



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ



Ústav konstruování a částí strojů

Návrh mobilního zařízení pro přípravu ovocných šťáv

Design of the Mobile Device for Fruit Juices Preparation

Bakalářská práce

Studijní program: Teoretický základ strojního inženýrství

Studijní obor: bez oboru

Vedoucí práce: Ing. Jan Kanaval, Ph.D.

Peter Vítazka

Zadání práce:

V rešerši bakalářské práce bude vypracován stručný přehled zařízení pro přípravu ovocných šťáv v hotelových provozech včetně popisu použitého konstrukčního řešení vzhledem k použité technologii přípravy nápojů. Podstatnou částí práce bude návrh nové varianty mobilního džusovače včetně provedení potřebných návrhových výpočtů a pevnostních kontrol. V závěru práce bude provedeno vyhodnocení efektivnosti navrženého řešení.

Stručná osnova zadání:

1. Rešerše dostupných zařízení pro přípravu ovocných šťáv v hotelových provozech včetně popisu použitého konstrukčního řešení vzhledem k použité technologii přípravy nápojů.
2. Návrh nové varianty mobilního džusovače s příslušenstvím (viz firemní zadání) včetně provedení potřebných návrhových výpočtů a pevnostních kontrol. (Předpokládá se použití výpočtového a konstrukčního SW).
3. 3D model sestavy mobilního džusovače, 2D výkres sestavy mobilního džusovače, 2D výrobní výkresy všech vyráběných dílů.
4. Zhodnocení efektivnosti navržené varianty.

Rozsah grafické části:

1. 3D model sestavy mobilního džusovače.
2. 2D výkres sestavy mobilního džusovače, 2D výkresy všech vyráběných dílů.

Specifikace textové části:

1. Technická zpráva s návrhovými výpočty a potřebnými pevnostními kontrolami.
2. Min. rozsah práce je 30 stran vč. obrázků, přílohy budou zvlášť.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Návrh mobilního zařízení pro přípravu ovocných šťáv“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Kanavala, Ph.D. s použitím literatury, uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

.....
Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří mi při tvorbě této bakalářské práce pomáhali. Děkuji především své přítelkyni Janke Chlebničanovej, která mi v průběhu celého studia byla velkou oporou, a také děkuji své rodině. Velké díky patří také odbornému konzultantovi panu Vladimírovi Chlebničanovi z firmy Suntropic, s.r.o. za jeho cenné rady a ochotu mi vždy pomoci. A v neposlední řadě bych rád poděkoval také vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Kanavalovi, Ph.D. za vstřícné jednání a rady při psaní práce.

Anotční list

Jméno autora:	<i>Peter Vítazka</i>
Název BP:	<i>Návrh mobilního zařízení pro přípravu ovocných šťáv</i>
Anglický název:	<i>Design of the Mobile Device for Fruit Juices Preparation</i>
Rok:	<i>2015</i>
Obor studia:	<i>bez oboru</i>
Ústav:	<i>Ústav konstruování a částí strojů</i>
Vedoucí BP:	<i>Ing. Jan Kanaval</i>
Konzultant:	<i>Vladimír Chlebničan (konatel Suntropic, s.r.o.), jednatel</i>
Bibliografické údaje:	počet stran 53
	počet obrázků 45
	počet tabulek 1
	počet příloh 3
Klíčová slova:	<i>Džusovač, čerpadlo, postmix</i>
Keywords:	<i>Juice machine, pump, postmix</i>

Anotace:

Cílem bakalářské práce je inovativní návrh mobilního stroje na přípravu ovocných šťáv. Při návrhu je přihlíženo ke zvykostem používaných ve firmě Suntropic, s.r.o.

Abstract:

The aim of the thesis is an innovative design of the mobile device for fruit juices preparation. During designing, practices of the company of Suntropic, s.r.o were taken into account.

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Rešerše džusovacího stroje.....	10
2.1 Popis technologie POSTMIX / PREMIX	12
2.2 Základní koncepce smíchávání produktu u technologie POSTMIX	13
2.2.1 Směšovací ventily	15
2.2.2 Peristaltická čerpadla	16
2.2.3 Dávkovací (brix) pumpy.....	17
2.3 Typy chlazení	18
2.3.1 Suché/kontaktní chlazení	19
2.3.2 Mokrý chlazení	20
3. Dostupné konkurenční technologie na českém trhu.....	21
4. Firemní zadání.....	22
5. Návrh stroje.....	23
5.1 Inspirace.....	24
5.2 Popis navrhnutého zařízení	26
5.3 Konstrukční řešení jednotlivých komponent nově navrženého zařízení	27
5.3.1 Sestava celkového designového provedení	27
5.3.2 Výkres nosné konstrukce	28
5.3.3 Schéma oběhu vody a směšování – Under Counter technologie	29
5.3.4 Zabezpečení mobility	30
5.3.5 Návrh chlazení vody	30
5.3.6 Způsob chlazení koncentrátů	31
5.3.7 Návrh uložení peristaltických čerpadel	31
5.3.8 Schéma umístění čidel.....	32

5.3.9	Návrh dispenserů a Top-Counter designu	33
6.	Kontrolní výpočty	34
6.1.1	Kontrola stability	34
6.1.2	Kontrola zatížení kol dle váhového rozložení.....	38
6.1.3	Posouzení pevnosti rámu	39
6.1.4	Posouzení pevnosti tupých svarů.....	44
6.1.5	Posouzení pevnosti stojiny rámu na vzpěr.....	46
7.	Zhodnocení efektivity navržené varianty.....	48
8.	Další zdokonalování	48
9.	Závěr.....	48
10.	Seznam obrázků	49
11.	Seznam symbolů a zkratk	51
12.	Seznam příloh.....	53
13.	Seznam použité literatury	53



1. Úvod

Zvyšování efektivity poskytovaných služeb v gastronomii představuje trend dnešní doby. Automatizace procesů, zlepšování kvality surovin, a to vše při minimalizaci nákladů – to jest cílem každého hotelového manažera.

Společnost Suntropic, s.r.o. - zadavatel této bakalářské práce se zabývá distribucí ovocných šťáv pro hotely na českém, slovenském a maďarském trhu víc než deset let. Po dobu svého působení se společnost profilovala tak, aby co nejvíc dokázala uspokojit potřeby zákazníků. Jako významná mezera (chybějící komodita) na trhu se ukázal být nedostatek automatizovaných technologií pro výčep džusů a čerstvých, nepasterovaných ovocných šťáv. Firemním záměrem se proto okamžitě stal návrh technologie, která by si vyžadovala minimální nároky na obsluhu, byla mobilní a hlavně kompatibilní k vzhledem k sortimentu výrobků společnosti. Na podnět stávající klientely vznikl první koncept zařízení, které bylo potřeba navrhnout a otestovat.

Cílem této bakalářské práce je inovativní návrh a konstrukce automatizovaného, mobilního džusovače, který splňuje designové a technologické požadavky kladené na jeho provoz a distribuci. Při návrhu je brán ohled i na technicko - ekonomickou stránku výroby.



2. Rešerše džusovacího stroje

V dnešní době je často pojem džusovač zaměňován s pojmem odšťavňovač.

Džusovač je zařízení sloužící k podávání ovocných šťáv připravených smícháním - většinou pasterovaného/nepasterovaného ovocného koncentrátu s vodní složkou, a to v požadovaném přesném poměru.

Odšťavňovač je zařízení na přípravu ovocných šťáv odlišným způsobem. Extrahuje neředěnou šťávu z čerstvého ovoce/zeleniny bez dodatečného smíchávání.



OBRÁZEK 1 - DŽUSOVAČ SHANKOMAT S3



OBRÁZEK 2 - ODŠŤAVŇOVAČ ZUMEX 32D

Džusovače lze dělit do dvou základních kategorií podle způsobu přípravy produktu:

- POST-MIX – produkt je připravován a dávkován v samotném zařízení
- PRE-MIX – produkt je připraven už ve výrobě, zařízením je pouze dávkován

Post-mix dále dělíme na 3 základní koncepce, podle typu smíchávání produktu:

- směšovací ventilem – koncentrát je nasáván nebo tlačěn průtokem vody nebo CO_2
- peristaltickým čerpadlem – smíchávaný koncentrát je hnaný elektrickým čerpadlem
- brix pumpami – proporční tlakové smíchávání neelektrickými směšovacími pumpami

Dále je lze rozlišit podle typu použitého dochlazování:

- Suché - pro přenos chladu slouží pevný, převážně hliníkový blok
- Mokrý - jako medium pro přenosu chladu slouží voda



Nesporně největší výhodou a oblíbeností postmix džusovačů je jejich finanční výhodnost. Automatizované výčepní stroje umožňují provozovatelům poskytovat vysoce kvalitní nápoje a zároveň výrazně omezit výdaje na provoz.

Základním požadavkem zákazníka je minimalizace nákladů:

- spojená s distribucí džusů a jejich rychlou kazivostí (koncentrát představuje objemově 1/8 finančních nákladů a pasterizací se prodlužuje doba trvanlivosti)
- na likvidaci odpadu z produkce (odpadá likvidace organického odpadu proti Pre-mix Tetra Pak balením 1/8 objemu odpadu)
- na skladování ovoce a držení zásob (vyžaduje minimální prostory pro uskladnění, v případě pasterizace odpadá nezbytnost chlazení a mražení)
- osobních (mzdových)



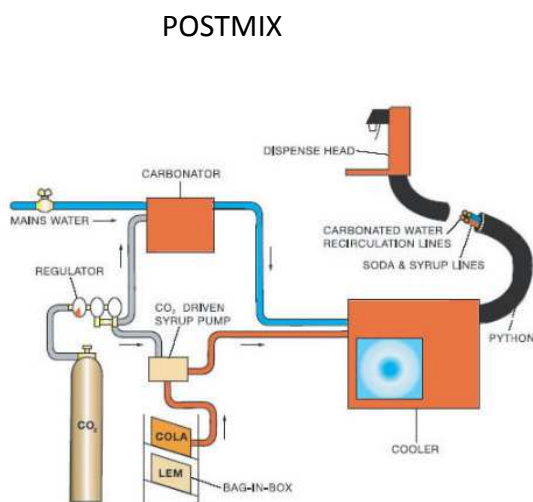
OBRÁZEK 3 - DISTRIBUCE, USKLADNĚNÍ, LIKVIDACE POSTMIX / PREMIX

2.1 Popis technologie POSTMIX / PREMIX

Jako POSTMIX jsou označovány stroje na výrobu limonád, džusů a ledových čajů. Speciální sirupové koncentráty určené pro tyto účely jsou směřovány v požadovaném poměru zpravidla se sodou nebo vodou.

Tímto smíšením dojde k vyrobení konečného produktu, limonády nebo ovocné šťávy. Postmix je také označení pro přípravu nápoje z koncentrátu až v místě prodeje (v českých restauracích, např. točené nápoje společnosti Coca-Cola; jeho opakem je premix, kdy se nápoj připraví již ve výrobě a již hotový se přepravuje v sudech (v České Republice např. točená Kofola). [5]

Ke směřování u postmixu dochází až v konečné fázi celé výroby ve výdejním směšovací ventilu. Odtud tedy pochází označení POST-MIX, tedy míchání nakonec. Ke směšování s vodou dochází jen zřídka (naš případ), běžně se však využívá systém směšování se sodovou vodou, tedy s chlazenou filtrovanou vodou s obsahem CO_2 (není náš případ). [5]



OBRÁZEK 4 - DIAGRAM ZAPOJENÍ POSTMIX



OBRÁZEK 5 - SYSTÉM PREMIX



2.2 Základní koncepce smíchávání produktu u technologie POSTMIX

Základní koncepce technologie POSTMIX je smíchávání sirupu s vodou nebo sodou. Nejpoužívanější jsou 3 základní principy:

- směšovací ventilem
- peristaltickým čerpadlem
- proporčními brix pumpami

Každý z těchto principů má svoje výhody a nevýhody vzhledem k typu nebo konzistenci použitého produktu, které předurčují vhodnost daného použití.

Produkty pro postmix jsou v zásadě baleny a distribuovány v kompaktních baleních zvanými Bag-in-Box (pytel v krabici), nebo obdobných baleních typu kanystr případně aseptický sáček. Rozmezí hmotnosti balení těchto produktů závisí od výrobce a pohybuje v rozmezí od 1 do 10 kg.



OBRÁZEK 6 – TYPY BALENÍ PRODUKTŮ (KANYSTRY, SÁČKY, PYTLE V KRABICI)

Pro určení vhodné koncepce jsou zásadní následující atributy produktu:

- Viskozita koncentrátu
- Požadovaný poměr míchání výsledného nápoje (brix)
- Teplotní kolísání koncentrátu (uskladnění v mrazícím boxu, uskladnění při pokojové teplotě)
- Trvanlivost koncentrátu a náročnost stroje na údržbu (pasterován/nepasterován)

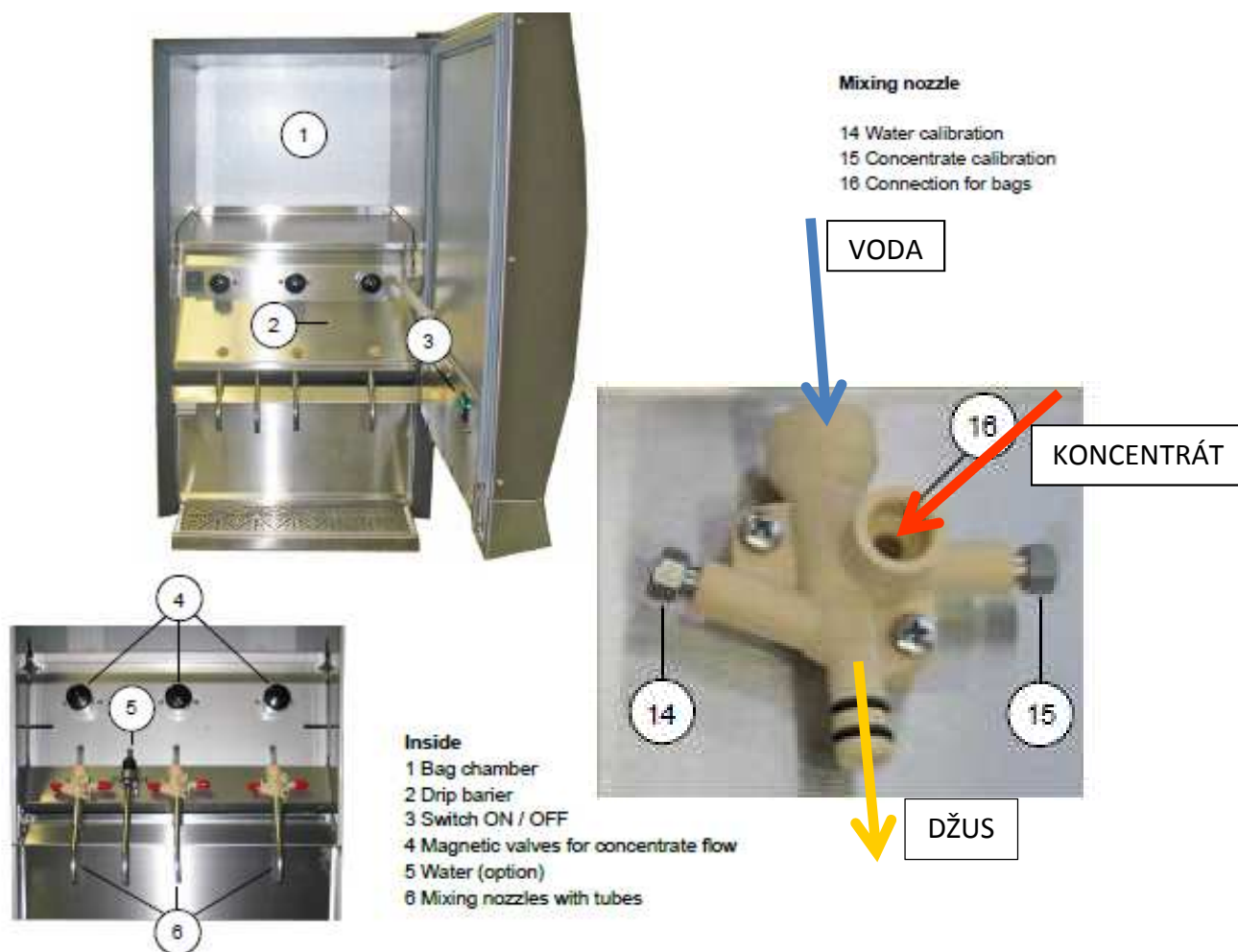


V dnešní době jsou jednoznačně nejrozšířenější směšovací ventily, které jsou z hlediska použití nejjednodušším řešením. Jsou však vhodné jen pro koncentráty s nízkou viskozitou. V následujících kapitolách bude popsána problematika, výhody a nevýhody každého z používaných principů.

2.2.1 Směšovací ventily

Směšovací ventily jsou dnes nejrozšířenějším způsobem smíchávání produktu u POSTMIX džusovačů. Tato technologie je patentována německou společností K&M HOLLAND GmbH a proto je v současnosti použití této technologie možné jen nákupem od autorizovaných výrobců a distributorů. Směšovací ventil nebo takzvaná směšovací tryska je velmi jednoduché a důmyslné zařízení fungující na bázi strhávání koncentrátu regulovaným tlakem vody. Koncentrát je vždy uložený nad úrovní trysky a směšovací poměr (brix) je regulován škrtícím šroubkem, který omezuje průtok koncentrátu.

Obrovskou výhodou je jednoduchost - tento systém je velice spolehlivý a téměř bezúdržbový. Největší nevýhodou je omezená sací síla trysky, a tudíž použitelnost jen pro produkty s nižší hodnotou viskozity se stálou teplotou. Pro docílení takových vlastností produktu je nutná pasterizace, což ovšem navyšuje výslednou cenu produktu.

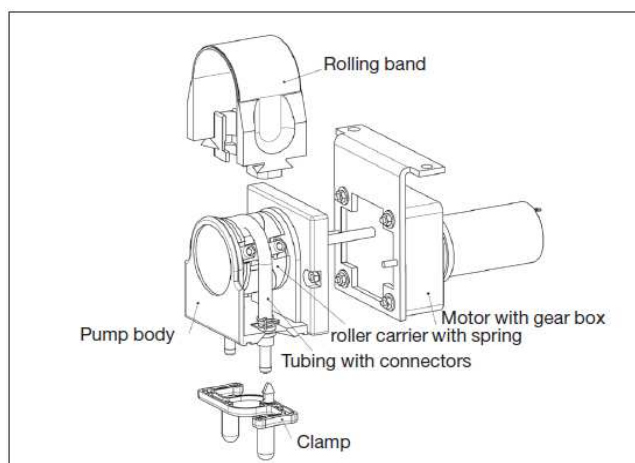


OBRÁZEK 7 - SMĚŠOVACÍ VENTIL HOLLAND FSD 3000

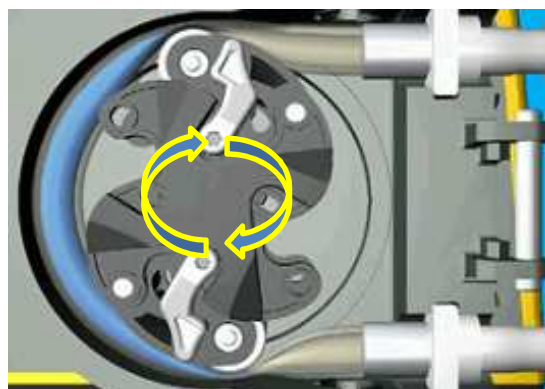


2.2.2 Peristaltická čerpadla

Peristaltická čerpadla jsou objemové pumpy využívané na přesné dávkování viskózních kapalin zejména v potravinářském a automobilovém průmyslu, nebo též ve zdravotnictví. Technologie těchto čerpadel funguje na principu paměti materiálu, ze které je vyrobena flexibilní trubice čerpadla, která je střídavě stlačována a uvolňována (viz obrázek 8). Během pomalého otáčení rotoru dochází k postupné deformaci hadice, přičemž je uzavřen malý objem kapaliny v trubici, který je poté před lopatkou (obvykle je použito 2 až 6 lopatek) vytlačován z hadice po směru rotace lopatky a za lopatkou tudíž vzniká podtlak, který má za následek opětovné nasátí čerpané kapaliny. Směr průtoku kapaliny je dán směrem otáčení čerpadla. [6]



OBRÁZEK 8 - DIAGRAM ZÁKLADNÍCH ČÁSTÍ ČERPADLA



OBRÁZEK 9 - PRINCIP FUNGOVÁNÍ ČERPADLA

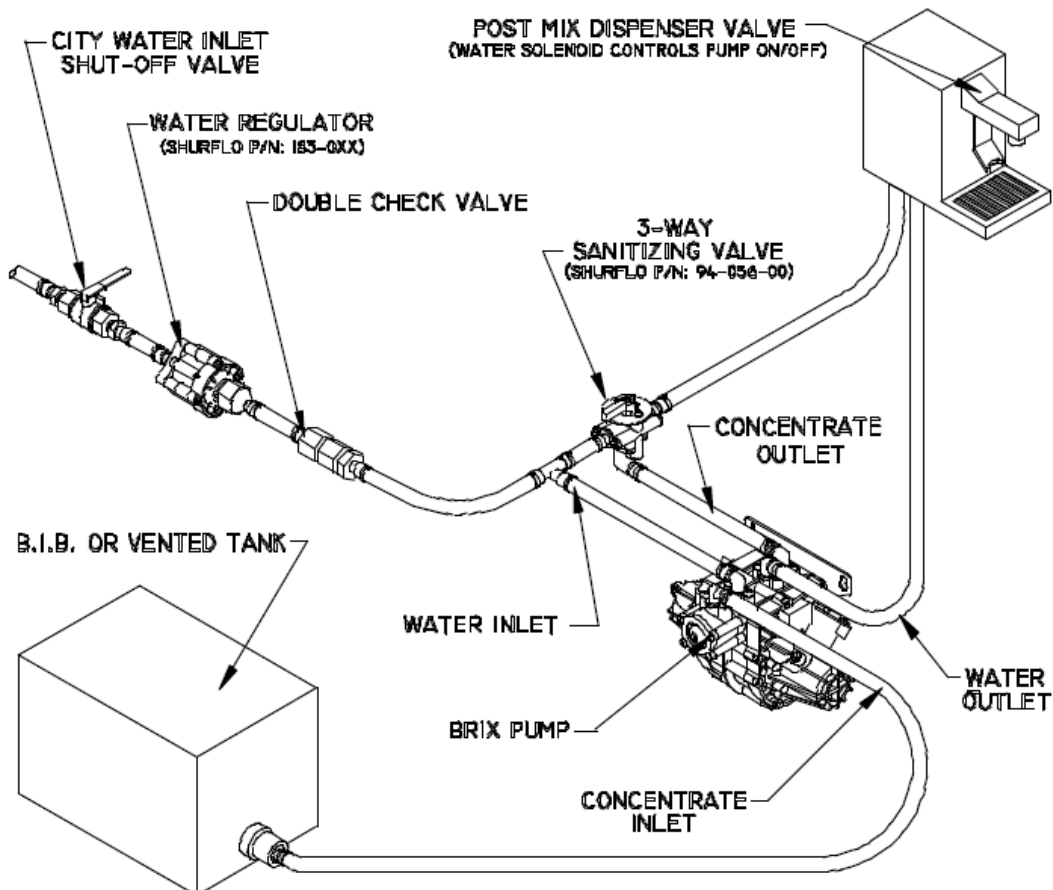
Velkou výhodou těchto čerpadel je vysoká přesnost dávkování, jejich spolehlivost a schopnost bezproblémového fungování i při viskóznějších produktech. Nenáročnost na tepelnou stálost a hustotu produktu umožňuje používání čerstvých nepasterovaných koncentrátů i s dužinou což dává možnost zkvalitnění prodáváného produktu a současně jsou nižší náklady na jeho výrobu (není nutná stálá teplota a současně není nutná pasterizace).

Nevýhodou těchto čerpadel je jejich vyšší náročnost na údržbu – je nezbytná pravidelná výměna lopatkových pružinek v rotujícím válečku což zvyšuje náklady na údržbu a provoz stroje.



2.2.3 Dávkovací (brix) pumpy

Dávkovací (brix) pumpy jsou poháněny vodou pod vysokým tlakem, což umožňuje směšovat (mísit) tyto dvě složky v přesném poměru. Čerpadlo pracuje vždy, když vzniká rozdíl tlaků mezi vstupní a výstupní stranou čerpadla a je navrženo vždy jen na určitý přesný brix. Tento se nedá měnit a je dán velikostí vnitřních komor. Čerpadlo má zabudované jednosměrné zpětné ventily umožňující také použití koncentrátu s dužinou. Výhodou dávkovacích pump je, že nepotřebují kontrolní jednotku ani elektrické napájení. Jsou ovládány regulací tlaku vody z vodovodního řádu. Dávkovací pumpa se dokáže sama vypnout, pokud je náplň koncentrátu dokonale prázdná. Velkou nevýhodou tohoto systému je, že dávkovací pumpy pracují s permanentním pracovním tlakem v rozmezí 1,7 až 3,4 bar, což navyšuje riziko nehod vzhledem k netěsnostem a následným únikům nápoje. Další nevýhodou je nezbytnost pravidelné sanitace z důvodu koncentrátu zůstávajícím ve vnitřních komorách pumpy.



OBRÁZEK 10 - TYPICKÉ ZAPOJENÍ BRIXOVÉ PUMPY



2.3 Typy chlazení

Dochlazování podávaného nápoje v letním období se dnes už stalo standardem. Nezbytnou součástí džusovače je proto externí nebo zabudované kompresorové chlazení. Jak už bylo zmíněno, rozlišujeme následující základní typy:

- Suché/kontaktní chlazení - pro přenos chladu slouží pevný, převážně hliníkový blok
- Mokrý chlazení - jako medium pro přenos chladu slouží teplotně stabilní médium (např. voda)



OBRÁZEK 11 - SUCHÉ CHLAZENÍ PIGMY 20 OD ČESKÉHO VÝROBCE LINDR S.R.O

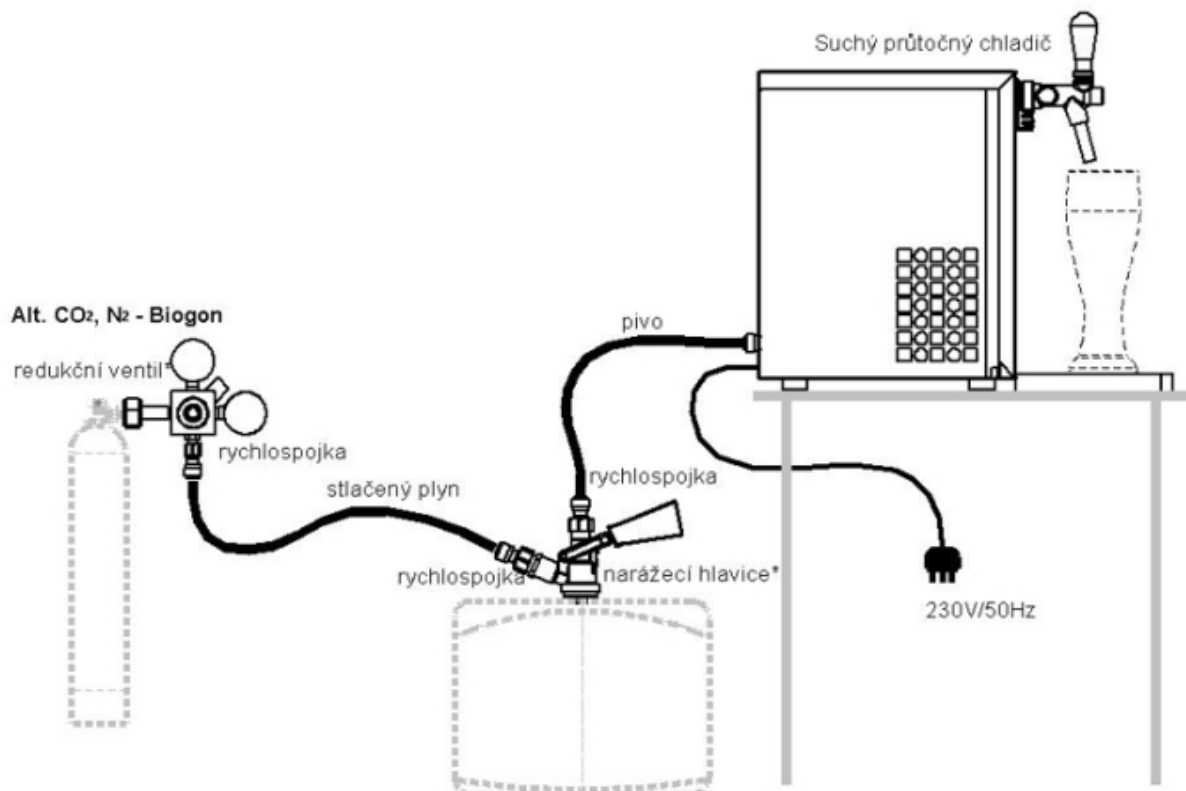


OBRÁZEK 12 - VODNÉ CHLAZENÍ AS-40 OD STEJNÉHO VÝROBCE

Základním rozdílem (kromě odlišné struktury a výkonu) je kompaktnost chladicího zařízení. Zařízení pro mokré chlazení je většinou robustnější z důvodu objemu vodní lázně. Cílem producentů je dosažení co nejvyššího chladicího výkonu při co nejmenším objemu. Pro bezproblémové fungování těchto zařízení je nutné zabezpečit dobré odvětrávání, což může představovat problém zejména v omezených prostorech. Chladiče jsou proto často doplňovány různými ventilátory a odsávacími systémy zabezpečujícími odvod produkovaného tepla. V následující kapitole budou vysvětleny základní rozdíly a vhodnost použití těchto dvou typů chlazení.

2.3.1 Suché/kontaktní chlazení

U tohoto typu chlazení je přenos chladu prováděn přímým kontaktem bez pomoci teplotné látky, to znamená bez vody nebo nemrznoucí kapaliny (například glykol). Chladič má hlavní výměník zvaný termoblok, který se skládá ze dvou trubiček tvarovaných do tvaru šneků, z čehož jedna chladí a ochlazuje k sobě sepnutou druhou trubičku, kterou protéká chlazený nápoj. Výhodou je velice rychlý chladicí účinek chladiče po zapnutí (řádově jen pár minut). Tyto chladiče jsou více vhodné pro menší a kompaktnější zařízení než chladiče vodní, což je zároveň jejich největší výhodou. Kontaktní chladiče také disponují v zásadě o něco menším výkonem- maximální průtok uchlazené kapaliny za hodinu je nižší než u vodního chlazení (běžně do 150l/hodinu při teplotě nápoje 4 až 8°C). V našich podmínkách jsou nejvíce uživatelsky známé a také používané pro mobilní pивní výčepy nebo mobilní výčepy na točené limonády typu Kofoly. Také všechny nápojové automaty na chlazené drinky využívají suchého chlazení.



OBRÁZEK 12 - STANDARDNÍ ZAPOJENÍ SUCHÉHO/KONTAKTNÍHO CHLAZENÍ – NÍZKOKAPACITNÍ PIVNÍ VÝČEP



2.3.2 Mokrý chlazení

Mokrý chlazení nápojů funguje na podobném principu a má podobnou strukturu jako chlazení suché. Zásadní rozdíl je však ve způsobu přenosu chladu. Na rozdíl od suchého/kontaktního chlazení je přenos chladu zabezpečován pomocí teplotně vodní lázně. Šnek s chlazeným nápojem je ponořen ve vodní lázni což maximalizuje přenosovou plochu chladu. Výhodou lázně je také až 25krát vyšší teplotní kapacita vody oproti vzduchu. Vodní chlazení jsou obvykle výkonnější a taky rozměrnější (výkon až 300l/hodinu). Proto nalézají své uplatnění jako zabudované podpultové barové příslušenství anebo bývají umístěny ve zcela oddělených prostorách kvůli odvětrávání.



OBRÁZEK 13 - PODPULTOVÉ PIVNÍ CHLAZENÍ ČESKÉHO
 VÝROBCE LINDR S.R.O



OBRÁZEK 14 - DETAIL VODNÍ LÁZNĚ

Vysoký chladicí výkon umožňuje taky disipaci chlazení na designové doplňky jako rosení dispenserů anebo namražování výčepních píp.



OBRÁZEK 15 - PŘÍKLAD DESIGNOVÉ NAMRAŽENÉ PÍPY
 Návrh mobilního zařízení pro přípravu ovocných šťáv



OBRÁZEK 16 - PŘÍKLAD NAMRAŽENÉ - LED SVETLEM
 PODSVÍCENÉ PÍPY

3. Dostupné konkurenční technologie na českém trhu

Používané technologie se liší zejména cenou, výdejní kapacitou a designem. Podle těchto kritérií se nabízejí klientům nevhodnější typy pro daný provoz. Hotely se rozlišují podle hvězdičkového hodnocení od 2 do 5 hvězdičkových. Čím víc hvězd, tím větší nároky na kvalitu a design stroje. Společnost SUNTROPIC, s.r.o. se zaměřuje na 4 a 5 hvězdičkové hotely, na které je orientován i návrh našeho stroje.

V současnosti používané technologie na servírování ovocných šťáv v hotelech v ČR a ve světě:

** hvězdičkové hotely/ restaurace a jídelny

- nejčastěji premixy



OBRÁZEK 17 - PREMIX VÝDEJNÍK

*** hvězdičkové hotely/ restaurace/ kongresy

- nejčastěji premixy / postmixy



OBR. 1 - PREMIX VÝDEJNÍK



OBRÁZEK 18 - POSTMIX VÝDEJNÍK

****/***** hvězdičkové hotely/ top restaurace/ kongresy / juice bary

- nejčastěji postmixy / čerstvé džusy



OBR. 2 - POSTMIX VÝDEJNÍK



OBRÁZEK 19 - DISPENSORY S ČERSTVÝM DŽUSEM



4. Firemní zadání

Návrh a zpracování projektu mobilního zařízení pro výrobu ovocných šťáv, 2D a 3D výstupy v Catia V5 anebo Solid Edge, odůvodnění navržených řešení a potřebná technická dokumentace.

Práce musí dále obsahovat následující položky a vyhovovat následujícím požadavkům:

- Sestavu celkového designového provedení pro 3 druhy šťáv + 1x voda.
- Výkres nosné konstrukce.
- Under-Counter technologie zařízení musí být umístěná v korpusu o maximálních rozměrech v100 x š150 x h95 /cm/.
- Návrh mobilizace zařízení včetně brzdového systému.
- Návrh chlazení vody.
- Způsob chlazení koncentrátu.
- Návrh systému uložení a zapojení peristaltických čerpadel.
- Návrh umístění čidel.
- Schéma pro elektrické zapojení zařízení.
- Návrh dispenserů a Top-Counter designu.




Zadání zpracoval:

Vladimír Chlebničan – jednatel

Peter Vířazka – zaměstnanec

Podpis
Suntropic s.r.o.
Svitavská 500
678 01 BLANSKO
IČ: 0726942372





5. Návrh stroje

Návrh stroje byl proveden s ohledem na firemní zadání (viz strana 21). Základním a hlavním nedostatkem, na který si hotely stěžují je, že buď mají spolehlivý, ale nehezký stroj, který „neprodává“, nebo mají dispensory s čerstvým džusem, který sice „prodává“, ale náklady na obsluhu a údržbu jim přináší víc ztrátu než zisk. Dostupnost zařízení, která by odstranila výše uvedené nedostatky, na trhu aktuálně nebyla, a proto se společnost rozhodla experimentálně sestavit požadovaný stroj.



OBRÁZEK 20- SPOJENÍ DISPENSORŮ A
POSTMIX STROJE

Popis současného stavu:

- Zadavatelem je společnost zpracovávající surové ovocné koncentráty a distribuující výčepní zařízení určené pro jejich výdej.
- Z požadavků klientely firmy vznikla idea konstrukce mobilního výčepního zařízení s elegantním vzhledem, spolehlivým fungováním a minimálními požadavky na obsluhu, provoz a údržbu.
- Požadavky hotelů jsou zaměřeny na maximální automatizaci používaného zařízení z důvodu snižování mzdových (osobních) nákladů na obsluhu hostů (lidskou sílu).
- Z důvodu udržení konkurenceschopnosti a separace od konkurentů na trhu je aktuálně nutné technické zpracování zařízení pro následnou výrobu a pro lepší propagaci.



5.1 Inspirace

Hlavní inspirací byly zahraniční společnosti, které jsou lídry zaujímavými předními postavení na trhu v Evropě, a jejich stroje.

1) Společnost **Holland GmbH Německo** a jejich postmix stroje, které pracují se směšovacími ventily a suchým typem chlazení.



OBRÁZEK 21 - HOLLAND STROJE ŘADY FSD

2) Společnost **Grapos Vetriebs GmbH Rakousko** a jejich stroje pracující se směšovacími ventily a peristaltickými čerpadly.



OBRÁZEK 22 – STROJE SPOLEČNOSTI GRAPOS



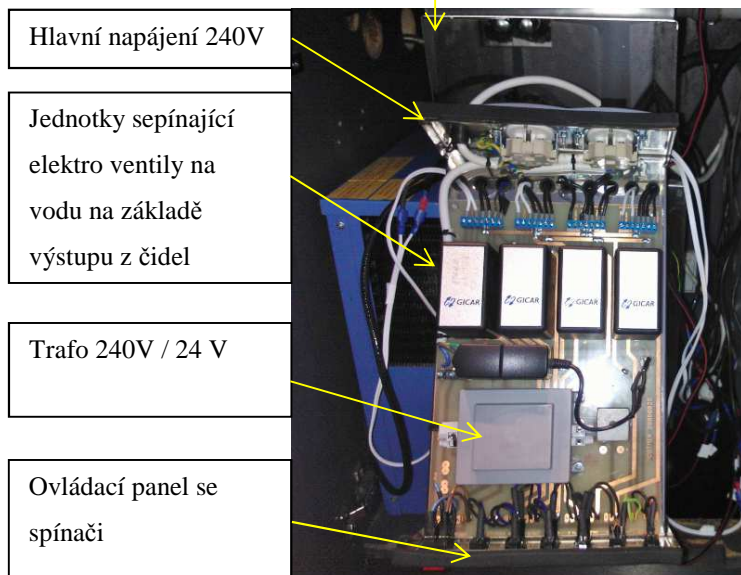
- První inspirací byla návštěva výstavy potravinářských technologií Anuga 2012 v Kolíně nad Rýnem, kde byla možnost si prohlédnout technologie zmíněných zahraničních společností.
- Koncepty postmixů výše zmíněných firem se ukázaly jako vhodné i pro naše záměry, avšak směšovací ventily nebyly vhodné pro náš stroj.
- Experimentováním jsme zjistili, že pro čerstvý nepasterovaný koncentrát nejsou dostatečné a ucpávají se.
- Další experimentální volbou byly dávkovací brix pumpy, které se však taky ukázaly jako nevhodné z důvodu, že v nich zůstával zbytkový džus, což způsobovalo hygienické riziko z důvodu kvašení.
- Hlavním záměrem proto bylo vyvinout systém se směšováním pomocí peristaltických čerpadel, využívaných na přesné dávkování viskózních kapalin např. v potravinářském a automobilovém průmyslu, nebo taky ve zdravotnictví.
- Na rozdíl oproti zahraničním společnostem naše technologie bude pracovat s nepasterovaným koncentrátem, pro který se právě tato čerpadla ukázala jako nejvhodnější.
- Top-counter (horní pult stroje) musí mít autentičnost čerstvého džusu.
- Samostatné doplňování dispenserů bude kontrolováno automatickou regulací výšky hladiny pomocí řídicí jednotky a čidla podobně jako je tomu u kávomatů.
- Výhodou nové konstrukce oproti klasickým postmixům bude dostatek místa v navrženém korpusu, a tedy možnost využití výkonného vodního chlazení na pivo (mokré chlazení).

5.2 Popis navrhnutého zařízení

První návrh a experimentální sestavení stroje z roku 2014 v černém provedení.



OBRÁZEK 23 - STROJ MOMENTÁLNĚ TESTOVANÝ V HOTELU CROWN PLAZA DEJVICE—PROVEDENÍ 3
PŘÍCHUTE+1VODA, ČERNÝ MRAMOR



OBRÁZEK 24 - ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA - DETAIL

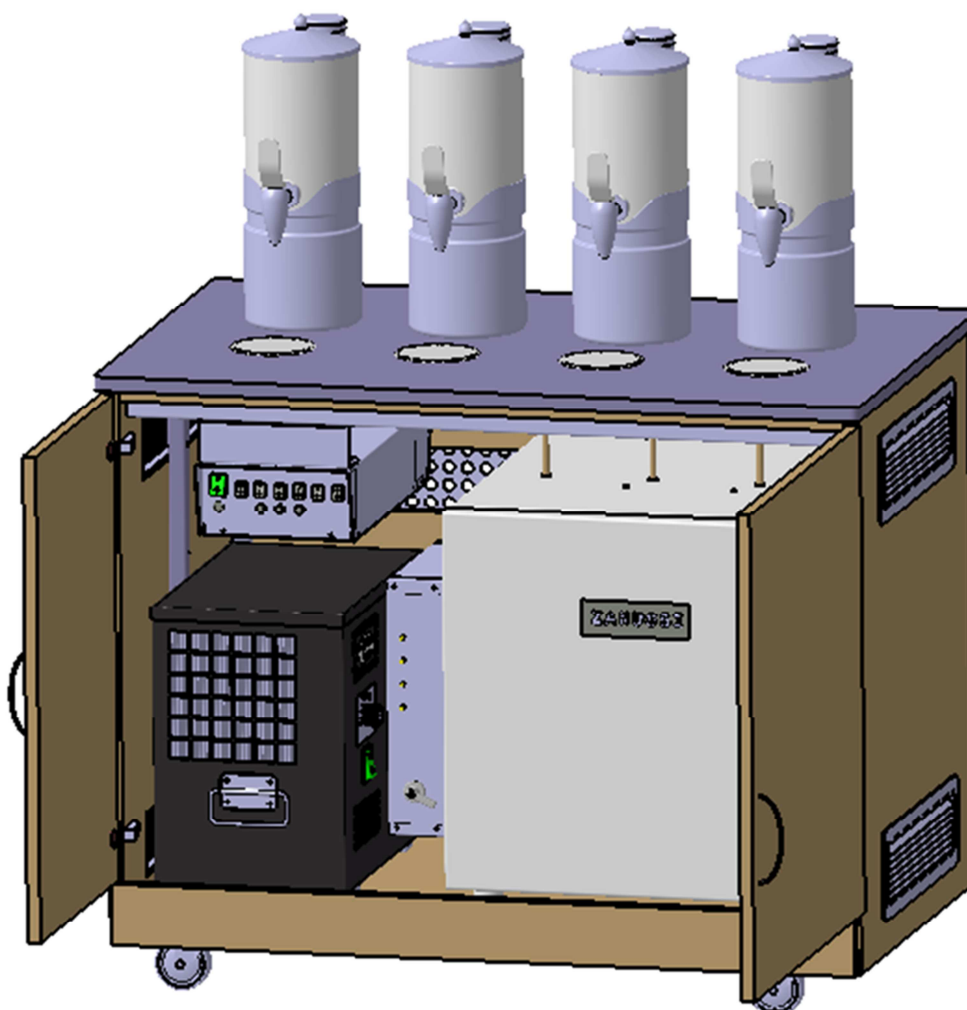


5.3 Konstrukční řešení jednotlivých komponent nově navrženého zařízení

5.3.1 Sestava celkového designového provedení

Výkresová dokumentace je součástí přílohy č.1 – Sestava Stroje.

Při návrhu stroje byly hlavními faktory kromě technických požadavků též jednoduchá dostupnost a cena použitých zařízení (lednice anebo chlazení). Dalším faktorem byla co nejjednodušší montáž stroje a nízké náklady na výrobu strojních součástí. Firma Suntropic, s.r.o. má omezené výrobní kapacity a výroba většiny dílů je zadávána externím společností. Menší výrobní úkony a výrobné operace jako např. řezání závitů, jednoduché vrtání, nýtování nebo montáže sestav jsou prováděny přímo ve společnosti z důvodu úspory. Spojovací materiál byl rovněž navržen v sjednocených velikostech.



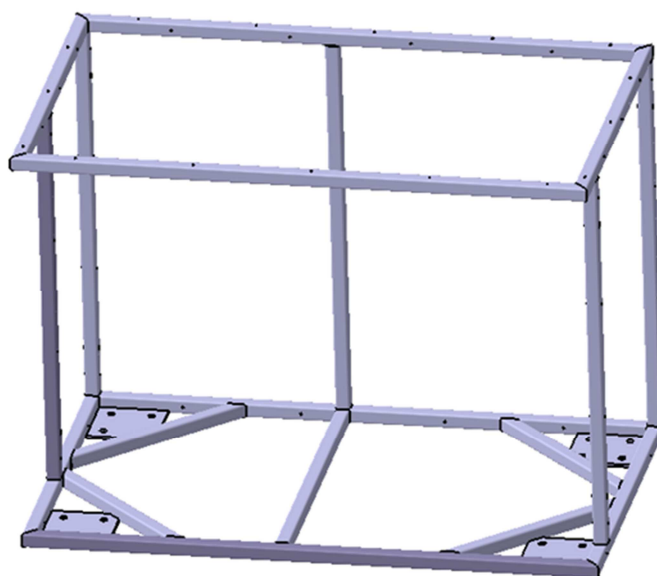
OBRÁZEK 25 - IZOMETRICKÝ POHLED - 3D MODEL STROJE V CATIA V5



5.3.2 Výkres nosné konstrukce

Výkres nosné konstrukce je součástí přílohy – Nosná konstrukce.

Nosná konstrukce byla navržena jako opora dřevěného korpusu stroje, který je k ní přímo připevněn kovovými vruty. K nosné konstrukci jsou šroubovými spoji ukotvená také pojezdová kola s brzdou pro zabezpečení mobility. Stroji dodává větší pevnost hlavně při přesunech v hotelových prostorech.

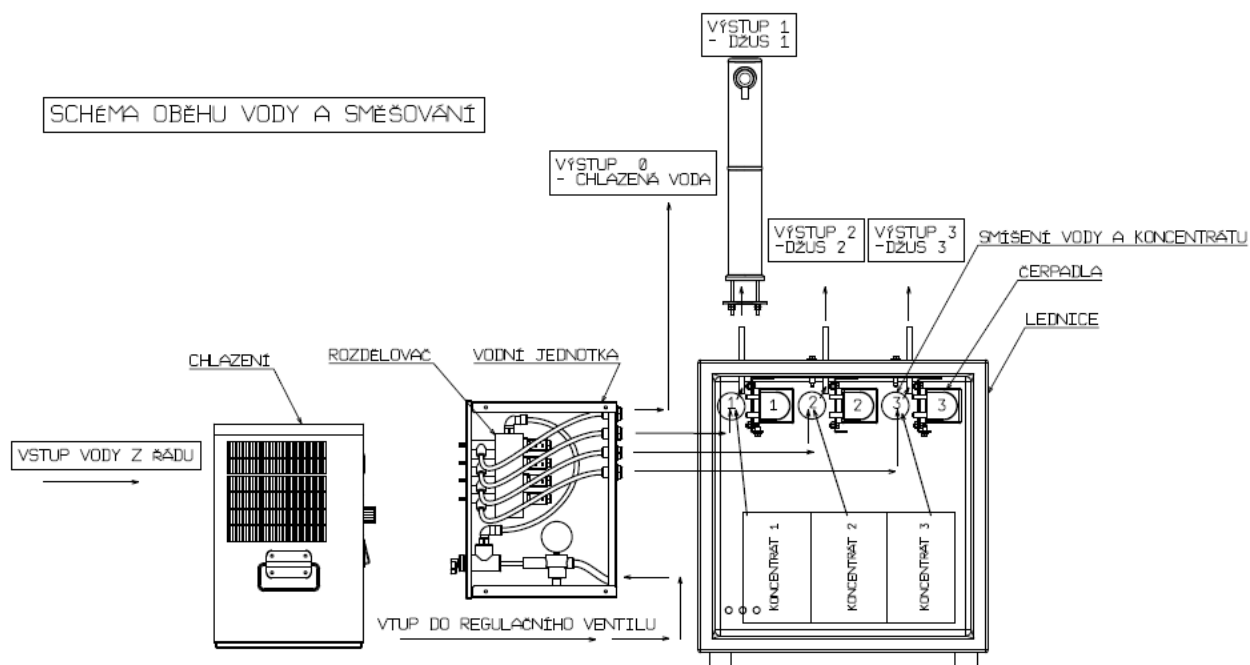


OBRÁZEK 26 - IZOMETRICKÝ POHLED - 3D MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE V CATIA V5

5.3.3 Schéma oběhu vody a směšování – Under Counter technologie

Výkres propojení celého oběhu je součástí přílohy – Schéma propojení.

Návrh oběhu byl navržen ve snaze minimalizovat délku hadic a množství spojovacího materiálu. Obsahuje všechny konstrukční prvky nezbytné pro správnou funkčnost postmixu. Cílem návrhu napájení stroje jako celku k řádu byla co největší jednoduchost a vhodnost i pro technicky nezručný hotelový personál.

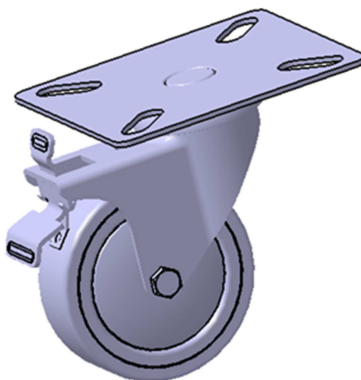


OBRÁZEK 27 - 2D SCHÉMA OBĚHU VODY A SMĚŠOVÁNÍ



5.3.4 Zabezpečení mobility

Návrh mobility byl vyřešen pojezdovými koly běžně dostupným např. pro nákupní vozíky, pomocné vozíky ve výrobních závodech, nemocniční lůžka a podobně. Dodavatel nabízí též variantu s mechanickou brzdou.



OBRÁZEK 28 - IZOMETRICKÝ POHLED ŘEŠENÍ - 3D MODELU KOLA V CATIA V5

5.3.5 Návrh chlazení vody

Konstrukční řešení s dispensory poskytlo relativně velký prostor pro tzv. „Under-Counter“, což umožňuje použít výkonné mokré chlazení, které se používá v zařízení pro chlazení piva Lindr - AS40. Výkonné chlazení poskytuje další možnosti pro budoucí vylepšení - hlavně designového provedení stroje. Po meších úpravách je možné namražování výčepních píp, rosení dispenserů, což opět zvýší atraktivitu stroje.



OBRÁZEK 29 - PIVNÉ CHLAZENÍ LINDR AS-40



5.3.6 Způsob chlazení koncentrátů

Pro chlazení koncentrátů bylo navrženo použití komerčně dostupného modelu minibarové lednice Zanussi. Lednice se upraví pro montáž peristaltických čerpadel – vyndají se příčky. Na boční stěnu lednice se montuje kryt s rozdělovačem a elektroventily. Je to velmi jednoduché a levné řešení.

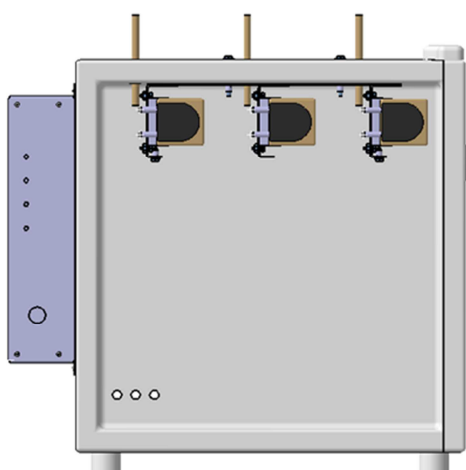


OBRÁZEK 30 - 3D MINIBARU ZANUSSI: MODEL ZRX307W

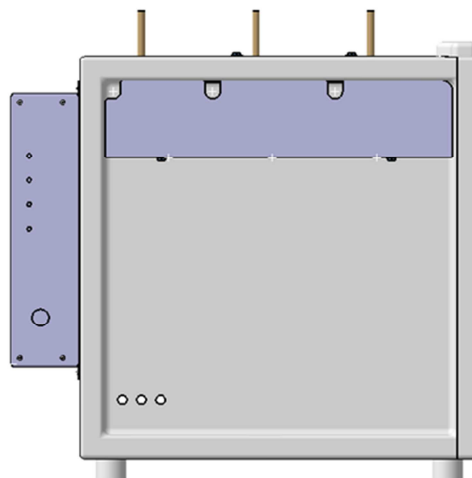
5.3.7 Návrh uložení peristaltických čerpadel

Návrh uložení čerpadel je součástí přílohy – Sestava čerpadel

Čerpadla jsou uložena a zakrytována uvnitř lednice pro minimalizaci délek hadic čerpadel.



OBRÁZEK 31 - POHLED BEZ KRYTU



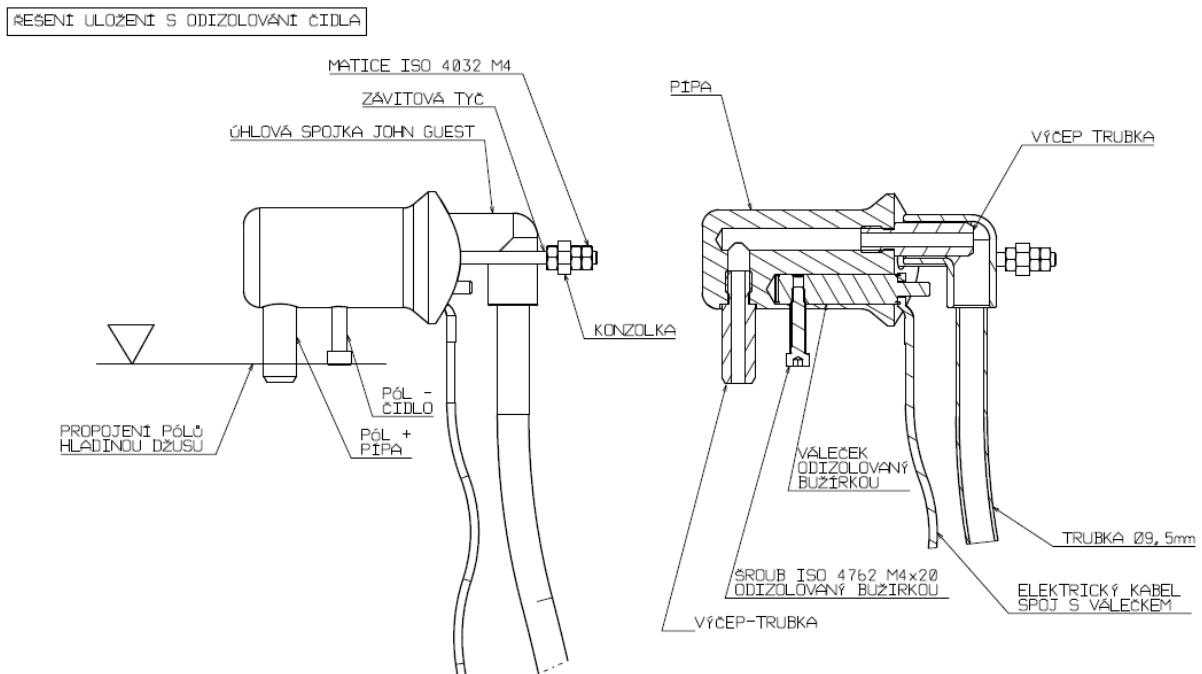
OBRÁZEK 32 - POHLED S KRYTEM



5.3.8 Schéma umístění čidel

Návrh uložení čidel je součástí přílohy – Sestava Sloupku

Podstatou tohoto řešení je odizolování pólů čidel. Kladný pól je napojen na tělo pípy. Uvnitř pípy je vsazený váleček, kterým proudí pól opačný a je odizolovaný od pípy teplem smrštitelnou bužírkou. Do válečku je vmontován šroub, který slouží jako čidlo pro dotyk s hladinou džusu (viz obrázek 34). Když hladina spojí šroubek s pípou, propojí el. okruh v řídicí jednotce a díky elektroventilům se vypne čepování džusu.



OBRÁZEK 33 - DETAIL NA DISPENSORY FRILICH ELEGANCE



5.3.9 Návrh dispenserů a Top-Counter designu

Navrhnuté dispensory jsou řešením od firmy Frilich GmbH. Hlavní části se skládají z kovových hrnců a plastových dispenserů a jsou podstatou celého designu založeného na skutečnosti, že klient vidí, co pije. Kovové části jsou vyrobeny z leštěné nerezové oceli a dostupné i v luxusních provedeních jako pozlacené nebo posypané křišťály od značky Swarovsky.



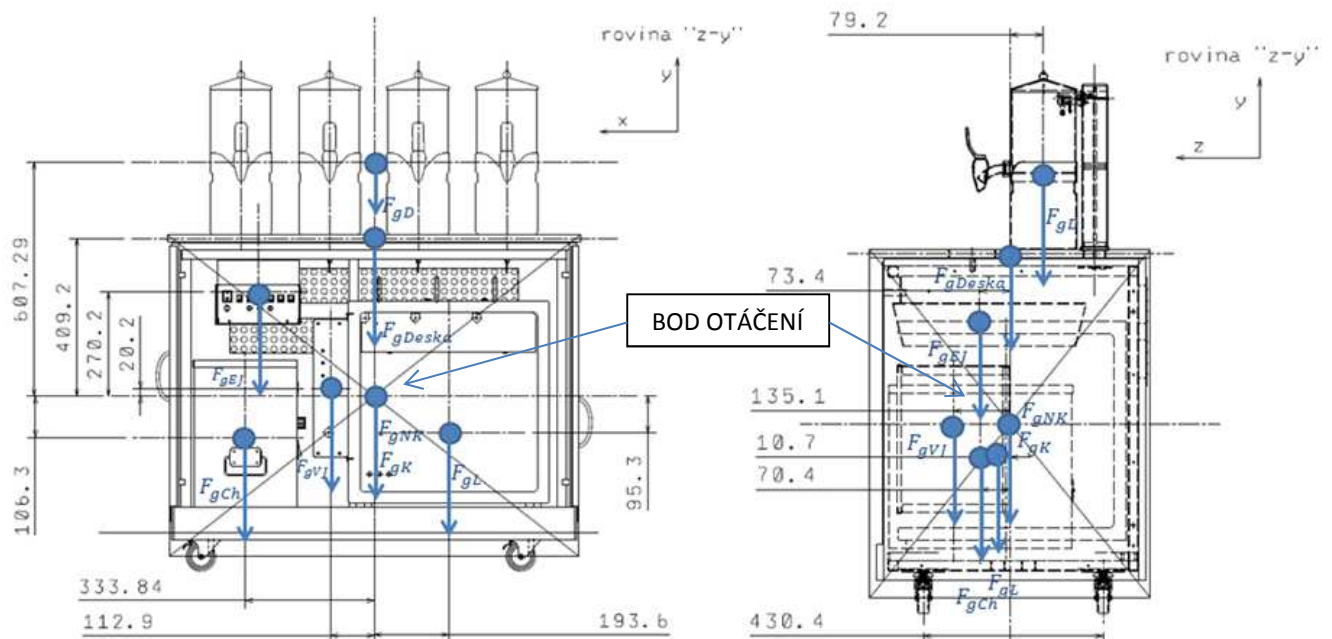
OBRÁZEK 34 - DETAIL NA DISPENSORY FRILICH ELEGANCE

6. Kontrolní výpočty

6.1.1 Kontrola stability

Kontrola stability dle ČSN EN16122:2013

Podmínkou stability dle normy je klopný moment $M_K = 200N \cdot m$



OBRÁZEK 35 – HMOTNOSTNÍ ROZLOŽENÍ HLAVNÍCH ČÁSTÍ STROJE PRO URČENÍ POLOHY TĚŽIŠTĚ A STABILITY

- pro určení polohy těžiště a stability byl výpočtový bod otáčení určující polohu $x=0$, $y=0$, $z=0$ zvolen v geometrickém průsečnicku uhlopříček kváдру ohraničeného nahoře hranami mramorové desky a dole osou kol.

Legenda:

F_{gD}	Gravitační síla - dispensory
F_{gDeska}	Gravitační síla - deska
F_{gCh}	Gravitační síla - chladicí zařízení
F_{gEJ}	Gravitační síla - elektrické jednotky
F_{gK}	Gravitační síla - korpus
F_{gNK}	Gravitační síla - nosné konstrukce
F_{gL}	Gravitační síla - lednice
F_{gVJ}	Gravitační síla - vodná jednotka



Hmotnosti jednotlivých částí:

m_D	18 kg	(10 kg džus, 8 kg nádoby)
m_{Deska}	15 kg	(hmotnost desky)
m_{CH}	48 kg	(8 kg chládicí zařízení, 40 kg vodní lázeň)
m_{EL}	5,4 kg	(hmotnost elektrické jednotka)
m_K	20 kg	(hmotnost korpusu)
m_{NK}	40 kg	(hmotnost nosné konstrukce)
m_L	32 kg	(18 kg koncentrát, 10 kg lednice, 4 kg čerpadla)
m_{VJ}	6 kg	(hmotnost vodní jednotky)

Celková hmotnost: 184,4 kg $F_{g\ celkové} = m \cdot g = 184,4 \cdot 10 = 1844 \text{ N}$

Určení polohy celkového těžiště:

$$x_T(m_D + m_{Deska} + m_{CH} + m_{EL} + m_K + m_{NK} + m_L + m_{VJ}) \\ = x_1 \cdot m_D + x_2 \cdot m_{CH} + x_3 \cdot m_{EJ} + x_4 \cdot m_K + x_5 \cdot m_{NK} + x_6 \cdot m_L + x_7 \cdot m_{VJ}$$

$$x_T(18 + 48 + 5,4 + 20 + 40 + 32 + 6) \\ = 0 \cdot 18 + 0 \cdot 15 + 333,84 \cdot 48 + 300,4 \cdot 5,4 + 0 \cdot 20 + 0 \cdot 40 - 193,6 \cdot 32 \\ + 112,9 \cdot 6$$

$$169,4x_T = 12128,68$$

$$x_T = 71,6 \text{ mm}$$

$$y_T \cdot 169,4 = 607,3 \cdot 18 + 409,2 \cdot 15 - 106,3 \cdot 48 + 270,2 \cdot 5,4 + 0 \cdot 20 + 0 \cdot 40 - 95,3 \\ \cdot 32 + 20,2 \cdot 6$$

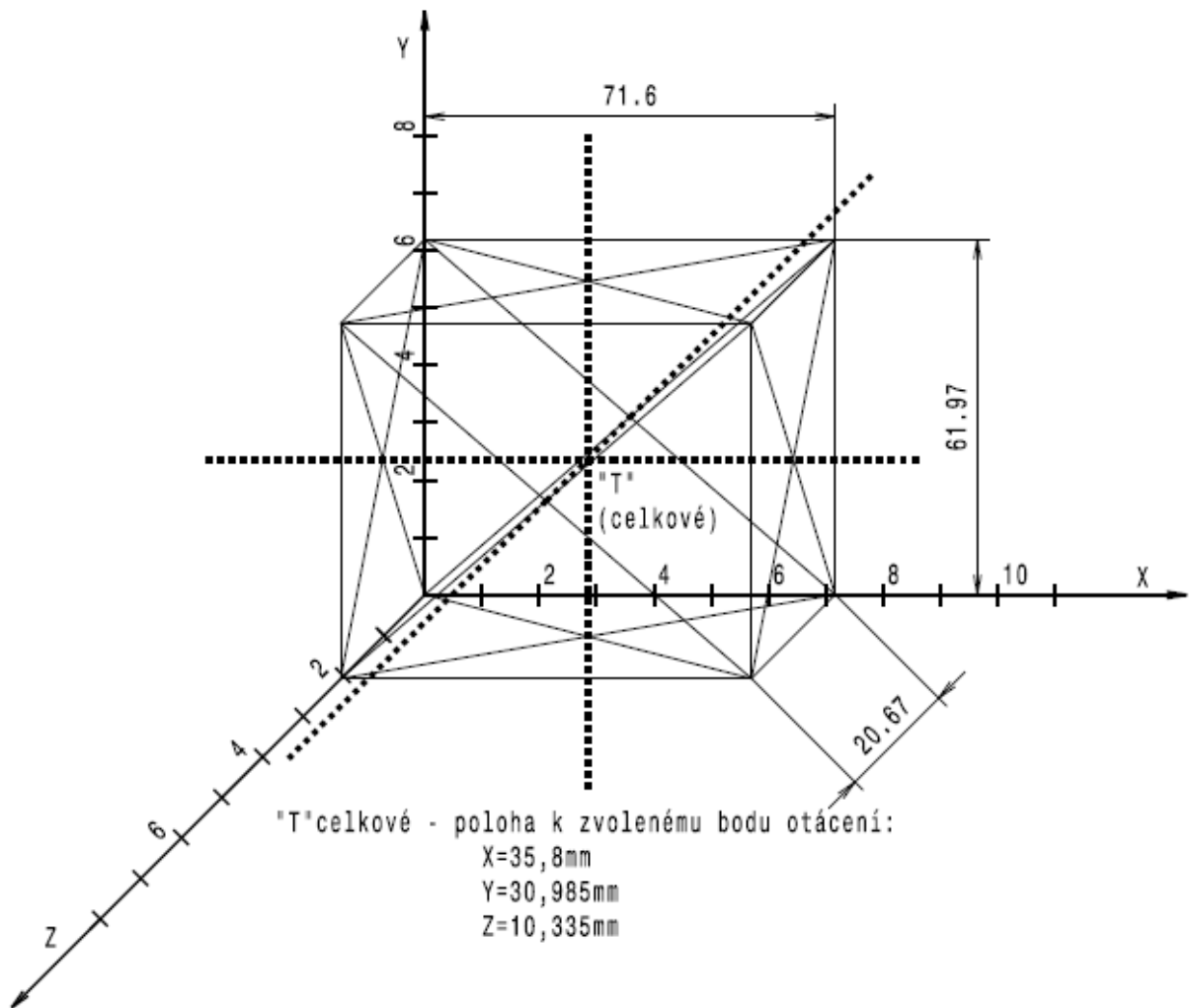
$$169,4 \cdot y_T = 10498$$

$$y_T = 61,97 \text{ mm}$$

$$z_T \cdot 169,4 = -79,2 \cdot 18 + 0 \cdot 15 + 70,4 \cdot 48 + 73,4 \cdot 5,4 + 0 \cdot 20 + 0 \cdot 40 + 10,7 \cdot 32 \\ + 135,1 \cdot 6$$

$$169,4 \cdot z_T = 3502,96$$

$$z_T = 20,67 \text{ mm}$$



OBRÁZEK 36 - GEOMETRICKÝ NÁČRT POLOHY TĚŽIŠTĚ STROJE V PROSTORU

Poloha těžišť dle rovin: $x_T=71,6\text{mm}$

$y_T = 61,97\text{mm}$

$z_T = 20,67\text{mm}$

Celková poloha těžiště: $x_T = 35,8\text{mm}$

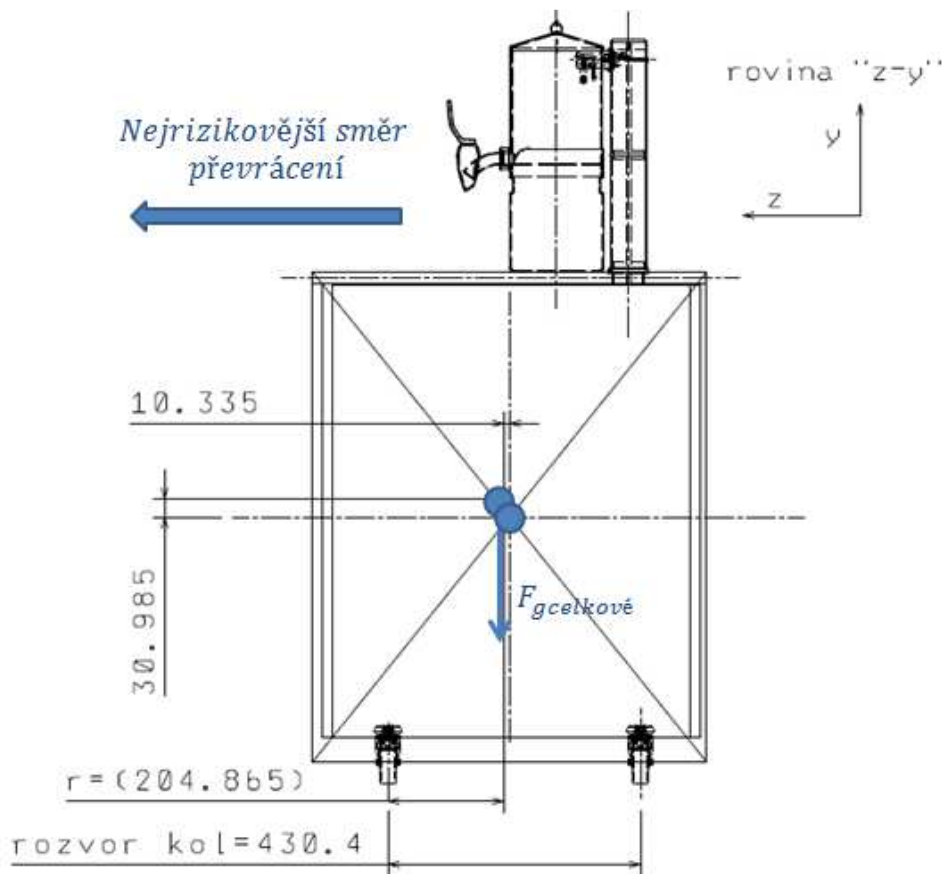
$y_T = 30,985\text{mm}$

$z_T = 10,385\text{mm}$

Dle vypočtené polohy těžiště kontrola stability v kritické rovine „Z-Y“ – ve směru osy „Z“:

Min. moment potřebný k převržení stroje: $M_{min} = r \cdot G = 0,2049 \cdot 1844 = 377Nm$

Dle ČSN EN16122:2013 minimální dovolený klopný moment $M_{Kl. Norma} = 200Nm$



OBRÁZEK 37 – ZNÁZORNĚNÍ NEJRIZIKOVĚJŠÍHO SMĚRU PŘEVŘÁCENÍ

Závěr: $M_{min} > M_{Kl.Norma}$, stroj je stabilní a vyhovuje normě



6.1.2 Kontrola zatížení kol dle váhového rozložení

Dle vypočtené polohy těžiště bylo zjištěno, že posun vůči geometrickému středu je minimální a váhové rozložení téměř dokonale symetrické. Proto byl zvolen zjednodušený výpočet.



 Pevnost kola	 Nosnost kola	 Průměr kola	 Šířka kola	 Stavěcí výška	 Rozměr desky	 Rozměr otvorů		 Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	160	100	36	128	103 x 85	80 - 77	60	9	210,-	88133144
	200	125	36	155					225,-	88133145

OBRÁZEK 38 - POUŽITÉ KOLO - PRYŽOVÉ POJEZDOVÉ KOLO SE SNÍŽENOU HLUČNOSTÍ

Nosnost kola = 160kg

Hmotnost stroje 184,4kg

Hmotnost na jedno kolo (symetricky): $184,4 \div 4 = 46,1 \text{ kg}$

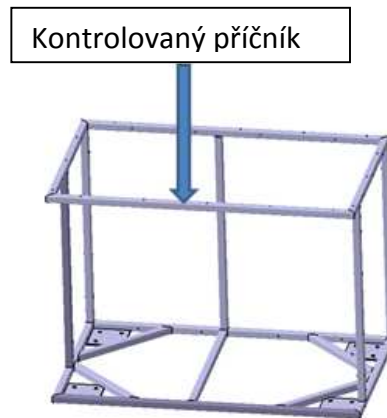
Bezpečnost kol: $k = 160/46,1 = 3,47 \cong 3,5$

Závěr: Zvolená pojezdová kola jsou vyhovující



6.1.3 Posouzení pevnosti rámu

Pro podrobné posouzení pevnosti nesouměrného prostorového rámu je nutné užití výpočtového softwaru a MKP analýzy. Kontrola navrženého rámu je proto převedená na zjednodušený výpočet nejméně podepřeného příčnicku (viz obrázek). Příčnick je počítán ve dvou variantách, jako rovinný nosník zatížený spojitým zatížením a osamělou silou.



OBRÁZEK 39 – NOSNÁ KONSTRUKCE

6.1.3.1 Průřezové charakteristiky

Předpokládané zatížení: $F=500\text{N} \Rightarrow q=0,5\text{N/mm}$ (uvažováno s rezervou)

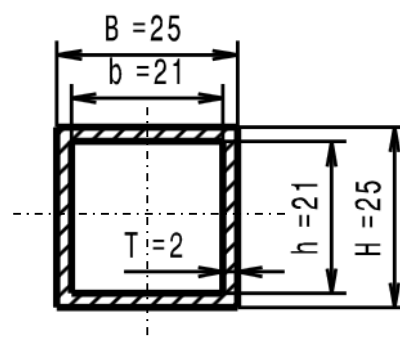
(deska + dispensory s džusem + korpus = 50kg tj. 500N)

Délka nosníku: $l=1000\text{mm}$

Materiál: 11375 ČSN EN 10219-1

Průřezové charakteristiky:

Uzavřený svařovaný
 profil 25x25x2
 ČSN EN 10219-2



OBRÁZEK 40 – PROFIL PŘÍČNÍKU



Plocha průřezu : $S = B \cdot H - b \cdot h = 25 \cdot 25 - 21 \cdot 21 = 184 \text{ mm}^2$

Kvadr. moment průřezu: $i_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12} = \frac{25 \cdot 25^3 - 21 \cdot 21^3}{12} = 16345,3 \text{ mm}^4$

Modul odporu v ohybu: $W_o = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{25 \cdot 25^3 - 21 \cdot 21^3}{6 \cdot 25} = 1307,63 \text{ mm}^3$

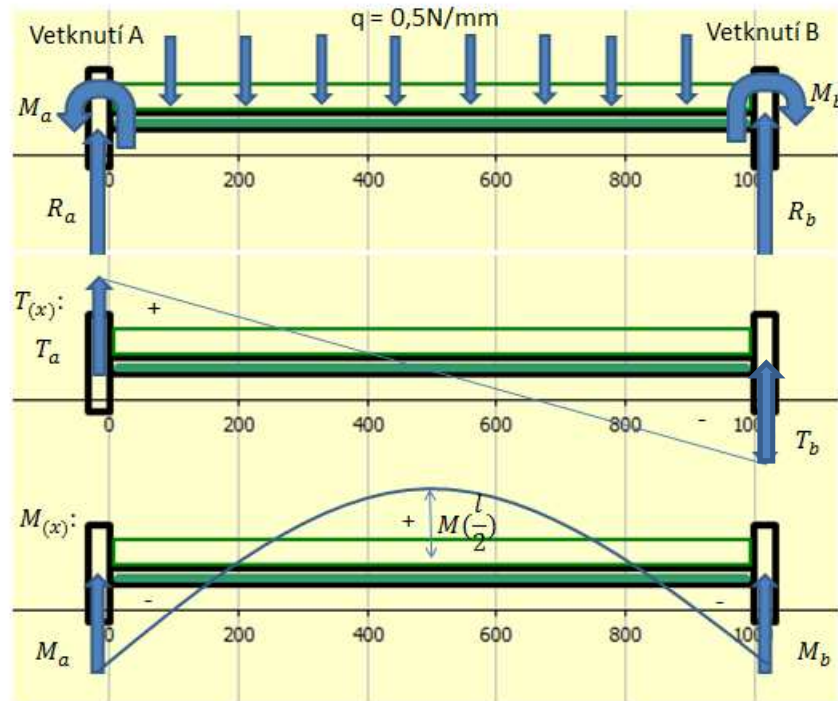
Srovnání s Katalogovými hodnotami FERONA (kontrola):

	vypočteno	Katalog FERONA	Rozdíl
S	184 mm ²	174 mm ²	+9%
<i>i_x</i>	16345,3 mm ⁴	14800 mm ⁴	+9%
<i>W_o</i>	1307,63 mm ³	1170 mm ³	+9.1%

Rozdíl ve vypočtených a katalogových hodnotách je 9%. Vzniklá odchylka je způsobena uvažováním odlišné geometrie při výpočtu průřezových charakteristik - profil byl uvažován s ostrými hranami a dále pak se zaoblenými hranami. V dalších výpočtech se uvažují katalogové hodnoty FERONA.

6.1.3.2 Posouzení pevnosti (statické) na obou koncích, vetknutý nosník
(varianta 1 - spojité zatížení)

Výpočet nosníku:

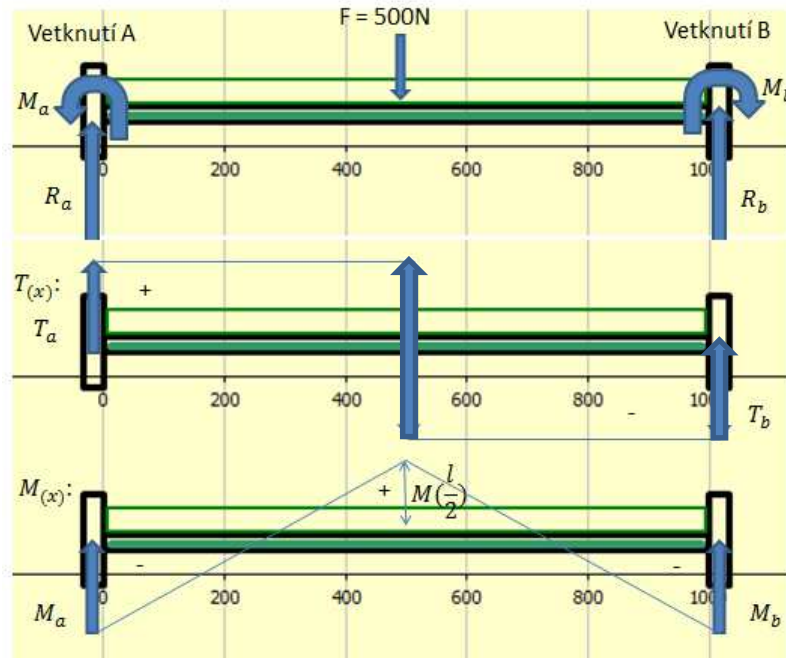


OBRÁZEK 41 – UVOLNĚNÍ, PRŮBĚHY POSOUVAJÍCÍCH SIL A OHYBOVÝCH MOMENTŮ

Reakce: $R_a = R_b = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 1000 = 250N$
 Síly ve vetknutí: $T_a = -T_b = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 1000 = 250N$
 Momenty ve vetknutí: $M_a = M_b = -\frac{1}{2} \cdot q \cdot l^2 = -\frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 1000^2 = -41666,6Nmm$
 Moment v $\frac{l}{2}$: $M_{(\frac{l}{2})} = \frac{q \cdot l^2}{24} = \frac{0,5 \cdot 1000^2}{24} = 20833,3Nmm$
 Max průhyb: $y_{max} = \frac{q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{0,5 \cdot 1000^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 14800} = 0,42mm$

6.1.3.3 Posouzení pevnosti (statické) na obou koncích vetknutého nosníku
 (varianta 2 - osamělá síla)

Výpočet nosníku:



OBRÁZEK 42 - UVOLNĚNÍ, PRŮBĚHY POSOUVAJÍCÍCH SIL A OHYBOVÝCH MOMENTŮ

Reakce: $R_a = R_b = \frac{1}{2} \cdot F = \frac{1}{2} \cdot 500 = 250\text{N}$

Síly ve vetknutí: $T_a = -T_b = \pm \frac{1}{2} \cdot F = \pm \frac{1}{2} \cdot 500 = \pm 250\text{N}$

Momenty ve vetknutí: $M_a = M_b = -\frac{1}{8} \cdot F \cdot l = -\frac{1}{8} \cdot 500 \cdot 1000 = -62500\text{Nmm}$

Moment v $\frac{l}{2}$: $M\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{1}{8} \cdot F \cdot l = \frac{1}{8} \cdot 500 \cdot 1000 = 62500\text{Nmm}$

Max průhyb: $y_{max} = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I} = \frac{0,5 \cdot 1000^3}{192 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 14800} = 0,8\text{mm}$



Příčník je víc namáhán v případě zátěže osamělou silou. Max průhyb je oproti spojitému zatížení dvojnásobný, nicméně pro účely stroje vyhovující.

Bezpečnost v ohybu pro osamělou sílu případ (vybrána kritičtější varianta 2):

$$\sigma_0 = \frac{M_{0max}}{W_0} = \frac{62500}{1190} = 52,5N/mm^2 \leq \sigma_{Dov}$$

$$\sigma_{Dov} = \frac{R_e(\sigma_{kt})}{k_{pož}} = \frac{235}{2} = 117,5N/mm^2$$

k - minimální požadovaná bezpečnost ≥ 2 (zvolena)

$$\sigma_0 \leq \sigma_{Dov}$$

Závěr: konstrukce je pro požadovanou bezpečnost pevnostně vyhovující



6.1.4 Posouzení pevnosti tupých svarů

6.1.4.1 Varianta 1 - spojitě zatížení

$$q=0,5N/mm,$$

$$l=1000mm,$$

$$R_a = T_a=250N,$$

$$S = 2 \text{ svar tupý}$$

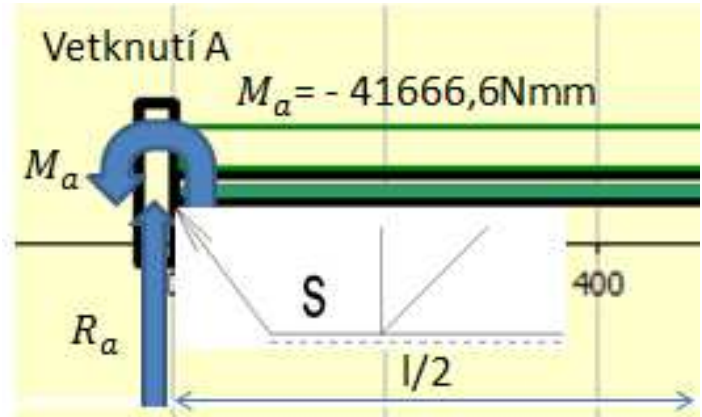
$$S_s = 174cm^2$$

$$W_{oS} = 1190mm^3$$

α_{\perp} a α_{τ} = součinitelé anizotropie, svary tupé

$$(\alpha_{\perp} = 0,85, \alpha_{\tau} = 0,7)$$

$$R_e(\sigma_{Kt}) = 235N/mm^2$$



OBRÁZEK 43 - ZNÁZORNĚNÍ SVARU

Ohyb: (\perp)

$$\sigma_{oS} = \frac{M_a}{W_{oS}} = \frac{41666,6}{1190} = 35N/mm^2$$

Smyk: (τ)

$$\tau_s = \frac{T_a}{S_s} = \frac{250}{174} = 1,4N/mm^2$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{oS}}{\alpha_{\perp}}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\tau_s}{\alpha_{\tau}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{35}{0,85}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{1,4}{0,7}\right)^2} = 41,3N/mm^2$$

$$\sigma_{Dzm} = \frac{R_e(\sigma_{Kt})}{k_{pož}} = \frac{235}{2} = 117,5N/mm^2$$

k - minimální při statické kontrole tupých svarů (1÷ 2) – zvoleno 2

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{Dov}$$

Závěr: svar je pro požadovanou bezpečnost pevnostně vyhovující



6.1.4.2 Varianta 2 – osamělá síla

$$F=500N,$$

$$l=1000mm,$$

$$R_a = T_a=250N,$$

$$S = 2 \text{ svar tupý}$$

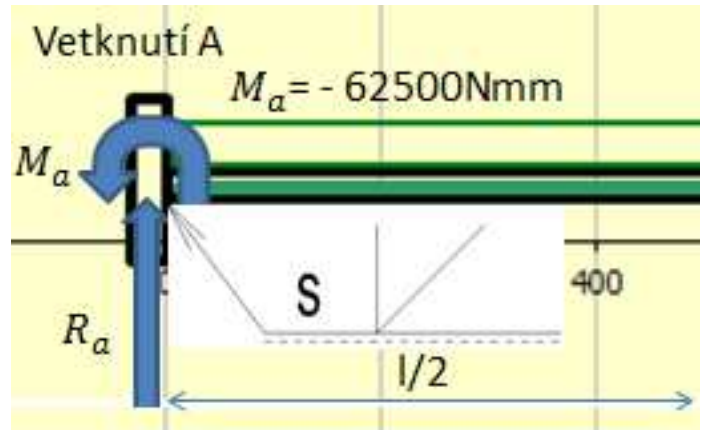
$$S_s = 174cm^2$$

$$W_{oS} = 1190mm^3$$

α_{\perp} a α_{τ} = součinitelé anizotropie, svary tupé

$$(\alpha_{\perp} = 0,85, \alpha_{\tau} = 0,7)$$

$$R_e(\sigma_{Kt}) = 235N/mm^2$$



OBRÁZEK 44 - ZNÁZORNĚNÍ SVARU

Ohyb: (\perp)

$$\sigma_{oS} = \frac{M_a}{W_{oS}} = \frac{62500}{1190} = 52,5N/mm^2$$

Smyk: (τ)

$$\tau_s = \frac{T_a}{S_s} = \frac{250}{174} = 1,4N/mm^2$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{oS}}{\alpha_{\perp}}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\tau_s}{\alpha_{\tau}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{52,5}{0,85}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{1,4}{0,7}\right)^2} = 61,9N/mm^2$$

$$\sigma_{Dov} = \frac{R_e(\sigma_{Kt})}{k_{pož}} = \frac{235}{2} = 117,5N/mm^2$$

k - minimální při statické kontrole tupých svarů ($1 \div 2$) – zvoleno 2

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{Dov}$$

Závěr: svar je pro požadovanou bezpečnost pevnostně vyhovující



6.1.5 Posouzení pevnosti stojiny rámu na vzpěr

V první řadě je nutné určit, zda je stojina namáhána čistým tlakem nebo vzpěrem.

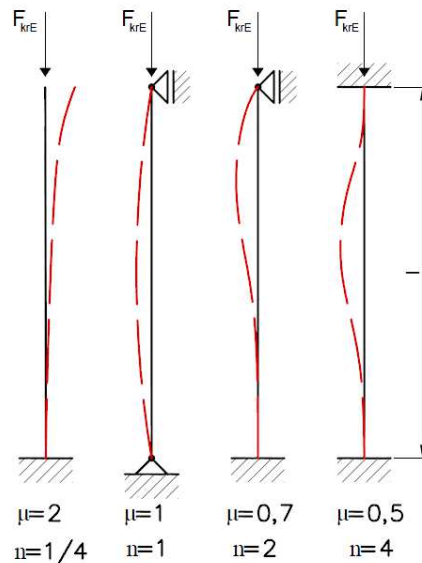
λ - Štíhlostní poměr

l_v - výpočtová vzpěrná délka

i_x - poloměr setrvačnosti průřezu vřetena (katalog FERONA)

l - skutečná vzpěrná délka

μ - součinitel vlivu uložení (viz Obr. 44)



OBRÁZEK 45 - KLASICKÉ PŘÍPADY EULEROVY VZPĚRNÉ PEVNOSTI

Stojina je zatěžována podle IV. případu vzpěru.

$$\lambda = \frac{l_v}{i_x} = \frac{\mu \cdot l}{i_x} = \frac{0,5 \cdot 730}{9,2} = 41,3$$

Jelikož λ spadá do oblasti $40 < \lambda < \lambda_m$ – oblast pružně-plastického vzpěru, se počítá podle Tetmajera. (Ocel ČSN 11375 / S235JRH, $R_e(\sigma_{Kt}) = 235 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_m = 105$, $\sigma_U \approx 188 \text{ N/mm}^2$)

$$\sigma_T = R_{p0,2} - \frac{R_{p0,2} - \sigma_U}{\lambda_m - 40} \cdot (\lambda - 40) = 235 - \frac{235 - 188}{105 - 40} \cdot (41,3 - 40)$$

$$\sigma_T = 234,06 \text{ Nmm}^{-2}$$



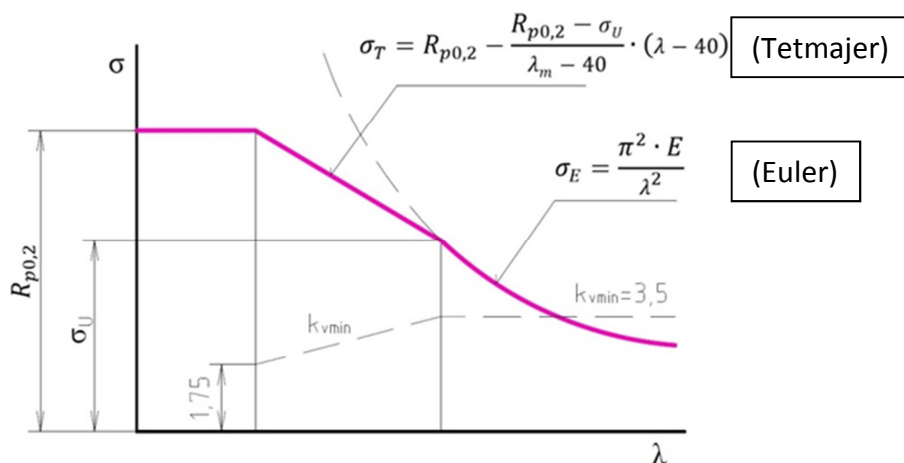
Minimální hodnota součinitele bezpečnosti na vzpěr

$$k_{vminT} = 1,75 \cdot \left(1 + \frac{\lambda - 40}{\lambda_m - 40}\right) = 1,75 \cdot \left(1 + \frac{41,3 - 40}{105 - 40}\right) = 1,84$$

Kontrola součinitele bezpečnosti na vzpěr

$$\sigma_d = \frac{F_d}{S} = \frac{500}{174} = 2,9$$

$$k_v = \frac{\sigma_T}{\sigma_d} = \frac{234,06}{2,9} = 80,7 \geq k_{vminT}$$



OBRÁZEK 46 - DIAGRAM KRITICKÉHO NAPĚTÍ

Závěr: stojina rámu v navrženém profilu vyhovuje vzpěrné pevnosti



7. Zhodnocení efektivity navržené varianty

Konstrukční řešení navržené varianty jsou momentálně v testovací fázi. Prozatím se ukázala velká spokojenost ze strany klientů, která se projevuje dalšími objednávkami stroje. Z hlediska uspokojení klientských požadavků je hodnocen tento návrh jako velice efektivní.

Z hlediska co nejmenších nákladů pro firmu samotnou byl kladen při sestavování stroje velký důraz na ekonomickou stránku a jednoduchost zařízení. Celkové náklady na sestavení prototypu činily zhruba 120 000,- Kč. Výroba všech dílů měla charakter kusové výroby, proto dalším cílem je zpracování technické dokumentace a začátek výroby po sériích.

8. Další zdokonalování

Prostor pro další zdokonalování je zejména ve využití přebytečného výkonu chlazení k designovým účelům, jak bylo zmiňováno v dřívějších kapitolách (namražování píp, rosení dispenserů. Toto si ale bude vyžadovat další okruh chlazení. Možnost zabudování a celkové provedení si vyžaduje hlubší zkoumání.

Prostor pro zjednodušení obsluhy stroje je taky možný v zabudování dávkovače džusu, nebo v průtokoměru pro kontrolu celkového objemu spotřebovaného džusu.

Dalším nápadem by mohla být signalizace prázdného koncentrátu pro obsluhu. Systém by mohl využít podobného čidla, jaké je použito pro elektroventily a pro regulaci hladiny džusu.

9. Závěr

Cílem této bakalářské práce je objasnit a popsat návrh nové varianty mobilního zařízení pro přípravu ovocných šťáv. Podstatou bylo vysvětlit princip a řešení vzhledem k celkovému fungování stroje. Navržené varianty jsou většinou výsledkem experimentů a vnitřní testování prováděného za poslední dva roky. Protože firma má limitované zdroje na výzkum a výrobu zařízení, ekonomická stránka řešení byla podstatou, která umožnila relativně rychlou výrobu prototypu a testování. V budoucnu firma Suntropic, s.r.o. plánuje stroj dále rozvíjet a věří, že dalšími zlepšovacími návrhy se jí podaří prosadit a zaujmout přední místo na trhu ve výrobě džusovačů.



10. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Džusovač Shankomat S3	10
Obrázek 2 - Odšťavňovač Zumex 32D	10
Obrázek 3 - Distribuce, uskladnění, likvidace POSTMIX / PREMIX.....	11
Obrázek 4 - Diagram zapojení postmix	12
Obrázek 5 - Systém premix.....	12
Obrázek 6 – Typy balení produktů (kanystry, sáčky, pytle v krabici).....	13
Obrázek 7 - Směšovací ventil Holland FSD 3000	15
Obrázek 8 - Diagram základních částí čerpadla.....	16
Obrázek 9 - Princip fungování čerpadla	16
Obrázek 10 - Typické zapojení brixové pumpy	17
Obrázek 11 - Suché chlazení Pigmy 20 od českého výrobce Lindr s.r.o.....	18
Obrázek 12 - Standardní zapojení suchého/kontaktního chlazení – nízkokapacitní pivní výčep	19
Obrázek 13 - Podpultové pivní chlazení českého výrobce Lindr s.r.o.....	20
Obrázek 14 - Detail vodní lázně.....	20
Obrázek 15 - Příklad designové namražené pípy	20
Obrázek 16 - Příklad namražené - led světlem podsvícené pípy	20
Obrázek 17 - Premix výdejník.....	21
Obrázek 18 - Postmix výdejník	21
Obrázek 19 - Dispensory s čerstvým džusem.....	21
Obrázek 20- Spojení dispenserů a postmix stroje.....	23
Obrázek 21 - Holland stroje řady FSD	24
Obrázek 22 – Stroje společnosti Grapos	24
Obrázek 23 - Stroj momentálně testovaný v hotelu Crown Plaza Dejvice–provedení 3 příchute+1voda, černý mramor	26
Obrázek 24 - Řídící jednotka - detail	26
Obrázek 25 - Izometrický Pohled - 3D model stroje v CATIA V5	27
Obrázek 26 - Izometrický Pohled - 3D model nosné konstrukce v CATIA V5.....	28
Obrázek 27 - 2D Schéma oběhu vody a směšování	29



Obrázek 28 - Izometrický Pohled řešení - 3D modelu kola v CATIA V5.....	30
Obrázek 29 - Pivné chlazení Lindr AS-40	30
Obrázek 30 - 3D minibaru ZANUSSI: model ZRX307w	31
Obrázek 31 - Pohled bez krytu	31
Obrázek 32 - Pohled s krytem	31
Obrázek 33 - Detail na dispensory Frilich Elegance	32
Obrázek 34 - Detail na dispensory Frilich Elegance	33
Obrázek 35 – Váhové rozložení hlavních částí stroje pro určení polohy těžiště a stability	34
Obrázek 36 - Geometrický náčrt polohy těžiště stroje v prostoru.....	36
Obrázek 37 – Znázornění nejrizikovějšího směru převrácení	37
Obrázek 38 Použité kolo - Pryžové pojezdové kolo se sníženou hlučností.....	38
Obrázek 39 –Profil příčnicku	39
Obrázek 40 – Uvolnění, průběh sil a momentů zvažovaný případ pro spojitě zatížení.....	41
Obrázek 41 - Uvolnění, průběh sil a momentů zvažovaný případ pro osamělou sílu.....	42
Obrázek 42 - Znázornění svaru.....	44
Obrázek 43 - Znázornění svaru.....	45
Obrázek 44 - Klasické případy Eulerovy vzpěrné pevnosti.....	46
Obrázek 45 - Diagram kritického napětí.....	47



11. Seznam symbolů a zkratek

B	[mm]	vnější šířka profilu
b	[mm]	vnitřní šířka profilu
H	[mm]	vnější výška profilu
h	[mm]	vnitřní výška profilu
F	[N]	tíhová síla na nosnou konstrukci
F_{gD}	[N]	gravitační síla - dispensory
F_{gDeska}	[N]	gravitační síla - deska
F_{gCh}	[N]	gravitační síla - chladicí zařízení
F_{gEJ}	[N]	gravitační síla - elektrická jednotka
F_{gK}	[N]	gravitační síla – korpus
F_{gNK}	[N]	gravitační síla - nosné konstrukce
F_{gL}	[N]	gravitační síla - lednice
F_{gVJ}	[N]	gravitační síla - vodní jednotka
g	[m.s ⁻²]	gravitační tíhové zrychlení
G	[N]	gravitační síla – celé zařízení
i_x	[mm]	poloměr setrvačnosti průřezu
k	[1]	bezpečnost
$k_{pož}$	[1]	minimální požadovaná bezpečnost
k_{vminT}	[1]	minimální bezpečnost ve vzpěru dle Tetmajera
l	[mm]	celková délka příčnicku / stojiny
l_v	[mm]	výpočtová vzpěrná délka
m_D	[kg]	hmotnost dispenserů
m_{Deska}	[kg]	hmotnost desky
m_{CH}	[kg]	hmotnost chladicího zařízení
m_{EL}	[kg]	hmotnost elektrická jednotka
m_K	[kg]	hmotnost korpusu
m_{NK}	[kg]	hmotnost nosní konstrukce
m_L	[kg]	hmotnost lednice s čerpadly a koncentráty
m_{VJ}	[kg]	hmotnost vodní jednotky



M_a, M_b	[N.mm]	momenty ve vetknutí
$M_{Kl. Norma}$	[N.mm]	klopný moment dle normy
$M_{(\frac{l}{2})}$	[N.mm]	moment v polovině příčnicku
M_{min}	[N.mm]	minimální moment potřebný k prevržení
M_{Omax}	[N.mm]	maximální ohybový moment
R_a, R_b	[N]	reakce ve vetknutí A, B
$R_e(\sigma_{Kt})$	[N/mm ²]	mez kluzu materiálu
$R_{p0,2}$	[N/mm ²]	smluvní mez kluzu materiálu
r	[mm]	poloměr vzálenosti kol
T	[mm]	tloušťka stěny profilu
T_a, T_b	[N]	posouvající síla ve vetknutí A, B
S	[mm ²]	průřez řešeného profilu
S_s	[mm ²]	průřez řešeného profilu svaru
x_T	[mm]	poloha těžiště na ose x
W_o	[mm ³]	pružný modul průřezu v ohybu
W_{oS}	[mm ³]	pružný modul průřezu svaru
y_T	[mm]	poloha těžiště na ose y
y_{max}	[mm]	maximální průhyb
z_T	[mm]	poloha těžiště na ose z
λ	[1]	štíhlostní poměr
α_{\perp}	[1]	součinitel azintropie tup. svaru v kolmém směru
α_{τ}	[1]	součinitel azintropie tupého svaru při smyku
μ	[1]	součinitel vlivu uložení
σ_{Dov}	[N/mm ²]	dovolené napětí
σ_o	[N/mm ²]	napětí v ohybu
σ_{oS}	[N/mm ²]	ohybové napětí svaru
σ_{red}	[N/mm ²]	redukováné napětí
σ_U	[N/mm ²]	napětí na mezi úměrnosti
σ_T	[N/mm ²]	kritické napětí podle Tetmajera
τ_S	[N/mm ²]	smykové napětí v tupém svaru



12. Seznam příloh

Příloha 1 – Výkresy sestavy stroje, všech podsestav a vyráběných součástí

Příloha 2 – Výkresy koncepčních řešení

Příloha 3 – CD s 3D modelem v CATIA V5

13. Seznam použité literatury

- [01] POSPÍCHAL, Jaroslav; SLANEC, Karel. *Technické kreslení*. Vydavatelství ČVUT v Praze, 2009, 88 s. ISBN 978-80-01-03214-5
- [02] DRASTÍK a kolektiv, František. *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. 1. Dotisk 2002, vyd. Praha: MONTANEX, 1999, 767 s.
- [03] ŠVEC, Vladimír. *Části a mechanismy strojů: spoje a části spojovací*. Vyd. 3. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 170 s. ISBN 978-80-01-04138-3.
- [04] ČERNOCH Svatopluk. *Strojně technická příručka*. Svazek 1., Spálená 51, Praha1: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1977, 1296 s.
- [05] *POSTMIX/PREMIX*[online].[cit.2015-05-26].
Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Premix_and_postmix
- [06] *PERISTALTICKÁ ČERPADLO* [online]. [cit. 2015-05-26].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Peristaltick%C3%A9_%C4%8Derpadlo