35
Obr. 22 Výtok z nádoby	40
Obr. 23 Spojení potrubí.....	41
Obr. 24 Varianta I s nánosy posečené hmoty	43
Obr. 25 Šoupátko	43
Obr. 26 Vysokotlaký ventilátor HRD 1/4T.....	45
Obr. 27 Středotlaký ventilátor S-MP 345/20	45
Obr. 28 Náhlé rozšíření potrubí	46
Obr. 29 Plynulé rozšíření potrubí.....	46

Seznam veličin a zkratk

Celková tlaková ztráta	Δp_c	[Pa]
Čas	t	[s]
Délka	l	[m]
Délka potrubí	l_c	[m]
Ekvivalentní drsnost	k	[mm]
Fyzikální tření	f	[-]
Geometrický objem	V_o	[cm ³]
Hmotnost	m	[kg]
Hustota vzduchu	ρ_v	[kg/m ³]
Hustota trávy	ρ_t	[kg/m ³]
Kinematická viskozita	ν	[m ² /s]
Místní ztráta	Δp_m	[Pa]
Moment	M_v	[N.m]
Objem	V	[m ³], [l]
Objemový tok	Q	[m ³ /s]
Odporová ztráta	Δp_z	[Pa]
Osová vzdálenost	a	[mm]
Otáčky	n	[min ⁻¹]
Plocha	S	[m ²]
Počet	n	[-]
Polohová energie	Δp_h	[Pa]
Průměr	d, D	[mm]
Předpětí řemene	F_o	[N]
Převodový poměr	i	[-]
Relativní drsnost	ε	[-]
Reynoldsovo číslo	Re	[-]
Rychlost	c	[m.s ⁻¹]
Sklon	α	[°]
Součinitel místních ztrát	ξ	[-]
Součinitel třecích ztrát	λ	[-]
Tlak	p	[Pa]
Třecí ztráta	Δp_t	[Pa]

Účinnost	η	[-]
Úhel klínové drážky	φ	[°]
Výkon	P	[kW]
Výpočtová délka	l_p	[mm]
Výrobní délka	l_v	[mm]
Výška potrubí	h_c	[m]

CAD/CAM Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing, počítačem podporované projektování/ počítačem podporovaná výroba

CNC Computer Numeric Control, Číslicové řízení počítačem

PVC Polyvinylchlorid, Polyvinylchlorid

ROPS Roll over protection structure, trubková ochranná konstrukce

Úvod

Cílem bakalářské práce je popsat současný stav v konstrukci samojízdných žacích strojů a definovat problém dopravního zařízení pro posekanou hmotu. Navrhnout možné varianty řešení dopravního adaptéru k žacím strojům se sběrem z produkce Seco GROUP a.s.

Zařízení musí zajistit dopravu posekané hmoty z předního sekání až do sběrného koše umístěného na zvedacím adaptéru. Konstrukce zařízení musí být využitelná ve firmě Seco GROUP a.s. Jičín.

Dopravní zařízení má být k dispozici jako příslušenství na nově navržený žací stroj, kde je možné připojit externí hydraulické zařízení. Dopravní zařízení má být využíváno u strojů, které budou mít přípojný adaptér zvedání a sběrné koše umístěné na jiném místě, než jak je to prováděno doposud. Proto by do nich nebylo možné dopravovat posekanou hmotu klasickým způsobem.

1 Historie firmy

Firma byla založena roku 1888 jičínským obchodníkem Františkem Knotkem a jeho bratry Antonínem a Josefem jako továrna na výrobu hospodářských strojů a náradí. Konstrukcí a výrobou žací techniky se zabývá od založení do dnes.[1]



Obr. 1 Firma počátkem minulého století [48]

1.1 Současná produkce Seco GROUP a.s. Jičín

Firma se zabývá strojírenskou a slévárenskou výrobou. Mezi slévárenské výrobky patří výroba vložených válců s vnitřním průměrem 90 až 131 [mm], vnějším průměrem až 155 [mm] a maximální délkou 305 [mm]. Odlitky jsou z tvárné litiny od 0,1 do 3 [kg] a maximálním rozměru 400 x 500 x 315 [mm]. Dále se pak provádí obrábění odlitků z tvárné a šedé litiny včetně následné montáže a povrchových úprav.[2], [3], [4]



Obr. 2 Vložený válec, odlitek a obrobený odlitek [49]

Firma vyrábí formy a modely na moderních CNC i klasických strojích, technologií pro opracování oceli, litin, barevných kovů a plastových materiálů. Kromě práce pro vlastní výrobní činnosti společnosti je zajišťována také zakázková výroba a kooperace pro externí zákazníky v oblasti výroby kovových modelových zařízení pro slévárny,

obrábění, drátové a elektroerozivní obrábění, obráběcí přípravky, svařovací přípravky, raznice, zápusťky, ostříhy, kokily a tlakové formy. [5]



Obr. 3 Spodní část formy [50]

Strojírenská divize je vybavena moderní technologií v oblasti zpracování kovových materiálů. Je schopná nabídnout komplexní CAD / CAM řešení, výrobu modelových zařízení a přípravků, eventuálně zajistit i odlitek polotovaru z tvárné litiny. Mezi tyto technologie je zařazeno třískové obrábění, lisovna a zpracování plechu, robotické svařování a povrchová a předpovrchová úprava. [6]



Obr. 4 Robotické svařování [51]

1.2 Výroba žacích traktorů

Dnes jsou ve výrobním sortimentu samojízdné žací traktory s příslušenstvím pro celoroční využití. V nabídce společnosti jsou traktůrky Challenge s pohonem 4x2 a traktůrky Starjet s pohonem zadní nápravy (4x2) pro sekání se sběrem trávy do sběrného koše i profesionální traktůrky Starjet 4x4 s pohonem všech kol. Tyto stroje se vyrábějí v různých provedeních a rozmanité výbavě dle přání zákazníka. Například různé šířky sečení. [7]

Pro údržbu větších, členitých a obtížně dostupných ploch jsou v nabídce profesionální mulčery Panther a Crossjet 4x2 s pohonem zadní nápravy, pro náročnější uživatele mulčery Panther a Crossjet 4x4 s pohonem všech kol a pro nejnáročnější uživatele je určen mulčer Goliath 4x4. [8]

1.3 Challenge

Jedná se o velmi obratný a snadno ovladatelný samojízdný žací stroj vhodný k sečení pravidelně udržovaných travnatých ploch i k sečení odrostlé trávy pro náročné domácí uživatele.

Hodí se na sečení pozemků o výměře 8 000 až 12 000 [m²] a o maximálním sklonu 15[°]. K dispozici jsou poloprofesionální motory Briggs & Stratton INTEK s výkonem 12 až 16,4 [kW]. O pohon se stará hydrostatická převodovka. Výkonné motory zvládnou posekat i mokrou či přerostlou travu a jeho pojezdová rychlost je až 12 [km/hod].

Na traktor se montuje sečení o šířce 92 [cm]. Dvou-rotorový žací mechanismus je umístěný mezi nápravami. Posekaná hmota putuje tunelem do sběrného koše. Challenge disponuje sběrným košem o objemu 300 [l], který je největší ve své třídě a lze jej vyprázdnit pomocí výsuvné páky. [9], [10], [11]



Obr. 5 Challenge [52]

1.4 Starjet

Model Starjet se vyrábí ve dvou kategoriích, hobby a profesionální použití. Traktúrky určené pro hobby použití mají pohon 4x2 s pohonem zadní nápravy. Jsou primárně určeny k sečení nebo mulčování pravidelně udržovaných travnatých ploch, od náročného domácího použití až po obecní a komunální plochy.

Je vhodný k sekání pozemků o výměře 14000 až 20000 [m²] a o maximálním sklonu až 20 [°] podle typu motoru. K dispozici jsou poloprofesionální motory Briggs & Stratton INTEK s výkonem 16,4 až 18 [kW] a profesionální motor Briggs & Stratton VANGUARD s výkonem 15,7 [kW]. Pohon provádí hydrostatické převodovky s automatickou uzávěrkou diferenciálu. Díky silnému dvouválcovému motoru je vhodný pro různá použití.

Na traktor se montuje sečení o šířce 102 [cm]. Stroj má dvou-rotorové sečení umístěno mezi nápravami a posečená hmota je dopravena středovým tunelem do sběrného koše. Koš má objem 320 [l] a lze jej vyprázdnit pomocí výsuvné páky.[11], [12],[13]



Obr. 6 Starjet [53]

1.5 Starjet Exclusive

Profesionální traktúrky jsou vhodné pro každodenní použití v obcích, komunálních službách a úpravě fotbalových a travnatých hřišť. Jedná se o robustní a velmi dobře ovladatelný traktůrek. Vyrábí se ve verzích 4x2 s pohonem zadní nápravy a 4x4 s pohonem všech kol.

Je vhodný pro sečení pozemků o výměře 25000 až 30000 [m²] o maximálním skonu až 20 [°]. K dispozici jsou profesionální motory Briggs & Stratton VANGUARD s výkonem 15,7 až 17,2 [kW]. Pohon provádí profesionální hydrostatické převodovky s mechanickou uzávěrkou diferenciálu. Díky silnému dvouválcovému motoru s velkým točivým momentem je vhodný pro různá použití.

Na traktor se montuje sečení o šířce 102 [cm]. Stroj má dvou-rotorové sečení umístěné mezi nápravami a posečená hmota je dopravena středovým tunelem do sběrného koše. Koš má objem 360 až 380 [l] a lze jej vyprázdnit mechanicky pomocí výsuvné páky. [11], [14], [15]



Obr. 7 Starjet Exclusive 4x4 [54]

1.6 Panther

Jde o výkonný mulčer pro domácí použití, určený k mulčování pravidelně udržovaných ploch nebo občasně zanedbaných travnatých ploch. Je velmi vhodný pro použití v náročných svahových podmínkách.

Hodí se na sečení a mulčování pozemků o výměře 30000 až 80000 [m²] a maximální svahové dostupnosti až 15[°]. Ve verzi 4x2 s pohonem zadní nápravy je poloprofesionální motor Briggs & Stratton INTEK s výkonem 18 [kW]. O pohon se stará hydrostatická převodovka s automatickou uzávěrkou diferenciálu. Verze 4x4 má profesionální motor Briggs & Stratton VANGUARD s výkonem 17,2 [kW]. O pohon se stará profesionální hydrostatická převodovka s mechanickou uzávěrkou diferenciálu, která pohání obě nápravy.

Na traktor se montuje sečení o šířce 110 [cm]. Tří-rotorové sečení se 6 noži zvládá mulčovat i drobné nálety nebo až 120 [cm] vysoký porost. Panther nemá sběrný koš, protože je určen k mulčování posečené hmoty, kterou zanechává ležet na zemi.

Díky široké škále originálního příslušenství je vhodný pro celoroční použití, například i jako sněžná fréza. [11], [16], [17]



Obr. 8 Panther [55]

1.7 Crossjet

Jedná se o profesionální velmi výkonný mulčer určený pro neudržované, náletové i jinak zanedbané plochy. Je to ideální stroj do velmi členitého a kopcovitého terénu. Lehce si poradí i s náletovými dřevinami do průměru cca 4 [cm], keři či vzrostlým rákosem. U zákazníků je velmi oblíben zejména pro jeho jedinečné vlastnosti při údržbě příkopů silnic, sjezdových tratí, koryt řek a rybníků.

Crossjet se vyrábí ve 2 verzích. První verze 4x2 s pohonem zadní nápravy má profesionální motor Briggs & Stratton VANGUARD, který má výkon 15,7 [kW]. O pohon se stará hydrostatická převodovka s mechanickou uzávěrkou diferenciálu. Druhá verze 4x4 má totožný motor o výkonu 17,2 [kW] s pohonem všech kol a s mechanickou uzávěrkou diferenciálu. Jeho maximální svahová dostupnost může být až 20 [°].

Na traktor se montuje sečení o šířce 92 [cm]. Jedno-rotorové sečení s volnými břity je umístěno mezi nápravami. Crossjet nemá sběrný koš, protože je určen k mulčování posečené hmoty, kterou zanechává ležet na zemi. [11], [18], [19]



Obr. 9 Crossjet 4x4 [56]

1.8 Goliath

Jedná se o nově vyráběný profesionální mulčer, který výrazně posouvá limity Crossjetu. Je vysoce výkonný, velmi dobře zvládá náročný, jinou technikou nedostupný terén.

Goliath se vyrábí ve verzi 4x4 s pohonem všech kol. Obsahuje profesionální motor Kawasaki o výkonu 19,4 [kW] s mechanickou uzávěrkou diferenciálu. Jeho velkou předností je použití ve velice náročných svahových podmínkách.

Na traktor se montuje sečení o šířce 92, 110 a 132 [cm]. Jedno-rotorové sečení s dvěma výklopnými noži nebo tří-rotorové sečení se šesti pevnými noži ve dvou úrovních je umístěno mezi nápravami. Stejně jako Panther a Crossjet, ani Goliath nemá sběrný koš. Jako jediný model je opatřen sklopným bezpečnostním rámem ROPS.

Díky široké škále originálních příslušenství je vhodný pro celoroční použití, například lze snadno připojit zadní závěs pro tažení sklopného vozíku nebo zametací kartáč. [11], [20]



Obr. 10 Goliath 4x4 [57]

1.9 Doplnky a příslušenství

Díky široké nabídce přídatných zařízení lze rozšířit možnosti traktorů a udělat z nich stroje k celoročnímu využití. Díky kvalitnímu příslušenství, stroje snadno zvládnou kompletní péči o travnaté i zpevněné plochy, odklízení sněhu, odvoz odpadu, posyp, zametání a další potřebné činnosti.

Pro celoroční využití lze k většině výrobních strojů namontovat příslušenství jako je deflektor, mulčovací záslepka přepravní plošina, sklopný vozík, vertikutátor, žací ústrojí Mulč profi 110 [cm], přední jednoduchý závěs, přední univerzální závěs, sněhové řetězy, sněhová radlice, sněhová fréza, zametací kartáč, postřikovač, tažené rozmetadlo, nesené rozmetadlo a přídatné závaží. [11]



Obr. 11 Doplnky a příslušenství [58], [59]

Ve výrobní řadě se má v blízké budoucnosti objevit nový profesionální traktor, který bude mít mechanismus zvedání koše do výšky pro vyklopení posečené hmoty na ložnou plochu valníku. V těchto strojích má být přiděleno nové dopravní zařízení pro posečenou hmotu, protože klasickým způsobem již nebude možné posečenou hmotu do sběrného koše dopravit, z důvodu jiného umístění sběrného koše. Tyto stroje jistě vzbudí zájem u firem, které se zabývají úpravou sportovišť, parků a městských čtvrtí, ale i u soukromníků s větším zatravněným pozemkem, kteří se budou chtít zbavit posečené hmoty nasypáním na valník, do kompostérů nebo do kontejnerů.

Po profesionálních strojích se sacím dopravním zařízením je na trhu poptávka mezi profesionálními i hobby uživateli. Profesionální uživatel požaduje spolehlivost. Naproti tomu hobby uživatel upřednostňuje cenu.

2 Konkurenční výrobky

V této kapitole jsou popsány traktůrky konkurenčních značek, které disponují, nebo k nim lze dokoupit sací dopravní zařízení posečené hmoty do sběrného koše.

Jde o profesionální stroje, které využívají technické služby, složky údržby, správci parků a sportovišť k úpravě zatravněných ploch.

Většina sacích dopravních zařízení je postavena na podobném principu. Posečená hmota je nasávána ocelovým ventilátorem a skrze něj je tlačena do sběrného koše. Takovéto zařízení má velikou nevýhodu v tom, že posečená hmota zanáší lopatky ventilátoru. V krajních případech mohou nasáté drobné kameny poškodit lopatky ventilátoru. Další nevýhodou je umístění ventilátoru vně traktoru, snižuje tak dostupnost traktoru ve špatně přístupných prostorech.

U těchto profesionálních strojů se v hojné míře využívá hydraulika k pohonu funkcí a příslušenství. Levnější hobby traktory je většinou nemají k dispozici.

2.1 ISEKI

Tato Japonská značka zemědělských a komunálních strojů byla založena v roce 1926 a nabízí 4 modely se sacím dopravním zařízením. Jde o žací traktor TXG 237A, ke kterému je možné dopravní zařízení připojit. [21]

Dále to jsou traktorové sekačky SF 438/450 a SFH 240, které mají sací dopravní zařízení již integrované. Poslední je univerzální nosič ICT 50, ke kterému lze dopravní zařízení připojit. Kromě modelu TXG mají všechny stroje sečení umístěné před přední nápravou. Model TXG je určen k jinému použití než má být traktor firmy SECO, proto není předmětem zkoumání. [22]

Výkonnější model traktorové sekačky SF 450 má hmotnost 1185 [kg]. Pohon zajišťuje čtyřválcový vznětový motor o výkonu 35,5 [kW]. O pojezd se stará hydrostatická převodovka, která pohání zadní nápravu. Sečení trávy zajišťuje dvou-rotorový žací stroj umístěný před přední nápravou o záběru 144 nebo 157 [cm]. Posečená hmota je dopravována středovým sacím dopravním zařízením do sběrného koše o objemu 1300 [l]. [23]

Model traktorové sekačky SFH 240 má hmotnost 680 [kg]. Pohon zajišťuje tří-válcový vznětový motor o výkonu 18 [kW]. O pojezd se stará hydrostatická převodovka, která pohání zadní nápravu. Sečení trávy zajišťuje dvou-rotorový žací stroj umístěný před

přední nápravou o záběru 122 nebo 137 [cm]. Posečená hmota je dopravována středovým tunelem se sací turbínou do sběrného koše o objemu 550 [l]. [24]

Poslední je model univerzálního nosiče ICT 50, který má hmotnost 1690 až 1905 [kg] dle zvolené výbavy. Pohon zajišťuje čtyř-válcový vznětový motor o výkonu 35 [kW]. Pojezd zajišťuje hydraulický pohon se servořízením, který pohání obě nápravy. K tomuto modelu lze přidělat dvou-rotorový žací stroj umístěný před přední nápravou. Posečená hmota je dopravována bočním vývodem skrze radiální ventilátor do sběrného koše. [25]

Sací dopravní zařízení je u modelů SF a SFH realizováno uvnitř stroje. Posečená hmota vstupuje skrze krátký dopravní tunel o průměru 225 [mm] do radiální ocelové turbíny o průměru 370 [mm], z níž je dopravena do sběrného koše. Turbína je poháněna přes převodový mechanismus přímo klikovou hřídelí motoru. Takto umístěné zařízení má výhodu v tom, že turbína je v malé vzdálenosti od žacího ústrojí, proto není potřeba velkého sacího efektu. [23], [24]

Dopravní zařízení včetně sací turbíny u modelu ICT je umístěno vně stroje. Nevýhodou je velká vzdálenost turbíny od žacího ústrojí, proto je potřeba většího sacího efektu turbíny. Navíc takto umístěný dopravní tunel snižuje dostupnost univerzálního nosiče ve špatně přístupných prostorech. Nevýhodou všech modelů je, že posečená hmota putuje skrze ventilátor, čímž může zanášet lopatky ventilátoru nebo při nasátí drobných kamenů může lopatky mechanicky poškodit. [25]



Obr. 12 SFH 240 a dopravní zařízení v řezu [60], [61]

2.2 Kubota

Tato Japonská firma byla založena roku 1890 v Osace. Značka nabízí 3 typy se sacím dopravním zařízením. Jedná se o žací traktor GR series a modely traktorových sekaček F a Z series. Tyto modely mají ještě mnoho vlastních poddruhů rozdělených podle šířky sečení, výkonu motoru, atd. Na všechny druhy lze sací zařízení přidělat jako příslušenství, nejsou připojeny ke stroji v základním provedení. [26]

Model GR series je určen k jinému použití než má být traktor SECO Group, a proto není předmětem zkoumání.

Model traktorové sekačky F series je vyráběn ve 3 typech: F2690E, F2690 a F3990. Hmotnost základních modelů se pohybuje od 723 do 790 [kg]. Pohon zajišťují tři a čtyř-válcové vznětové motory o výkonech 18,8 až 28,7 [kW]. O pojezd se stará hydrostatická převodovka, která pohání obě nebo jen zadní nápravu, dle zvoleného typu. Sečení zajišťuje tří-rotorový žací stroj, umístěný před přední nápravou o záběru 152 nebo 182,6 [cm]. Posečená hmota je dopravována bočním vývodem skrze radiální ventilátor do sběrného koše. [27]

Model traktorové sekačky Z series je vyráběn v 16 typech: ZG222, ZG227, ZD221, ZG327, ZG332, ZD323, ZD326, ZD326H, ZD331, ZP330, Z723KH-48, Z724KH-54, Z725KH-60, Z724X-48, Z724X-54 a Z726X-60. Hmotnost základních modelů se pohybuje od 500 do 746 [kg]. Pohon zajišťují dvou a tří-válcové vznětové i zážehové motory o výkonech 15,4 až 23,9 [kW]. Pojezd zajišťuje hydrostatická převodovka, která pohání zadní nápravu. Sečení zajišťuje tří-rotorový žací stroj, umístěný mezi nápravami o záběru 122, 137 a 152,4 [cm]. Posečená hmota je dopravována bočním vývodem do sběrných vaků. [28], [29], [30]

Sací dopravní zařízení je u modelů F i Z series realizováno vně traktoru. U modelů F i Z series vystupuje posečená hmota bočním vývodem ze sekání a je nasávána do radiálního ventilátoru, projde skrze něj a je tlačena kolmo vzhůru do sběrného koše.

Nevýhodou je umístění zařízení vně stroje, protože může snižovat dostup stroje ve špatně přístupných prostorech. Zanášení ventilátoru viz ISEKI.

Společnost Kubota nabízí množství variant nasávání posečené hmoty do sběrného koše nebo vaku. Liší se velikostí a umístěním ventilátoru. Nejčastěji bývá umístěn přímo na sečení nebo u sběrného koše či vaku. [27], [28]



Obr. 13 Kubota Z series [62]

2.3 JOHN DEERE

Tato Americká firma byla založena v roce 1837. Zabývá se nejen žací, ale i zemědělskou a stavební technikou. Tato firma disponuje třemi druhy žací techniky, které mají sací dopravní zařízení. Jedná se o žací traktory X series, dále o mowery ZTrak Z900 series a Front mowery řady 1400 a 1500. Každá tato skupina má ještě své vlastní modely, které se liší výkonem, šířkou záběru sečení atd. Na všechny druhy lze sací zařízení přidělat jako příslušenství, nejsou připojeny ke stroji v základu. Model žacího traktoru X series je určen k jinému použití než má být traktor SECO Group a proto není předmětem zkoumání. [31]

Model moweru ZTrak Z900 series je rozdělen do tří skupin Z900 B, Z900 M a Z900 R series. V každé této kategorii je na výběr mnoho verzí zvolené řady. Ke všem modelům je možné přidělat sací dopravní zařízení. Základní hmotnost strojů se pohybuje od 499 do 619 [kg]. Pohon zajišťují dvou-válcové zážehové motory o výkonu 17,5 až 20,1 [kW]. O pojezd se stará hydrostatická převodovka, která pohání zadní nápravu. Sečení zajišťuje tří-rotorový žací stroj, umístěný mezi nápravami o záběru 122, 137, 152 a 183 [cm]. Posečená hmota je dopravována bočním vývodem skrze radiální ventilátor do sběrného koše. [32]

Model Front Moweru je rozdělen do dvou skupin 1400 a 1500. Každá kategorie má na výběr mnoho vlastních verzí, ke kterým je možné sací dopravní zařízení připojit. Hmotnost základních modelů je 840 [kg]. Pohon zajišťují tří-válcové vznětové motory

o výkonu 19 až 28 [kW]. Pojezd je zajištěn hydrostatickou převodovkou, která pohání buď zadní nápravu, nebo obě nápravy, dle přání zákazníka. Sečení zajišťuje tří-rotorový žací stroj, umístěný před přední nápravou o záběru 152 a 183 [cm]. Posečená hmota je dopravována bočním vývodem skrze radiální ventilátor do sběrného koše o objemu 600 nebo 900 [l]. [33]

Sací dopravní zařízení je u modelu Moweru ZTrak realizováno vně stroje. Radiální ventilátor je umístěn nad žacím ústrojím na začátku vedení, takže není potřeba téměř žádného sacího efektu, ale pouze tlačného. Nevýhodou je zanášení ventilátoru viz ISEKI. [32]

U modelu Front moweru je sací dopravní zařízení řešeno velmi podobně jako u modelu moweru ZTrak, s tím rozdílem, že zde je ventilátor umístěn zhruba v polovině dopravního vedení. To znamená, že ventilátor musí vytvářet i sací efekt, aby se do něho posečená hmota dopravila. U této verze je možné zvolit mezi ventilátorem vyrobeným z plastu nebo ocelovým a je možné si zvolit i druh pohonu ventilátoru. Pohon je řešen řemenem nebo hydraulicky. V obou případech je průměr ventilátoru 50 [cm]. Nevýhodou je opět umístění zařízení vně stroje a procházející posečená hmota skrze radiální ventilátor. [33]



Obr. 14 John Deere ZTrak Z930 M [63]

2.4 GIANNI FERRARI

Tato italská firma vznikla v roce 1957. Zabývá se výrobou žací techniky pro hobby i profesionální použití. Společnost nabízí tři typy žacích strojů, které disponují sacím dopravním zařízením. Jedná se o žací stroje Turbograss, PG a Turbo 1-1-2-4. Každý z uvedených typů je vyráběn v několika variantách, které se liší např. výkonem, velikostí sběrného koše, typem motoru atd. U těchto strojů je sací dopravní zařízení integrováno do základních modelů, tj. neslouží jako příslušenství.[34]

Žací stroj Turbograss je vyráběn ve variantě 630 a 922. Hmotnost základních modelů je 400 až 500 [kg]. Pohon zajišťují dvou-válcové zážehové motory nebo tří-válcové vznětové motory o výkonu 16,5 až 17 [kW]. Pojezd je zajištěn hydrostatickou převodovkou, která pohání přední nápravu. Sečení je řešeno dvou-rotorovým žacím strojem, umístěným před přední nápravou o záběru 110 a 130 [cm]. Posečená hmota je dopravována středovým tunelem skrze radiální ventilátor do sběrného koše o objemu 350, 500 nebo 700 [l]. [35]

Další model PG je vyráběn ve variantách 220D, 230, 280D a 280DW. Hmotnost základních modelů se pohybuje od 550 do 800 [kg]. Pohon zajišťují dvou-válcové zážehové motory nebo tří-válcové vznětové motory o výkonu 16,5 až 20,5 [kW]. Pojezd je realizován hydrostatickou převodovkou, která pohání jen přední nápravu nebo obě nápravy. Sečení je řešeno dvou-rotorovým žacím strojem, umístěným před přední nápravou o záběru 112, 126 a 130 [cm]. Posečená hmota je dopravována středovým tunelem skrze radiální ventilátor do sběrného koše o objemu 600 nebo 800 [l]. [36]

Poslední model Turbo 1-1-2-4 je vyráběn ve variantách 2, 2T, 4 a 4T. Hmotnost základních modelů se pohybuje od 750 do 860 [kg]. Pohon zajišťují čtyř-válcové vznětové motory o výkonu 26,5 až 32,5 [kW]. Pojezd je realizován hydrostatickou převodovkou, která pohání jen přední nápravu nebo obě nápravy. Sečení je řešeno dvou-rotorovým žacím strojem, umístěným před přední nápravou o záběru 130 nebo 150 [cm]. Posečená hmota je dopravována středovým tunelem skrze radiální ventilátor do sběrného koše o objemu 1300[l]. [37]

Všechny modely mají sací dopravní zařízení téměř totožné. Liší se pouze použitým materiálem. Levnější verze jsou vyráběny z plastu a liší se počtem lopatek ve ventilátoru. U strojů Turbograss a PG má ventilátor čtyři lopatky. Ventilátor stroje Turbo 1-1-2-4 disponuje šesti lopatkami. Radiální ventilátor je umístěn v malé vzdálenosti od žacího ústrojí, tudíž není zapotřebí velkého sacího efektu. Nespornou

výhodou je umístění celého zařízení uvnitř stroje, protože nesnižuje dostupnost stroje ve špatně přístupných prostorech. Takto umístěné zařízení zlepšuje stabilitu stroje. Nevýhodou je zanášení ventilátoru viz ISEKI. [35], [36], [37]



Obr. 15 Gianni Ferrari model PG a radiální ventilátor z modelu Turbo 1-1-2-4 [64], [65]

3 Ventilátory

Ventilátory jsou rotační lopatkové stroje pro dopravu a stlačování plynů a par do tlaku 10 000 [Pa]. Ventilátory, které odsávají látku z určitého prostoru a pracují s pod tlakem, se nazývají vývěvy. Hlavními parametry ventilátorů jsou: celkový dopravní tlak, objemové množství vzduchu a příkon.

Ventilátory dělíme podle přetlaku na:

- Nízkotlaké (do 1000 [Pa])
- Středotlaké (od 1000 do 4000 [Pa])
- Vysokotlaké (od 4000 do 10 000 [Pa])

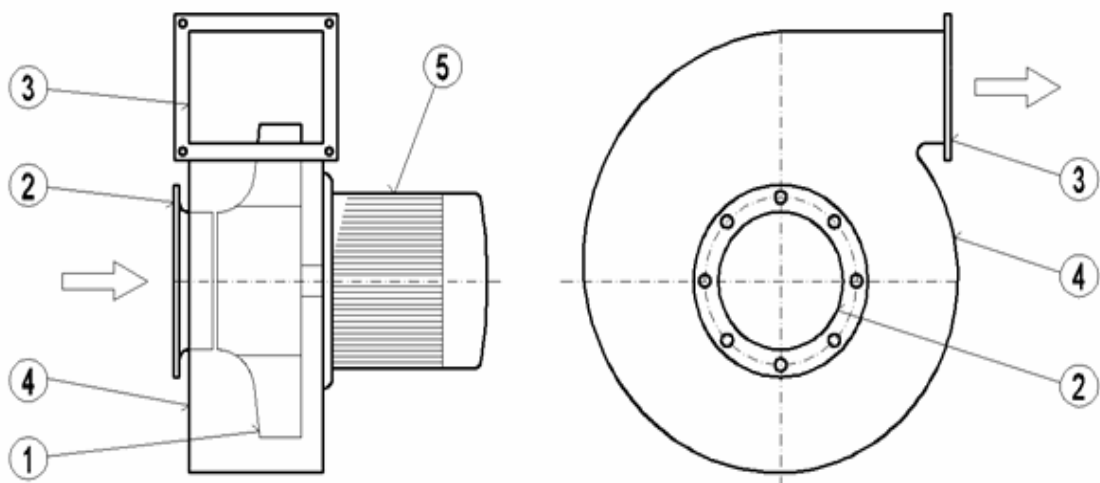
Podle směru proudění na:

- Radiální
- Axiální
- Diagonální
- Diametrální

[38]

3.1 Radiální ventilátory

Používají se pro vyšší tlaky a menší objemové průtoky. Hlavními součástmi jsou oběžné kolo (1), sací hrdlo (2), výtlačné hrdlo (3), spirální skříň (4) a pohon (5). „*Součástí oběžného kola jsou lopatkové kanály, které při otáčení zajišťují nasávání vzduchu v axiálním směru a výtlač ve směru kolmém na osu rotace.*“ [39]



Obr. 16 Schéma radiálního ventilátoru [66]

Radiální ventilátory se dělí podle tvaru lopatek:

- Dopředu zahnuté lopatky
- Dozadu zahnuté lopatky
- Radiálně zakončené lopatky

Nejpoužívanější ventilátory jsou nízkotlaké ventilátory s dopředu zahnutými lopatkami. Oběžné kolo je konstrukčně jednoduché, ale počet lopatek je velký (40 až 50). Celková účinnost tohoto typu je 0,55 až 0,65 [-].

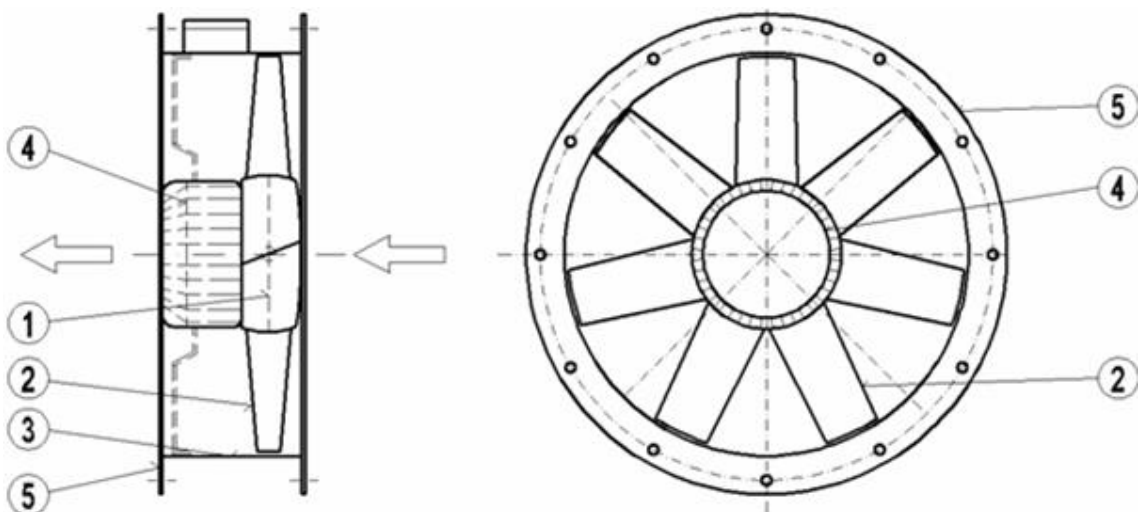
Účinnější jsou ventilátory s dozadu zahnutými lopatkami, jejichž celková účinnost je 0,8 až 0,85 [-]. Tyto ventilátory se vyrábějí hlavně jako středotlaké a vysokotlaké. Oběžná kola mají menší počet lopatek (6 až 15). [39], [40]

3.2 Axiální ventilátory

U axiálních ventilátorů proudí vzduch ve směru otáčení oběžného kola a ventilátory se používají pro velký průtok vzduchu, kde není potřeba vysokých dopravních tlaků. Skládá se z rotoru (1) s oběžnými lopatkami (2), pláště (3) a pohonu (4). Potrubní provedení bývá opatřeno přírubami (5).

Axiální ventilátory se dělí na:

- Přetlakové
- Rovnotlaké



Obr. 17 Schéma axiálního ventilátoru [67]

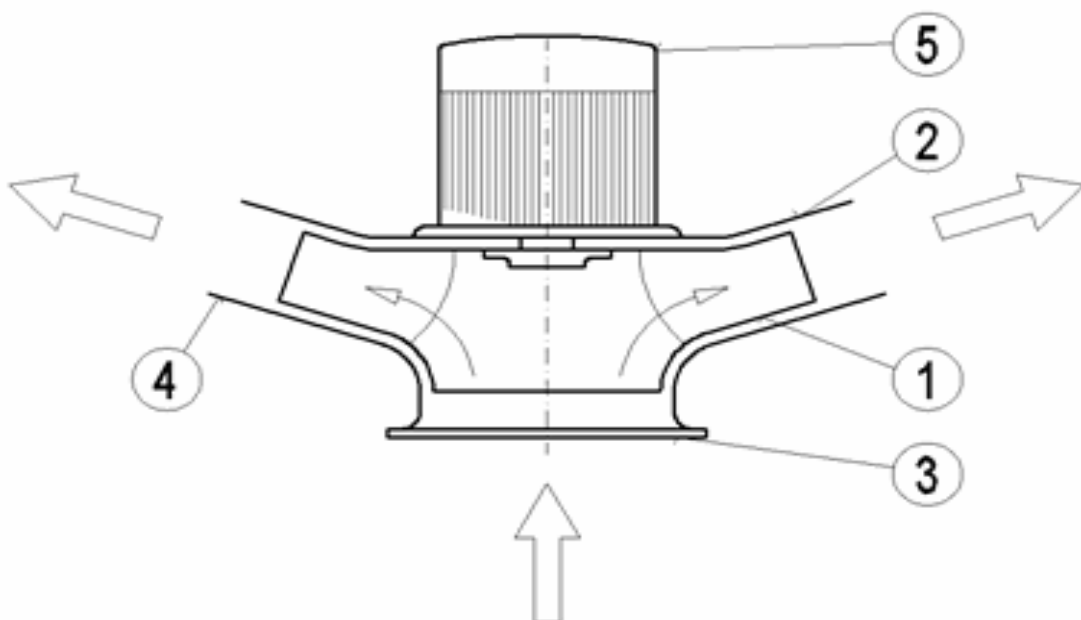
Přetlakové ventilátory mají statický tlak za oběžným kolem vyšší než před kolem. Objemové průtoky se pohybují v širokém pásmu hodnot. Celková účinnost těchto ventilátorů se pohybuje kolem 0,85 [-]. Používají se pro větrací a klimatizační zařízení, chladicí věže, atd.

Rovnotlaké ventilátory se používají především v průmyslu, kde je statický tlak za oběžným kolem stejný jako před ním (v oběžném kole se proud vzduchu urychluje). Za oběžným kolem je umístěn difuzor, ve kterém při poklesu dynamického tlaku roste tlak statický. Objemový průtok vzduchu dosahuje velkých hodnot (až 300 [m³/h]) a celková účinnost je přibližně 0,8 [-]. [39], [40]

3.3 Diagonální ventilátory

Diagonální ventilátor připomíná konstrukcí oběžného kola spíše radiální ventilátor, ale ve skutečnosti jde o přechod mezi axiálním a radiálním ventilátorem. Vzduch proudí do ventilátoru v axiálním směru, tedy ve směru osy rotace oběžného kola, avšak výtlačk z ventilátoru je pod úhlem menším než 90 [°].

Hlavní součásti tohoto ventilátoru jsou oběžné kolo (1), skříň ventilátoru (2), sací hrdlo (3), výtlačné hrdlo (4) a pohon (5). [39]



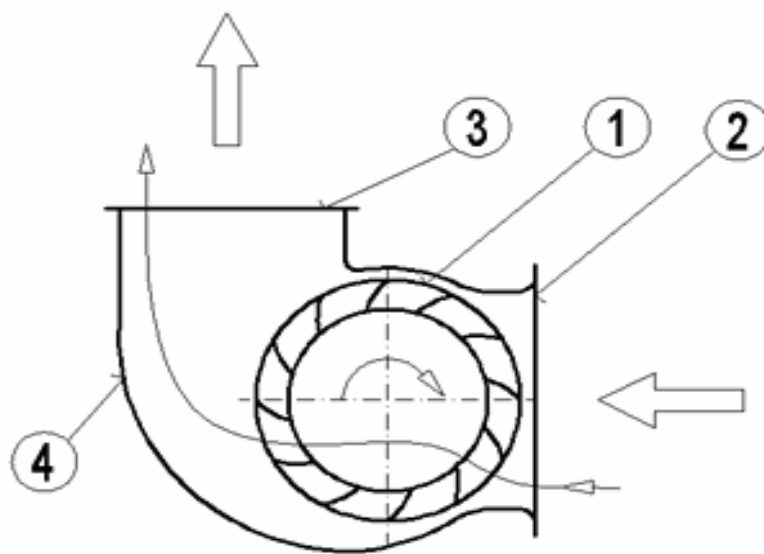
Obr. 18 Schéma diagonálního ventilátoru [68]

3.4 Diametrální ventilátory

Diametrální ventilátor nasává vzduch na vnějším obvodu oběžného kola (1) v sacím hrdle (2). Vzduch prochází příčně oběžným kolem a opět vystupuje na vnějším obvodu, odkud je vyfukován do výtlačného hrdla (3). Lopatky jsou rozmístěné po obvodu oběžného kola a jsou zahnuty směrem dopředu. Šířka oběžného kola bývá 1 až 5-ti násobek vnějšího průměru oběžného kola.

„Tyto ventilátory se používají tam, kde je nutné nasávat vzduch v širokém podélném rozměru. Celková účinnost diametrálních ventilátorů se pohybuje od 0,45 do 0,55.“

[39]



Obr. 19 Schéma diametrálního ventilátoru [69]

V návrhu sacího zařízení bude potřeba poměrně velký tlak při malém objemovém toku.

Pro tuto variantu se nejvíce hodí radiální ventilátor, proto bude při návrhu použit.

4 Návrh dopravního zařízení

Požadavků na konstrukci nového dopravního zařízení s využitím ventilátoru je mnoho. V první řadě má být zařízení vedeno vnitřkem stroje z důvodu lepšího těžiště a dostupnosti traktůrku. Druhý požadavek je, aby posečená hmota neprocházela skrze ventilátor, protože by mohlo docházet k zanášení a poškozování lopatek ventilátoru. Zařízení má být konstrukčně navrženo primárně pro traktůrek, který bude mít sečení před přední nápravou.

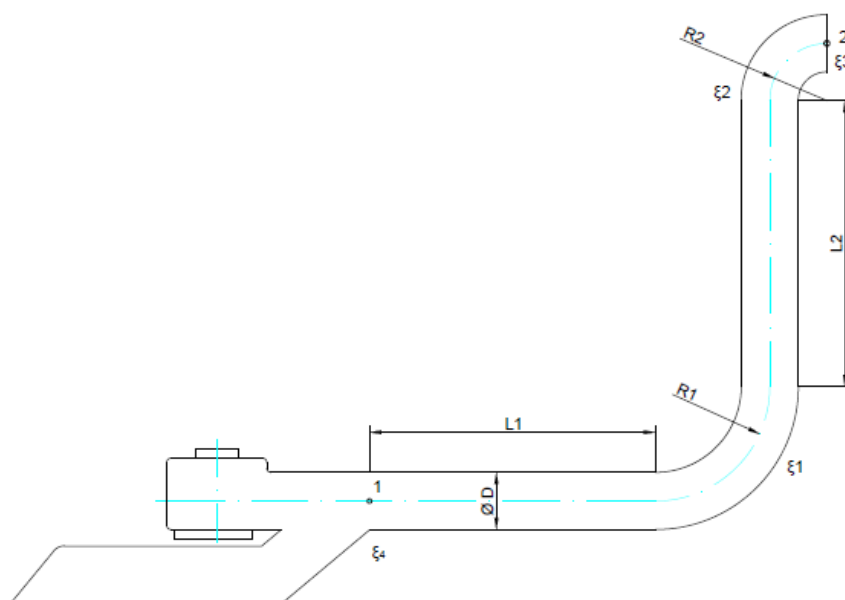
V práci byly navrženy dvě varianty dopravního zařízení s ohledem na požadavky firmy.

4.1 I. Varianta dopravního zařízení

Toto zařízení je navrženo tak, že radiální ventilátor je umístěn na počátek vedení. Ventilátor je umístěn přímo nad sečením a pomocí vytvářeného tlaku dopravuje posečenou hmotu do sběrného koše.

Výhodou je dostupnost k ventilátoru v případě poruchy. Nevýhodou je velká vzdálenost, kterou bude muset posečená hmota překonat. V tunelu budou, kvůli jeho délce, větší tlakové ztráty a tudíž bude potřeba většího a silnějšího ventilátoru.

Tato varianta je vhodná pouze pro stroje, které budou mít sečení umístěné před přední nápravou. Pro stroje, které by měly sečení mezi nápravami je díky umístění ventilátoru tento návrh nevhodný.

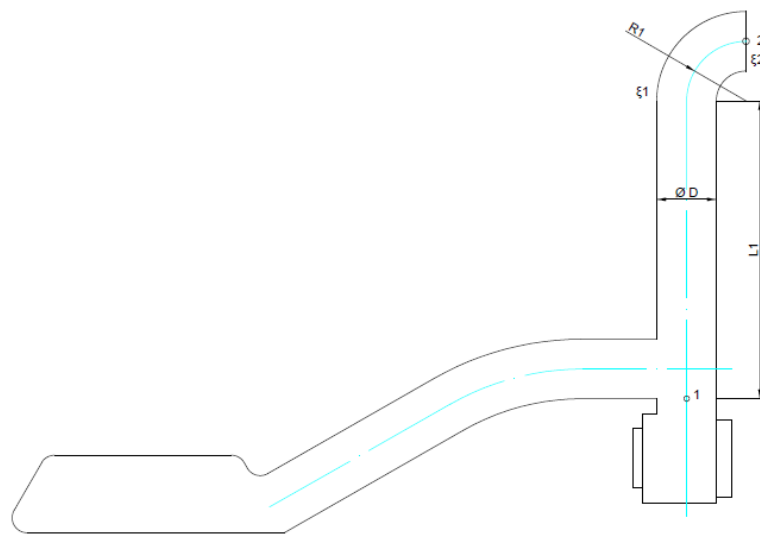


Obr. 20 I. varianta zařízení

4.2 II. Varianta dopravního zařízení

Tato varianta je navržena tak, že radiální ventilátor je umístěn přibližně v polovině délky dopravního tunelu. Jelikož posečená hmota vylétá ze sečení poměrně velkou rychlostí, dokáže se k ventilátoru dopravit bez vnější pomoci. Ventilátor pak musí překonat tlakovou ztrátu jen svislého úseku vedení, aby dopravil hmotu do sběrného koše.

Díky menším tlakovým ztrátám nebude potřeba tak rozměrného a výkonného radiálního ventilátoru, což je výhodou tohoto návrhu. Nevýhodou je umístění ventilátoru uvnitř stroje. Velmi se totiž sníží dostupnost k zařízení v případě poruchy.



Obr. 21 II. Varianta zařízení

V obou případech se musí zajistit, aby se ventilátor zapnul před začátkem sečení a vypnul se několik sekund po ukončení sečení. V opačném případě by mohlo dojít k ucpání tunelu nebo ventilátoru posečenou hmotou.

Varianta I. se zdá být lepším řešením, protože se zde nemusí dbát na vzdálenosti sečení od ventilátoru. Ventilátor bude navíc umístěn na předním sečení, a tudíž se pro něho při konstrukci stroje nemusí vyhrazovat místo uvnitř stroje. Z těchto důvodů byla vybrána varianta I., pro kterou budou provedeny výpočty.

5 Základní výpočty

V této kapitole se bude počítat celkový ztrátový tlak ve vedení pro zvolenou variantu a podle výsledků bude z katalogu vybrán vhodný ventilátor.

Z těchto výsledků se poté zpracuje graf závislosti tlaku na objemovém průtoku. Jedná se o dvě křivky, které vytvoří pracovní oblast. Každý ventilátor má svůj graf závislosti tlaku na objemovém průtoku. Při proložení obou grafů, musí vhodně vybraný ventilátor, pokrýt celou pracovní oblast.

Původní průřez dopravního potrubí byl obdélníkový, nyní bude kruhový, kvůli lepšímu vedení. Byl zvolen průměr $D = 200$ [mm].

Hodnoty pro základní výpočty byly poskytnuty firmou. Objemový tok směsi vzduchu a trávy v tunelu je $Q_s = 0,0955$ [m^3/s]

Následuje výpočet rychlosti proudění směsi c [m/s]

$$c_1 = \frac{Q_s}{S} = \frac{4 \cdot Q_s}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,0955}{\pi \cdot 0,2^2} = 3,038 \text{ [m/s]} \quad (1)$$

Do potrubí bude dále vstupovat proud vzduchu z ventilátoru, který bude mít předpokládaný objemový tok $Q_v = 0,1$ [m^3/s]. Objemové toky se sečtou

$$Q = Q_s + Q_v = 0,0955 + 0,1 = 0,1955 \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (2)$$

Ze vzorce (1) se vypočítá rychlost vzduchu

$$c_2 = \frac{Q}{S} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,1955}{\pi \cdot 0,2^2} = 6,223 \text{ [m/s]} \quad (1)$$

Hustota trávy je několikanásobně vyšší. Její rychlost, pro kterou budou počítány ztráty, se spočítá ze zákona zachování hybnosti. Maximální poměr trávy a vzduchu v potrubí bude 25:75 a minimální 10: 90. Pro maximální poměr, bude hmotnost trávy při objemu $V=1$ [m^3] a hustotě $\rho_t = 158$ [$\frac{kg}{m^3}$] rovna hodnotě $m_1 = 39,5$ [kg] a hmotnost vzduchu o hustotě $\rho_v = 1,189$ [$\frac{kg}{m^3}$] rovna hodnotě $m_2 = 0,892$ [kg]

$$m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 = (m_1 + m_2) \cdot c \quad (3)$$

$$c = \frac{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{39,5 \cdot 3,038 + 0,892 \cdot 6,223}{(39,5 + 0,892)} = 3,108 \text{ [m/s]}$$

Pro minimální poměr bude hmotnost trávy $m_1=15,8$ [kg] a hmotnost vzduchu $m_2=1,07$ [kg]

$$c = \frac{m_1*c_1+m_2*c_2}{(m_1+m_2)} = \frac{15,8*3,038+1,07*6,223}{(15,8+1,07)} = 3,24 \text{ [m/s]}$$

5.1 I. Varianta

Proudění vzduchu v potrubí může být laminární, přechodové nebo turbulentní. Charakter proudění udává Reynoldsovo číslo Re [-]. Laminární proudění pro kruhový průřez je tehdy, pokud je $Re \leq 2300$. Pokud je $2300 < Re < 3000$ jedná se o přechodové proudění. Bude-li $Re > 3000$ bude se jednat o turbulentní proudění. Pro maximální poměr [41]

$$Re = \frac{c*D}{\nu} = \frac{3,108*0,2}{15,116*10^{-6}} = 41121,99 \text{ [-]} \quad (4)$$

Pro minimální poměr

$$Re = \frac{c*D}{\nu} = \frac{3,24*0,2}{15,116*10^{-6}} = 42868,484 \text{ [-]} \quad (4)$$

kde c [m/s] je rychlost proudění

D [m] je průměr potrubí

ν [m^2/s] je kinematická viskozita, která byla vzata z tabulek pro suchý vzduch o tlaku $p = 0,1$ [MPa] a teplotě $t = 20$ [$^{\circ}C$].

Zde nastává malá odchylka ve výsledku, protože je dosazena kinematická viskozita pouze pro vzduch. Kinematická viskozita "trávy" není nikde v dostupných zdrojích uvedena.

Z obou výsledků plyne, že se jedná o turbulentní proudění.

5.2 Tlakové ztráty

Vlivem vazkosti se při proudění potrubím přemění část mechanické energie na teplo. Neuvažujeme-li o stlačitelnosti vzduchu, protože se až do rychlosti $c = 150$ [m/s] zanedbává, projeví se úbytek mechanické energie jako úbytek tlaku. Jedná se o tlakové ztráty. Ztráty se dělí na ztráty třením a ztráty místní. Třecí ztráty vznikají po celé délce potrubí a místní ztráty vznikají v místech narušení proudu vzduchu. [41], [42]

5.2.1 Třecí ztráty

Kvůli překonání odporu přímého potrubí o průřezu S [m^2], dojde k úbytku tlaku. Velikost tlakové ztráty je závislá na rychlosti dopravovaného vzduchu c [m/s], průměru potrubí d [m] a délce potrubí l_c [m].

Při klasických výpočtech se drsnost potrubí zanedbává nebo volí z tabulek. V tomto případě byla kvůli možnému přichytávání posečené trávy na stěny potrubí zvolena ekvivalentní drsnost $k = 2$ [mm], která bude použita při výpočtu relativní drsnosti ε [-]

$$\varepsilon = \frac{k}{d} = \frac{2}{200} = 0,01 \text{ [-]} \quad (5)$$

kde d [mm] je průměr potrubí.

Pro výpočet součinitele třecích ztrát λ [-] pro maximální poměr, bude použit již upravený Coolebrokův vztah

$$\lambda = \frac{1,318}{\left[\ln\left(\frac{\varepsilon}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right]^2} = \frac{1,318}{\left[\ln\left(\frac{0,01}{3,7} + \frac{5,74}{41121,99^{0,9}}\right)\right]^2}$$
$$\lambda = 0,0395 \text{ [-]} \quad (6)$$

Pro minimální poměr

$$\lambda = \frac{1,318}{\left[\ln\left(\frac{\varepsilon}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right]^2} = \frac{1,318}{\left[\ln\left(\frac{0,01}{3,7} + \frac{5,74}{42868,484^{0,9}}\right)\right]^2}$$
$$\lambda = 0,0395 \text{ [-]} \quad (6)$$

kde Re [-] je Reynoldsovo číslo.

Celková délka potrubí l_c [m] je rovna součtu všech potrubních částí a vypočítá se ze vzorce

$$l_c = l_1 + l_2 + \frac{2*\pi*R_1}{4} + \frac{2*\pi*R_2}{4} = 1,2 + 1 + \frac{2*\pi*0,4}{4} + \frac{2*\pi*0,2}{4}$$
$$l_c = 3,142 \text{ [m]} \quad (7)$$

kde $l_1 = 1,2$ [m] je délka vodorovné části potrubí

$l_2 = 1$ [m] je délka svislé části potrubí

$R_1 = 0,4$ [m] je poloměr spodního ohybu tunelu

$R_2 = 0,2 [m]$ je poloměr vrchního ohybu tunelu.

Nyní je potřeba určit hustotu směsi $\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]$. Do výpočtů zde uvedených bude dosazována hustota směsi $\rho_1 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ o poměru 75:25. Výsledky výpočtů pro $\rho_2 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ o poměru směsi 90:10 a rychlosti $c = 3,24 [m/s]$ budou uvedeny v tabulce, aby zde nebyly uvedeny stejné vzorce dvakrát.

$$\rho_1 = 0,25 * \rho_t + 0,75 * \rho_v = 0,25 * 158 + 0,75 * 1,189 \quad (8)$$

$$\rho_1 = 40,392 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$\rho_2 = 0,1 * \rho_t + 0,9 * \rho_v = 0,1 * 158 + 0,9 * 1,189$$

$$\rho_2 = 16,87 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

kde $\rho_t = 158 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ je hustota mokré trávy naměřená ve firmě

$\rho_v = 1,189 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ je hustota vzduchu při teplotě $t = 20 [^\circ C]$ a tlaku $p = 0,1 [MPa]$, odečtená z tabulek.

Pro určení třecí ztráty $\Delta p_t [Pa]$ jsou již spočítány všechny hodnoty a lze ji bez problémů spočítat.

$$\Delta p_t = \lambda * \frac{l_c}{D} * \frac{c^2}{2} * \rho_1 = 0,0395 * \frac{3,142}{0,2} * \frac{3,108^2}{2} * 40,392 \quad (9)$$

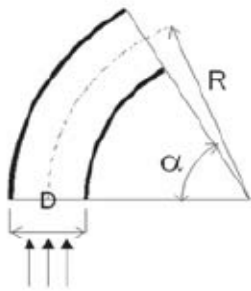
$$\Delta p_t = 121,06 [Pa]$$

5.2.2 Místní ztráty

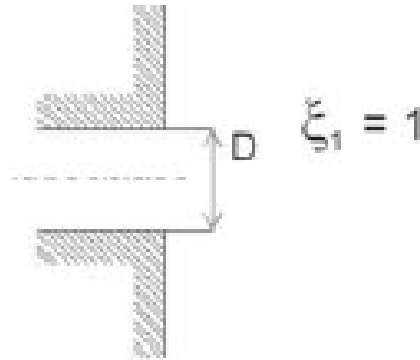
Místní tlakové ztráty vznikají při každém narušení proudu vzduchu. Může se jednat například o oblouk, zúžení, rozdělení či spojení proudů vzduchu v potrubí.

Pro výpočet místních ztrát se nejdříve určí součinitel místních ztrát $\xi [-]$. V tomto případě půjde o ztráty v kolenech a na výstupu, které určíme z tabulky 1 a obr. 22. [41], [42]

Tab. 1-Součinitele místních ztrát pro koleno



Úhel změny směru α	r/D			
	1,0	1,5	3,0	4,0
45°	0,25	0,20	0,15	0,10
90°	0,40	0,30	0,20	0,15
180°	0,50	0,35	0,25	0,20



Obr. 22 Výtok z nádoby [70]

Pro určení ztrát v kolenech se vypočítá poměr $\frac{r}{D}$ [-] a následně se z tabulky vybere správný součinitel místních ztrát ξ

Hodnota pro ξ_1

$$\frac{R_1}{D} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \quad [-] \quad (10.1)$$

Výsledná hodnota odečtená z tabulky 1 po lineární interpolaci je $\xi_1 = 0,267$ [-]

Poměr pro určení ξ_2

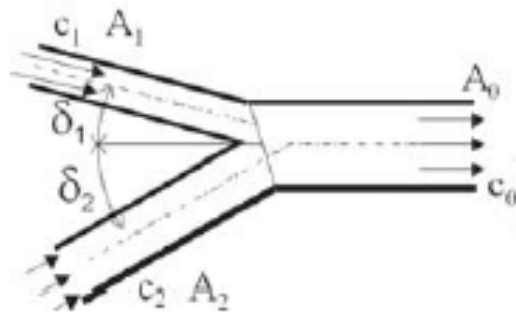
$$\frac{R_2}{D} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \quad [-] \quad (10.2)$$

Výsledná hodnota odečtená z tabulky 1 je $\xi_2 = 0,4$ [-]. Z obr. 22 je zjevné, že hodnota pro výtok z potrubí bude $\xi_3 = 1$ [-].

V potrubí bude návarek kvůli nasazení hadice, který bude způsobovat náhlé zúžení a rozšíření průřezu. Jeho velikost je ovšem tak malá, že se může tato místní ztráta zanedbat.

Dále se musí započítat ztráta ξ_4 , která vzniká na začátku vedení, kde se spojují dvě potrubí dle obr. 23. V tomto případě je $A = S$ a $S_1 = 0,0201$ [m²]

a $S_2 = S_0 = 0,0314 \text{ [m}^2\text{]}$, dále $c_1 = 4,975 \text{ [m/s]}$ a $c_2 = c_0 = 3,108 \text{ [m/s]}$, $\delta_1 = 0 \text{ [}^\circ\text{]}$, $\delta_2 = 30 \text{ [}^\circ\text{]}$ a opravný součinitel $k \approx 1 \text{ [-]}$.



Obr. 23 Spojení potrubí [71]

$$\xi_4 = k \left[1 + \left(\frac{c_1}{c_0} \right)^2 - 2 * \left(\frac{c_1}{c_0} \right)^2 * \frac{S_1}{S_0} * \cos \delta_1 - 2 * \left(1 - \frac{c_1 * S_1}{c_0 * S_0} \right)^2 * \frac{S_0}{S_2} * \cos \delta_2 \right]$$

$$\xi_4 = 1 \left[1 + \left(\frac{4,975}{3,108} \right)^2 - 2 * \left(\frac{4,975}{3,108} \right)^2 * \frac{0,0201}{0,0314} * \cos 0 - 2 * \left(1 - \frac{4,975 * 0,0201}{3,108 * 0,0314} \right)^2 * \frac{0,0314}{0,0314} * \cos 30 \right]$$

$$\xi_4 = 0,281 \text{ [-]} \quad (10.3)$$

Celkový součinitel místních ztrát $\xi_c \text{ [-]}$ je roven součtu dílčích místních ztrát ξ_1, ξ_2, ξ_3 a ξ_4

$$\xi_c = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 = 0,267 + 0,4 + 1 + 0,281 = 1,948 \text{ [-]} \quad (11)$$

Následuje výpočet místní ztráty $\Delta p_m \text{ [Pa]}$, která se vypočítá ze vztahu

$$\Delta p_m = \rho_1 * \frac{c^2}{2} * \xi_c = 40,392 * \frac{3,108^2}{2} * 1,948 = 380,029 \text{ [Pa]} \quad (12)$$

Celková odporová tlaková ztráta v potrubí $\Delta p_z \text{ [Pa]}$, vlivem třecích a místních ztrát, pro hustotu ρ_1 je rovna součtu Δp_t a Δp_m

$$\Delta p_z = \Delta p_t + \Delta p_m = 121,06 + 380,029 = 501,089 \text{ [Pa]} \quad (13)$$

5.3 Polohová energie

Kvůli poměrně velké výšce, kterou musí posečená hmota v potrubí překonat, je potřeba připočítat k tlakovým ztrátám i tuto ztrátu $\Delta p_h \text{ [Pa]}$. Nejdříve se vypočítá celková výška potrubí $h_c \text{ [m]}$

$$h_c = R_1 + l_2 + R_2 = 0,4 + 1 + 0,2 = 1,6 [m] \quad (14)$$

$$\Delta p_h = h_c * \rho_1 * g = 1,6 * 40,392 * 9,81 = 633,993 [Pa] \quad (15)$$

5.4 Celková tlaková ztráta

Toto je celková tlaková ztráta v potrubí $\Delta p_c [Pa]$ pro ideální průběh.

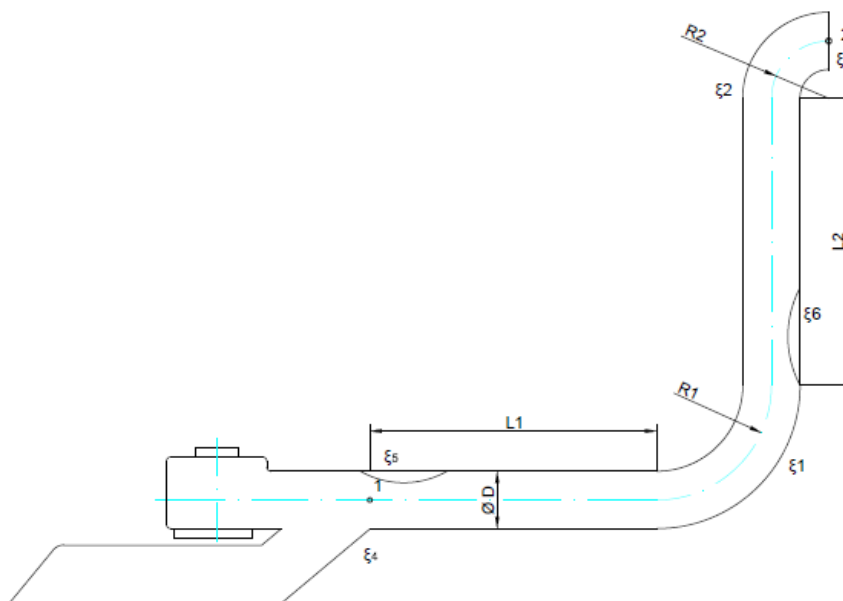
$$\Delta p_c = \Delta p_z + \Delta p_h = 501,089 + 633,993 = 1135,082 [Pa] \quad (16)$$

Výsledky výpočtů tlakových ztrát pro hustotu ρ_1 a $\rho_2 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ budou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2-Hodnoty pro hustotu směsi ρ_1 a ρ_2

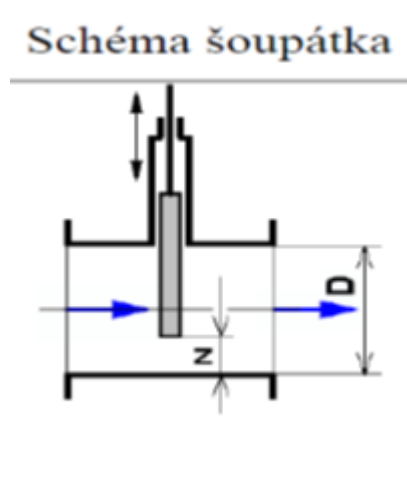
HUSTOTA SMĚSI ρ	$\rho_1=40,392 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$	$\rho_2=16,87 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$
Třecí ztráta Δp_t	121,06 [Pa]	54,948 [Pa]
Místní ztráta Δp_m	380,029 [Pa]	172,490 [Pa]
Celková odporová ztráta Δp_z	501,089 [Pa]	227,438 [Pa]
Výšková ztráta Δp_h	633,993 [Pa]	264,792 [Pa]
Celková ztráta Δp_c	1135,082 [Pa]	492,23 [Pa]

V extrémním případě by mohl nastat problém, protože posečená směs je velmi nevyzpytatelná a za ohyby tunelu potrubí by se mohla „nalepovat“ na stěny a tím by se zmenšil průřez obr. 24.



Obr. 24 Varianta I s nánosy posečené hmoty

Třecí ztráty se nezmění. Změní se však místní ztráta, protože přibudou součinitele třecích ztrát zúžení průřezu porubí. V tomto případě budou počítány jako částečně vysunutě šoupátko, které se nejvíce podobá reálnému nánosu obr. 25.[41], [42]



Obr. 25 Šoupátko [72]

Tab. 3-Ztráty šoupátka

POMĚR z/D	0,875	0,75	0,625	0,5	0,375	0,25	0,125	0,094	0,063
ξ	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17	98	160	426

Velikost nánosu byla zvolena na 40 [mm], tudíž $z = 160$ [mm]. Výsledný poměr je

$$\frac{z}{D} = \frac{160}{200} = 0,8 [-] \quad (17)$$

Z výsledku se pomocí výše uvedeného obrázku s tabulkou hodnot určily hodnoty ξ_5 a $\xi_6 = 0,18 [-]$, tyto hodnoty se dosadí do vzorce (11)

$$\begin{aligned} \xi_{c2} &= \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 + \xi_5 + \xi_6 \\ &= 0,267 + 0,4 + 1 + 0,281 + 0,18 + 0,18 \end{aligned}$$

$$\xi_{c2} = 2,308 [-]$$

Celková místní ztráta Δp_{m2} po dosazení do vzorce (12) je

$$\Delta p_{m2} = \rho_1 * \frac{c^2}{2} * \xi_c = 40,392 * \frac{3,108^2}{2} * 2,308 = 450,26 [N] \quad (12)$$

Hodnoty tlakových ztrát pro případ s usazováním posečené hmoty jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 4-Tlakové ztráty s nánosy

HUSTOTA SMĚSI ρ	$\rho_1=40,392 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$	$\rho_2=16,87 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Třecí ztráta Δp_t	121,06 [Pa]	54,948 [Pa]
Místní ztráta Δp_{m2}	450,26 [Pa]	204,367 [Pa]
Celková odporová ztráta Δp_z	571,32 [Pa]	259,315 [Pa]
Výšková ztráta Δp_h	633,993 [Pa]	264,792 [Pa]
Celková ztráta Δp_c	1205,313 [Pa]	524,107 [Pa]

5.5 Výběr ventilátoru

Zvolený ventilátor musí pokrýt tlakovou ztrátu, která v potrubí vznikne.

Cena ventilátorů je poměrně vysoká, proto si firma Seco GROUP a.s. s nejvyšší pravděpodobností vyvine vlastní, který bude splňovat všechny požadavky. Pro názornost zde budou ukázány dva ventilátory, které by se daly použít.

První ventilátor, který je vhodný pro toto použití, je hliníkový vysokotlaký ventilátor typ HRD 1/4T obr. 26. Kompletní katalog HRD ventilátorů včetně rozměrů a výkonových grafů je v příloze 1.

Výhodou tohoto ventilátoru je, že se již prodává s řemenovým pohonem a má malé rozměry. Nevýhodou je vysoká cena, a pokud by měl být používán ve venkovním prostředí, tak musí být na jeho povrch nanesen ochranný povlak, jehož aplikace zvýší původní cenu.[43]



Obr. 26 Vysokotlaký ventilátor HRD 1/4T [73]

Druhý je ocelový středotlaký ventilátor S-MP 345/20 obr. 27. Katalog ventilátoru S-MP je uveden v příloze 2.

Výhodou je podstatně nižší cena. Zároveň nemusí být povrch ventilátoru nijak upravován pro použití v exteriéru. Nevýhodou jsou větší rozměry.[44]



Obr. 27 Středotlaký ventilátor S-MP 345/20 [74]

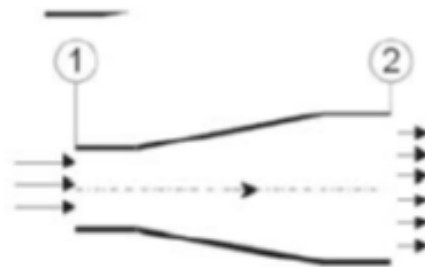
Zvolený ventilátor musí pokrýt tlakovou ztrátu, která v potrubí vznikne. Zde se počítá poslední tlaková ztráta, která vznikne v úseku potrubí, kde bude proudit pouze vzduch. Velikost bude záviset na typu ventilátoru, respektive na průřezu výtlačného hrdla. Protože se středotlaký ventilátor S-MP díky nižší ceně a vyšší odolnosti jeví jako lepší varianta, bude poslední ztráta spočítána pro tento typ.

Jedná se o místní tlakovou ztrátu, protože plocha hrdla je $S_1 = 0,0096 \text{ [m}^2\text{]}$ a plocha potrubí je $S_2 = 0,0201 \text{ [m}^2\text{]}$. Součinitel místních ztrát, který je potřebný pro výpočet

bude spočítán pro náhlé rozšíření obr. 26. ale i pro plynulé rozšíření obr. 27. Vzhledem k velmi malé délce přípojného potrubí, se může třecí ztráta zanedbat.



Obr. 28 Náhlé rozšíření potrubí [75]



Obr. 29 Plynulé rozšíření potrubí [76]

Jako první se vypočítá součinitel místní ztráty ξ [-] pro náhlé rozšíření

$$\xi = k * \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 = 1,3 * \left(1 - \frac{0,0096}{0,0201}\right)^2 = 0,355 \text{ [-]} \quad (18)$$

Dále součinitel místní ztráty ξ [-] pro plynulé rozšíření, kde se nejprve vypočítá hydraulický průměr pro nekruhové potrubí d_h [m], výstupní rychlost z ventilátoru c [m/s], Reynoldsovo číslo Re [-] ze vzorce (4), relativní poměrná drsnost ε [-] ze vzorce (5), korekční součinitel C [-] a třecí součinitel λ [-] ze vzorce (6) [41], [42]

$$d_h = \frac{4*S}{o} = \frac{4*0,0096}{2*(a+b)} = 0,0897 \text{ [m]} \quad (19)$$

kde a, b [m] jsou rozměry výtlačného hrdla

$$c = \frac{Q}{S} = \frac{0,0955}{0,15*0,064} = 9,948 \left[\frac{m}{s}\right] \quad (20)$$

$$Re = \frac{c*d_h}{\nu} = \frac{9,948*0,0897}{15,116*10^{-6}} = 59032,522 \text{ [-]} \quad (4)$$

kde ν [m^2/s] je kinematická viskozita vzduchu tlaku $p=0,1$ [MPa] a teplotě $t=20$ [$^{\circ}\text{C}$]

$$\varepsilon = \frac{k}{d_h} = \frac{0,045}{89,7} = 0,0005 \quad [-] \quad (5)$$

kde ekvivalentní drsnost k [mm] byla vzata z tabulky 4.

$$\lambda_0 = \frac{1,318}{\left[\ln\left(\frac{\varepsilon}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right]^2} = \frac{1,318}{\left[\ln\left(\frac{0,0005}{3,7} + \frac{5,74}{59032,522^{0,9}}\right)\right]^2}$$

$$\lambda_0 = 0,022 \quad [-] \quad (6)$$

$$C = 1,1 - 0,1 * \frac{b}{a} = 1,1 - 0,1 * \frac{0,064}{0,15} = 1,057 \quad [-] \quad (21)$$

$$\lambda = C * \lambda_0 = 1,057 * 0,022 = 0,023 \quad [-] \quad (22)$$

Pro $\delta < 25$ [$^{\circ}$] je vzorec pro výpočet součinitele místní ztráty

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\delta}{2}} * \left[1 - \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2\right] + 5,2 * \left(\tan \frac{\delta}{2}\right)^{\frac{5}{4}} * \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 \\ &= \frac{0,023}{8 \sin \frac{24^{\circ}23'}{2}} * \left[1 - \left(\frac{0,00966}{0,0201}\right)^2\right] + 5,2 * \left(\tan \frac{24^{\circ}23'}{2}\right)^{\frac{5}{4}} \\ &\quad * \left(1 - \frac{0,00966}{0,0201}\right)^2 \end{aligned}$$

$$\xi = 0,217 \quad [-] \quad (23)$$

Úhel δ [$^{\circ}$] byl spočítán z rozdílů průměrů ve vzdálenosti $d=150$ [mm]

Tab. 4 Drsnost povrchu

PROVEDENÍ	K [mm]
Pozinkovaný plech	0,15
Ocelové trubky	0,045
Betonový kanál, hladký povrch	0,5
Betonový kanál, hrubý povrch	1,0-3,0
Potrubí z PVC	0,007
Ohebné hadice	0,6-3,0

Místní tlaková ztráta pro náhlé rozšíření se vypočítá podle vzorce (12), za ρ bude dosazena hustota vzduchu

$$\Delta p_m = \rho_v * \frac{c^2}{2} * \xi = 1,189 * \frac{4,975^2}{2} * 0,355 = 5,224 [Pa] \quad (12)$$

Místní tlaková ztráta pro plynulé rozšíření dle vzorce (12)

$$\Delta p_m = \rho_v * \frac{c^2}{2} * \xi = 1,189 * \frac{4,975^2}{2} * 0,217 = 3,193 [Pa] \quad (12)$$

Vzhledem k takto nízkým ztrátám se mohou tyto hodnoty také zanedbat.

Celkový ztrátový tlak se určí z Bernoulliho rovnice pro proudění se ztrátami

$$p_1 + \frac{c_1^2 * \rho}{2} = p_2 + \frac{c_2^2}{2} + \rho * g * h_c + \Delta p_z \quad (24)$$

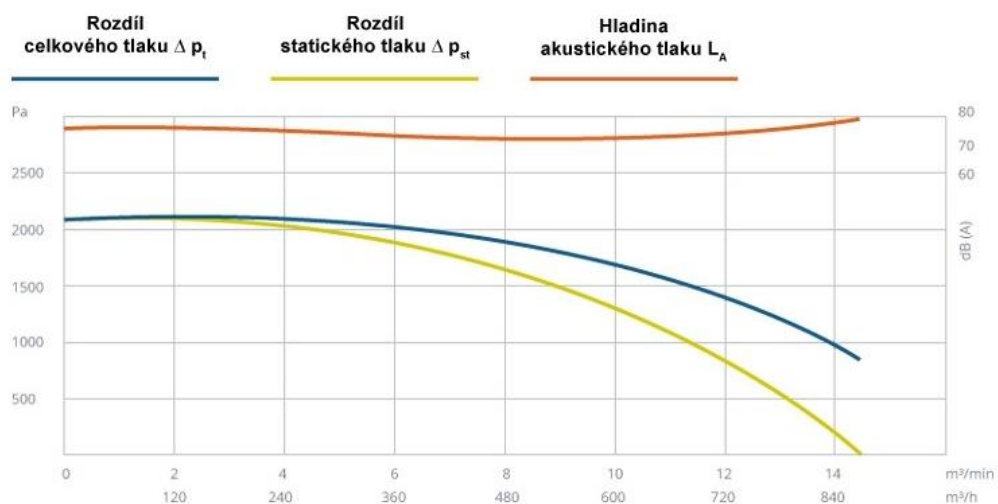
$$p_1 + \frac{c_1^2 * \rho}{2} = p_2 + \frac{c_2^2 * \rho}{2} + \Delta p_h + \Delta p_z$$

V tom to případě je uvažováno, že je rychlost směsi v bodě 1 stejná jako v bodě 2 $c_1 = c_2$, takže celkový ztrátový tlak Δp [Pa] pro maximální hustotu je

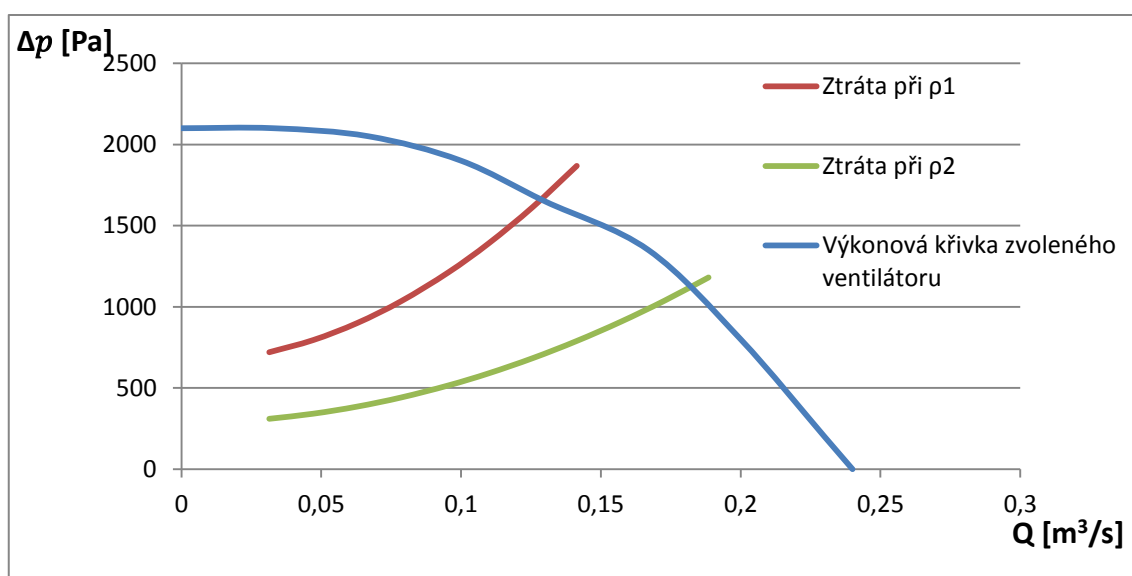
$$\Delta p = \Delta p_h + \Delta p_z = 633,993 + 571,32 = 1205,313 [Pa] \quad (25)$$

Do celkové ztráty se budou muset zahrnout ještě dva odpory, které zde nejsou započítány, protože zatím nejsou známy přesné rozměry a tvar stroje, ani jednotlivých komponentů. Kvůli zabránění nasátí nečistot, bude s nejvyšší pravděpodobností použit na sání ventilátoru filtr, jehož odpor bude záviset na velikosti sání. Druhý odpor je sběrný koš. Tyto odpory by se špatně počítaly, a proto budou hodnoty změřeny až po zkonstruování daných součástí.

Nyní se již vytvoří graf závislosti tlaku p [Pa] na objemovém toku Q [m^3/s] a výkonové křivce zvoleného ventilátoru. Křivky musí vytvořit pracovní bod, v našem případě pracovní oblast. Pokud se tak nestane, byl zvolen ventilátor s malým výkonem a musí se dát výkonnější. V grafu budou použity hodnoty tlakových ztrát s nánosy.



Graf 1. Výkonostní křivka ventilátoru S-MP 345/20 [77]



Graf 2. Prolnutí grafu 1 s výkonovou křivkou zvoleného ventilátoru

Zvolený ventilátor pokrývá ztrátu pro obě křivky, a tudíž by byl vhodný pro toto použití.

Jako potrubí bude použita lehká průmyslová hadice OREGON, vyrobená z PVC, protože má hladký vnitřní povrch. Je určena pro odsávání a transport vzduchu, kouře, prachu, hoblin, textilních vláken, útržků papíru atd. Katalog průmyslových hadic OREGON je v příloze 3. [45]

Toto zařízení by se mělo používat ve strojích, které budou vyráběny v malých sériích, čítajících několik desítek kusů. Nerychlejší a nejlevnější technologií pro výrobu ocelové části tunelu je vypálení polotovarů na laseru, následné ohnutí do požadovaného tvaru a svaření.

6 Pohon ventilátoru

Originální pohon ventilátoru od výrobce je elektromotor, který je k ventilátoru připojen napřímo. Ten nebude vzhledem ke své velikosti na stroji použit. Místo toho bude ventilátor pohánět klínový řemen, který je vzhledem k umístění ventilátoru nejvýhodnějším řešením. Některé typy ventilátorů jsou již nabízeny i s řemenovým převodem, ale to jen v minimálním množství. Níže uvedené výpočty jsou použity hodnoty středotlakého ventilátoru S-MP.

6.1 Pohon klínovým řemenem

Vzhledem k tomu, že zatím nejsou známy přesné rozměry sečení, nebude počítána délka řemene, ale pouze potřebné předpětí F_o .

6.1.1 Výpočet potřebného předpětí F_o

Řemenové převody přenáší výkon z řemenice na řemen pomocí třecí síly, která vznikne jako důsledek fyzikálního tření mezi stykovými plochami řemenice s řemenem a přítlaku způsobeného předpětím řemene F_o .

Jsou zadány základní parametry pro výpočet předpětí: vstupní otáčky $n_1 = 2800 [min^{-1}]$, výstupní otáčky $n_2 = 2825 [min^{-1}]$, požadovaný výkon $P = 0,37 [kW]$, fyzikální tření $f = 0,25 [-]$, a poloviční úhel klínové drážky $\varphi = 20 [^\circ]$. Vzhledem k tomu, že otáčky jsou téměř totožné, byl převodový poměr zaokrouhlen na $i = 1 [-]$ a průměr řemenic byl zvolen na $d_1 = d_2 = 100 [mm]$. Protože jsou průměry řemenic totožné, bude $\beta = 0 [^\circ]$ [46]

$$M_v = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n_1} = \frac{30 \cdot 370}{\pi \cdot 2800} = 1,26 [Nm] \quad (26)$$

$$\alpha_1 = \pi - 2 \cdot \beta = \pi - 0 = 180 [^\circ] = 3,14 [rad] \quad (27)$$

$$f_k = \frac{f}{\sin \varphi} = \frac{0,25}{\sin 20} = 0,731 [-] \quad (28)$$

$$F_1 = \frac{M_v}{r_1} = \frac{1,26}{0,05} = 25,2 [N] \quad (29)$$

$$F_o = \frac{F_1}{2} \cdot \frac{e^{f_k \cdot \alpha_1} + 1}{e^{f_k \cdot \alpha_1} - 1} = \frac{25,2}{2} \cdot \frac{e^{0,731 \cdot 3,14} + 1}{e^{0,731 \cdot 3,14} - 1} = 15,423 [N] \quad (30)$$

Závěr

Cílem bakalářské práce je návrh a výpočet nového zařízení pro dopravu posečené hmoty do sběrného koše s využitím ventilátoru. Práce popisuje stávající řešení, která jsou v současnosti používána téměř všemi výrobci žacích strojů.

V bakalářské práci byly zpracovány především základní výpočty pro zvolenou variantu dopravního zařízení.

Z práce vyplývá, že v současnosti výrobci používají dvě řešení dopravy posečené hmoty. První je vedení potrubí uvnitř stroje. Hmota prochází skrze radiální ventilátor, který je umístěn velmi blízko sečení. Druhé řešení je umístění potrubí vně stroje. Ventilátor je umístěn buď přímo na sečení, nebo u sběrného koše. I v tomto případě prochází posečená hmota skrze ventilátor.

Navržené varianty musely splňovat dva požadavky. Potrubí má být vedeno uvnitř stroje a posečená hmota nesmí procházet ventilátorem.

Informací o tlakových ztrátách v potrubí bylo na odborné úrovni velké množství. Naopak o konkrétních ztrátách tlaku v potrubí způsobených posečenou hmotou jsem našel jen velmi málo informací. To je ovšem pochopitelné, protože každý výrobce si hlídá své know-how.

Z práce vyplývá, že maximální tlaková ztráta v potrubí bez nánosu posečené hmoty na stěny je $\Delta p = 1135,082 [Pa]$ a s nánosem je $\Delta p = 1205,313 [Pa]$. Celková tlaková ztráta bude ve skutečnosti vyšší, protože zde není započítána ztráta sběrného koše a filtru na sání ventilátoru. Velikost těchto ztrát bude závislá na rozměrech a tvaru sběrného koše a použitého ventilátoru.

V kapitole 6 je popsán pohon ventilátoru pomocí řemenového převodu. Výhodou řemenového pohonu je cena, dostupnost v případě opravy a snadná montáž.

Z mého pohledu je tato koncepce dobrým řešením, protože téměř 60 [%] času při sečení zabere odvoz a nakládání posečené hmoty. Díky tomuto návrhu se může několikanásobně zvětšit objem sběrného koše, a tím podstatně klesne počet vyprazdňování koše.

Použitá literatura

- [1] Historie společnosti. *Seco GROUP a.s.* [online]. [cit. 20.4.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/o-firme/historie-firmy-knotek-a-spol/>
- [2] Slévárna. *Seco GROUP a.s.* [online]. [cit. 20.4.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/slevarna/vlozene-valce/>
- [3] Slévárna. *Seco GROUP a.s.* [online]. [cit. 20.4.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/slevarna/odlitky-z-tvarne-litiny/>
- [4] Slévárna. *Seco GROUP a.s.* [online]. [cit. 20.4.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/slevarna/obrabeni-odlitku/>
- [5] Formy a modely. *Seco GROUP a.s.* [online]. [cit. 20.4.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/formy-a-modely/>
- [6] Strojárna. *Seco GROUP a.s.* [online]. [cit. 20.4.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/strojirna/>
- [7] Domáci. *Seco traktory* [online]. [cit. 25.4.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/domaci/>
- [8] Profi. *Seco traktory* [online]. [cit. 25.4.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/profi/>
- [9] Challenge AJ 92-16. *Seco traktory* [online]. [cit. 10.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/1>
- [10] Challenge AJ 92-22. *Seco traktory* [online]. [cit. 10.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/15>
- [11] Katalog 2015. *Seco traktory* [online]. [cit. 10.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/media/pdf/seco-traktory-katalog-2015.pdf>
- [12] Starjet UJ 102-22. *Seco traktory* [online]. [cit. 12.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/2>
- [13] Starjet UJ 102-24. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/3>
- [14] Starjet UJ 102-21. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/14>
- [15] Starjet Exclusive NJ 102-23 4x4. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/8>
- [16] Panther MU 110-24. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/5>

- [17] Panther MU 110-23 4x4. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/9>
- [18] Crossjet 92-21. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/10>
- [19] Crossjet 92-23 4x4. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/11>
- [20] Goliath GC XX-26 4x4. *Seco traktory* [online]. [cit. 2.5.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/traktory/detail-traktoru/12>
- [21] Historie. *Iseki* [online]. [cit. 6.5.2015] Dostupné z: <http://www.iseki.cz/historie.html>
- [22] Série TXG. *Iseki* [online]. [cit. 6.5.2015] Dostupné z: <http://www.iseki.cz/txg.html>
- [23] Großflächenmäher SF 450/438. *Iseki-Maschinen GmbH*. Prospekt [online]. [cit. 6.5.2015] Dostupné z: http://www.iseki.de/assets/sf450_310315-web.pdf
- [24] Großflächenmäher SFH 220/240. *Iseki-Maschinen GmbH*. Prospekt [online]. [cit. 6.5.2015] Dostupné z: <http://www.iseki.de/assets/prospekt-a-sfh-220-240--web.pdf>
- [25] Geräteträger. *Iseki-Maschinen GmbH*. Prospekt [online]. [cit. 6.5.2015] Dostupné z: <http://www.iseki.de/assets/prospekt-a-ict50-2012.pdf>
- [26] O firmě. *Kubota* [online]. [cit. 9.5.2015] Dostupné z: <http://www.kubota.cz/o-firme.php>
- [27] F2690E/F2690/F3990. *Kubota tractor corporation* [online]. [cit. 9.5.2015] Dostupné z: <http://www.kubota.com/product/F90/F90.aspx>
- [28] Zero turn mowers Z200 series. *Kubota tractor corporation* [online]. [cit. 9.5.2015] Dostupné z: <http://www.kubota.com/product/z200/z200.aspx>
- [29] Zero turn mowers Z300 series. *Kubota tractor corporation* [online]. [cit. 9.5.2015] Dostupné z: <http://www.kubota.com/product/z300/z300.aspx>
- [30] Zero turn mowers Z700 series. *Kubota tractor corporation* [online]. [cit. 9.5.2015] Dostupné z: <http://www.kubota.com/product/z700/z700.aspx>
- [31] Historie John Deere. *STROM PRAHA a.s.* [online]. [cit. 14.5.2015] Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/o-nas/novinky/historie-john-deere>
- [32] Commercial Mowing Online brochures. *John Deere US* [online]. [cit. 14.5.2015] Dostupné z: http://www.deere.com/en_US/docs/html/brochures/publication.html?id=2e09ba29

- [33] Rotační žací stroje s čelním žacím ústrojím John Deere. *STORM PRAHA a.s.* Prospekt ke stažení [online]. [cit. 14.5.2015] Dostupné z: <http://johndeeredistributor.cz/content/download/200860/1565029/file/John%20Deere%20-%20Profesion%C3%A1ln%C3%AD%20C5BEac%C3%AD%20technika.pdf>
- [34] Who we are. *Gianni Ferrari S.r.l.* [online]. [cit. 20.5.2015] Dostupné z: <http://gianniferrari.com/who-we-are-garden-tractors-professional-mowers-turf-care-groundcare>
- [35] Turbogress. *Gianni Ferrari* [online]. [cit. 20.5.2015] Dostupné z: <http://gianniferrari.com/turbogress-professional-ztr-zero-turn-mower-flail-aerator>
- [36] PG. *Gianni Ferrari S.r.l.* [online]. [cit. 20.5.2015] Dostupné z: <http://gianniferrari.com/pg-professional-out-front-riding-mower-sweeper-flail>
- [37] Turbo 1-2-4. *Gianni Ferrari* [online]. [cit. 20.5.2015] Dostupné z: <http://gianniferrari.com/turbo1-2-4-professional-out-front-riding-mower-sweeper-flail>
- [38] Ventilátory ppppp==ΔΔΔΔ pp. Pdf soubor [online]. [cit. 1.6.2015] Dostupné z: <http://www.ingjars.estranky.cz/file/185/ventilat.pdf>
- [39] Prvky větracích a klimatizačních zařízení (I)- 1. Část. *TZB-info* [online]. [cit. 1.6.2015] Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3733-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-i-1-cast>
- [40] KYSELA, F.: Stroje pro SPŠ nestrojnické. Praha 1: Prof. Ing. Dr. František Kysela., nakladatelství technické literatury, 1982. SNTL 04-232-82
- [41] Vzduchotechnika. Pdf soubor [online]. [cit. 10.6.2015] Dostupné z: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjso-aB6IPKAhWHvHIKHfsQBbgQFggzMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ib.cvut.cz%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FStudijni_materialy%2FVZT%2FVzduchotechnika.pdf&usg=AFQjCNHoT5XWgPp7WNktQLOcPj-1Q4IzMg
- [42] MT-B 09 Proudění se ztrátami. Pdf soubor. [online]. [cit. 10.6.2015] Dostupné z: <http://www.kez.tul.cz/cs/stahni-soubor/920?hash=dkkeudp1315xkiuth3ye5bw7663zk>
- [43] Energoekonom. Ventilátor HRD 1T [online]. [cit. 15.6.2015] Dostupné z: <http://www.energoekonom.cz/produkty-hrd-1t-detail-99>
- [44] Energoekonom. Ventilátor SM-P 345/20 [online]. [cit. 16.6.2015] Dostupné z: <http://www.energoekonom.cz/produkty-s-mp-345-20-detail-1385>
- [45] Multivac. Lehká ohebná hadice OREGON [online]. [cit. 20.6.2015] Dostupné z: <http://www.multivac.cz/produkty/oregon>
- [46] PEŠÍK, L., *Části strojů, 2.díl.*, Technická univerzita v Liberci, 2010

- [47] CERHA, J., *Hydraulické a pneumatické mechanismy I.*, Technická univerzita v Liberci, 2010
- [48] Historie společnosti. Seco GROUP a.s. [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: http://www.seco-traktory.cz/upload/media/images/540877_225521524252713_1800594711_n.jpg
- [49] Slévárna. Seco GROUP a.s. [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/slevarna/vlozene-valce/>
<http://www.secogroup.cz/slevarna/odlitky-z-tvarne-litiny/>
<http://www.secogroup.cz/slevarna/obrabeni-odlitku/>
- [50] Formy a modely. Seco GROUP a.s. [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: http://www.secogroup.cz/cache/images/01_resize_800_523.jpg
- [51] Robotické svařování. Seco GROUP a.s. [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://seco.cz.kappa.nen.cz/underwood/download/images/svarovani.robot.jpg>
- [52] Challenge. Seco traktory [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/thumbs/5db2aef5a3c501eed44d775aba74eeca.jpg>
- [53] Starjet. Seco traktory [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/thumbs/8b6e1fa28162e61340552adbcb7bae56.jpg>
- [54] Starjet Exclusive 4x4. Seco traktory [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/thumbs/52139126c8c40294ce495dc9716708f8.jpg>
- [55] Panther. Seco traktory [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/thumbs/6f9cdbcb19b6ea3c09925d43f2b9939.jpg>
- [56] Crossjet 4x4. Seco traktory [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/thumbs/c6cdb6904e499c76ccfdd1f55245d7fd.jpg>
- [57] Goliath. Seco traktory [online]. [cit. 27.6.2015] Dostupné z: <http://www.seco-traktory.cz/upload/thumbs/3c969c6b14c828c22a4992051bab7aff.jpg>
- [58] Zahrada a les. Příslušenství k traktorům Seco [online]. [cit. 28.6.2015] Dostupné z: <http://kerka.cz/cms/kerka/products/prislusenstvi/seco-group/shrnovaci-radlice-sr-150-seco-group-1.jpg>
- [59] Postřikovač. PROFIsekačky [online]. [cit. 28.6.2015] Dostupné z: [http://www.profishacky.eu/user/shop/big/511\(1\)\(5\).jpg](http://www.profishacky.eu/user/shop/big/511(1)(5).jpg)
- [60] ISEKI SFH 240. Tlamka zahradní technika [online]. [cit. 28.6.2015] Dostupné z: <http://www.tlamka.cz/img/iseki-sfh-240-cfuvq.jpg>
- [61] Řez strojem. ISEKI. Pdf soubor [online]. [cit. 28.6.2015] Dostupné z: <http://www.iseki.de/assets/prospekt-a-sfh-220-240--web.pdf>

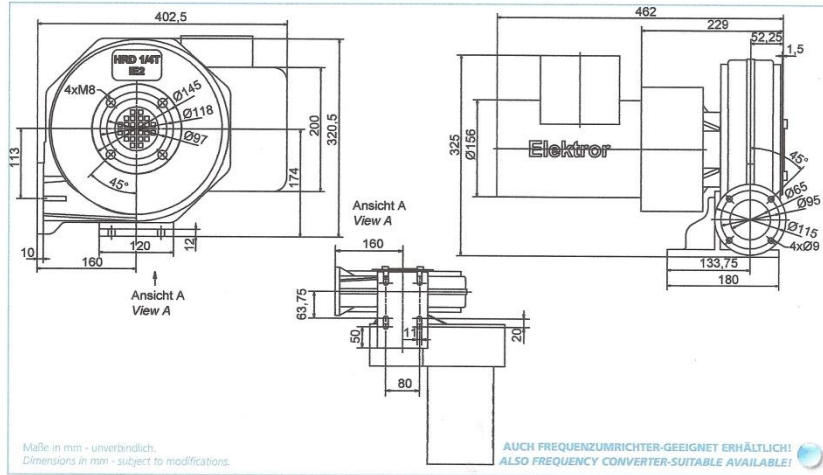
- [62] Z300 series. Kubota [online]. [cit. 1.9.2015] Dostupné z: http://www.kubota.com/assets/product/Z300/images/Z300_Catch_All_2_Bag_Style_Grass.jpg
- [63] Ztrack Z 930 M. John Deere. [online]. [cit. 1.9.2015] Dostupné z: https://www.deere.com/common/media/images/product/ztrak_mowers/ztrak_z900m_series/z930m_72/r4a025916_z930m_72_642x462.png
- [64] Model PG. Gianni Ferrari. [online]. [cit. 1.9.2015] Dostupné z: <http://gianniferrari.com/www.gianniferrari.com/repository/1/4/62/ita-4375.jpg>
- [65] Ventilátor modelu TURBO. Gianni Ferrari. [online]. [cit. 1.9.2015] Dostupné z: <http://gianniferrari.com/Apps/WebObjects/GianniFerrari.woa/wa/viewMultimediaContent?ext=.jpg&id=3981&lang=eng>
- [66] Radiální ventilátor. TZBinfo. [online]. [cit. 3.9.2015] Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0037/003733o1.gif>
- [67] Axiální ventilátor. TZBinfo. [online]. [cit. 3.9.2015] Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0037/003733o2.gif>
- [68] Diagonální ventilátor. TZBinfo. [online]. [cit. 8.9.2015] Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0037/003733o3.gif>
- [69] Diametrální ventilátor. TZBinfo. [online]. [cit. 8.9.2015] Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0037/003733o4.gif>
- [70] Výtok z potrubí. MT-B 09 Proudění se ztrátami. Pdf soubor. [online]. [cit. 10.9.2015] Dostupné z: <http://www.kez.tul.cz/cs/stahni-soubor/920?hash=dkkeudpl315xkiuth3ye5bw7663zk>
- [71] Spojení potrubí. MT-B 09 Proudění se ztrátami. Pdf soubor. [online]. [cit. 10.9.2015] Dostupné z: <http://www.kez.tul.cz/cs/stahni-soubor/920?hash=dkkeudpl315xkiuth3ye5bw7663zk>
- [72] Schéma šoupátka. Součinitele ztrát místními vlivy. SPS-KO. Pdf soubor [online]. [cit. 15.9.215] Dostupné z: http://www.sps-ko.cz/podklady/MEC_kratochvil/HYDROMECHANIKA_INTERNET/15_Soucinitele_ztrat_mistnimi_vlivy.pdf
- [73] Ventilátor HRD 1/4T. Energoekonom. [online]. [cit. 20.9.2015] Dostupné z: http://www.energoekonom.cz/ew/ew_images/image?EwImage=2161b1fd-7fd1-4b95-8c5c-111be426c760&Filter=77c1217a-447d-4780-83bd-af3cc79a9487
- [74] Ventilátor SM-P 345/20. Energoekonom. [online]. [cit. 20.9.2015] Dostupné z: http://www.energoekonom.cz/ew/ew_images/image?EwImage=263bd082-ac5f-449f-983a-2eb7d4757792&Filter=77c1217a-447d-4780-83bd-af3cc79a9487
- [75] Náhlé rozšíření. MT-B 09 Proudění se ztrátami. Pdf soubor. [online]. [cit. 23.9.2015] Dostupné z: <http://www.kez.tul.cz/cs/stahni-soubor/920?hash=dkkeudpl315xkiuth3ye5bw7663zk>

- [76] Postupné rozšíření. MT-B 09 Proudění se ztrátami. Pdf soubor. [online]. [cit. 23.9.2015] Dostupné z: <http://www.kez.tul.cz/cs/stahni-soubor/920?hash=dkkeudpl315xkiutht3ye5bw7663zk>
- [77] Graf ventilátoru. Energoekonom. [online]. [cit. 24.9.2015] Dostupné z: http://www.energoekonom.cz/ew/ew_images/image?EwImage=3d54fa32-b40f-4c59-a751-bf0e45b47781&Filter=21caaf0a-8949-4b83-aa1a-4c752a8f70b3

Přílohy

Příloha 1- Ventilátor HRD 1/4T

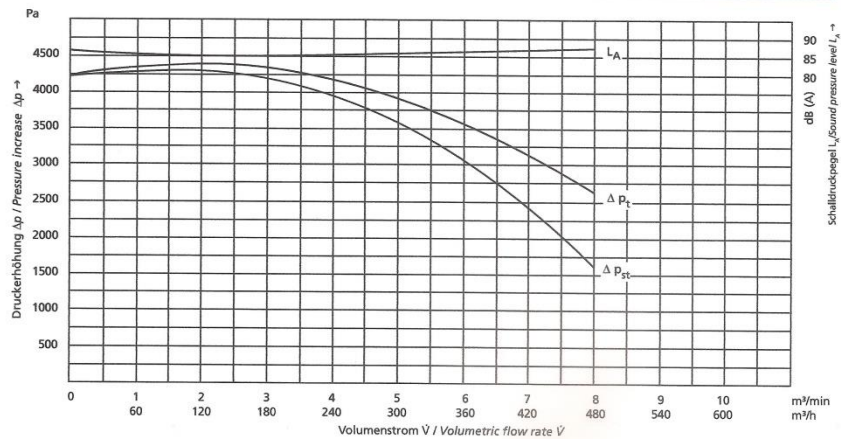
**HRD
1/4 T**



Typ	Effizienzklasse	Frequenz	Volumenstrom	Gesamt-druck-differenz	Spannung	Stromauf-nahme	Motor-dreh-zahl	Motor-leistung	Venti-lator-drehzahl ¹⁾	Gewicht (ca.)
Type	Efficiency class	Frequency	Volumet-ric flow rate	Total pressure difference	Voltage	Current consumption	Number of revolutions	Motor rating	Blower speed ¹⁾	Weight (approx.)
		Hz	m ³ /min	Pa	V	A	min ⁻¹	kW	min ⁻¹	kg
HRD 1/4 T	IE2	50	8,0	4200	230/400	2,95/1,70	2850	0,75	5500	21
	IE2	60	8,0	4200	230/400	3,55/2,05	3430	0,90	5500	21
	NEMA*	60	8,0	4200	277/480	2,95/1,71	3430	0,90	5500	21

* NEMA Energy Efficient ¹⁾ Drehzahlabweichungen von ± 5% sind möglich./Deviations in the revolutions of ± 5% are possible.

Kennlinien/Characteristic curves

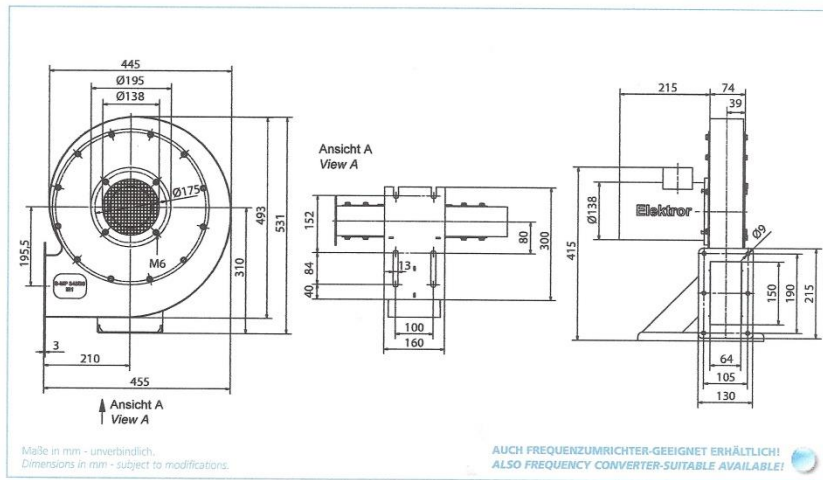


32

Technische und konstruktive Änderungen vorbehalten. Angaben gemäß ErP-Richtlinie siehe Seite 52-53. Technical and constructive changes reserved. Data according to ErP Directive see page 52-53. Energoekonom spol. s r.o., Wolkerova 433, 250 82 Úvaly, Tel.: +420 281 981 055, Fax: +420 281 981 932, info@energoekonom.cz, www.energoekonom.cz

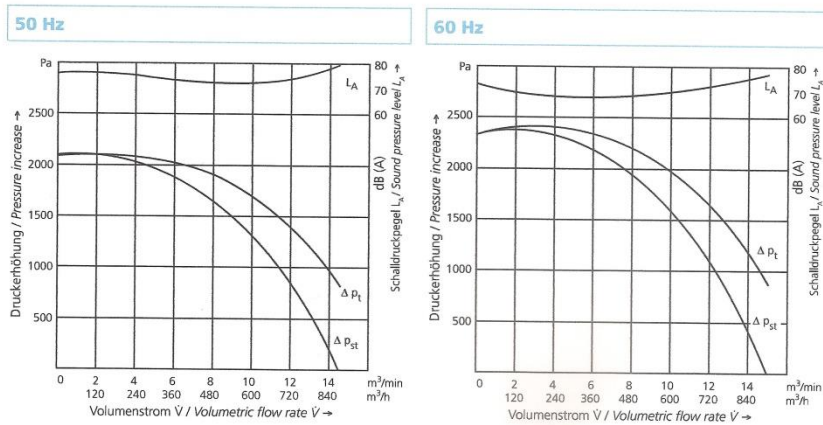
Příloha 2- Ventilátor S-MP

S-MP 345/20



Typ	Frequenz	Volumenstrom	Gesamt-druck-differenz	Spannung	Stromauf-nahme	Drehzahl	Motor-leistung	Gewicht (ca.)
Type	Frequency	Volumetric flow rate	Total pressure difference	Voltage	Current consumption	Number of revolutions	Motor rating	Weight (approx.)
	Hz	m ³ /min	Pa	V	A	min ⁻¹	kW	kg
S-MP 345/20	50	14,5	2100	230/400	1,73/1,0	2825	0,37	19
	60	15,0	2300	277/480	1,73/1,0	3390	0,44	19

18



Energoekonom spol. s r.o., Wolkerova 433, 250 82 Úvaly, Tel.: +420 281 981 055, Fax: +420 281 981 932, info@energoekonom.cz, www.energoekonom.cz



PRŮMYSLOVÉ HADICE

Nejčastější využití hadic je v průmyslu, kde se používají jako dopravní element různých strojů, náhradou za již nevyhovující a opotřebované hadice. Často se používají pro dopravu silně abrazivních částic jako jsou různé granule, tablety, štěrky, písek, střepy apod., nebo v chemickém průmyslu, kde jsou zapotřebí hadice odolné proti chemikáliím. Průhledných hadic se s oblibou využívá v provozech, kde je zapotřebí mít kontrolu nad dopravovaným médiem, například ve dřevozpracujícím, papírenském nebo textilním průmyslu.

POUŽITÍ

Průmyslové hadice se používají v případech, kde není možné použití standardní vzduchotechnické hadice z důvodů zvýšených nároků na dopravovanou látku, nebo je hadice používána v náročnějším prostředí.

Tyto náročnější podmínky jsou například vysoká teplota, agresivita média, doprava abrazivních částic, vysoký tlak nebo podtlak apod.

V oblasti vzduchotechniky nabízíme průmyslové hadice pro téměř jakékoliv použití.

OHEBNOST A STLAČITELNOST

Podle použitého materiálu se hadice rozdělují na lehké, středně a těžko ohebné. Díky použitému materiálu tyto hadice nedrží tvar, do kterého jsou naohýbány, ale po uvolnění se vrací do původního stavu.

U lehkých hadic je možná částečná stlačitelnost, kterou nám dovolí pružnost materiálu nebo jejich konstrukce.

MONTÁŽ A SPOJOVÁNÍ

Pro upevnění hadice slouží upevňovací spony.

Pro ohebné hadice z měkkého materiálu lze použít jednoduché spony označené QIP. Hadice se nasune na hrdlo, na které je nanášena vrstva tmele, který po stažení hadice sponou utěsní spoj.

V případě výměny hadice za novou je nutné dodržet způsob původního upevnění.

Hadice je možné vzájemně spojovat vsuvkami.

Při montáži je zapotřebí klást důraz i na použití tmele a materiál spojovací vsuvky, a to především v případě dopravy agresivní látky.

Speciální fitinky pro spojování průmyslových hadic nedodáváme.

V případě zavěšování pod strop se hadice připevňuje k závěsu páskou, která musí obepínat alespoň polovinu obvodu hadice. Upevnění hadice musí být takové, aby nedošlo k zúžení jejího profilu. Páska nesmí mít ostré hrany a její šířka má být min. 25 mm. Vhodné je použít objímku s gumovou vystýlkou, která zabrání poškození hadice.

UPOZORNĚNÍ

Podtlakové parametry platí pro otevřené odsávací systémy.

Uvedené aplikace u produktů vycházejí ze zkušeností a znalostí podmínek a technických parametrů hadic, neplatí však kategoricky za libovolných podmínek.

VZDUCHOVODY



OREGON

KONSTRUKCE, MATERIÁL

Velmi lehká a ohebná hadice s hladkým vnitřním povrchem.

Materiál: měkčené PVC, spirála z tvrděného pevnostního PVC

Teplotní odolnost: -10 °C až +60 °C

Barva: šedá

Poznámka: hodnoty v tabulce měřeny při 18 °C

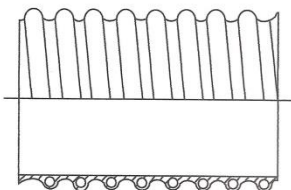
POUŽITÍ

Pro odsávání a transport vzduchu, kouře, prachu, neabrazivních částic (např. piliny, hobliny, textilní vlákna, útržky papíru atd.).

PRŮMĚROVÁ ŘADA

50, 60, 80, 100, 125, 150, 160, 200 mm

ROZMĚRY



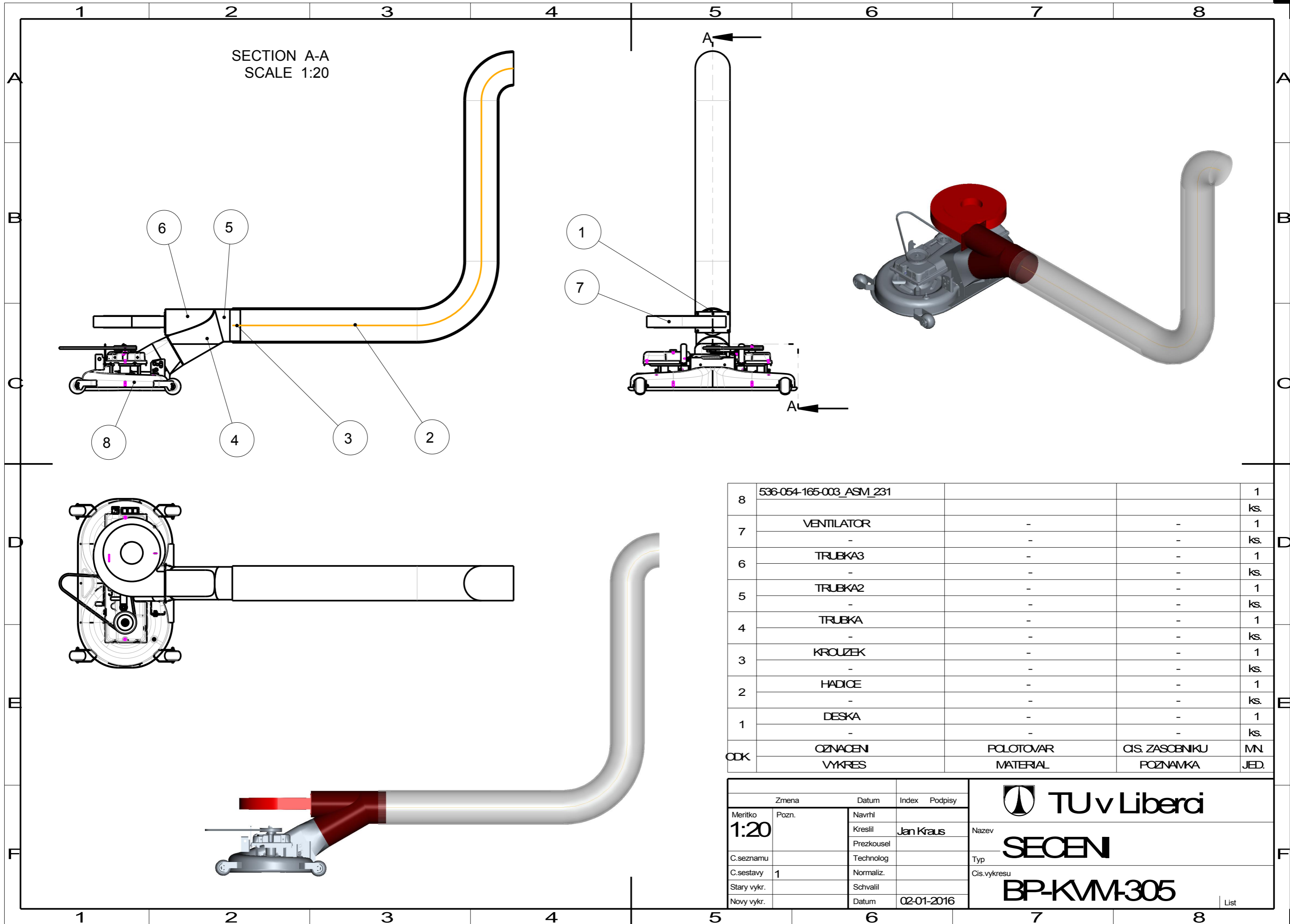
PŘÍKLAD ZNAČENÍ

60REGON050

— jmenovitý průměr v mm
— ohebná hadice

Vnitřní ØD [mm]	Hmotnost [kg/m]	Rádus ohybu [mm]	Podtlak [kPa]	Délka role [m]
50	0,44	50	40	25
60	0,56	60	40	25
80	0,79	80	40	25
100	1,01	100	40	25
125	1,36	125	40	10
150	1,76	150	40	10
160	1,93	160	40	10
200	2,65	200	40	10


Pokud požadujete rozměr, který není uveden v katalogu, nebo požadujete speciální provedení, prosím, kontaktujte nás na info@multivac.cz a info@multivac.sk

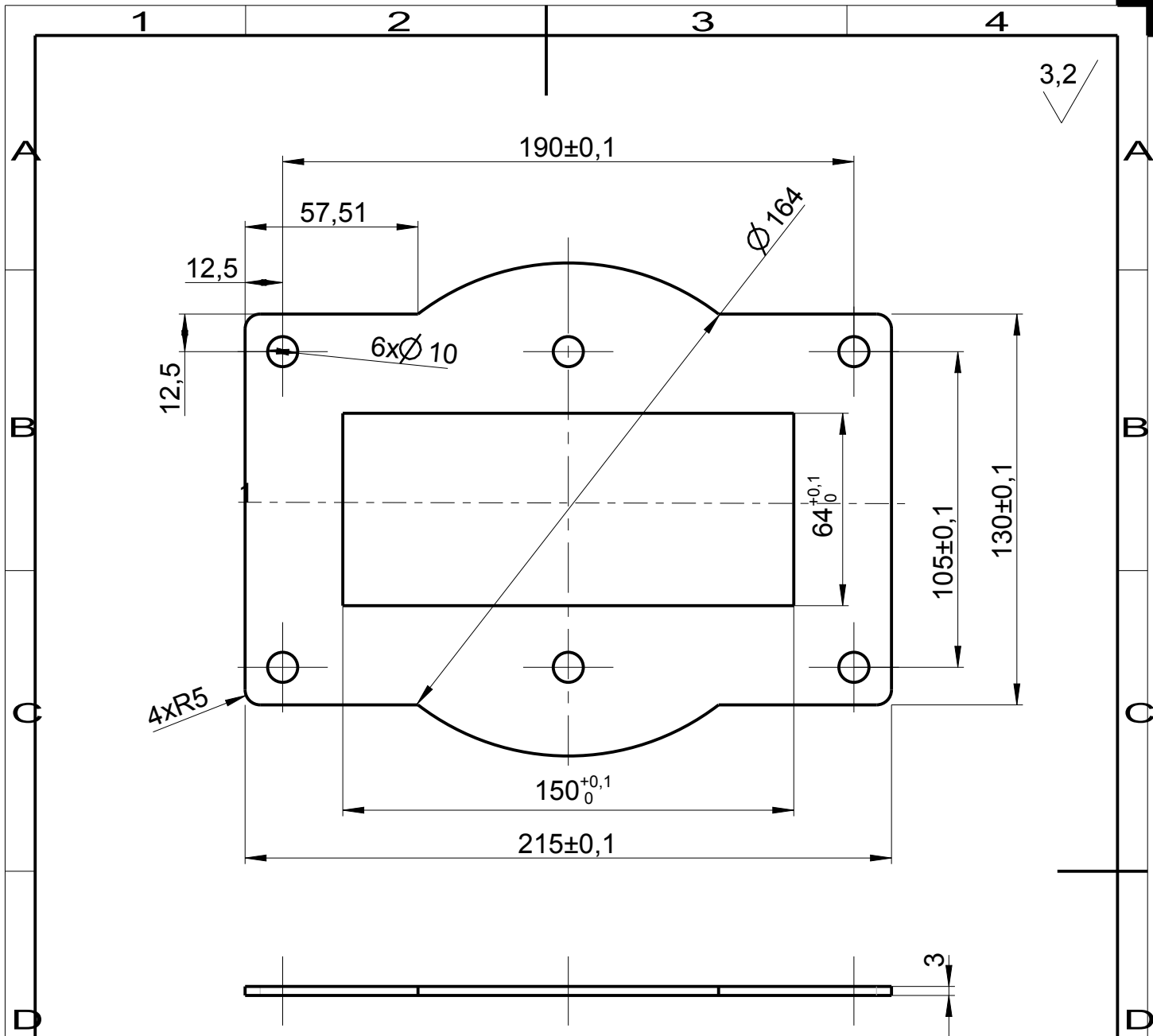


SECTION A-A
SCALE 1:20

8	536-054-165-003_ASM_231			1
				ks.
7	VENTILATOR	-	-	1
	-	-	-	ks.
6	TRUBKA3	-	-	1
	-	-	-	ks.
5	TRUBKA2	-	-	1
	-	-	-	ks.
4	TRUBKA	-	-	1
	-	-	-	ks.
3	KROUZEK	-	-	1
	-	-	-	ks.
2	HADICE	-	-	1
	-	-	-	ks.
1	DESKA	-	-	1
	-	-	-	ks.
ODK	OZNACENI	POLOTOVAR	CIS. ZASOBNIKU	MN.
	VYKRES	MATERIAL	POZNAMKA	JED.

Zmena		Datum	Index	Podpisy
Meritko	Pozn.	Navrhl		
1:20		Kreslil	Jan Kraus	
C.seznamu		Prezkousel		
C.sestavy	1	Technolog		
Stary vykr.		Normaliz.		
Novy vykr.		Schvalil		
		Datum	02-01-2016	


TU v Liberci
SECEM
BP-KVM-305
 List



Palit včetně der

Rozm.-Polot.		-		-		PRESNOST ISO 2768-mK			
		c)		Mater.		Tr. odp.			
		b)		C. hm.		kg Hr. hm.			
		a)				kg PROMITANI			
Zmena		Datum		Index		Podpisy			
Meritko	Pozn.	Navrhl		TU v Liberci Nazev DESKA Typ BP-KVM-305-01					
1:2		Kreslil						Jan Kraus	
		Prezkousel							
C.seznamu		Technolog		Cis.vykresu					
C.sestavy	-	Normaliz.							
Stary vykr.		Schvalil							
Novy vykr.		Datum		02-01-2016					
						List			

1

2

3

4

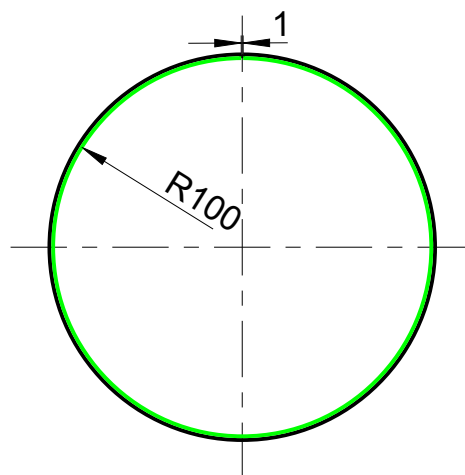
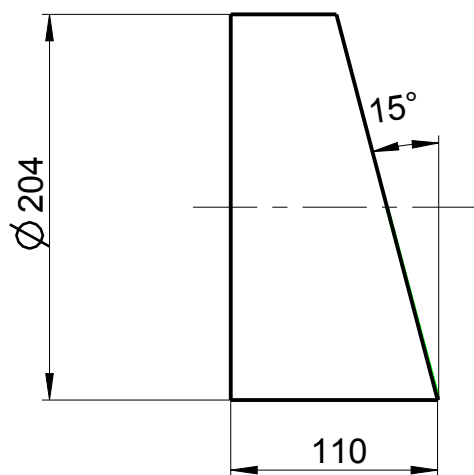
1

2

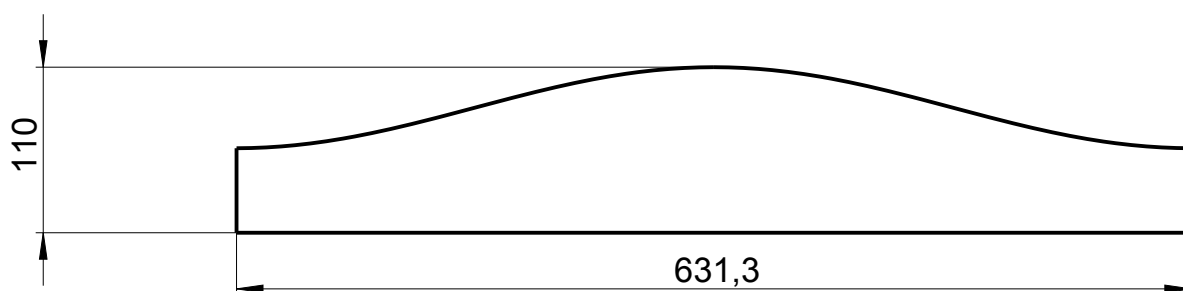
3

4

3,2



Rozvin



SCALE 1:5

Rozm.-Polot.		P2 631,3x110				PRESNOST	
		c)		Mater.	11 375	Tr. odp.	TOLEROVANI ISO 8015
		b)		C. hm.	kg	Hr. hm.	kg
		a)		PROMITANI			
Zmena		Datum	Index	Podpisy			
Meritko	Pozn.	Navrhl					
1:4		Kreslil	Jan Kraus		Nazev		
C.seznamu		Prezkousel			TR		
C.sestavy	1	Technolog			Typ		
Stary vykr.		Normaliz.			Cis.vykresu		
Novy vykr.		Schvalil			BP-KVM-305-05		
		Datum	03-01-2016		List		

1

2

3

4