

Konstrukční návrh dvounádobové varny pro vaření 500l mladiny.

Bc. Jan Melša

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Melša**
Osobní číslo: **T16616**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Konstrukční návrh dvounádobové varny pro vaření 500l mladiny**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma.
2. Navrhněte konstrukci dvounádobové varny pro vaření 500l mladiny.
3. Provedte konstrukci 3D modelu dvounádobové varny pro vaření 500l mladiny.
4. Vytvořte výkresovou dokumentaci sestavy varny včetně kusovníku.
5. Provedte ekonomické zhodnocení návrhu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího DP.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Ovsík, Ph.D.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

2. ledna 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

18. května 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



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




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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 11.5.2018

.....


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

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

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

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

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

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

⁴⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní díla:

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem varny pro vaření 5hl pivní mladiny. První část práce je zaměřena na historii vaření piva a technologický proces výroby piva, který je pro pochopení dané problematiky stěžejní. V druhé části jsou popsány jednotlivé komponenty varného zařízení a typové příklady restauračních varen v ČR.

V praktické části diplomové práce byl vytvořen 3D model i výkres sestavy konstrukce varny. Nakonec bylo vyhotoveno ekonomické zhodnocení návrhu.

Klíčová slova:

Varna, mladina, pivo, rmutomladinová pánev, scezovací kád'

ABSTRACT

The thesis deals with a design of a brewing receptacle for brewing 5 hectolitres of hopped wort. The introductory section of the thesis focuses on the history of beer brewing and the technological process of beer production that is vital for understanding the topic. The problem analysis section provides a description of individual components of the brewing equipment and examples of the types of brewing receptacles used in restaurants in the Czech Republic.

The research part of the thesis includes a 3D model and a drawing of the brewing receptacle assembly design. The conclusion offers an economic analysis of the design.

Keywords:

Brewing receptacle, hopped wort, beer, mash copper, filtering tub

Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomáhali při vypracování diplomové práce. Děkuji především vedoucímu práce panu Ing. Martinu Ovsíkovi, Ph.D., za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl při zpracování této diplomové práce.

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 HISTORIE VAŘENÍ PIVA V ČECHÁCH	13
2 SUROVINY PRO PŘÍPRAVU PIVA.....	18
2.1 SLAD	18
2.1.1 Výroba sladu	18
2.2 CHMEL	19
2.3 VODA	19
2.4 KVASNICE	20
3 JEDNOTLIVÉ FÁZE VÝROBY PIVA	21
3.1 MLETÍ SLADU - ŠROTOVÁNÍ	22
3.2 VYSTÍRÁNÍ SLADU	22
3.3 RMUTOVÁNÍ	22
3.3.1 Infuzní způsob rmutování	23
3.3.2 Dekokční způsob rmutování	24
3.4 SCEZOVÁNÍ	24
3.5 VAŘENÍ - CHMELOVAR	25
3.6 FILTRACE A CHLAZENÍ MLADINY	25
3.7 HLAVNÍ KVAŠENÍ	25
3.8 DOKVAŠOVÁNÍ.....	26
3.9 FILTRACE PIVA	26
3.10 PASTERACE PIVA	26
3.11 STÁČENÍ PIVA	27
4 MALÉ DVOUNÁDOBOVÉ VARNY V ČR.....	28
4.1 VARNA V LÍŠENSKÉM PIVOVARU.....	28
4.2 VARNA V PIVOVARU KAMENICE NAD LIPOU	29
5 POPIS ZAŘÍZENÍ DVOUNÁDOBOVÉ VARNY	30
5.1 SCEZOVACÍ KÁĎ	30
5.1.1 Kypřidlo	32
5.1.2 Scezovací síta	32
5.1.3 Ústí scezovacích trubek.....	33
5.1.4 Směrová oplachová tryska	34
5.2 RMUTOMLADINOVÁ PÁNEV	34
5.2.1 Druhy otopu pánví.....	36
5.2.2 Výhody a nevýhody ohřevů	37
5.3 OBSLUŽNÁ PLOŠINA	37
5.4 OVLÁDÁNÍ A AUTOMATIZACE VARNY.....	38
5.4.1 Ruční ovládání	38
5.4.2 Poloautomatické řízení.....	38
5.4.3 PC automat	39

5.5	CHLADIČ MLADINY.....	40
5.6	POTRUBNÍ PROPOJENÍ	41
5.7	ČERPADLA.....	42
5.8	SCHÉMA DVOJNÁDOBOVÉ VARNY.....	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
6	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	45
7	POUŽITÉ APLIKACE	46
7.1	PTC CREO PARAMETRIC 3.0	46
7.2	AUTODESK AUTOCAD MECHANICAL	46
7.3	BLENDER 2.79.....	46
8	NÁVRH JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT VARNY	47
8.1	SCEZOVACÍ KÁĎ	47
8.1.1	Výpočet velikosti scezovacího dna	47
8.1.2	Určení základních rozměrů kádě.....	47
8.1.3	Materiál kádě.....	48
8.1.4	Izolace kádě.....	49
8.1.5	Návrh scezovacího síta.....	50
8.1.6	Pohon kypřidla	51
8.1.7	Návrh prořezávacích nožů a vyhrnovacího mechanismu.....	52
8.1.8	Jímka a teplotní senzor.....	53
8.1.9	Mycí tryska a nastavení směru	54
8.1.10	Utěsnění hřídele	55
8.1.11	Kompletní návrh scezovací kádě	56
8.2	RMUTOMLADINOVÁ PÁNEV	57
8.2.1	Volba rozměrů pánve	57
8.2.2	Materiál pánve.....	58
8.2.3	Izolace pánve.....	59
8.2.4	Volba otopu pánve	59
8.2.5	Teplotní snímač	61
8.2.6	Volba míchadla a jeho pohon.....	62
8.2.7	Osvětlení nádoby.....	63
8.2.8	Kompletní návrh rmutomladinové pánve.....	64
8.3	OBSLUŽNÁ PLOŠINA	65
8.4	BRÝDOVÝ KONDENZÁTOR.....	66
8.5	PŘEČERPÁVÁNÍ DÍLA A POTRUBNÍ PROPOJENÍ	67
8.6	SCHÉMA VARNY	68
8.7	ŘÍZENÍ A ŘÍDÍCÍ PANEL	69
8.8	CELKOVÝ NÁVRH VARNY	70
9	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	71

9.1	KALKULACE MATERIÁLU A NÁKLADŮ NA VÝROBU SCEZOVACÍ KADĚ	71
9.2	KALKULACE MATERIÁLU A NÁKLADŮ NA VÝROBU RMUTOMLADINOVÉ PÁNVE	73
9.3	KALKULACE MATERIÁLU A NÁKLADŮ NA VÝROBU PLOŠINY	75
9.4	KALKULACE MATERIÁLU A NÁKLADŮ NA VÝROBU BRÝDOVÉHO KONDENZÁTORU.....	76
9.5	KALKULACE MATERIÁLU A NÁKLADŮ NA VÝROBU POTRUBNÍHO PROPOJENÍ	77
9.6	VÝPIS A KALKULACE ELEKTROINSTALACE	78
9.7	OBVYKLÉ CENY PODOBNÉHO ZAŘÍZENÍ TUZEMSKÝCH VÝROBCŮ	79
9.8	CELKOVÉ NÁKLADY NA VÝROBU A OŽIVENÍ	79
	ZÁVĚR	80
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	83
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK.....	88
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

ÚVOD

V posledních letech zažívá Česká republika veliký rozmach malých restauračních minipivovarů. Srdcem takového minipivovaru je varna. Malé a restaurační pivovary si mohou dovolit vyrábět piva specifická a přiblížit se tradičním, dříve vyráběným pivům. Na trhu je mnoho malých tzv. garážových firem, ale i několik tuzemských malosériových výrobců těchto zařízení. Varny se vyrábějí především z nerezového materiálu, ale jsou oblíbené i měděné varianty opláštění či pokrývek. Výrobci se často předhánějí, kdo přijde s více trendy materiálovou kombinací.

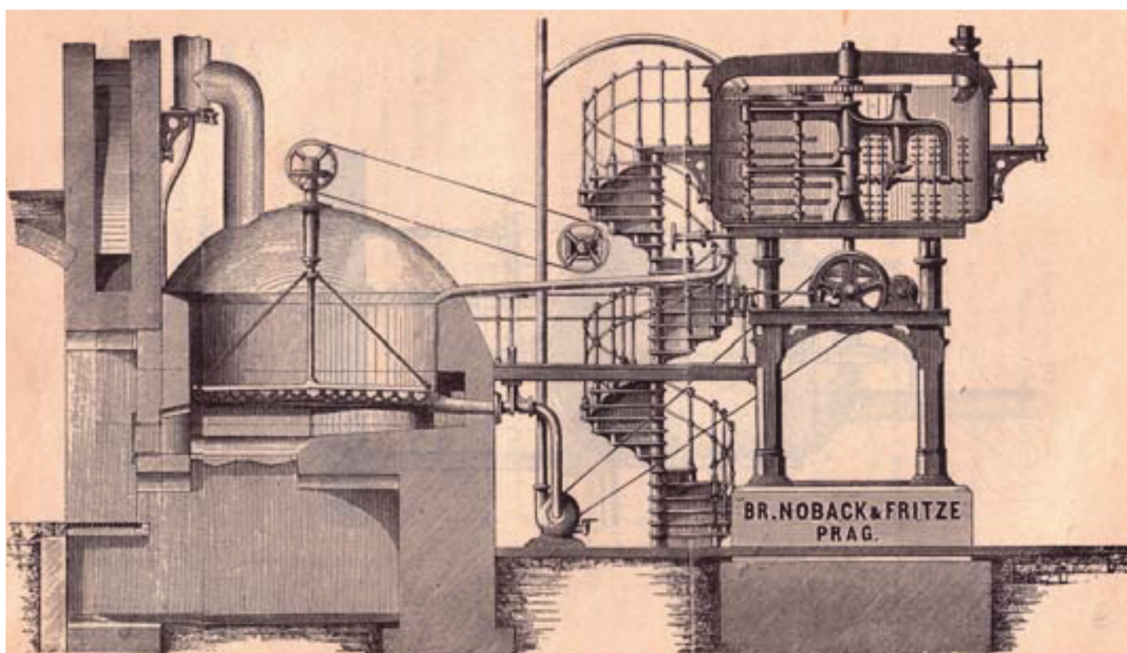
Cílem této práce je provést rešerši technických řešení malých restauračních varen a na základě získaných poznatků navrhnout zařízení, které by dostatečně splňovalo veškeré technologické nároky a přitom bylo cenově dostupné. Zařízení by mělo být koncipováno na dekokční způsob vaření mladiny v restauračním provozu, řízeno poloautomatickým systémem a cena by neměla přesáhnout 1 000 000 korun.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE VAŘENÍ PIVA V ČECHÁCH

První zmínka o pivu v Čechách pochází z roku 993, kdy český biskup Vojtěch nechal postavit benediktinský klášter na Břevnově a tam začali pivo vařit, ale tradici vaření piva přinesli do Česka pravděpodobně již Slované, při stěhování národů. V období středověku probíhá rozvoj měšťanského vaření piva, ve 13. století vznikají první právní normy. Později má o vaření piva zájem i šlechta, čímž vzniká řada sporů. Na dlouhou dobu je vyřeší Svatováclavská smlouva z roku 1517, která ruší monopol měšťanů na vaření piva. [1]

Postupem času se pivo vařilo téměř v každé domácnosti. Slad se připravoval převážně pšeničný a mačkával se tlučním ve hmoždířích. V době řemeslné výroby až do přelomu 18. a 19. století se slad vozil do mlýnů na mouku, kde se mlel na mlýnských kamenech. Již v této době sládkové z praxe poznali, že je třeba zachovat obalové části zrna, tj. pluchy, nenarušené, aby se dobře oddělovala sladina o zbytků sladu, tj. mláta. Proto se slad pře odvozem do mlýna vlhčil a tím se zajistila elasticita pluh. Protože se pivovarníci báli, aby se navlhčený slad nezapařil, dožadovali se ve mlýně přednosti v mletí před sedláky, kteří čekali na semletí svého obilí na mouku. [1,2]

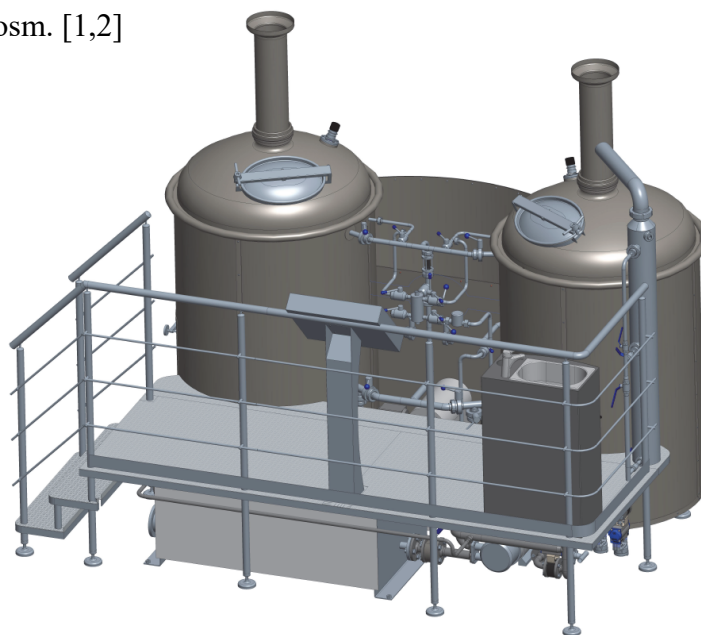


Obr. 1. Dvoúnádobová varna z konce 19. století [1]

První mačkadla na slad byla v pivovarech instalována přibližně od poloviny 18. století. Zajištění mletí sladu přímo v pivare v českém pivovarnictví inicioval legendární český sládek František Ondřej Poupě (1753-1805), protože to považoval za ekonomické a technologicky výhodné. Následně prodělala konstrukce šrotovníků velký vývoj, od dvouválcových až po dnes nejvíce rozšířené čtyřválcové a především šestiválcové mlecí stolice pro mletí suchého a zvlhčeného sladu. Další variantou jsou kladívkové mlýny pro jemný šrot a zařízení pro mletí sladu za mokra. [2]

Na přípravu mladiny se až do 19. století používala pouze jedna kovová nádoba, na rmutování i na chmelovar, obvykle železná nebo měděná, ostatní nádoby byly dřevěné. S přechodem na průmyslovou výrobu piva v polovině 19. století a s rozvojem strojírenství, které se např. na území České republiky orientovalo na zařízení pivovarství, se používali jednoduché varní soupravy se dvěma kovovými nádobami. V obvyklých sestavách jedna nádoba na horním peronu sloužila k vystírání a scezování, v druhé vyhřívané nádobě na úrovni podlahy probíhalo rmutování a chmelovar. [1,2]

V polovině 20. století se v pivovarech instalovaly varny se čtyřmi nádobami, z nichž na horním peronu byly nádoby na vystírání a scezování a v úrovni podlahy vyhřívané nádoby na rmutování a chmelovar. Toto uspořádání umožňovalo uvařit denně čtyři várky. Pro zvýšení kapacity se doplňovala souprava o sběrač sladiny. Další zvýšení kapacity varen znamenaly soupravy s pěti až osmi nádobami, např. ze šesti nádob byla jedna vystírací, jedna rmutovací, dvě scezovací a dvě na chmelovar. Na této varně se zvýšil počet várek za 24 hodin v průměru na osm. [1,2]



Obr. 2. Moderní dvounádobová varna [12]

Okolo roku 1950 se v některých pivovarech stavěly varny, které uspořádáním do bloků šetřily místo a částečně energii na vyhřívání, ale hůře se prováděly jejich opravy. Byly to např. blokové varny s varními nádobami uspořádanými v jednom bloku a spádové varny s dvěma nádobami v jednom sloupci. Dalším z typů varen byla tzv. hydrovarna, ve které probíhalo vystírání společně s mokrým šrotováním sladu, rmutovací a mladinová pánev měla hranatý tvar, scezovací nádoba byla válcová. Dnes jsou již téměř nepoužívané. Rovněž v 50. letech 20. století probíhal výzkum kontinuálních varen. Tento výzkum skončil neúspěchem, hlavně proto, že vývoj strojního zařízení neměl potřebnou gradaci a technologické výsledky nebyly přesvědčivé. [1,2]

V současné době dospěl vývoj varního zařízení k velkokapacitním konstrukcím s plně automatizovaným provozem. Technologické procesy je možné programovat a řídit pomocí výpočetní techniky. Převládají varny z korozivzdorné oceli, ale pivovary s dlouhou tradicí výroby a specifickým charakterem piva zachovávají i v nově rekonstruovaných varnách tradiční měděné parní pánve nebo varny s kombinací obou materiálů.



*Obr. 3. Čtyřnádobová varna pro var 30hl s nádobou horké vody
v pivovaru Kamenice nad Lipou [7]*

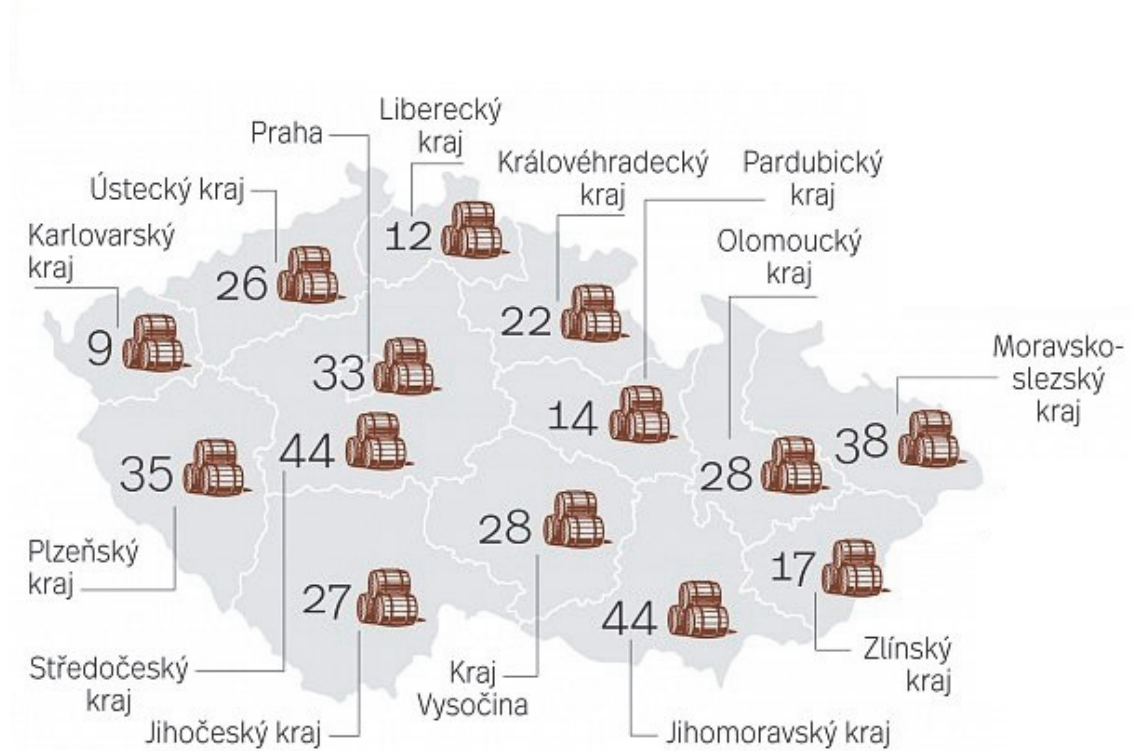
Zdokonaloval se a vyvíjel také způsob vyhřívání varních nádob. Původní přímý otop spaliny z uhlí byl nahrazen vyhříváním topnými oleji nebo plynem. Postupem času však v pivovarech převažovalo nepřímé vyhřívání s nízkotlakou a vysokotlakou párou, s podpůrnými vnitřními vařáky až po speciální vařáky vnější. Od konce 20. století směřoval vývoj varního zařízení a technologických procesů především k zajištění snížené tvorby či odstraňování sloučenin, které nepříznivě ovlivňují sensorické vlastnosti piva. Dalším důležitým parametrem byla úspora energií, která se při velkoobjemové výrobě projevovala jako zásadní. [1]

Dalším důležitým vývojem prošel proces scezování, v dálnověku se totiž oddělovalo mláto pomocí slaměného věchetu. V 18. století již bylo toto zajišťováno pomocí dřevěného zařízení s kovovou perforovanou vložkou, na přelomu 18. a 19. století se začaly ve varnách uplatňovat jednoduché scezovací kádě a filtry. Po roce 1948 se proces scezování započal výrazněji automatizovat, až po dnešní plně plynulý výpočetní technikou řízený proces. [1,3]

V neposlední řadě důležitým vývojem prošel proces chlazení mladiny. V dávných dobách bylo chlazení mladiny na zákvasnou teplotu a oddělování kalů prováděno tak, že se horká mladina nalila do dřevěných mělkých nádob a ochlazený rozok nad usazeným kalem se slil. Na počátku 19. století byla tato technika nahrazena dvojestupňovým postupem na otevřených zařízeních, kde se v první fázi mladina ochladila na mělkých železných vanách zvaných štoky na teplotu 60 °C a spodní vrstva s kaly „kalová mladina“ se zfiltrovala na kalolisu. Mladina se pak dochlادila na otevřených sprchových, později uzavřených protiproudých chladičích. V současnosti převládá v první fázi oddělení kalů tangenciálním nátokem mladiny do vířivé kádě bez cíleného snížení teploty a dochlazení až na deskovém protiproudém výměníku. [3]

V posledních letech probíhá velká renesance piva spojená s otevíráním regionálních pivovarů a minipivovarů. Rozšiřuje se i rozmanitost pivní produkce. V roce 2014 působilo v České republice již cca 250 pivovarů všech velikostí. V loňském roce počet minipivovarů

a malých průmyslových pivovarů narostl až na počet 377. Z toho 44 průmyslových a 333 minipivovarů. Hranicí pro toto dělení je výstav 10 000 l/ročně. Podle některých názorů by se Česko mohlo nakonec dočkat historické hranice, kdy tu asi před 120 lety bylo tisíc pivovarů. [8]



Obr. 4. Mapa četnosti pivovarů v České republice v roce 2017 [8]

2 SUROVINY PRO PŘÍPRAVU PIVA

2.1 Slad

Sladařství je potravinářské průmyslové odvětví zabývající se výrobou sladu jako hlavní suroviny pro pivovarský průmysl. Hlavními produkty jsou světlé, tmavé a speciální slady. Pro výrobu sladu jsou základními surovinami ječmen a voda. Rozvoj pěstování sladovnického ječmene na území dnešní České republiky i v řadě evropských a zámořských zemí je spojen s pěstováním této obiloviny ve značné míře již od 11. století na moravské Hané. V Evropě i na našem území převládala až do konce 18. století výroba sladů z pšenice seté (*Triticum aestivum*). Původně si slad pro svoji potřebu vyráběl každý pivovar, prodával se nebo se vyvážel surový ječmen. V polovině 19. století s nástupem průmyslové výroby zaznamenala i výroba sladu velký modernizační pokrok. Byly zakládány samostatné obchodní sladovny, které prodávaly slad nejen domácím pivovarům, ale vyvážely ho do celého světa. [1, 9]



Obr. 5. Kouřový, Karamelový, Plzeňský slad [9]

2.1.1 Výroba sladu

Slad se vyrábí řízeným procesem klíčení a hvozdnění, při kterém se hromadí v zrně enzymy, aromatické a barevné látky potřebné k výrobě určitého druhu piva. Výrobu sladu lze rozdělit do 5 výrobních fází:

- Příjem, čištění, třídění a skladování ječmene.
- Máčení ječmene.
- Klíčení ječmene.
- Hvozdnění a úprava sladu.

- Druhy sladů.

Na druhu sladu závisí kvalita výsledného produktu, proto je velmi důležitá kontrola jeho jakosti. [2]

2.2 Chmel

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je vytrvalá, popínavá rostlina pěstovaná v monokultuře na témže stanovišti 25 a více let. Dnes je již chmel téměř stejně důležitá a nenahraditelná surovina jako slad či kvasnice. Je to hlavně díky jeho obsahu alfa a beta-hořkých kyselin. Ty první zmíněné dávají pivu typickou hořkost a ty druhé, beta-hořké kyseliny, ty zase mají na svědomí ty úžasné pepřné a ovocné vůně. Každý chmel má díky šlechtění poměr těchto kyselin jiný. Rozšířen je v celé Evropě i v ostatních světadílech. Římské prameny z prvního století našeho letopočtu se o chmelu zmiňují jako o oblíbené zahradní zelenině. Mladé postranní výhonky se prodávaly na trzích a v kuchyni zpracovávaly podobně jako chřest. Chmel je jedna ze základních surovin pro výrobu piva, významným způsobem spoluvytváří jeho sensorické vlastnosti a ovlivňuje i další kvalitativní parametry. [2, 3]



Obr. 6. Žatecké chmelové hlávky [9]

2.3 Voda

Voda je ve sladařském a pivovarském průmyslu důležitou surovinou, neboť přímo ovlivňuje kvalitu piva a má jinak široké uplatnění a spotřebuje se jí celkově velké množství. V dobách domácí výroby se pro přípravu piva používala voda bez zásadních úprav ze zdrojů, které byly v blízkosti. K docílení čistoty zařízení a výrobku se voda pro přípravu piva i vymývání nádob opakovaně převažovala. V době řemeslné výroby byly stále hlavním zdrojem vody

studny nebo vodní plochy a toky v blízkosti právovárečných a nákladnických domů. Úpravy varní vody se začaly uplatňovat s rozvojem průmyslové výroby od poloviny 19. století. První úpravy se týkaly odželezňování vod a snížení tzv. tvrdosti. V současnosti je k dispozici řada moderních postupů úpravy varních vod s možností zajištění standardního zastoupení nejvýznamnějších iontů v technologii. Podle technologického postupu a vyspělosti technického zařízení se spotřebuje na výrobu 1t sladu 10 – 15 hl vody. Vodu dělíme dle účelu použití do tří skupin:

- Varní voda - pro přípravu piva. Musí splňovat požadavky pro pitnou vodu.
- Mycí a sterilační voda - musí být bez mikroorganismů, chemických kontaminantů a nesmí zapáchat, proto se doporučuje chlorovat.
- Provozní voda - musí odpovídat standardům stanoveným pro jednotlivé operace a zařízení. [1]

2.4 Kvasnice

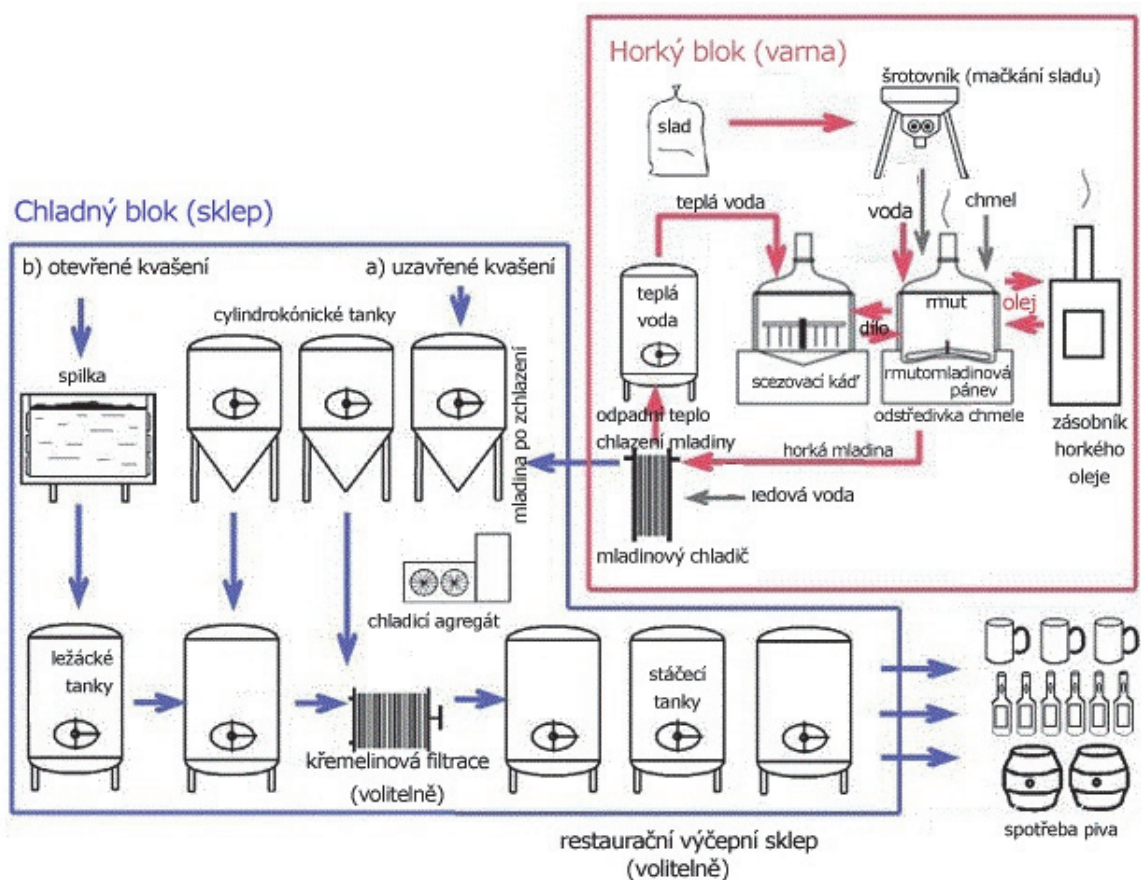
Pivovarské kvasnice jsou jednobuněčným rostlinným organismem bez chlorofylu. Kvasnice se v různých formách přidávají do nevykvašeného piva (mladiny), aby při výrobě proběhla tzv. fermentace. Fermentace je proces, při kterém se cukr obsažený v mladině přeměňuje na alkohol a tím vznikne požadované alkoholické pivo. Při fermentaci se zároveň vytváří v pivu plyn CO₂. Kvasnice se při výrobě piva přidávají do mladiny jako kvasnice sušené a nebo kvasnice tekuté a tyto dva druhy se dále dělí na kvasnice pro spodní kvašení piva a svrchní kvašení piva. [4]

3 JEDNOTLIVÉ FÁZE VÝROBY PIVA

Následující procesy popisují obvyklou výrobu piva plzeňského typu. Uvedený postup se může mírně lišit v závislosti na pivovaru, typu piva nebo použité výrobní technologii.

Výroba piva je ve své podstatě založená na rozštěpení složitých cukrů – škrobu, které jsou v obilných zrnech, na jednoduché zkvasitelné cukry. Cukry se pak kvasí pomocí mikroorganismů – pivovarských kvasinek. V průběhu výroby se suroviny míchají s vodou a tak vlastně vzniká pivo. Suroviny se používají v přesně určeném množství a kvalitě podle druhu vyráběného piva a tomu se přizpůsobuje i technologický proces a postup. Pivo se vyrábí v pivovaru a technologie se sestává ze tří výrobních úseků, zahrnujících řadu složitých mechanických, fyzikálně chemických a biochemických procesů:

- Výroba mladiny (Horký blok)
- Kvašení mladiny a dokvašování mladého piva (Chladný blok)
- Závěrečné úpravy a stáčení zralého piva (Stáčírna)



Obr. 7. Schéma procesu výroby piva v minipivovaru [10]

3.1 Mletí sladu - šrotování

Cílem šrotování je rozdrcení sladu na sladový šrot. Šrotuje se na dvou- nebo víceválcových šrotovnicích a převládá snaha minimálně poškodit pluchu a dobře vymlít endosperm.

Takovýto výsledek šrotování je vhodný při použití scezovací kádě. Čerstvě odhvozděné slady s vlhkostí kolem 4% ztěžují scezování, a proto se nechávají před zpracováním 4-6 týdnů odležet. Obaly zrn je totiž potřeba zachovat, protože při scezování slouží jako filtrační vrstva. Jemnějším šrotováním se však zvyšuje varní výtěžek a obsah zkvasitelných cukrů v mladině jen do určité hranice, při vysokém podílu mouky a rozdrcených pluchách je vrstva mláta při scezování hůře propustná, zadržuje extrakt, vyžaduje více vyslazovací vody a varní výtěžek opět klesá. Před šrotováním se musí důkladně odstranit všechny zbývající nečistoty. [1, 10]

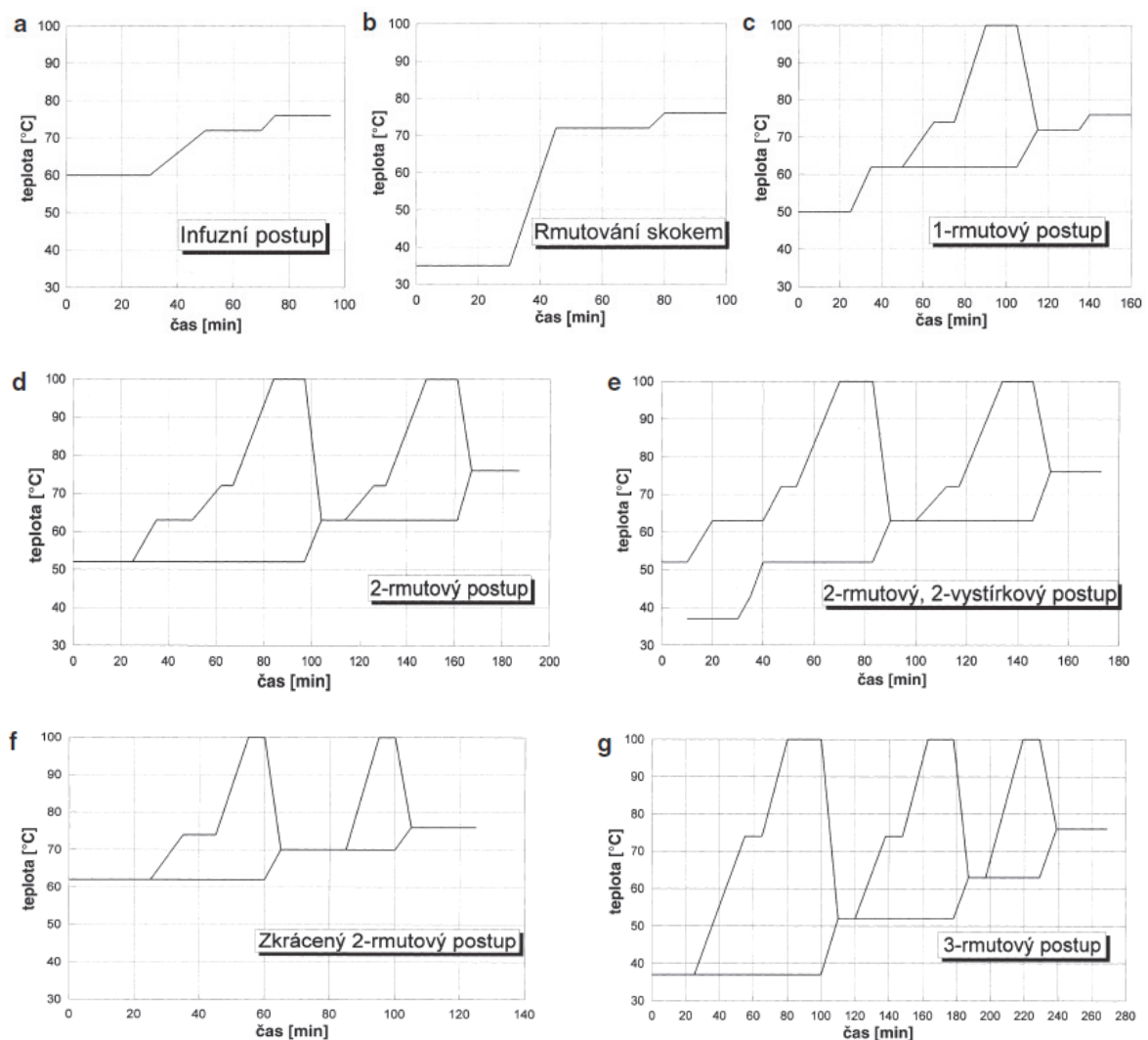
3.2 Vystírání sladu

Vystíráním se rozumí sypání sladového šrotu do rmutomladinové pánve naplněné vodou o vystírací teplotě ohřáté na 36-38 °C. Poměr sypání k množství použité vody je volen tak, aby výsledná sacharizace předku byla u světlých piv asi o 4 % vyšší, než je požadovaná stupňovitost piva. Po vsypání šrotu (tzv. vystírce) se začne dílo pomocí obou topných zón přehřívát na 52°C (vyhřátí na zapárku). Je nutné dbát na to, aby došlo k dokonalé homogenizaci a netvořily se shluky suchého sladového šrotu. Obvyklý poměr je jeden díl sladového šrotu na 4 díly vody. Velmi důkladným promícháním šrotu s vodou vznikne v kádi hustá kaše tzv. vystírka. [2]

3.3 Rmutování

Záměrem vystírání je převést do roztoku požadované látky. Jedná se o postupné zahřívání rmutů na enzymaticky významné teploty, po jejichž dosažení jsou zařazeny časové prodlevy. Tzv. rmutovací teploty jsou: 37 °C: kyselinotvorná teplota, 52 °C: peptonizační teplota, 62,5 až 65 °C: (nižší) cukrotvorná teplota, 72,5 až 75 °C: dextrinotvorná teplota (vyšší cukrotvorná teplota). Rmutování lze provést více způsoby. Základním dělením je rozdělení na infuzní a dekokční postup. Oba postupy se liší nejen technologicky, ale i nároky na vybavení varny. V průběhu rmutování enzymatický komplex, který obsahuje slad, štěpí složité polysacharidy – škroby – na jednoduché zkvasitelné cukry. Ve většině českých pivovarů se využívá dvourmutový postup.

Třetina vystírky se přečerpá do rmutovadlinového kotle, v něm se přibližně 30 minut zahřívá na teplotu 70 až 73° Celsia a dochází k tzv. ztekucení škrobu. Pak se teplota zvýší až k bodu varu, rmut se přečerpá zpět do zbylé vystírky, její teplota se tím zvýší na 63 až 65° Celsia a dochází k dalšímu štěpení polysacharidů. Pak se opět třetina vystírky, která je smíchaná s prvním rmutem, přečerpá do rmutovacího kotle a celý proces se zopakuje. Po přečerpání druhého rmutu zpět do zbylé vystírky se její teplota zvýší na 73 až 75° Celsia. [2, 10]



Obr. 8. Graf teplot při rmutování [2]

3.3.1 Infuzní způsob rmutování

Tento postup rmutování není v našich podmínkách obvyklý. Zahřívá se při něm celá vystírka najednou, tudíž proces rmutování probíhá v jedné nádobě. Při jednotlivých rmutovacích teplotách se ponechávají potřebné prodlevy a rmut se nepovaňuje. Výsledné pivo má světlejší barvu a méně výraznou chuť než u dekokčních postupů. [2]

3.3.2 Dekokční způsob rmutování

Část objemu vystírky (tzv. rmut) je oddělen tak, aby se po jeho navrácení do původního objemu dosáhlo požadované teploty díla. Rmut se následně zahřívá na enzymaticky významné teploty a poté se povaří. Podle počtu rmutů se dekokční způsob dále dělí na jednormutový, dvourmutový a třírmutový postup, přičemž tradičním v České republice je postup dvourmutový. [2]

Dvourmutový způsob rmutování začíná ohřevem vystírky z 37 °C na 52 °C (tzv. zapárka). Poté se přibližně jedna třetina objemu přečerpá do rmutovací pánve. První rmut je zahříván rychlostí asi 1 °C za minutu na teplotu 63 °C. Při této teplotě je ponechána prodleva 10 až 20 min. Následuje ohřívání rychlostí asi 0,7 °C za minutu na 72 až 74 °C. Zde je prodleva 5 až 10 min. Rmut je přiveden k varu a vaří 15 až 20 minut. Poté je první rmut vrácen do vystírací pánve. Tím je dosaženo teploty 62 až 64 °C. Poté je do rmutovací pánve přečerpán druhý rmut, který se zahřeje na 72 až 74 °C, kde se nechá zcukřit a po přivedení k varu se nechá 15 minut vařit. Při přečerpání do vystírací pánve je dosaženo odrmutovací teploty 75 až 78 °C. [2]

3.4 Scezování

Scezování je z hlediska fyzikálního jednoduchý proces, ve kterém se jedná o oddělení vzniklé sladiny od pevného podílu, mláta. Na průtok sladiny mají vliv vlastnosti sladiny a zejména odpor filtračního materiálu. Mláto se zde využívá jako filtrační vrstva, přes kterou stéká sladina do rmutomladinové pánve, případně do sběrače sladiny. Odpor se v průběhu scezování postupně zvyšuje a závisí na jakosti sladu, jemnosti šrotu, intenzitě rmutování, výšce mláta a jejím stejnoměrném rozložení a na správné technice scezování. Dobře rozluštěné slady se lépe vymílají, křehký endosperm se rozdrťí a pluchy zůstávají celistvější. Malá porušenost pluch je základním předpokladem příznivé porozity filtrační vrstvy mláta. Nedostatečně rozluštěné slady jsou tvrdé, pluchy se při obtížném šrotování drtí a ulpívají na nich částičky endospermu. Mechanické složení šrotu musí odpovídat používanému technologickému zařízení. Scezovací kád' vyžaduje hrubší, prostupnější šrot než sladinový filtr. Mláto musí být stejnoměrně rozloženo, tj. musí mít všude stejnou výšku a povrchové těstíčko musí být rovnoměrně rozděleno. Správná technika scezování je důležitá zejména při použití scezovací kádě. Je třeba volit vhodnou rychlost stékání a správně manipulovat s kypřidlem.

Základním pravidlem je, že rychlost průtoku scezovacími kohouty nesmí být vyšší než přirozená průtočnost vrstvy mláta. Při příliš rychlém odtahu sladiny vzniká sání, mláto se ztuhuje a přiléhá ke scezovacímu dnu, čímž se scezování zpomaluje. Tento proces zpravidla trvá přibližně 30 - 45 minut. Tento roztok (sladina) je typický svou nasládlou chutí. [1, 2, 3]

3.5 Vaření - chmelovar

Chmelovar má za cíl převedení hořkých látek chmele do mladiny, sterilaci mladiny, inaktivaci enzymů a koagulaci bílkovin s polyfenolovými látkami sladu a chmele. Při vaření dochází odpařováním vody k regulaci hustoty a do sladiny se přidává chmel a případně i koření. Chmel se přidává na začátku vaření pro hořkost, na konci pro aroma, někdy i vícekrát dle receptury. Výsledkem vaření je horká mladina. Po chmelovaru následuje oddělení zbytků chmele ve chmelovém cízku, pokud nebyl použit chmelový granulát či chmelový extrakt a následuje chlazení mladiny. Při chmelovaru se uplatňují především fyzikální a chemické děje. Faktory, které ovlivňují kvalitu mladiny jsou: doba, intenzita chmelovaru, pohyb vařící mladiny, odpar a změna pH. Pro dokonalé vyslazení mláta je třeba určitého přebytku vyslazovací vody, ta musí se při chmelovaru odpařit, aby se získala mladina požadované koncentrace. U klasických varen je žádoucí odpar okolo 6-8% celkového objemu vyražené mladiny za hodinu. Hodnota pH se sníží během chmelovaru o 0,15 až 0,25. Zvýšení kyselosti mladiny je způsobeno rozpouštěním hořkých chmelových kalů, působením vápenatých a hořečnatých iontů a vyloučením fosforečnanů z roztoku. [10]

3.6 Filtrace a chlazení mladiny

V tomto procesu výroby se z horké mladiny odfiltrují zbytky chmele a případně i koření. Filtrace probíhá přes tzv. filtr mladiny.

Horkou mladinu je nutné před dalším výrobním postupem ochladit na zákvasnou teplotu 8 - 12°C. Kontrolované ochlazení probíhá v jednostupňovém či dvojestupňovém protiproudém deskovém výměníku. [10]

3.7 Hlavní kvašení

Zchlazená a provzdušněná mladina se zakvasí speciálními pivovarskými kvasnicemi a pak přečerpá buď do otevřených nádob tzv. kvasných kádích nebo do uzavřených nádob tzv. cylindrokonických tanků kde je navozen tlak pro urychlení kvašení. Při kvašení dojde z přeměně zkvasitelných cukrů na alkohol a oxid uhličitý, maximální teplota kvasícího piva je

11°C. Prokvašené pivo se zchladí a odeberou se z něj kvasnice. Vzniklý oxid uhličitý se odpouští pomocí pojistného ventilu do okolí. Proto musí být tyto prostory dobře ventilovány, aby nedošlo k překročení maximální výše oxidu uhličitého. Kvašení se rozlišuje podle druhu použitých kvasnic na spodní a svrchní.

Spodní kvašení může probíhat při teplotách od 5 do 11° Celsia. U standardních výčepních piv probíhá hlavní kvašení 7 dnů, u speciálních piv až 14 dnů. Kvasnice se odčerpávají od dna. Spodní kvašení je spolehlivější a kvalitnější než kvašení svrchní, používá ho většina velkých pivovarů

Svrchní kvašení probíhá při teplotách 15 až 20° Celsia a trvá 3 až 7 dní. Kvasnice se na závěr sbírají z hladiny a někdy používají i na výrobu další várky piva. Svrchní kvašení využívají především menší pivovary a minipivovary, je vhodné i při domácím vaření piva. [1]

3.8 Dokvašování

Pro dozrávání piva se používají uzavřené ležácké tanky. Dokvašování v nich probíhá při tlaku kolem 1 atmosféry a teplotě do 2°C. Spodně kvašená běžná výčepní piva zrají 3 až 4 týdny, ležáky až 60 dnů a speciální druhy i jeden rok. Svrchně kvašená piva mají dobu zrání podle druhu jeden týden až 12 měsíců. [2, 10]

3.9 Filtrace piva

Závěrečná operace při výrobě piva se nazývá filtrace. Ve speciálním křemelinovém filtru se důkladně odfiltrují všechny zbylé kvasinky a případné kaly, pivo se stane průzračným. Ve většině minipivovarů se závěrečná filtrace nepoužívá, stáčí se nefiltrované a dozrává v lahvích. Tyto druhy piv mají zkrácenou dobu trvanlivosti a musí být skladovány v chladu. [1,2]

3.10 Pasterace piva

V oblasti minipivovarů je pasterace obvykle nepoužívanou operací. Před stáčením se pivo zahřeje na teplotu 60 až 80°C a pak se prudce ochladí. Tím dojde k jeho důkladné sterilizaci, pivo se zbaví všech případných mikroorganismů. Jediným důvodem pasterizace piva je zvýšení jeho trvanlivosti a podle některých názorů ubírá pivu jeho kvalitu. U mnoha druhů se pasterizace nepoužívá a piva se prodávají jako nepasterizovaná. [10]

3.11 Stáčení piva

Hotový produkt se na úplném konci výroby stáčí do různých obalů. Zejména KEG sudů z nerezavějící oceli, skleněných nebo PET lahví, případně plechovek. Sudy, lahve a plechovky s pivem se pak uskladňují nebo rozváží k odběratelům a spotřebitelům. Novinkou v balení piva je použití Petaineru. Jednorázový plastový obal ve tvaru sudu o objemu 15, 20 anebo 30 litrů, určený pro plnění pivem z pivních tanků. Velkou výhodou je, že obal není vratný a má i mnohem nižší hmotnost než klasický keg. Petainery jsou z hnědě zbarveného PET a jsou obvykle distribuovány ve speciálně designovaném obalu z vlnité lepenky, který zároveň zajišťuje ochranu proti UV záření a snadnou manipulaci s výrobkem.



Obr. 9. Vývoj balení piv od počátku až do současnosti [10]

4 MALÉ DVOUNÁDOBOVÉ VARNY V ČR

Malé restaurační varny jsou určeny pro vestavbu do objektů jako efektivní zařízení vyrábějící mladinu ve středních objemech. Dochází tak ke zvýšení popularity střední a větší restaurace ve spojení s kouzlem konzumace domácího piva, vyráběného před zraky hostů na designově i funkčně hodnotném zařízení.

4.1 Varna v Líšenském pivovaru

Líšenský pivovar byl založen v roce 2011. Od 1. 5. 2016 píše novou historii s novými majiteli. Minipivovar s varnou o objemu 5 hl a ročním výstavem do 1500 hl je pověstný svými poctivými českými ležáky a v novodobé éře také netradičními speciály.

Výhody:

- Jednoduché ovládání pomocí grafického panelu.

Nevýhody:

- Bez míchadla v rmutomladinové pánvi.



Obr. 10. Varna a ovládací panel v Líšenském pivovaru [11]

4.2 Varna v pivovaru Kamenice nad Lipou

Minipivovar s měděnou varnou 550 l a maximálním ročním výstavem 1200 hl. Dvojnádobová varna o vnitřním průměru nádob 1000 mm. Nádoby jsou opláštěny mědí, vnitřní prostor je z chromniklové oceli. První várka zde byla uvařena 1. 3. 2017. Vybudován je v prostorách bývalé pivovarské lednice. Horní prostor je rozdělen na část varny, ve které je vestavěn i chlazený ležácký sklípek a „šalandu“. Varna byla vyrobena malou soukromou firmou 3+K Kraus.

Výhody:

- Elektrický otop „plotýnkami“ spodního dna.
- Svod brýdového kondenzátu mimo nádobu.

Nevýhody:

- Bez otopu bočního prostoru.
- Bez míchadla v rmutomladinové pánvi.

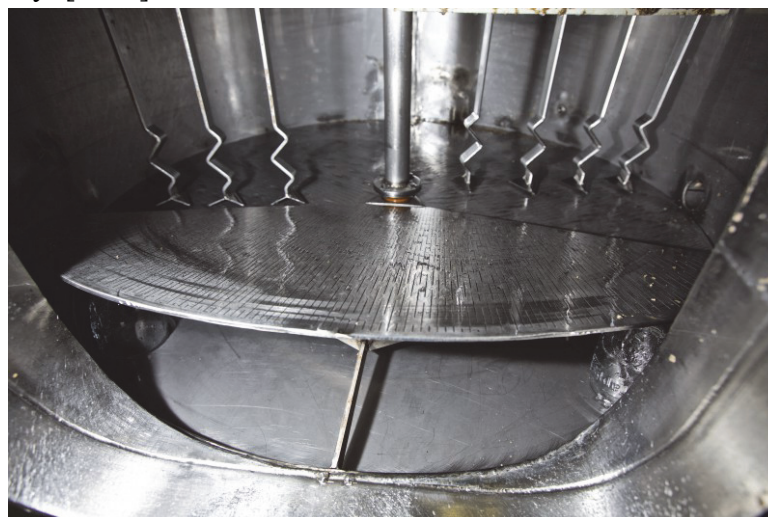


Obr. 11. Varna a ovládací panel v pivovaru Kamenice nad Lipou [7]

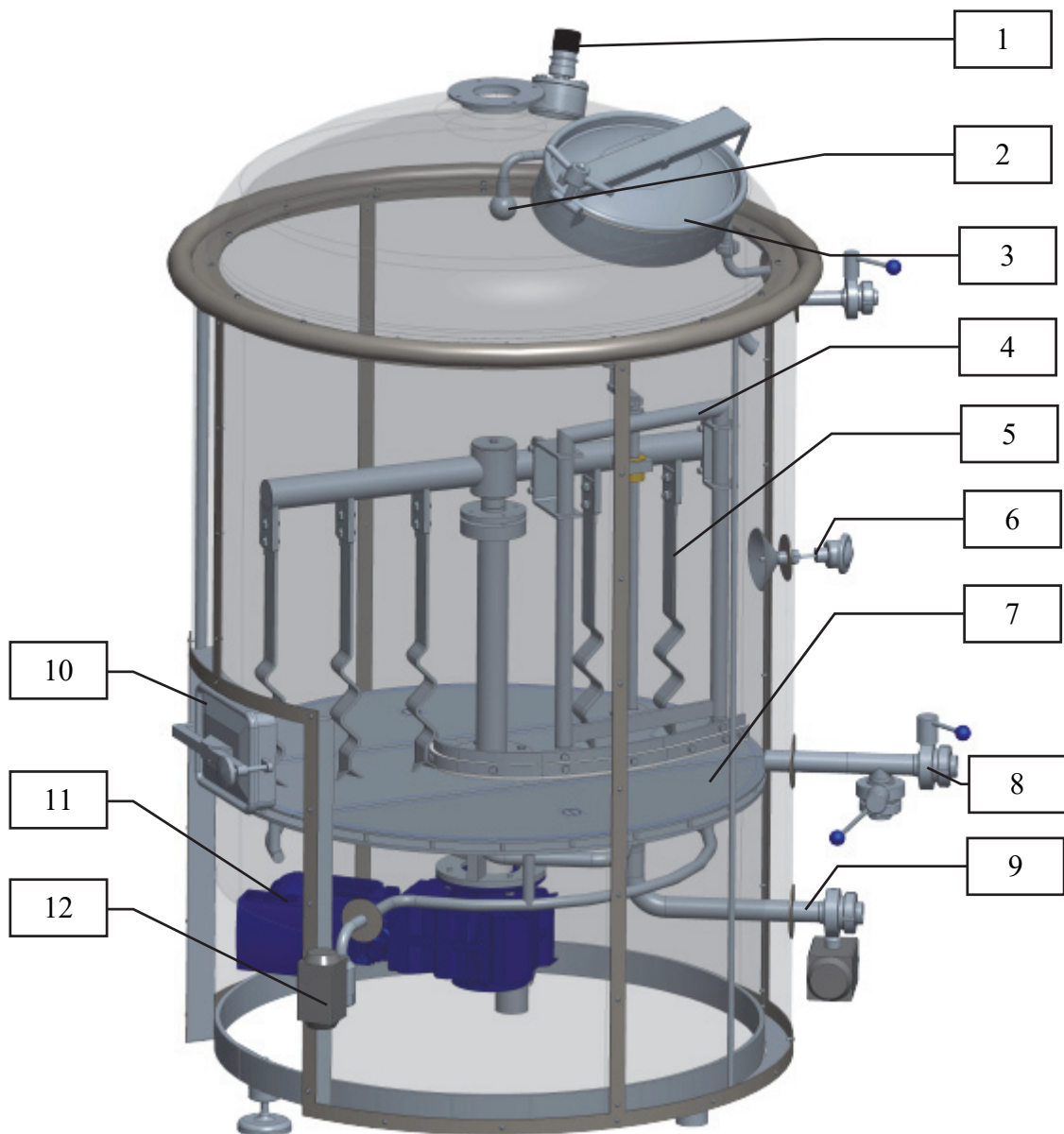
5 POPIS ZAŘÍZENÍ DVOUNÁDOBOVÉ VARNY

5.1 Scezovací kád'

Scezovací kád' představuje srdce každé varny. Jak je z názvu patrné probíhá v ní jeden z hlavních procesů a tím je scezování. Pokud jsou součástí varny pouze dvě nádoby, slouží tato nádoba i jako vystírací. Prakticky všechny scezovací kádě mají válcový tvar a v dnešní době jsou již výhradně zhotoveny z nerezového materiálu. Plášť nádoby je vyroben dvojitý a mezi prostor je izolován PUR pěnou. Dno kádě je ploché a jsou v něm vyhotoveny otvory pro scezení sladiny, dále pak vevařeny trysky pro oplach prostoru pod scezovacím sítem. Na plochém dně je přišroubováno scezovací dno vyrobeno ze svařovaného lichoběžníkového drátu. Scezovací dno je vyhotoveno z několika segmentů pro snadnější demontovatelnost. Průtočná plocha dna odpovídá 6 až 8 % jeho celkové plochy. U moderních konstrukcí z chromniklové oceli tvoří až 18 % celkové plochy dna. Plocha scezovacího dna je limitujícím údajem pro výkon varny na 1 m² scezovací plochy se počítá 150 až 180 kg sypání při vrstvě mláta vysoké 30 až 40 cm. U moderních konstrukcí kádí stéká sladina do jedné až dvou sběrných trubek, nebo do sběrné nádržky a odtud se přes sestavu klapek čerpá do pánve. Dále je nádoba vybavena kypřicí zařízením pro lepší scezování sladiny, toto zařízení se skládá z pevných ramen, prořezávacími noži a vyhrnovacím zařízením. Pohon kypřicího ramene je poháněn motorem s převodovkou, který je zavěšen na konzoli pod dnem kádě. Otáčky tohoto motoru jsou řízeny pomocí frekvenčního měniče, ideální obvodová rychlost při prokopávání je kolem 6-9 m/minutu. V základní výbavě je zařazeno led-diodové osvětlení umístěno v klenuté pokrývce, klapky, armatury a teplotní senzor, který je situovaný v boční části nádoby. [1,2,3]



Obr. 12. Vnitřní prostor scezovací kádě [10]



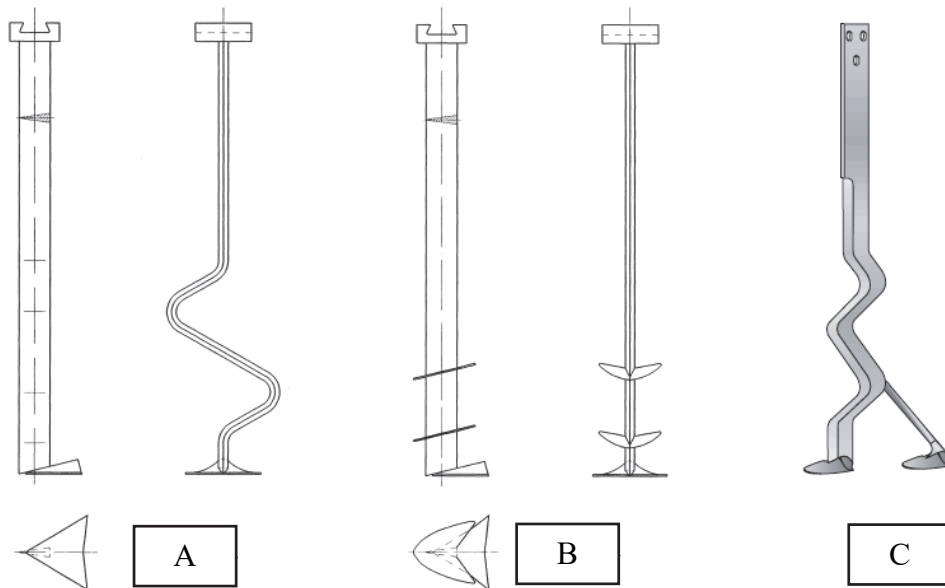
Obr. 13. Scezovací kád' dvounádobové varny [12]

Tab. 1. Popis jednotlivých částí scezovací kádě

1	Osvětlení nádoby	7	Scezovací dno
2	Sanitační hlavice	8	Pneu-klapka vstupu díla
3	Průlez horní	9	Potrubí scezování
4	Vyhrnovací zařízení	10	Boční průlez pro výhoz mláta
5	Nůž	11	Motor s převodovkou
6	Teplotní senzor	12	Pneu-ventil nátoky horké vody

5.1.1 Kypřidlo

Jedním z nejdůležitějších komponent scezovací kádě je kypřidlo neboli kopačka. To má pomocí prořezávacích nožů zajišťovat dostatečnou rychlost scezování. Konstrukce nožů jsou rozdílné jak je vidět na obrázku níže A - klikatý, B – rovný, C – dvoustopý nož. Nejeefektivnější jsou v tomto ohledu Lenzovy nože, které jsou ve spodní části zakončené patkami a dosahují většího prořezávání a tím i zkrácení doby scezování. [2]

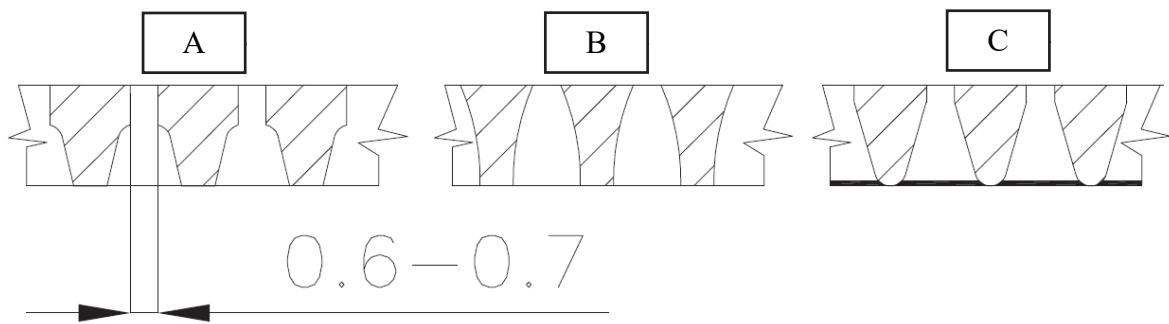


Obr. 14. Různé tvary prořezávacích nožů v scezovací kádi [2]

5.1.2 Scezovací síta

Dno scezovací nádoby má po celé ploše pro každých 1,2 až 1,5 m² plochy otvor, k němuž je připojeno odvodové potrubí. Velikost scezovacího dna vymezuje výkon varny. Vyjímatelné jalové dno slouží k zadržování mláta. Může být z mosazného plechu o tloušťce 3 až 5 mm, se štěrbinami 30 až 40 mm dlouhým a 0,7 až 1,2 mm širokými, které se rozšiřují směrem ke spodnímu povrchu dna na 3 až 4 mm. Na 1 m² je 2500 až 3000 štěrbin, volná průtočná plocha tvoří alespoň 6 % z celkové plochy dna. Pro snadnější manipulaci při rozevírání se skládá jalové dno z menších segmentů.

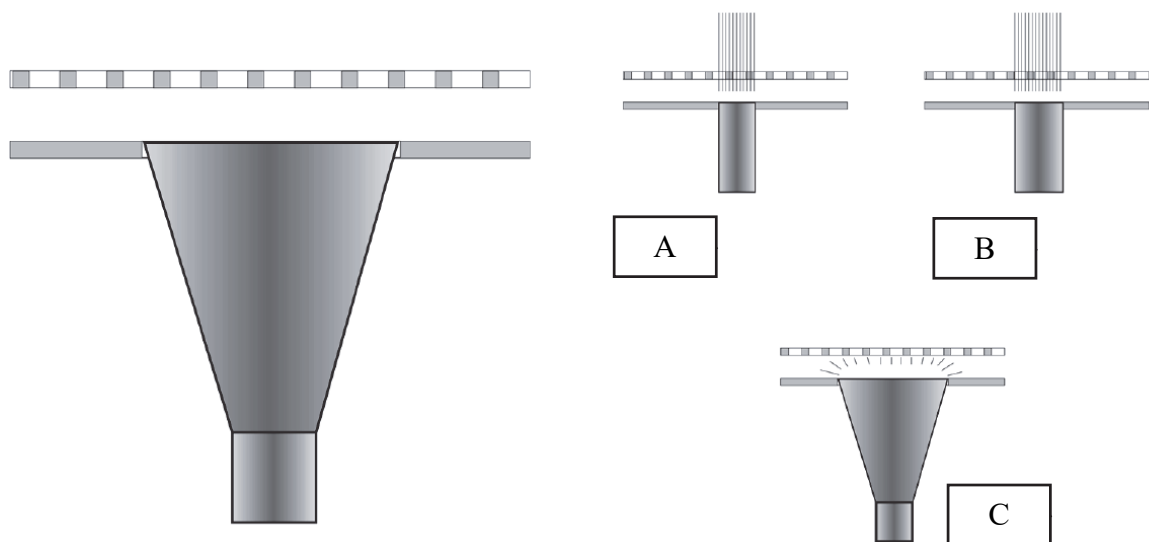
V moderních scezovacích kádích je jalové scezovací dno zhotoveno z korozivzdorné oceli a je dvojitě frézované, nebo je kád' vybavena štěrbinovým svařovaným dnem s šířkou drážek 0,6 až 0,7 mm a s průtočnou plochou 8 až 18 %. Níže na obrázku je možné vidět A – dvojitě frézované dno, B – jednou frézované dno, C- sítové dno. [2]



Obr. 15. Způsoby provedení štěrbin jalového dna ve scezovací kádě

5.1.3 Ústí scezovacích trubek

Ústí scezovacích trubek do dna kádě je nálevkovitě rozšířeno, čímž se snižuje rychlost odtoku sladiny ze dna scezovací kádě. Tím se zabraňuje místnímu přisání mlátového koláče. Jedna sběrná scezovací trubka sbírá sladinu z plochy cca 1 m² scezovacího dna a průtoková rychlost je pod 0,1 m.s⁻¹. Scezovací potrubí je buď zavedeno do jedné centrální sběrné nádoby, ze které je sladina odebírána scezovacím čerpadlem, nebo může být scezovací dno rozděleno na podle plochy do dvou až čtyř pomyslných soustředných zón. Scezovací trubky z každé zóny pak ústí do samostatné sběrné nádoby, obvykle ve tvaru okružní trubky. Sbírané množství scezené sladiny může být při automatickém scezování opatřeno průtokoměry a proces je možné proces automatizovat. [2]



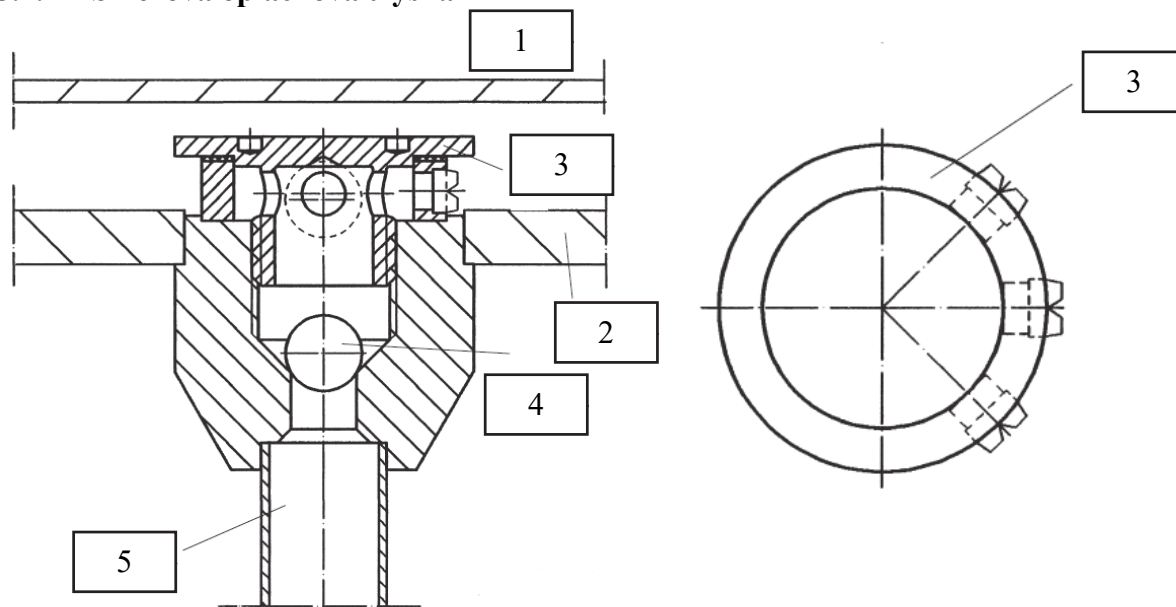
Obr. 16. Nátokové ústí trubek scezování sladiny [2]

A – trubka o průměru 40x1,5 mm, nátoková rychlost 0,140 m.s⁻¹, koeficient odporu 0,50

B – trubka o průměru 54x2 mm, nátoková rychlost 0,077 m.s⁻¹, koeficient odporu 0,50

C – trubka o průměru 40x2 mm s nálevkovým rozšířením na průměr 114,3x2 mm, nátoková rychlost 0,016 m.s⁻¹, koeficient odporu 0,05

5.1.4 Směrová oplachová tryska



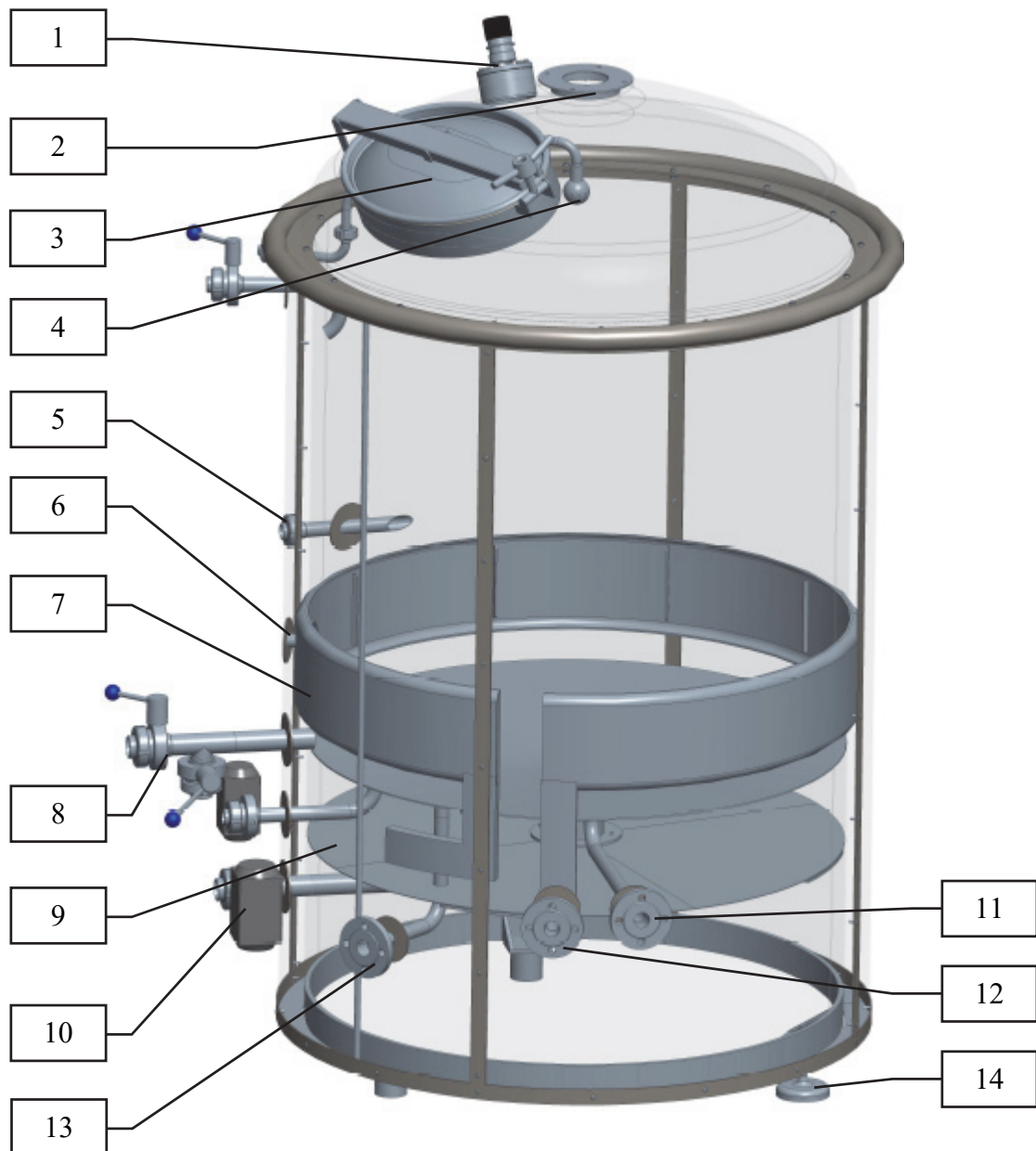
Obr. 17. Směrová tryska pro výplach scezovacího dna [2]

1 – jalové dno, 2 – dno scezovací kádě, 3 – hlava trysky s třemi otvory, 4 – zpětný uzávěr, 5 – vstup vody nebo sanitace do trysky

5.2 Rmutomladinová pánev

Rmutomladinová pánev je stojatá válcová izolovaná nádoba z korozivzdorné oceli. Nádoba je současně používána i jako vířivá kád', kde vířivý pohyb je zajištěn oběhovým čerpadlem. Hlavním úkolem pánve je ohřívat dílo na rmutovací teploty, k tomu slouží kuželové topné dno a topný duplikátor ve válcové části nádoby. Otop bývá zajišťován u menších velikostí horkým olejem nebo při potřebném vyšším výkonu je zabezpečován tlakovou parou. K vybavení nádoby může patřit i vyjímatelné dvouramenné míchadlo, které usnadňuje míchání díla. Motor míchadla bývá umístěn nad pánví, otáčky jsou řízeny pomocí frekvenčního měniče. [1]

Dalšími nezbytnými komponenty jsou teplotní senzor, osvětlení nádoby, horní průlez a klapky a armatury. Izolace nádoby je zajišťována ve válcové části PUR pěnou a kolem topných zón je díky vysokým teplotám se používá minerální vata. Z nádoby je potřeba odtahovat brýdové páry, které vznikají při vaření. Nejlepší řešení je odtah brýdových par řešit na přímo tzn. přirozenou cestou parníkem mimo budovu. Pokud odtah mimo objekt není možný, je nezbytné použít tzv. brýdový kondenzátor, který způsobí kondenzaci par a tyto pak odtékají do kanalizace. [2]



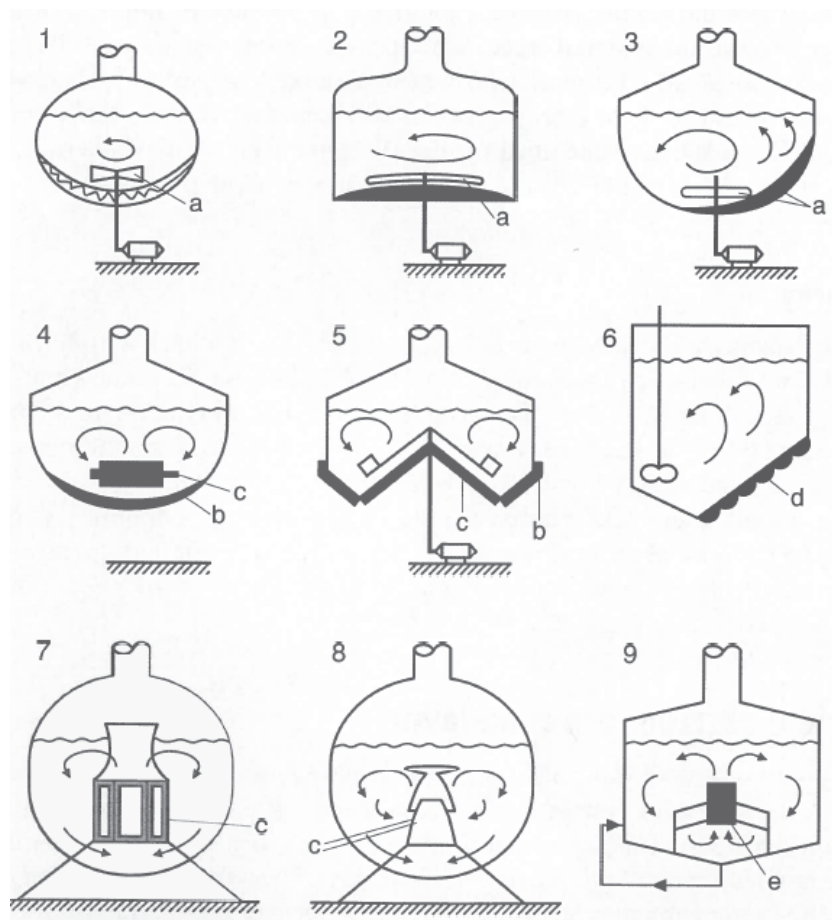
Obr. 18. Rmutomladinová pánev dvounádobové varny [12]

Tab. 2. Popis jednotlivých částí rmutomladinové pánve

1	Osvětlení nádoby	8	Vstup díla
2	Odvod brýdových par	9	Spodní topné dno
3	Průlez horní	10	Výstup díla
4	Sanitační hlavice	11	Vstup topného oleje do topného dna
5	Tangenciální tryska	12	Vstup topného oleje do duplikátoru
6	Teplotní senzor	13	Výstup topného oleje
7	Boční topný duplikátor	14	Stavitelná noha nádoby

5.2.1 Druhy otopu pánví

Varní zařízení se rovněž liší způsobem otopu rmutomladinové pánve a konstrukcí topných ploch, která prodělala značný vývoj. Tuhá paliva a přímý otop pánví byly již více či méně nahrazeny nepřímým otopem. Ten využívá elektrického ohřevu, nízkotlakého oleje, vysokotlaké horké vody a zejména vodní páry. Moderní postupy vyhřívání především pánve na chmelovar nejen snižují nároky na energii, ale snaží se i zlepšit podmínky pro sensorickou stabilitu piva zkracováním doby varu a udržováním teploty pod bodem varu s následným rychlým odpařením těkavých látek v tzv. stripování (strippingu). [1]



Obr. 19. Schéma různých způsobů vyhřívání varných pánví [1]

1 – starší typ duplikátoru s míchadlem (a), 2 – duplikátor s čočkovitým dnem a míchadlem (a), 3 - asymetrická výhřevná plocha, 4 – vyhřívání nízkotlakou parou (b) s přidavným vařákem, 5 - plášť vyhříváný nízkotlakou parou (b) a vařákem (c), 6 – hranatá pánev s velkou výhřevnou plochou (d), 7,8 – pánve se staršími typy vnitřních vařáků (c), 9 – vytápění parním perkolátorem (e)

5.2.2 Výhody a nevýhody ohřevů

- 1) Elektrický
 - a) Přímý – ohřev topnými tělesy uvnitř nádoby.
 - b) Nepřímý – ohřev tištěnými topnými tělesy pod dnem nádoby.
- 2) Parní
 - a) Nepřímý – ohřev tlakovou parou do duplikátorů.
- 3) Nosným médiem
 - a) Nepřímý – ohřev horkou vodou nebo olejem do duplikátorů.

Elektrická ohřev přímý topnými tělesy je již dnes málo používaný, při ohřevu totiž docházelo k nežádoucího napékání částic sladu na spirály a přehřívání díla. Výhodou byl poměrně rychlý a ekonomicky méně náročný ohřev. Dalším elektrickým ohřevem je elektrický ohřev topnými tělesy. Nevýhodou je že plocha dna odpovídá maximálnímu výkonu otopu, avšak u menších varen je tento druh otopu hojně využíván pro svou jednoduchost a ekonomickou nenáročnost. Asi nejvíce rozšířeným otopem je otop parní. Jeho nesporné výhody jsou v perfektní regulovatelnosti a rovnoměrnosti rozložením teplot i možný ohřev bočního duplikátoru. Nevýhodou je tlakový prostor podléhající příslušným tlakovým zkouškám a taky poměrně finančně náročná koupě parogenerátoru. U varen do 5 hl je také oblíben otop ohřátým olejem, ten se ohřeje ve speciálním olejovém kotli, který je osazen topnými tělesy. Ohřátý olej je následně dopraven do duplikátorů. Nesporné výhody tohoto otopu jsou v rovnoměrnosti ohřevu, beztlakosti topného okruhu. Nevýhodou je dlouhá časová prodleva při ohřevu oleje v kotli a také při dlouhodobém použití dochází k napékání složek oleje na stěny topných zón, tím dochází ke snížení efektivity ohřevu. [1]

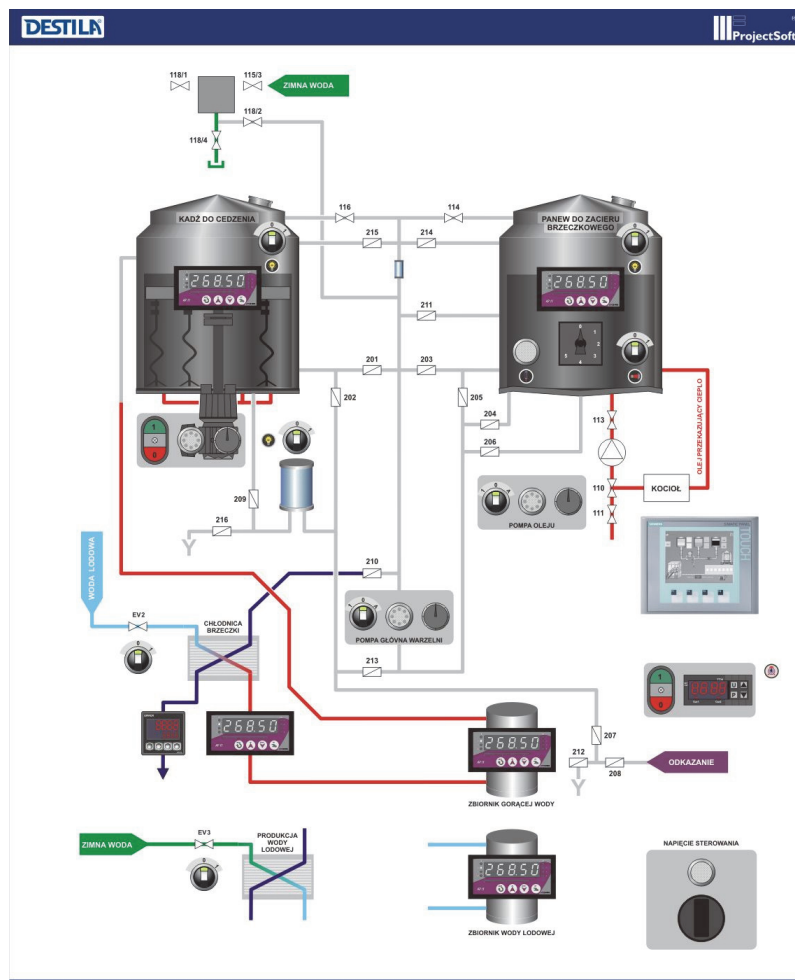
5.3 Obslužná plošina

Obslužná plošina zajišťuje přístup k pracovním otvorům v nádobách a k ovládacím prvkům, které jsou na ni umístěny v řídicím panelu. Je vyrobena z chromniklové oceli, v některých případech může být i z žárově pozinkované železné konstrukce. Jako pochůzný plech plošiny se volí protiskluzový materiál „sličkového“ formátu. Návrh musí být v souladu s normou ČSN EN ISO 14122-3 Část 3: Schodiště, žebříková schodiště a ochranná zábradlí.

5.4 Ovládání a automatizace varny

5.4.1 Ruční ovládání

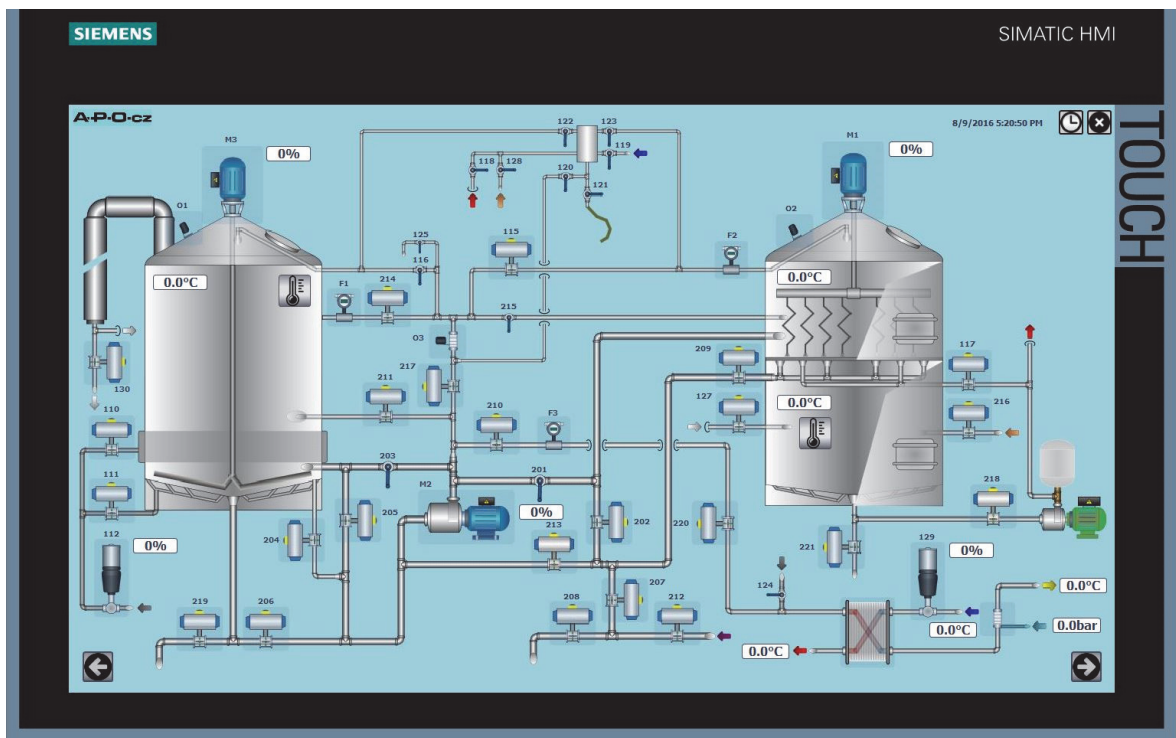
Práce spočívá v podstatě pouze v dálkovém ovládní motorů míchadel a čerpadel, vše ostatní manuálně – poměrně vysoká pravděpodobnost vzniku chyby, vyžaduje obsluhu vysoce kvalifikovanou.



Obr. 20. Schéma dvojnádobové varny s ručním ovládním klapky [12]

5.4.2 Poloautomatické řízení

Obsluha kompletně dálková, každá operace se volí na ovládacím panelu – výhoda znázorněného přehledného schématu varny a minimalizace chyb. Klapky jsou pneumaticky nebo elektricky řízené se senzorem polohy. Otevírat a zavírat klapky je možné dálkově přes panel dotykový nebo s tlačítkovými přepínači. Je možné řídit teplotu horké a ledové vody v nádržích. Dále bývá pravidlem automatizovaný proces spílání, kde je potrubí osazeno průtokoměrem, regulačním ventilem a snímači teploty.



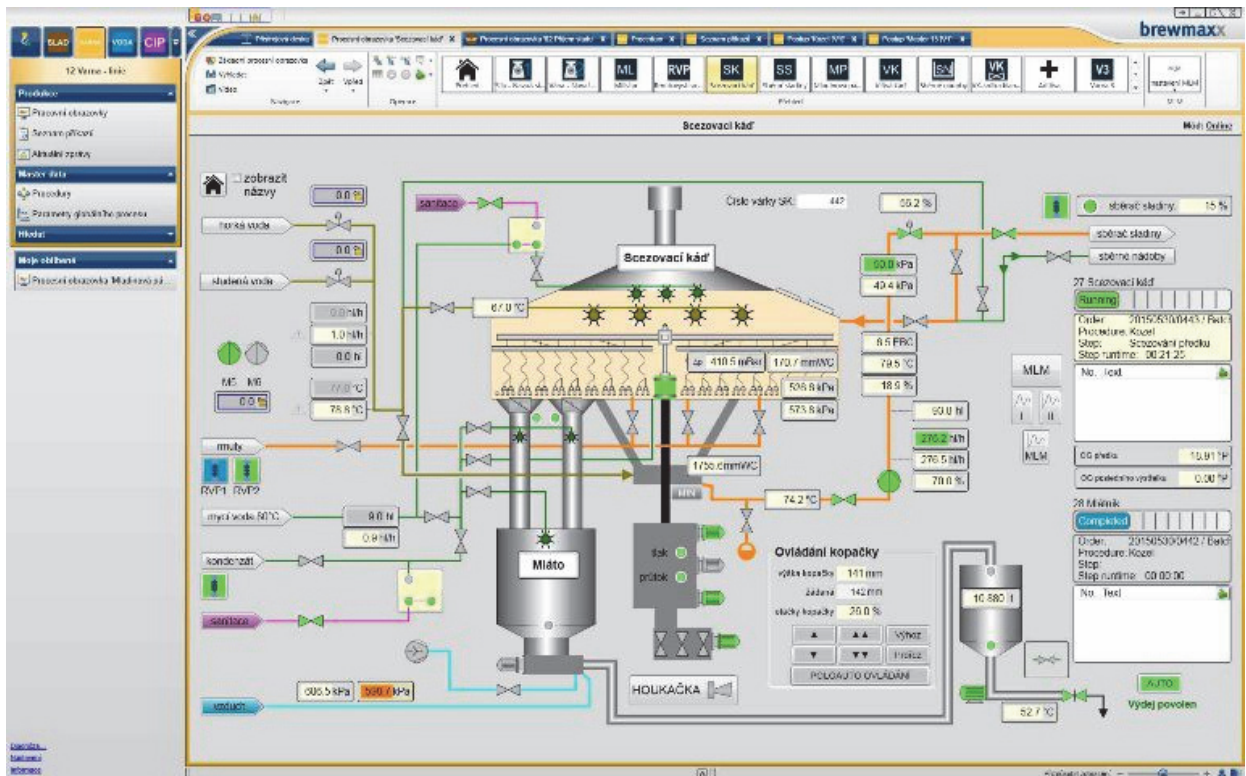
Obr. 21. Schéma dvojnádobové varny s pneumatickým ovládáním klapek [12]

5.4.3 PC automat

Celý varní postup řídí počítač na základě zadaných receptur a předem stanovených operačních kroků. Pokud vše funguje, obsluha pouze plní funkci supervizora. V případě výpadku musí být schopna dovést ručně várku do nejbližšího kroku, kde je možné ji zastavit.

Vlastní řízení technologie vychází ze základního cíle, a to co nejjednodušším a nejpřehlednějším způsobem umožnit řízení technologických procesů při výrobě piva, tj. prostřednictvím pouhého nastavování parametrů, a u předpřipravených objektů konfigurovat a řídit výrobní proces. V systému jsou předpřipravené objekty pro nejpoužívanější technologické prvky sladových technologií, silového hospodářství, varen, kvasných a ležáckých technologií, kvasnicového hospodářství, filtrace, pasterace, CIP stanic a také veškerých pomocných provozů, jako jsou úpravy vody, energetická centra, zpracování CO₂, chlazení, čističky odpadních vod apod. Tyto objekty mají již předpřipravené ovládací obrazovky, které operátorům umožňují sledovat a ovládat dané objekty jednotlivě nebo ve skupinách. Výroba piva ale ve většině svých technologií vyžaduje přístup „řízení podle receptury“ a je možné zadávání a on-line sledování průběhu vlastní výroby dle receptury s kompletní možností, jak tyto receptury nejen parametrovat, tj. jednoduše měnit parametry stávajících druhů a vytvářet nové výrobky, ale i průběh výroby řídit (povely start, stop, hold atd.). Systém

receptů umožňuje procesním technologům vytvářet recepty pro další brandy a procesy a měnit sled kroků sekvencí. Pro sledování jednotlivých kroků receptury je k dispozici prohlížeč krokového procesu, jenž umožňuje pomocí jednoho nástroje sledovat výrobní proces jak z hlediska stavu technologie, tak z hlediska kroků receptury.



Obr. 22. Schéma obrazovky plně automatizované varny [13]

5.5 Chladič mladiny

Jednostupňový deskový chladič mladiny má za úkol ochladit mladinu z 98°C na zákvasnou teplotu. Chladičím médiem je ledová voda, která je předchlazená na teplotu 1 °C. V ideálním případě se tato vychlazená voda oteplí na teplotu 80°C. Regulace výstupní teploty mladiny je řízena ručně nebo automaticky dle nastavené teploty na řídicím panelu varny.



*Obr. 23. Rozebíratelný deskový výměník tepla pro
hygienické aplikace (Alfa Laval Base 10)[14]*

5.6 Potrubní propojení

System potrubních cest, sloužící k přečerpávání piva, díla, sladiny, mladiny, rmutů, sanitacních roztoků, vody, technických plynů a páry mezi různými částmi pivovaru. Potrubní cesty bývají vyrobeny z korozivzdorné oceli, případně z plastu.

5.7 Čerpadla

Odstředivá čerpadla jsou navržena podle nejpřísnějších nároků na hygienu v potravinářském provozu. Na dvojnádobových varnách může být použito jedno nebo dvě čerpadla. Z důvodu ceny se častěji používá pouze jedno čerpadlo, avšak z pohledu technologie jsou výhodnější dvě. Jedno pro rmuty a druhé pro scezování.

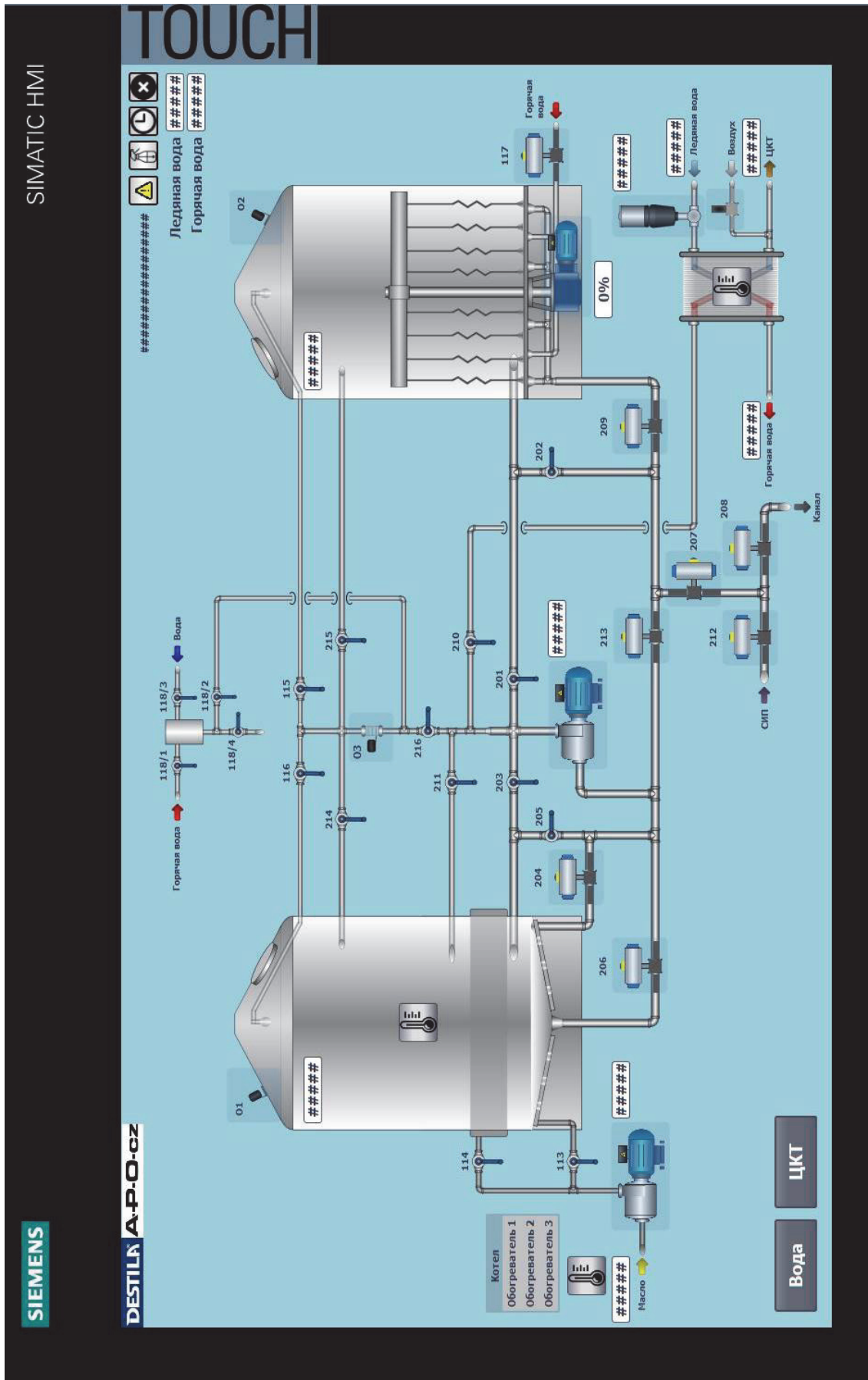
Čerpadlo PACKO FP 2:

- Pevná konstrukce - tloušťka materiálu tělesa a desky až 30 mm.
- EHEDG certifikát.
- Standardní motory a ucpávky.
- Tři průměry ucpávky pokrývají celý rozsah.
- Otevřené oběžné kolo.
- Extra nízké NPSH, vysoká efektivita.



Obr. 24. Čerpadlo PACKO FP 2 [15]

5.8 Schéma dvojnádobové varny



Obr. 25. Technologické schéma dvojnádobové varny na operátorském panelu [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Vypracujte literární studii na dané téma.
- Navrhněte konstrukci dvounádobové varny pro vaření 500l mladiny.
- Proved'te konstrukci 3D modelu dvounádobové varny pro vaření 500l mladiny.
- Vytvořte výkresovou dokumentaci sestavy varny včetně kusovníku.
- Proved'te ekonomické zhodnocení návrhu.

Zadáním praktické části diplomové práce je navrhnout „restaurační“ dvounádobovou varnu. Tento potravinářský stroj je sestaven ze dvou nádob, obslužné plošiny, ovládacího panelu, čerpadla, teplotních snímačů, propojovacího potrubí a armatur.

Zařízení má sloužit k výrobě mladiny dekokčním způsobem vaření, tomuto druhu technologického postupu bude zařízení přizpůsobeno. Při návrhu stroje musí být dodrženy všechny následující požadavky:

- Maximální možná efektivnost výroby, bez zbytečných ztrát.
- Dodržení všech technologických zákonitostí.
- Reprezentativní vzhled.
- Minimalizování potřeby zastavěné plochy.
- Úspora výrobních nákladů.

7 POUŽITÉ APLIKACE

7.1 PTC Creo Parametric 3.0

PTC Creo Parametric 3.0 je parametrický modelář od firmy PTC. Pomocí tohoto softwaru je možné vytvářet, analyzovat a zobrazovat výrobky s využitím 2D, 3D CAD a to jak parametrickým, tak přímým modelováním. V tomto programu bude vytvořen celý návrh 3D modelu varny a také výkresy sestav. [16]

7.2 AUTODESK AutoCAD Mechanical

AutoCAD Mechanical je optimalizovanou verzí tradičního AutoCADu pro navrhování ve strojírenství. Vlastní inženýrské nástroje lze rozdělit do několika kategorií, podle cíle jejich použití. AutoCAD Mechanical tak prezentuje nejen CAD aplikaci, ale současně v sobě sdružuje možnosti poskytované specializovanými CAE programy.

Pomocí tohoto programu bude vytvořeno 2D blokové schéma varny. [17]

7.3 Blender 2.79

Blender je multiplatformní open source aplikace zaměřená na vytváření 3D modelů, animací, rendering, postprodukční činnost a v neposlední řadě interaktivních aplikací.

Je založen na knihovně OpenGL a je tak dostupný pro velké množství operačních systémů jako je Windows, Linux, Mac OS X, Irix a další. I přes svou bezplatnost je Blender značně výkonný a na první pohled uživatelsky přívětivý. Program obsahuje i českou lokalizaci, kde jsou přeloženy názvy nejpoužívanějších tlačítek i rychlé nápovědy. Prostřednictvím tohoto programu budou vytvořeny rendrované pohledy modelu pro lepší prezentační možnosti zejména pro zdůraznění materiálové konfigurace. [18]

8 NÁVRH JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT VARNY

8.1 Scezovací kád'

Scezovací kád' jak je z názvu patrné, slouží především ke scezování díla. Válcová celoizolo-
vaná nádoba je tvořena dvojitým nerezovým pláštěm a pohledovým měděným plechem,
klenutou pokrývkou upravenou leštěním. Spoje měděného plechu překryjí leštěné nerezové
lišty přichycené nýty k nádobě. Kád' je osazena kypřicím zařízením a pohonem umístěným
v imitaci parníku. Nádoba bude opatřena horním oválným průlezem, bočním obdélníkovým
průlezem pro výhoz mláta, osvětlením, teplotním snímačem, potřebným potrubím, uzavíra-
cími armaturami, sanitačními hlavicemi a jalovým dnem.

Průměr kádě se odvíjí od velikosti scezovacího dna. Scezovací dno je rozměrově přizpůso-
beno množství sypání sladu tedy tzv. zatížení sít v kg/m^2 .

Na 1 m^2 scezovací plochy se volí sypání $160 - 180 \text{ kg}$. Aby bylo možné získat větší počet
várek, snižuje se zatížení scezovacího dna a průměr se zvyšuje.

Výpočet je přizpůsoben 12% pivu, které je základem každého „dobrého“ českého pivovaru.
Při uvažované várce 5 hl je sypání sladu tedy cca 100 kg .

8.1.1 Výpočet velikosti scezovacího dna

Minimální plocha scezovacího dna S_{SK} se vypočítá z celkového zatížení

$$S_{SK} = M_V \div M_S = 100 \div 160 = 0,625 \text{ m}^2 \quad (1)$$

kde je M_S hmotnost sypání $160 \text{ kg}/\text{m}^2$ a M_V hmotnost požadovaná na várku 5 hl .

Výpočtem bylo tedy zjištěno, že minimální plocha scezovacího dna je $0,625 \text{ m}^2$.

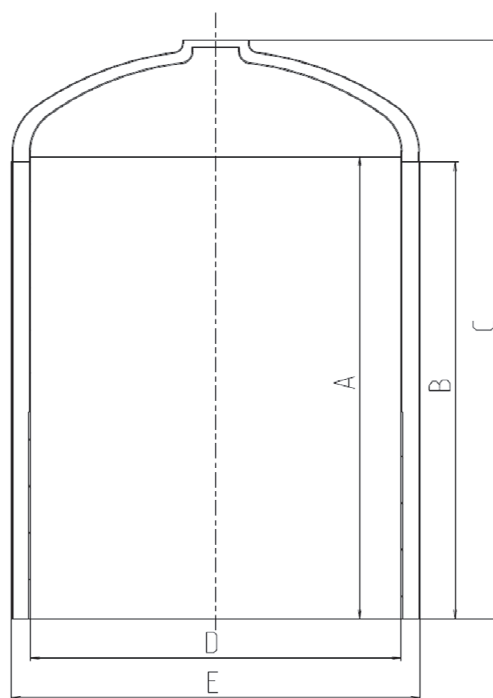
8.1.2 Určení základních rozměrů kádě

Vzhledem k tomu, že se jedná o válcovou nádobu bude průměr nádoby D_{SK}

$$S_{SK} = \frac{\pi \cdot D_{SK}^2}{4} \Rightarrow D_{SK} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{SK}}{\pi}} = 0,892 \text{ m} \quad (2)$$

Vnitřní průměr kádě byl s rezervou zaokrouhlen na 1 m a minimální výška potřebného vnitř-
ního prostoru vypočítaná na $0,65 \text{ m}$.

- A- 1250 mm
- B- 1236 mm
- C- 1566 mm
- D- 1000 mm
- E- 1102 mm



Obr. 26. Základní náčrt SK

8.1.3 Materiál kádě

Jedním z nejdůležitějších předpokladů dobré konstrukce je správná volba materiálů jednotlivých komponent. Ve výběru materiálů musí být obsaženy všechny technologické a konstrukční požadavky. Jelikož se jedná o potravinářské zařízení, bude většina součástí vyrobena z různých jakostí nerezové oceli. Tyto materiály musí být také odolné vůči agresivním sanitacním prostředkům, kterými bude zařízení čištěno.

Plášť, pokrývky, vnitřní výbava nádoby

Jako vhodnou a dostupnou se jeví nerezová ocel 1,4301. Je to legovaná ušlechtilá ocel, austenitická se sníženým obsahem uhlíku (AISI 304, ČSN 17240), chrom niklová X5CrNi 18-9.

Nerezová ocel je vhodná k hlubokému tažení a je určena pro expozice při velmi nízkých nebo zvýšených teplotách. Tato ocel je vhodná na stavbu agregátů a tlakových nádob v chemickém, energetickém, kvasném nebo potravinářském průmyslu. Dále se tento typ nerezové oceli využívá na součásti, které mají zabezpečovat vysokou čistotu produktu. V agresivním prostředí je využitelnost oceli omezena teplotou 350°C.

Výše zmíněná nerezová ocel je dobře odolná proti mezikrystalové korozi. U plošné koroze je ocel odolná proti kyselině dusičné a silným organickým kyselinám. Odolnost proti plošné

korozí lze zvýšit leštěním. Ocel je dále odolná proti oxidaci za zvýšených teplot na vzduchu do 850°C, oxidujícím prostředí s obsahem SO₂ do 750°C, v redukčním prostředí s obsahem síry (obsahujícím H₂S) do 600°C a v prostorách s vyskytující se párou do 750°C.

Svařitelnost, obrobitelnost této oceli patří do typů oceli, které jsou velmi dobře svařitelné a lze ji obrábět. [23]

Vnější dekorační plášť nádob

Na vnější plášť nádob bude použit válcovaný lesklý měděný plech CW024A-R240 (Cu-DHP). Tato část nádoby slouží pouze k pohledovému dojmu, nejsou na ni kladeny žádné další konstrukční požadavky.

8.1.4 Izolace kádě

K dodržení stálých teplot uvnitř kádě je zapotřebí mít izolovaný prostor mezi vnějším, vnitřním pláštěm a v tomto případě i mezi klenutými dny pokrývky kádě. U tvarově složitě nádoby je celkem nemožné použít jinou izolaci než litou případně foukanou pěnu. Pro tento případ byla vybrána litá izolace Ipitherm G-0-40R.

Jedná se o systém výroby tvrdé blokové polyuretanové pěny s uzavřenou buněčnou strukturou. Neobsahuje látky uvedené v zákonu ČR čís. 211/93 Sb. Jako látky poškozující ozónovou vrstvu Země. Nadouvacím plynem je oxid uhličitý. [22]

Popis systému

Složka A : Směs polyalkoholů, stabilizátorů, katalyzátorů a retardéru hoření

(retardérem je chlorovaný alkylester kyseliny fosforečné)

Složka B : Polyisokyanát na bázi homologů difenylmetandiisokyanátu (MDI)

Směšovací poměr

A : B = 1 : 1,35 hmotnostně

A : B = 1 : 1,2 objemově

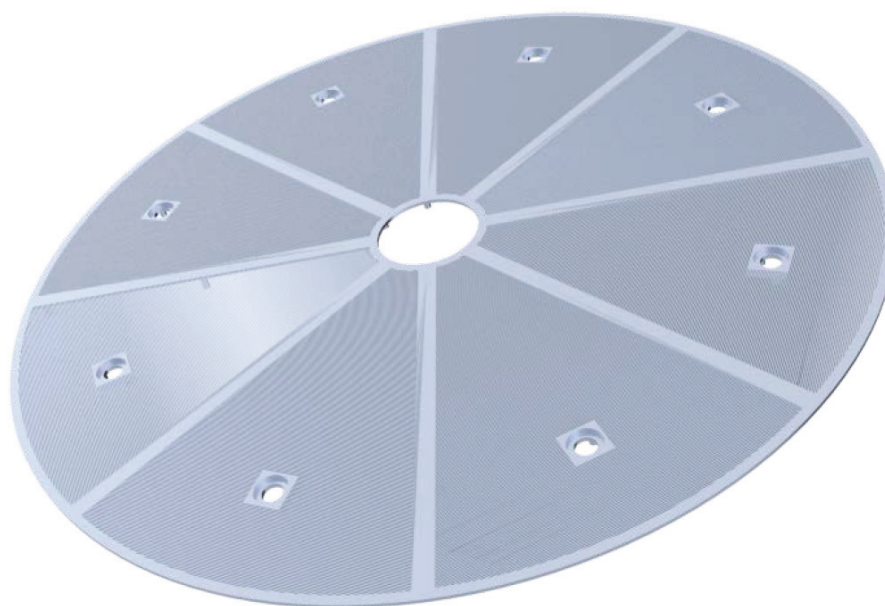
Tab. 3. Specifikace vlastností izolace Ipitherm G-0-40R [22]

Specifikace materiálů	složka A	složka B	Jednotka
Hustota (20°C)	1100 – 1110	1220 – 1250	[kg/m ³]
Viskozita (20°C)	1300 – 1500	300 – 400	[mPa.s]
Viskozita (25°C)	750 – 900	180 – 270	[mPa.s]
Bod vzplanutí	vyšší než 220	vyšší než 220	[°C]
Bod tuhnutí	nižší než – 10	nižší než + 10	[°C]
Výhřevnost	29490		[kJ/kg]
Hustota volné pěny	38 – 42		[kg/m ³]

Hustota výrobku (objemová hmotnost) závisí na velikosti dávky, teplotě formy a vstupujících surovin, členitosti a tvaru formy.

8.1.5 Návrh scezovacího síta

Scezovací síto je klíčovým prvkem každé scezovací kádě. Je vyrobeno z nerezové oceli jakosti 1,4301. Hlavními požadavky na síto jsou snadná montáž a vysoká propustnost. Pro jednoduchou instalaci je ideální použít vyšší počet segmentů v tomto případě se síto skládá z osmi kusů. Každý z prvků je připevněn ke dnu scezovací kádě speciálním šroubem. Síto je vyhotoveno ze svařovaných lichoběžníkových drátů s mezerami 0,7 mm a opatřeno 10 mm širokým lemem po okrajích. Na spodní straně síta jsou přivařeny vymežovací elementy, aby bylo docíleno 20 mm širokého meziprostoru. Předpokládaná propustnost síta je 9 %.



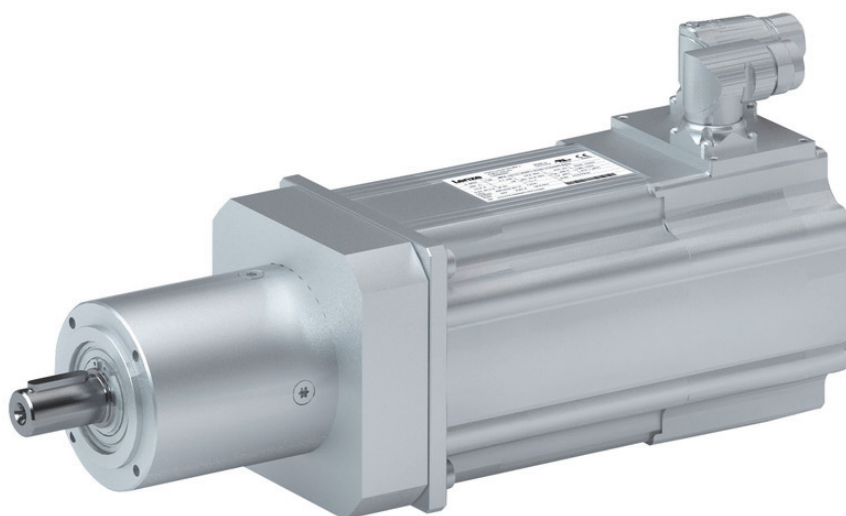
Obr. 27. Návrh scezovacího síta

8.1.6 Pohon kypřidla

Pohon kypřidla díky svým úsporným rozměrům bude umístěn nad kádí v prostoru imitace parníku. Tím, že bude pohon umístěn nad kádí, nevznikne problém s utěsněním hřídele, jako tomu bývá v případě, když je pohon umístěn pod dnem kádě. Jedná se o servopohon s planetovou převodovkou od společnosti Lenze. Hlavním úkolem tohoto pohonu je pohánět hřídel na které bude zavěšeno rameno prořezávacího a vyhrnovacího mechanismu. Prořezávání mláta klade na pohon nároky na rychlost. Rychlost prořezávání je požadována 1-1,5 ot./min. zato rychlost při promíchávání před scezování je požadována kolem 10 ot./min.. Tyto rychlosti každý sládek volí podle svých zvyklostí, proto je servopohon s planetovou převodovkou díky své otáčkové variabilitě vhodnou možností.

Tab. 4. Specifikace pohonu kypřidla [19]

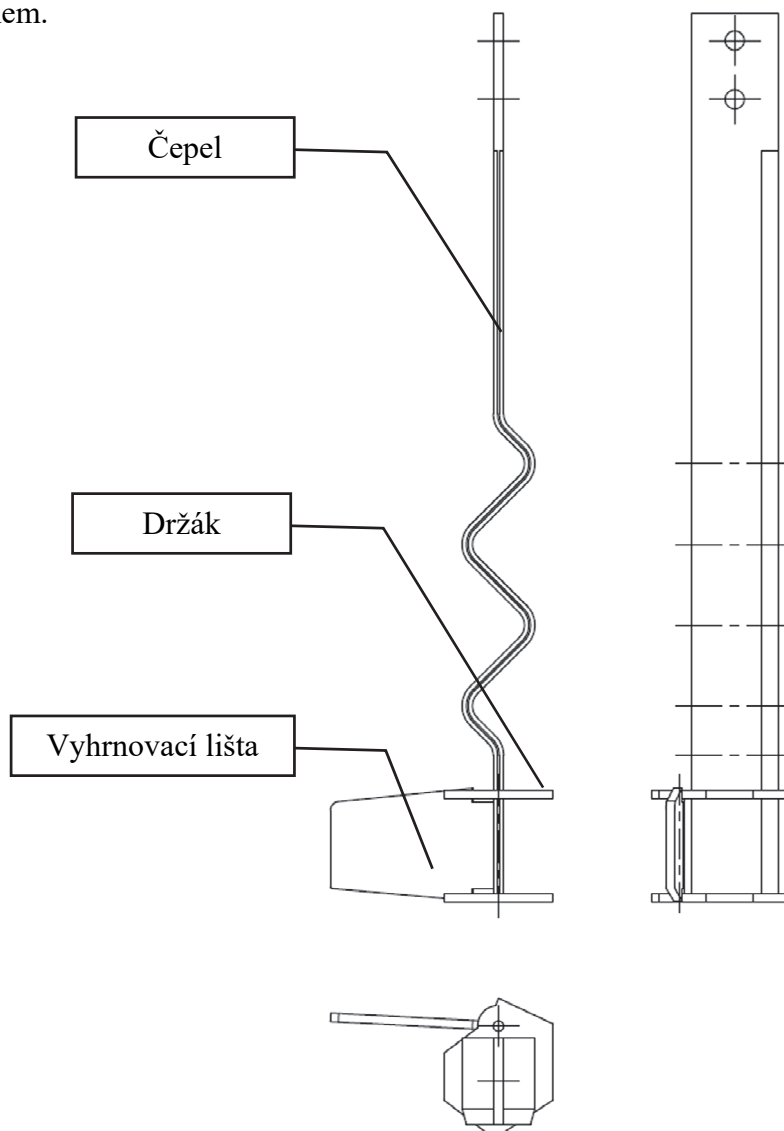
Převodovka	g700-P260	
Typ motoru	MCS 09D60	
Jmenovitý výkon	1,1	[kW]
Teplot. omezené výst. otáčky	22	[r/min]
Výstupní točivý moment	251	[Nm]
Zatížitelnost c	1,04	
Jmenovité napětí	210	[V]
Jmenovitá frekvence	400	[Hz]
Převodový poměr	160	
Jmenovité otáčky	6	
Chlazení	s vlastní ventilací	
Ochrana motoru	KTY83 + PTC	



Obr. 28. Servopohon s planetovou převodovkou [19]

8.1.7 Návrh prořezávacích nožů a vyhrnovacího mechanismu

Prořezávací nože, jak je z názvu patrné, mají za úkol prořezávání mláta při scezování. Tím je zajišťováno kontinuální kypření mláta a nedochází k tzv. utažení díla tedy zacpání štěrbin scezovacího síta. Navrhované nože budou mít ale ještě jednu neméně důležitou roli a tou je vyhrnování zbytkového mláta. To je zajištěno sklápěcím mechanismem na koncích nožů. Díky možnosti obousměrného chodu servopohonu v jednom směru nože prořezávají a ve druhém vyhrnují mláto ven. Tímto řešením dojde k úspoře finančních prostředků, protože ve velikostně podobných SK je vyhrnování mláta řešeno složitým šroubovým mechanismem.

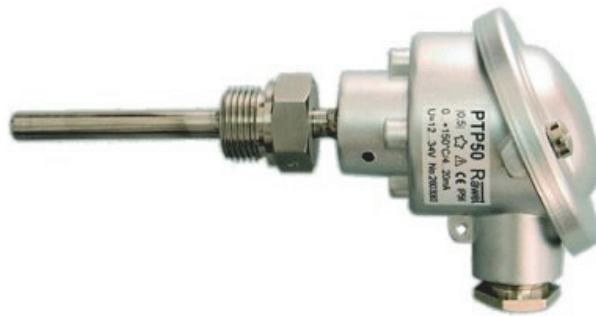


Obr. 29. Návrh prořezávacího nože

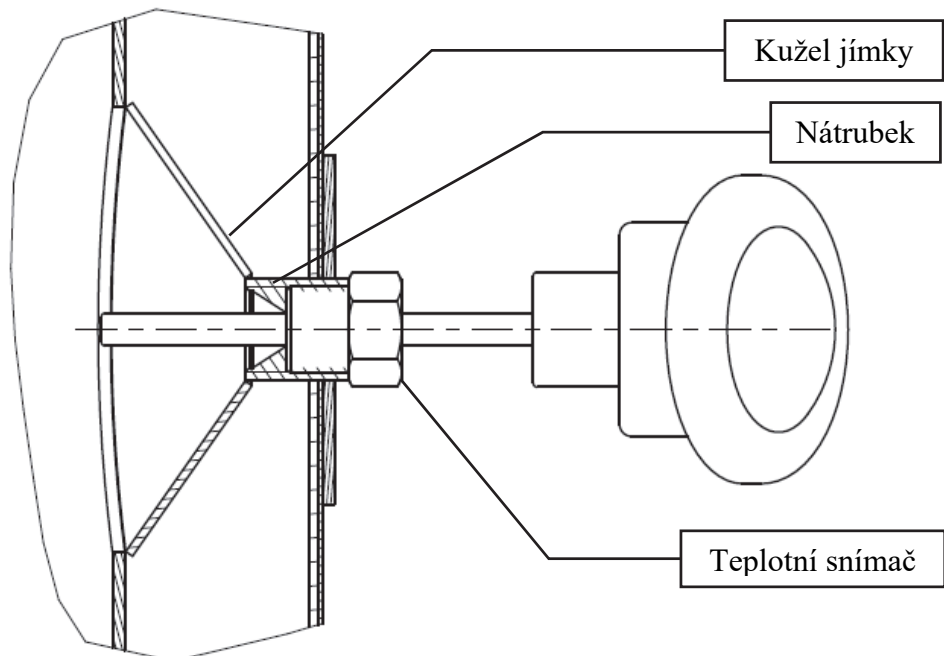
s částí vyhrnovací lišty

8.1.8 Jímka a teplotní senzor

Teplotní senzor ve scezovací kádi je uložen ve speciální jímce, díky které se teplotní snímač dostane hluboko do hustého mláta. Zároveň nesmí vyčnívat do kádě, aby nedošlo k jeho poškození o vyhrnovací zařízení. Z tohoto důvodu byla délka stonku zvolena 60 mm. K měření teplot byl vybrán odporový teplotní snímač s nerezovým teplotním stonkem PT 50 od firmy Ravet. Rozsah teplot je v rozmezí $-20 - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ což je pro měření teplot v SK dostatečné. Teplotní snímač musí být umístěn nad sedlinu mláta tzv. „koláč“ aby nedošlo k poškození při vyhrnování mláta.



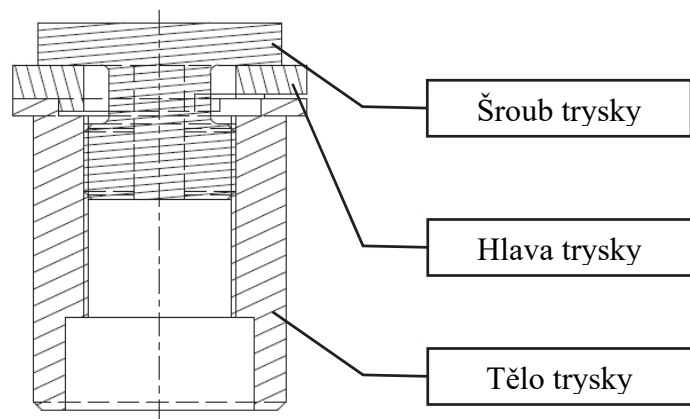
Obr. 30. Teplotní snímač PT 50 [20]



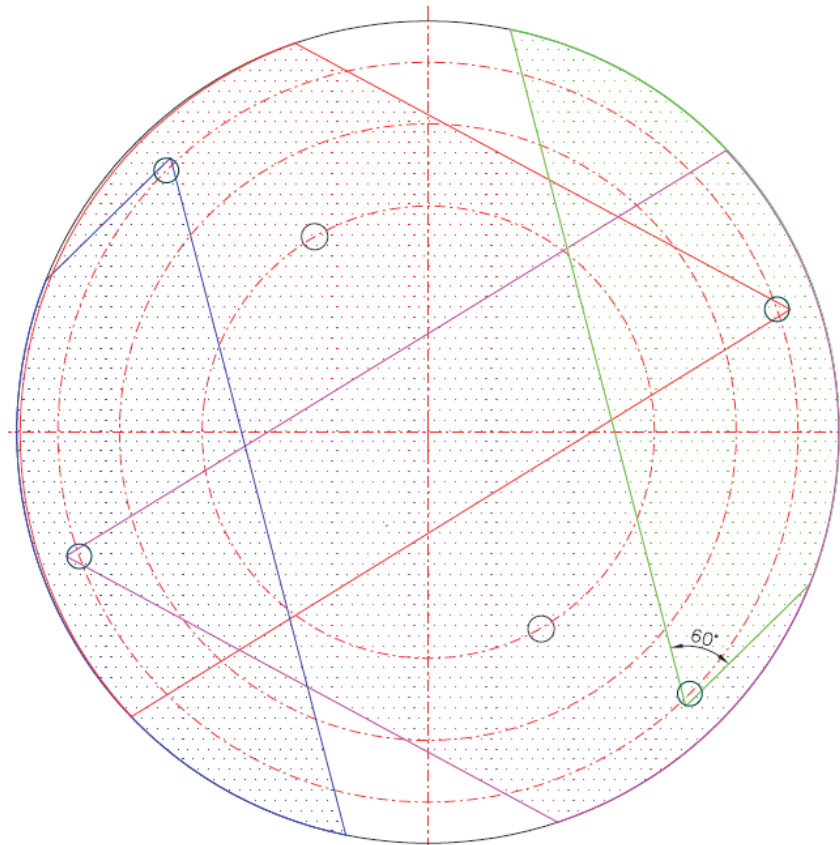
Obr. 31. Návrh jímky s teplotním senzorem

8.1.9 Mycí tryska a nastavení směru

Mycí trysky, jak bylo popsáno v teoretické části, slouží k omývání prostoru pod jalovým dnem. Tryska se skládá z několika částí. Spodní část se přivaří ke dnu kádě, střední část je nastavitelná touto částí se nastavuje směr mytí. Vrchní část slouží jako šroub k upevnění střední části. Úhel záběru omývání jedné trysky je 60° , trysky jsou nastaveny tak aby omývaly celý prostor dokola.



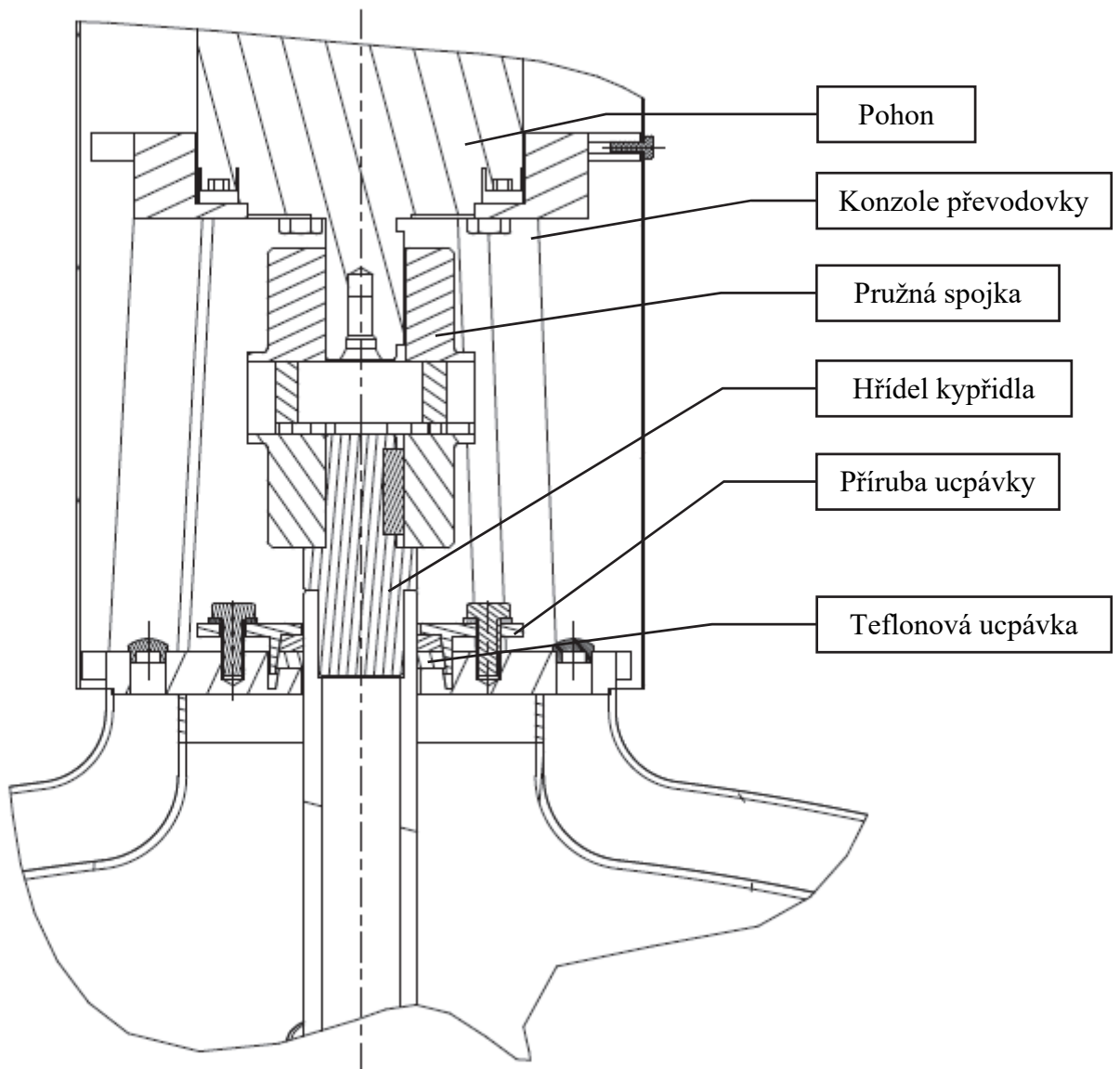
Obr. 32. Řez navrženou tryskou



Obr. 33. Natočení trysek

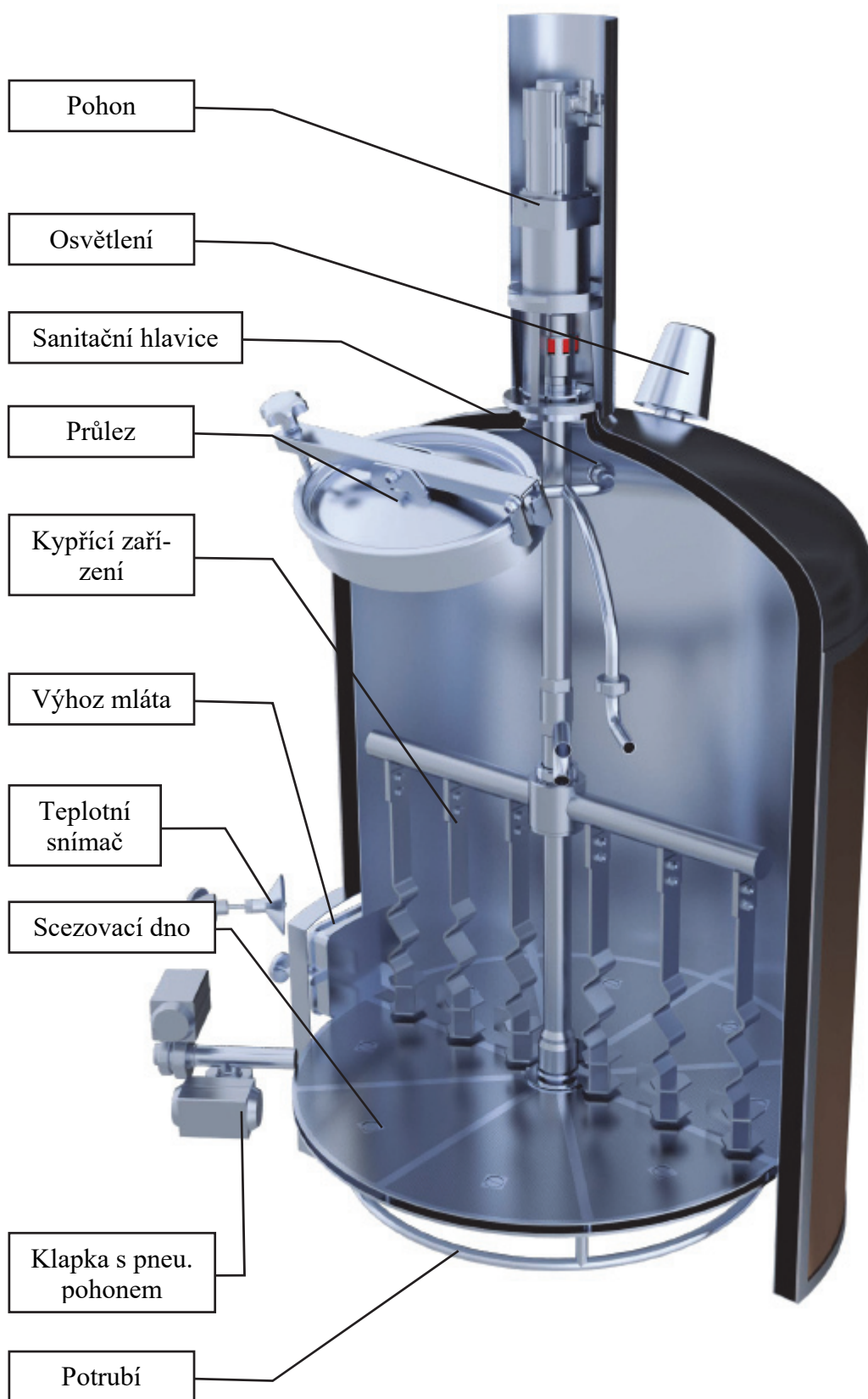
8.1.10 Utěsnění hřídele

Hřídel musí být řádně utěsněna, protože by vzniklé páry mohly poškozovat servopohon. V tomto případě byla hřídel utěsněna PTFE ucpávkovou šňůrou napuštěnou silikonovým olejem. Tento typ utěsnění hřídele byl použit hlavně z důvodu tolerance radiální házivosti. Dále je pak vhodná pro potravinářské použití. Teflonové provazce budou navinuty ve dvou řadách mezi přírubu ucpávky a spodní přírubu konzole převodovky. Následně dotaženy šrouby.



Obr. 34. Řez utěsněním hřídele

8.1.11 Kompletní návrh scezovací kádě



Obr. 35. Navržená scezovací kádě

8.2 Rmutomladinová pánev

Rmutomladinová pánev bude v tomto případě sloužit jako vystírací, rmutovací, mladinová a vířivá kád'. Válcová celoizolovaná nádoba je tvořena dvojitým nerezovým pláštěm a pohledovým měděným plechem, klenutou pokrývkou upravenou leštěním. Spoje měděného plechu překryjí leštěné nerezové lišty přichycené nýty k nádobě. Pánev je osazena míchadlem a motorem s převodovkou v prostoru imitace parníku. Ohřev zajistí parní topné dno a duplikátor na boční stěně nádoby. Nádoba bude opatřena oválným průřezem, osvětlením a teplotním snímačem, potřebným potrubím, uzavíracími armaturami a sanitačními hlavicemi. Objem pánve je určen požadovaným množstvím uvařené mladiny a ztrátovým objemem, který hlavně činí odpar během vaření. Odpar během vaření je cca 6-8%.

8.2.1 Volba rozměrů pánve

Objem nádoby se vypočítá z požadovaného celkového objemu V_c tedy ze vztahu:

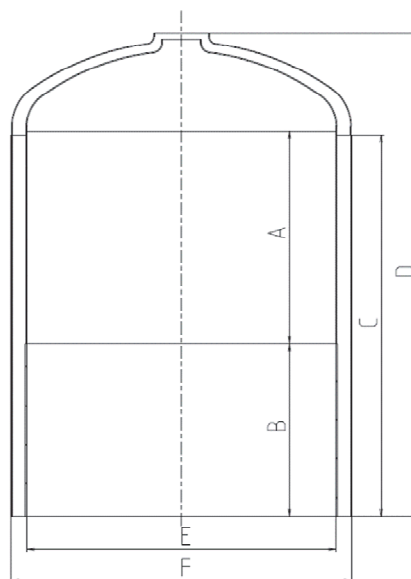
$$V_c = V_m + V_z = 500 + 40 = 540 \text{ l} \quad (3)$$

kde je V_m celkový požadovaný objem mladiny a V_z celkový uvažovaný objem ztrát.

Minimální užitnou výšku pánve h v tomto výpočtu vypočítáme z celkového objemu a z předpokladu, že nádoba je rotační válec. Poloměr válce podstavy je z praktického hlediska zvolen na $r = 500 \text{ mm}$. Rozměry musí být nastaveny s rezervou, aby nedocházelo k technologickým problémům.

$$h = \frac{V_c}{\pi r^2} = \frac{54 \cdot 10^6}{\pi \cdot 500^2} = 688 \text{ mm} \quad (4)$$

- A- 690 mm
- B- 560 mm
- C- 1236 mm
- D- 1566 mm
- E- 1000 mm
- F- 1102 mm



Obr. 36. Základní náčrt RMP

8.2.2 Materiál pánve

Plášť, pokrývka, vnitřní výbava nádoby

Totožné jako u SK.

Vnitřní tlaková část topného dna a duplikátoru

Nerezová ocel 1,4541 je legovaná ušlechtilá ocel, austenitická stabilizovaná titanem (AISI 321, ČSN 17248), chrom niklová X10CrNiTi 18-9

Ocel 1.4541 se používá především na součásti tepelných a energetických zařízení. Své využití najde také v chemickém a potravinářském průmyslu, třeba u výroby tlakových nádob do teploty 800°C, které nelze po svařování žíhat a kde není požadována leštitelnost na vysoký lesk. Vhodná na vysokotlaká zařízení.

Je odolná proti mezikrystalové korozi v celém rozsahu pracovních teplot.

Nerezová ocel 1.4541 je svařitelná veškerými postupy, což z ní dělá velice univerzální ocel pro všestranné použití. Ocel je rovněž obrobitelná. [23]

Vnější tlaková část topného dna a duplikátoru

Nerezová ocel 1,4828 je ocel žáruvzdorná, legovaná ušlechtilá ocel, austenitická (AISI 309, ČSN 17251), chrom niklová X15CrNiSi 20-12

Nerezovou ocel 1.4828 lze použít na výrobky, pro které je základním požadavkem odolnost proti horkým plynům a spalinám. Před výrobky, plechy a pásy válcované za tepla nebo za studena, tyče tvářené za tepla nebo za studena, válcované dráty a tvarové tyče, součásti pro průmyslové pece, parní kotle a ropná zařízení, ochranné trubky termočlánků.

Ocel 1.4828 je odolná proti oxidaci za zvýšených teplot na vzduchu do 1050 °C, v oxidujícím prostředí s obsahem síry má nerezová ocel střední odolnost, v redukčním prostředí s obsahem síry je odolnost malá, v prostředí bohatém na dusík s nízkým obsahem O₂ je odolnost nerezové oceli opět vysoká, v nauhličujícím prostředí pak velmi malá.

Nerezová ocel 1.4828 je velmi dobře svařitelná všemi postupy. Mezi další vlastnosti této oceli patří třeba to, že je ocel nemagnetická až slabě magnetická. Slabou magnetičnost ocel získá, pokud je tvářená za studena. Tento typ oceli je obrobitelný. [23]

Vnější plášť nádob

Totožné jako u SK.

8.2.3 Izolace pánve

Izolaci pánve bude tvořit pěnová izolace stejně jako u scezovací kádě, avšak na místa vystavené vyšším teplotám cca 156 °C, zejména okolí topného dna a duplikátoru bude použita izolace vyrobená z kamenné vlny. Na izolaci dna je vhodná deska Isover Orstech 65 H tl. 40 mm, odolává totiž vysokým teplotám až 600 °C a jedné straně je opatřena polepem hliníkové folie. Deska je vhodná na rovné a mírně zakřivené stěny. Přijatelná izolace duplikátoru je Isover Orstech DP 65 tl. 40 mm, vhodná na izolaci nádob, jak akustickou tak i tepelnou. Odolnost udávaná výrobcem je až 560°C. Je zhotovena z kamenné vlny a má jednostranně našité drátěné pletivo.



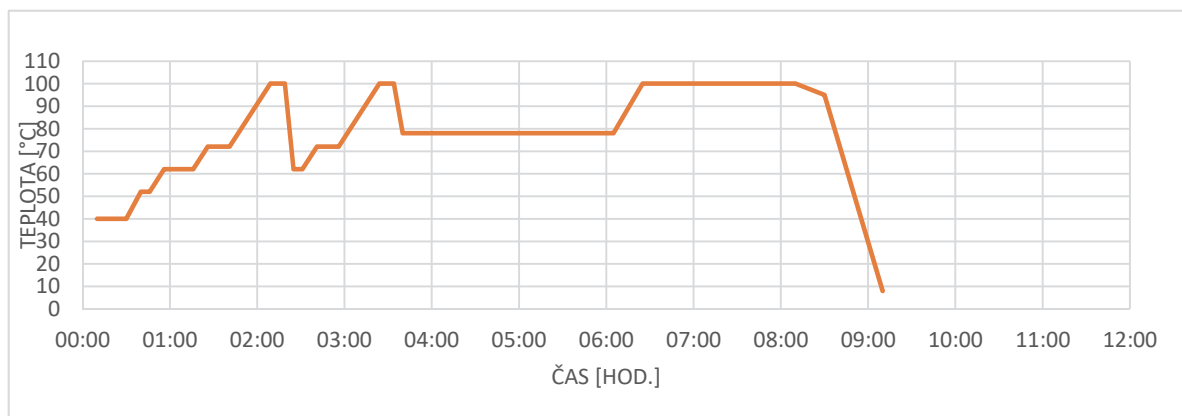
Obr. 37. Vlevo izolace Orstech DP 65 vpravo Orstech 65 H [21]

8.2.4 Volba otopu pánve

Na základě rešerší různých druhů otopů v teoretické části byl zvolen otop středotlakou parou. Tento druh otopu je sice o něco ekonomicky náročnější avšak převýší ostatní otopy svou schopností rychlé regulace a bezpečným dosažitelným nárůstem teplot 1 °C/min.. U tohoto druhu otopu nedochází k napékání díla jako tomu je např. u topných plotýnek a zároveň nedochází k postupnému zanášení meziprostoru topných zón při použití olejového otopu. Celková životnost je u tohoto druhu otopu odpovídající životnosti a materiálové stálosti použitých materiálů.

Tab. 5. Zjednodušený výpočet spotřeby páry při jedné várce 500l

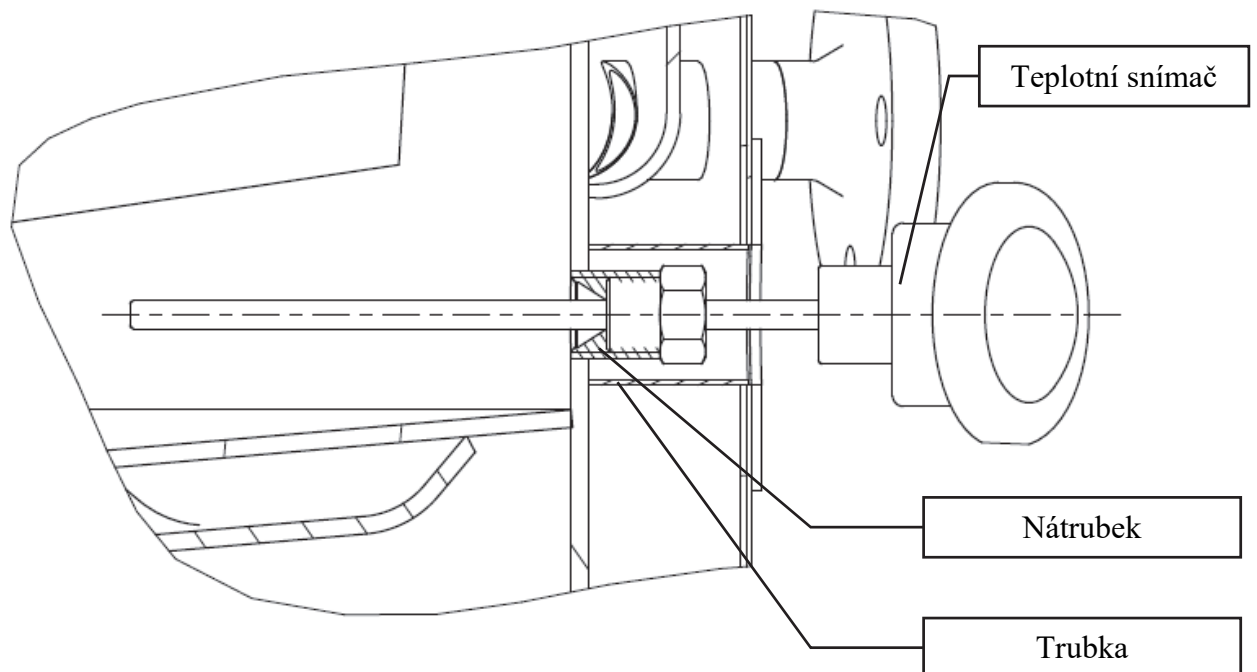
	Počáteční teplota [°C]	Koncová teplota [°C]	Doba [min.]	Potřebné teplo [kJ]	Spotřeba páry [kg]	Výkon vyví- ječe [kg/hod.]
Zapárka	40	52	10	25200	11,45	68,73
1. cukro- tvorná tep- lota	52	62	10	7000	3,18	19,09
2. cukro- tvorná tep- lota	62	72	10	7000	3,18	19,09
Ohřev (1. rmut)	72	100	28	19600	8,91	19,09
2. cukro- tvorná tep- lota	62	72	10	7000	3,18	19,09
Ohřev (2. rmut)	72	100	28	19600	8,91	19,09
Ohřev na chmelovar	78	100	20	46200	21,00	63,00
Ztráty při scezování	78	70	145	16800	7,64	
Ztráty při chmelovaru	100	82	90	37800	17,18	
					84,64	68,73



Obr. 38. Graf teplot při várce

8.2.5 Teplotní snímač

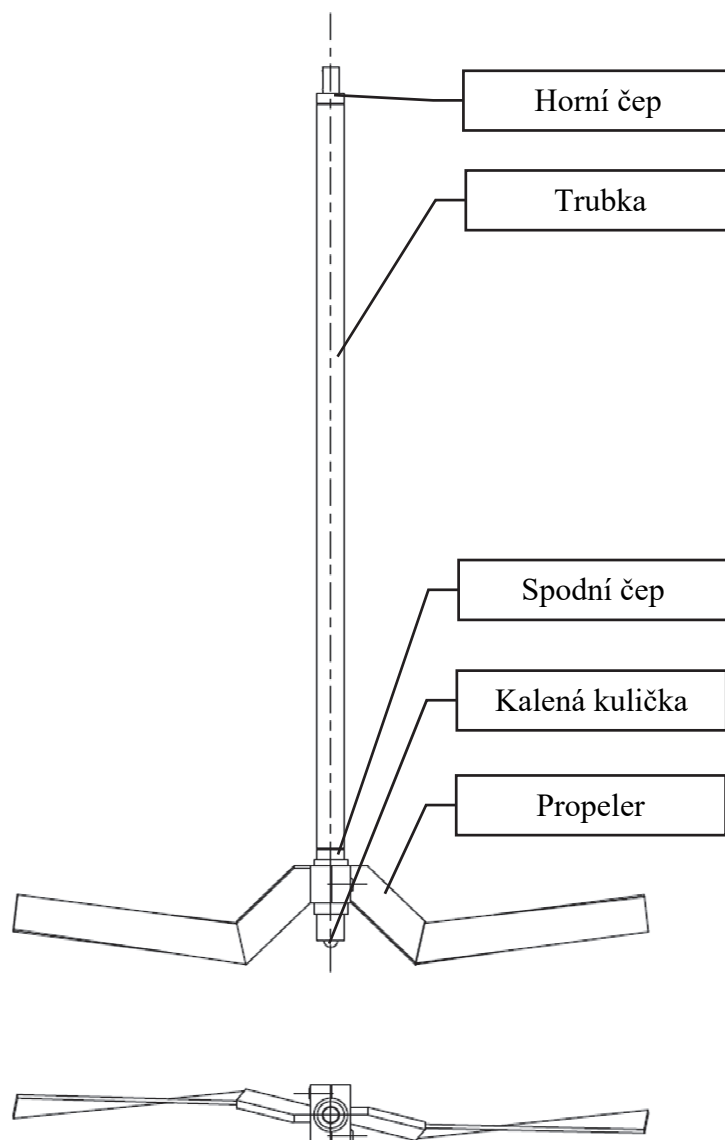
Snímání teploty ve rmutomladinové kádí musí být umístěno co nejnižší dnu, protože je potřeba měřit teplotu díla při přečerpání 2/3 várky do scezovací kádě. Aby bylo docíleno přesnějšího měření teplot byl vytipován snímač PT 50 s délkou stonku 100 mm. Snímač je zašroubován do speciálního nátrubku, který zamezuje prolínání kapaliny ven z nádoby a zároveň je jeho okolí dobře sanitovatelné při čištění pánve.



Obr. 39. Umístění teplotního snímače v RMP

8.2.6 Volba míchadla a jeho pohon

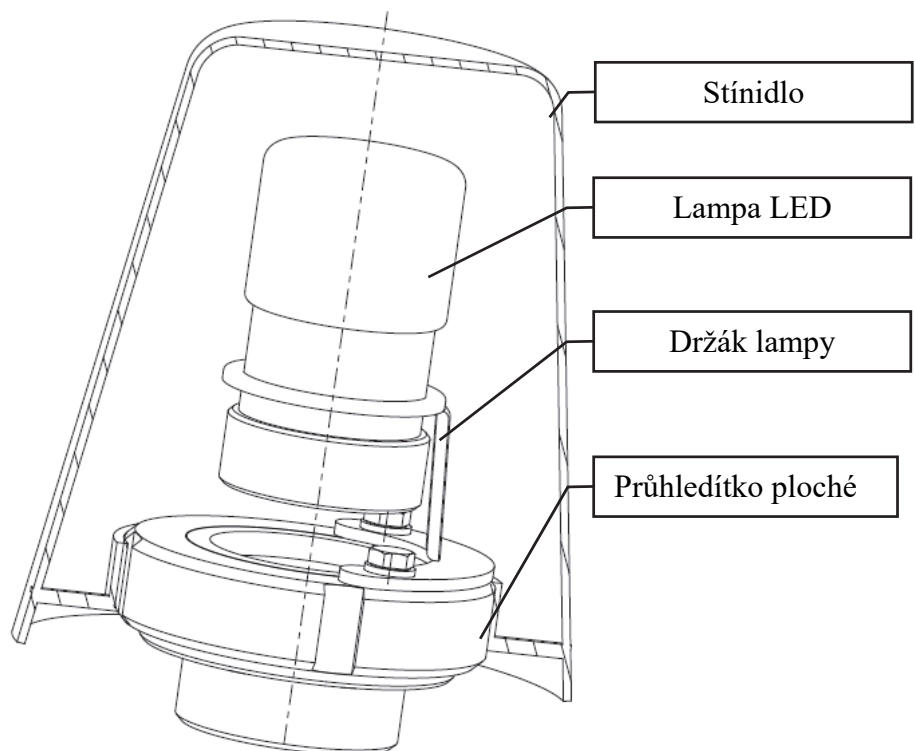
Pohon míchadla bude totožný jako pohon kypřidla u scezovací kádě. Míchadlo bude vyhotoveno z hřídele, která vzhledem k úspoře materiálu bude svařena ze dvou čepů a trubky. Ke hřídeli bude přišroubováno míchadlo. Míchadlo je rozděleno na dva kusy pro snadnou montáž. List míchadla je zahnutý o 45° aby zefektivnil míchání díla. Míchadlo se opírá o kalenou kuličku vyrobenou z nerezového materiálu jakosti 1,4125, která dosedá na zahloubený otvor ve spodním čepu.



Obr. 40. Návrh míchadla

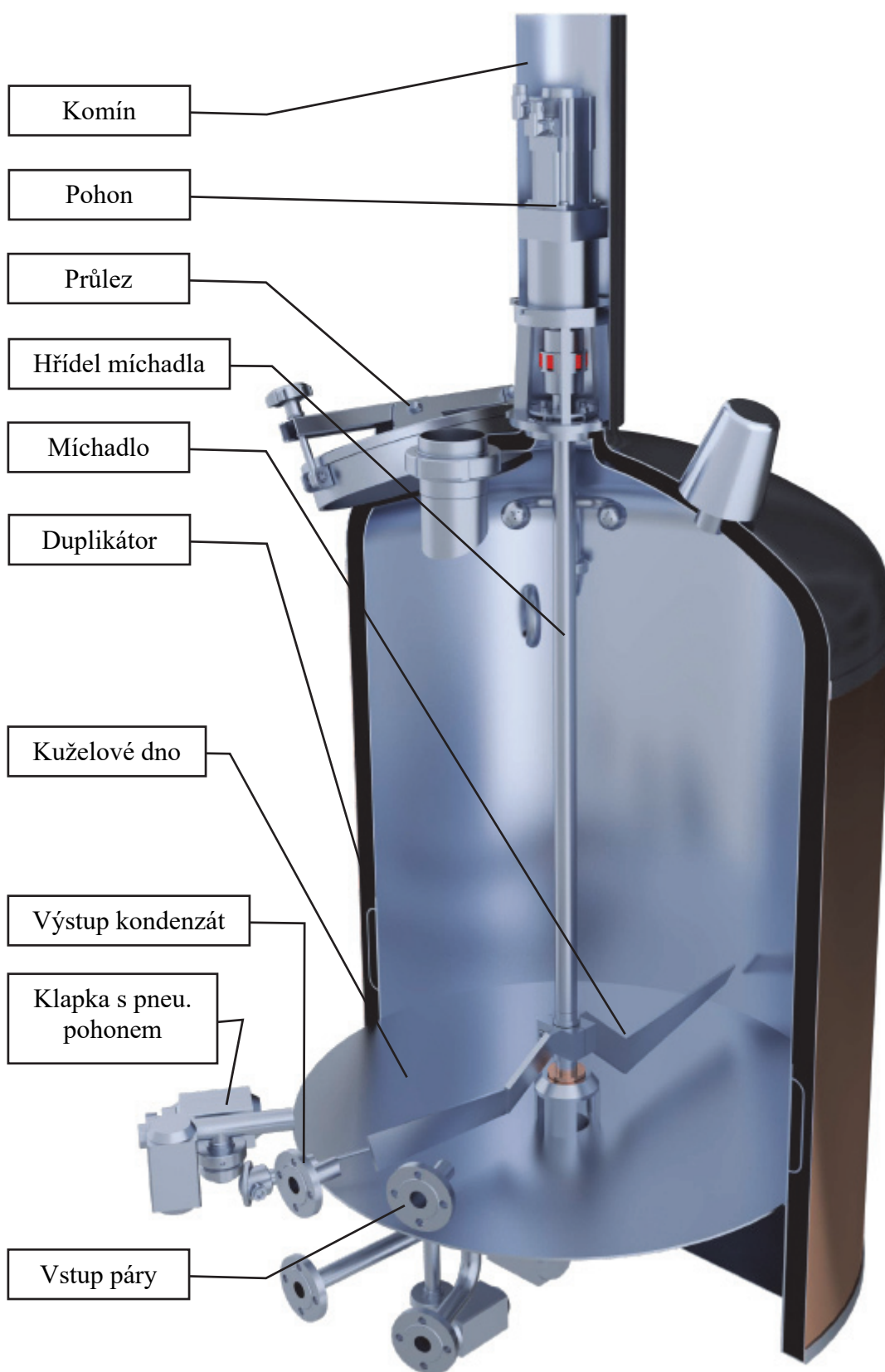
8.2.7 Osvětlení nádoby

Na pokrývku každé z nádob je umístěno jedno takovéto osvětlení, díky kterému může obsluha sledovat průběh várky v nádobách. Hlavní součástí osvětlení bude nakupovaná sestava matice převlečná s osvětlením DN50 dodávané společností Bupospol. Osvětlení je zajištěno úspornou 5W LED lampou a bude řízeno z ovládacího panelu. Dále je osvětlení vybaveno stínidlem, které jednak zamezuje rozptylu světla a zároveň chrání skleněné průhledítko před prachem.



Obr. 41. Návrh osvětlení nádoby

8.2.8 Kompletní návrh rmutomladinové pánve



Obr. 42. Návrh rmutomladinové pánve

8.3 Obslužná plošina

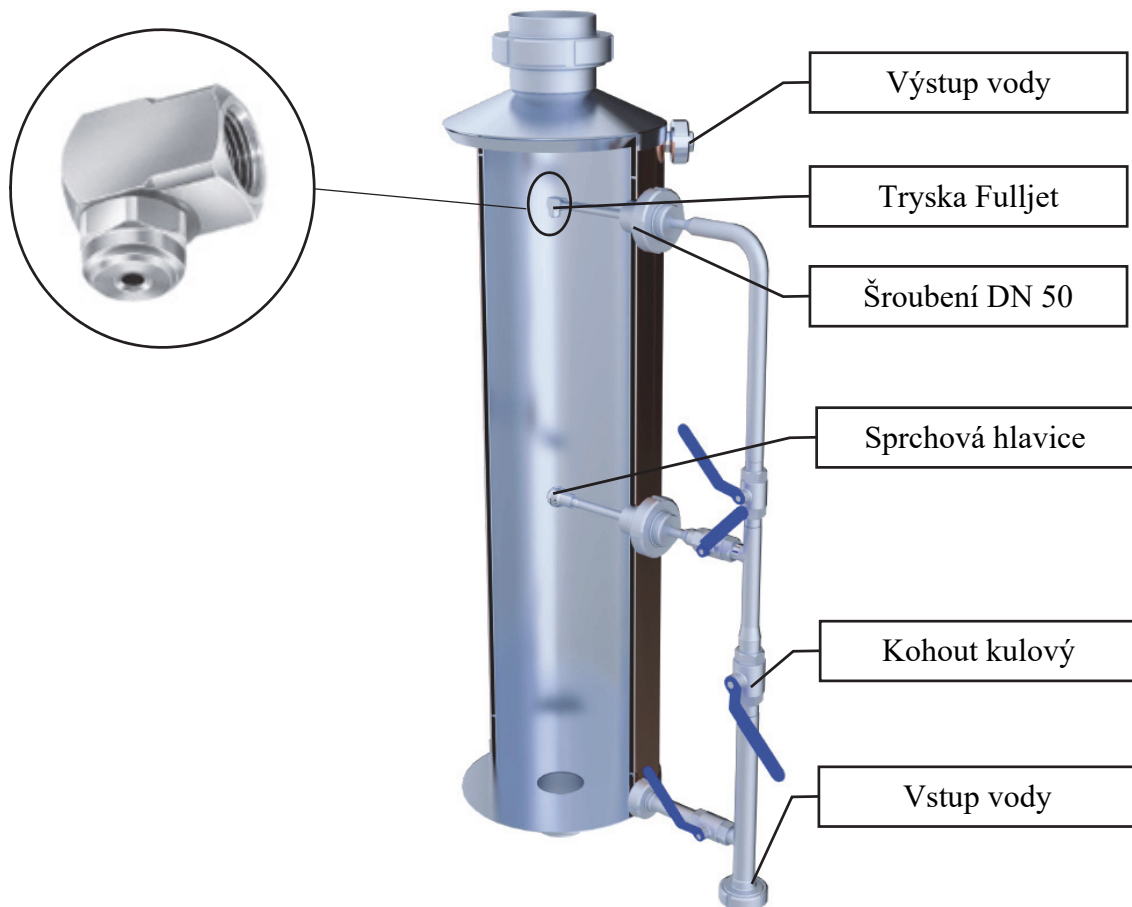
Obslužná plošina u této varny bude sloužit hned k několika účelům. Primárně umožní pohodlné řízení varny a zadruhé na plošině budou připevněny jednotlivé nádoby. Prostor pod varnou bude využit k instalaci potrubních tras, čerpadla a směšovače vody. Pochůzná část je navržena z podestového plechu obsahující protiskluzové výstupky vysoké cca 1,5 mm. Různý sklon podlah kompenzuje šestice stavitelných nohou, připevněných na nosném rámu plošiny. Hlavním prvkem nosného rámu je jekl 60x60x3, který vytváří tuhou konstrukci plošiny. Zábradlí a okopový plech je z důvodu bezpečnosti nutností.



Obr. 43. Návrh obslužné plošiny

8.4 Brýdový kondenzátor

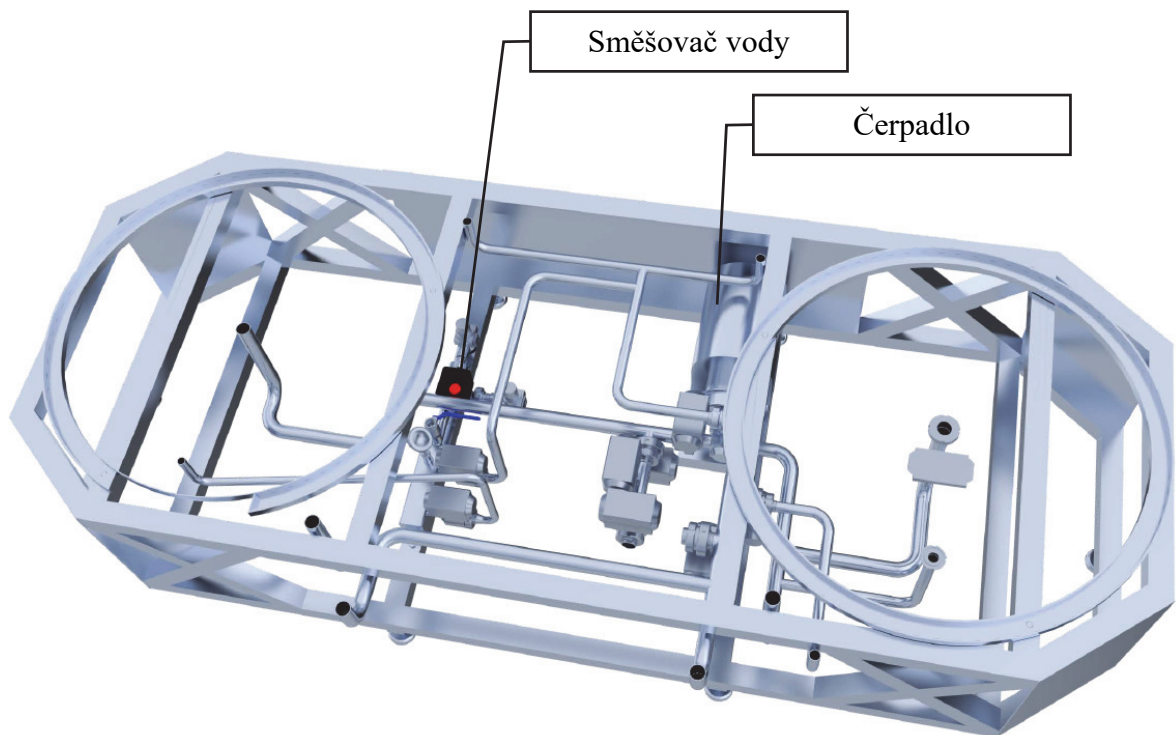
Válcová nerezová nádoba o vnějším průměru 276 mm s dvojitým pláštěm a dekorativním měděným opláštěním slouží ke kondenzaci brýdových par. Zchlazování par je provedeno pomocí úhlové trysky FullJet 1/8“, která vytvoří neprostupnou vodní mlhu a sprchovací hlavice zchladí vytvořenou vodní mlhu. Po celou dobu jsou páry ochlazovány povrchem chlazené stěny nádoby a kondenzát následně odchází spodní výpustí. Oteplená voda z prostoru mezipláště může být dále vrácena do nádrže horké vody.



Obr. 44. Návrh brýdového
kondenzátoru

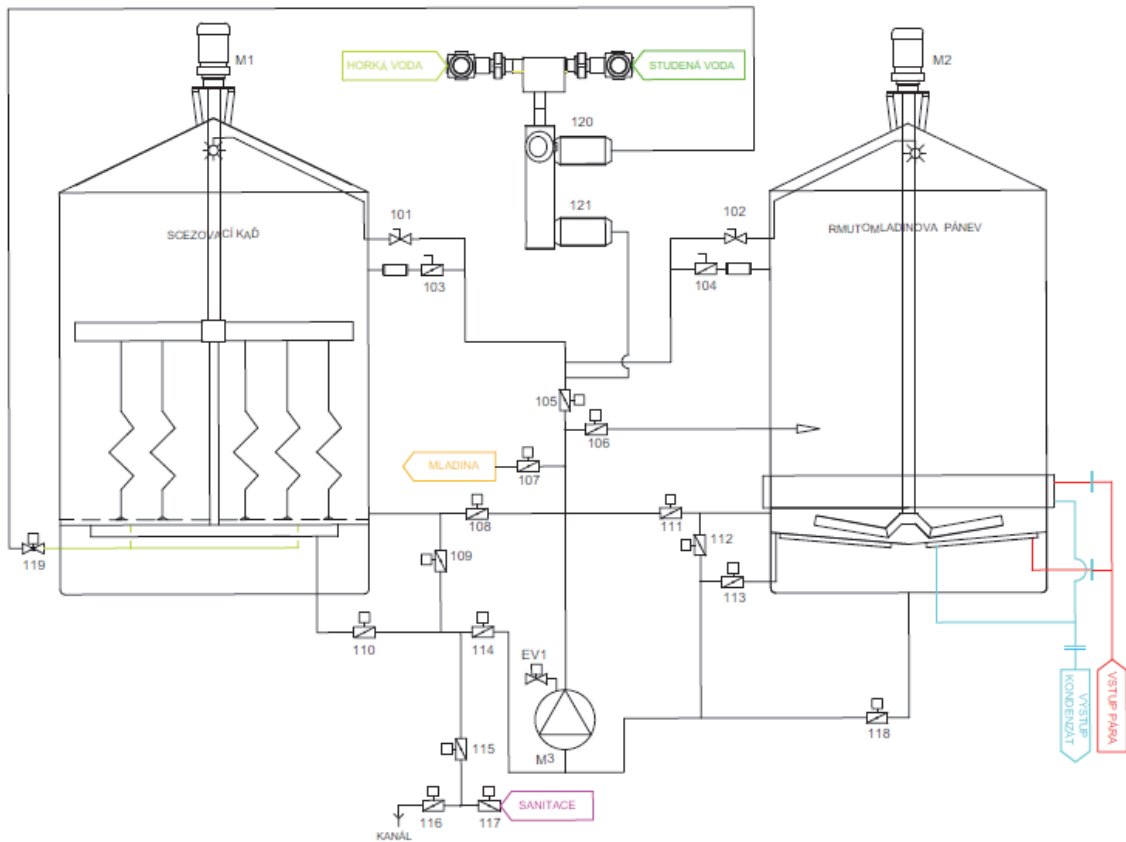
8.5 Přečerpávání díla a potrubní propojení

Pro přečerpávání díla je vhodné čerpadlo Packo FP2/32-125/222, 2,2 kW, 2950 ot./min.. Toto čerpadlo je dostatečně výkonné a zároveň dobře regulovatelné je určeno pro potravinářský provoz a splňuje atest EHEDG a FDA. Potrubní propojení se skládá z nerezových tvarovek, t-kusů, armatur, klapek s pneu. pohony, potrubí a směšovače vody. Při návrhu tohoto propojení byl kladen hlavní důraz na délky tras, čím kratší trasa tím lépe. Dále to byl předpoklad „schovat“ co nejvíce potrubí pod plošinu, aby nekazilo design varny. Poslední součástí potrubního propojení je směšovač vody, ten jak je z názvu patrné, má za úkol mísit vodu na požadovanou teplotu a přes ventily s pneu. pohonem dopravovat vodu požadované teploty kam je potřeba. To je docíleno pomocí trojcestného ventilu ESBE VRG 131 25-6,3, který je osazen servopohonem ESBE ARA661 230V a na základe měření teploty snímačem PT 50 dodává vodu požadované teploty.



Obr. 45. Řez potrubním propojením

8.6 Schéma varny



Obr. 46. Schéma varny

Tab. 6. Popis ovládacích prvků schéma varny

Označení	Funkce	Označení	Funkce
101	Sanitace SK + vyslazování	111	Vstup RMP + výstup VK
102	Sanitace RMP	112	Výstup vířivá kád' - horní
103	Vstup do SK	113	Výstup vířivá kád' - spodní
104	Vstup do RMP	114	Oddělovací klapka RMP od SK
105	Oddělovací klapka	115	Výstup na kanál
106	Vstup vířivá kád'	116	Oddělovací kl. varny od kanálu
107	Výstup na chladič mladiny	117	Vstup sanitace
108	Vstup + výstup SK	118	Výstup vířivá kád'
109	Výstup SK	119	Horká voda pod síta
110	Scezování	EV1	Chlazení ucpávky čerpadla

8.7 Řízení a řídicí panel

Řízení varny bude zajišťovat dotykový panel Simatic TP1900 Comfort 19“ přes který bude možné ovládat pneupohony klapek a ventilů, sledovat teploty v nádobách případně řídit proces spílání. Dále pak se přes tento panel obsluhuje motor míchadla a kypřidla. Software tohoto panelu dovolí ukládat data a připravovat receptury pro různé druhy pív. Systém řízení varny je navržen poloautomatický tzn. určité úseky várky lze zcela automatizovat pro jiné bude nutný zásah obsluhy. Řídicí panel bude umístěn v nerezové skříni 600x600x100 mm a zavěšen na nerezové „noze“. Uvažované umístění silové části varny bude řešeno samostatným rozvaděčem dle dispozice instalace.



Obr. 47. Návrh řídicího panelu

8.8 Celkový návrh varny



Obr. 48. Celkový návrh varny – pohled ze strany obsluhy



Obr. 49. Celkový návrh varny – pohledová strana

9 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

9.1 Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu scezovací kádě

Tab. 7. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu scezovací kádě

	Položka	Název polotovaru	Měrná jednotka [ks, kg, m, hod.]	Cena za MJ [Kč]	Počet	Cena celkem [Kč]
1	Čidlo PT 50 150/60	Nakupovaná součást	ks	735	1	735
2	Deska	Ocel nerez kruhová 140	kg	69	3,2	220,8
3	Dno klenuté 1006/3	Nakupovaná součást	ks	11838	1	11838
4	Dno klenuté 1100/2	Nakupovaná součást	ks	13062	1	13062
5	Dno scezovací	Nakupovaná součást	ks	36240	1	36240
6	Dno scezovací kádě	Plech nerez 8x1250x1250	kg	66	100	6600
7	Hřídel míchadla	Sestava	ks	900	1	900
8	Izolace PUR	Subdodávka	ks	4000	1	4000
9	Klapka přímá GS s pneu. DN 40	Nakupovaná součást	ks	10500	3	31500
10	Koleno 90° DN 20	Nakupovaná součást	ks	48	3	144
11	Koleno 90° DN 25	Nakupovaná součást	ks	50	4	200
12	Komín	Plech nerez 1x1000x2000 BA+P	kg	72	5	360
13	Konzole převodovky	Sestava	ks	852	1	852
14	Koule sprchovací	Nakupovaná součást	ks	1160	2	2320
15	Kulička	Nakupovaná součást	ks	67	1	67
16	Kužel jímky	Plech nerez 2x1000x2000	kg	77	2	154
17	Límeč průlezu	Plech nerez 2x1000x2000	kg	77	2,5	192,5
18	Matice dna	Ocel nerez kruhová 30	kg	78	0,5	39
19	Matice M10	Nakupovaná součást	ks	11	12	132
20	Matice převlečná DN40	Nakupovaná součást	ks	78	1	78
21	Mezikruží spodní	Plech nerez 5x1000x2000	kg	69	40	2760
22	Motor s převodovkou	Nakupovaná součást	ks	33910	1	33910
23	Nátrubek vnější G1/2"	Nakupovaná součást	ks	19	2	38
25	Nátrubek vnitřní G1/2"	Nakupovaná součást	ks	19	1	19
26	Nuž	Sestava	ks	655	6	3930
27	Nýt	Nýt nerez s trnem 3x6	ks	1,2	70	84
28	Obložení pláště	Ocel nerez plochá 30x3	kg	65	6	390
29	Osvětlení	Sestava	ks	1953	1	1953
30	Pero 20x12x80	Nakupovaná součást	ks	60	1	60
31	Pero 8x7x30	Nakupovaná součást	ks	17	1	17
32	Plášť pohledový Cu	Plech 0,8x1250x3500	kg	297	58	17226

33	Plášť vnější	Plech nerez 2x1250x3500	kg	65	23,6	1534
34	Plášť vnitřní	Plech nerez 3x1250x3200	kg	71	32,4	2300,4
35	Podložka 10,5	Nakupovaná součást	ks	0,33	12	3,96
36	Podložka 8,4	Nakupovaná součást	ks	0,14	4	0,56
37	Podložka čepu hřídele	Nakupovaná součást	ks	275	1	275
38	Pouzdro čepu hřídele	Tyč bronz 80	kg	303	2,5	757,5
39	Průlez	Nakupovaná součást	ks	4650	1	4650
40	Průlez obdelníkový	Nakupovaná součást	ks	6455	1	6455
41	Přechodka DN20/32	Nakupovaná součást	ks	79	2	158
42	Přechodka DN25/40	Nakupovaná součást	ks	126	2	252
43	Příruba ucpávky horní	Ocel nerez kruhová 135	kg	69	3	207
44	Rameno kopačky	Sestava	ks	955	1	955
45	Rozdvojka potrubní	Nakupovaná součást	ks	645	1	645
46	Spodní čep	Ocel nerez kruhová 50	kg	66	1,2	79,2
47	Šroub dna	Ocel nerez kruhová 30	kg	78	0,5	39
48	Šroub M10x25	Nakupovaná součást	ks	2,5	12	30
49	Šroub M8x20	Nakupovaná součást	ks	1,7	8	13,6
50	Šroubení kompletní	Nakupovaná součást	ks	156	1	156
51	T- kus DN20	Nakupovaná součást	ks	142	1	142
52	T- kus DN40	Nakupovaná součást	ks	151	1	151
53	Teflonová šňůra	Nakupovaná součást	m	299	0,4	119,6
54	Trubka	Trubka nerez 129x2	m	439	0,3	131,7
55	Trubka	Trubka nerez 22x1,5	m	64	2,5	160
56	Trubka	Trubka nerez 28x1,5	m	84	0,3	25,2
57	Trubka	Trubka nerez 40x1,5	m	120	0,1	12
58	Trubka	Trubka nerez 52x2	m	285	0,1	28,5
59	Trubka	Trubka nerez 18x1,5	m	53	1	53
60	Tryska	Sestava	ks	126	4	504
61	Ventil kulový GS s pneu.	Nakupovaná součást	ks	14556	1	14556
62	Vrtání spojky	Rotex 38 98 Sh	ks	2658	1	2658
63	Vymezení komínu	Plech nerez 10x1000x2000	kg	78	2	156
64	Záslepka pění	Ocel nerez kruhová 25	kg	71	0,2	14,2
Cena materiálu						207 243
65	Náklady na obrábění		hod.	350	18	6300
66	Náklady na svařování		hod.	350	42	14700
67	Náklady na kompletaci		hod.	350	54	18900
Celkové náklady						247 143

9.2 Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu rmutomladinové pánve

Tab. 8. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu rmutomladinové pánve

	Položka	Název polotovaru	Měrná jednotka [ks, kg, m, m2, hod.]	Cena za MJ [Kč]	Počet	Cena celkem [Kč]
1	Čidlo PT 50 150/100	Nakupovaná součást	ks	775	1	775
2	Dno klenuté 1006/3	Nakupovaná součást	ks	11838	1	11838
3	Dno klenuté 1100/2	Nakupovaná součást	ks	13062	1	13062
4	Dno topné	Plech nerez 5x1000x2000 1,4541	kg	72	40	2880
5	Duplikátor pláště	Plech nerez 4x1000x2000 1,4541	kg	72	32	2304
6	Hřídel míchadla	Sestava	ks	1850	1	1850
7	Izolace dna	Orstech deska 65 H tl. 40	m2	229	2	458
8	Izolace duplikátoru	Orstech DP 65 tl. 40	m2	306	3	918
9	Izolace PUR	Subdodávka	ks	4500	1	4500
10	Klapka přímá GS s pneu. DN 25	Nakupovaná součást	ks	4951	1	4951
11	Klapka přímá GS s pneu. DN 40	Nakupovaná součást	ks	10500	3	31500
12	Koleno 90° 33,6x2,6	Nakupovaná součást	ks	40	3	120
13	Koleno 90° DN 20	Nakupovaná součást	ks	48	3	144
14	Koleno 90° DN 25	Nakupovaná součást	ks	50	2	100
15	Komín	Plech nerez 1x1000x2000 BA+P	kg	72	5	360
16	Konzole převodovky	Sestava	ks	852	1	852
17	Koule sprchovací	Nakupovaná součást	ks	1160	2	2320
18	Kroužek dna	Plech nerez 6x1000x2000	kg	57	2	114
19	Krycí plech dna	Plech nerez 2x1000x2000	kg	60	11	660
20	Kulička	Nakupovaná součást	ks	67	1	67
21	Kuželové dno	Plech nerez 5x1500x3000 1,4828	kg	101	60	6060
22	Mezikruží spodní	Plech nerez 5x1000x2000	kg	69	40	2760
23	Motor s převodovkou	Nakupovaná součást	ks	33910	1	33910
25	Nátrubek vnější G1/2"	Nakupovaná součást	ks	19	2	38
26	Nátrubek vnitřní G1/2"	Nakupovaná součást	ks	19	1	19
27	Obložení pláště	Ocel nerez plochá 30x3	kg	65	6	390
28	Osvětlení	Sestava	ks	1953	1	1953
29	Pata ložiska	Ocel nerez kruhová 120	kg	71	2,8	198,8
30	Pero 12x8x50	Nakupovaná součást	ks	55	1	55
31	Pero 8x7x30	Nakupovaná součást	ks	17	1	17

32	Plášť duplikátoru	Plech nerez 5x1500x3000 1,4828	kg	101	30	3030
33	Plášť pohledový Cu	Plech 0,8x1250x3500	kg	297	58	17226
34	Plášť vnější	Plech nerez 2x1250x3500	kg	65	23,6	1534
35	Plášť vnitřní	Plech nerez 3x1000x3200	kg	71	77	5467
36	Podložka 8,4	Nakupovaná součást	ks	0,14	4	0,56
37	Podložka čepu hřídele	Nakupovaná součást	ks	275	1	275
38	Podpěry ložiska	Plech nerez 5x1000x3200	kg	69	1	69
39	Propeler	Sestava	ks	680	2	1360
40	Průlez	Nakupovaná součást	ks	4650	1	4650
41	Přechodka DN40/80	Nakupovaná součást	ks	203	1	203
42	Příruba krková DN25	Nakupovaná součást	ks	155	4	620
43	Příruba ucpávky horní	Ocel nerez kruhová 135	kg	69	3	207
44	Šroub M12x35	Nakupovaná součást	ks	5,64	2	11,28
45	Šroub M4x12	Nakupovaná součást	ks	3,32	2	6,64
46	Šroub M5x10	Nakupovaná součást	ks	4	2	8
47	Šroub M8x20	Nakupovaná součást	ks	1,7	8	13,6
48	Šroubení kompletní DN100	Nakupovaná součást	ks	680	1	680
49	Šroubení kompletní DN20	Nakupovaná součást	ks	156	1	156
50	Šroubení kompletní DN25	Nakupovaná součást	ks	159	1	159
51	T- kus DN20	Nakupovaná součást	ks	142	1	142
52	T- kus DN40	Nakupovaná součást	ks	151	1	151
53	Teflonová šňůra	Nakupovaná součást	m	299	0,4	119,6
54	Trubka	Trubka nerez 129x2	m	439	0,3	131,7
55	Trubka	Trubka nerez 22x1,5	m	64	0,1	6,4
56	Trubka	Trubka nerez 28x1,5	m	84	0,5	42
57	Trubka	Trubka nerez 33,7x2,6	m	113	0,7	79,1
58	Trubka	Trubka nerez 40x1,5	m	120	0,3	12
59	Trubka	Trubka nerez 52x2	m	285	0,1	28,5
60	Trubka	Trubka nerez 18x1,5	m	53	1	53
61	Trubka	Trubka nerez 104x2	m	409	0,3	122,7
62	Vrtání spojky	Rotex 38 98 Sh	ks	2658	1	2658
63	Vymezení komínu	Plech nerez 10x1000x2000	kg	78	2	156
64	Záslepka pění	Ocel nerez kruhová 25	kg	71	0,2	14,2
Cena materiálu						164 566
65	Náklady na obrábění		hod.	350	16	5600
66	Náklady na svařování		hod.	350	80	28000
67	Náklady na kompletaci		hod.	350	48	16800
Celkové náklady						214 966

9.3 Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu plošiny

Tab. 9. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu plošiny

	Položka	Název polotovaru	Měrná jednotka [ks,kg,m]	Cena za MJ [Kč]	Počet	Cena celkem
1	Konzole schodiště	Jakl nerez 80x80x4	m	710	1	710
2	Matice nohy	Ocel nerez plochá 60x20	kg	72	3,5	252
3	Noha stavící M12-80	Nakupovaná součást	ks	192	6	1152
4	Plech bok	Plech nerez 3x1000x2000	kg	71	20	1420
5	Plech přední	Plech nerez 3x1000x2000	kg	71	18	1278
6	Pochuzný plech	Plech 3x1000x2000 MAN	kg	72	72	5184
7	Rám	Jekl 60x60x3	m	351	25	8775
8	Schodnice	Plech 3x1000x2000 MAN	kg	72	6	432
9	Šroub M12x100	Nakupovaná součást	ks	12	2	24
10	Výztuha	Jekl 60x60x3	m	351	0,9	315,9
11	Výztuha schodnice	Ocel nerez plochá 30x5	kg	66	4	264
12	Výztuha X	Jekl 60x60x3	m	351	4,8	1684,8
13	Výztuha zábradlí	Jakl nerez 80x80x4	m	710	0,8	568
14	Zábradlí 1	Sestava	ks	712	1	712
15	Zábradlí 2	Sestava	ks	325	2	650
Cena materiálu						23 421
16	Náklady na obrábění		hod.	350	4	1400
17	Náklady na svařování		hod.	350	14	4900
18	Náklady na kompletaci		hod.	350	12	4200
Celkové náklady						33 921

9.4 Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu brýdového kondenzátoru

Tab. 10. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu brýdového kondenzátoru

	Položka	Název polotovaru	Měrná jednotka [ks,kg,m]	Cena za MJ [Kč]	Počet	Cena celkem [Kč]
1	Dno	Plech nerez 3x1000x2000	kg	71	1	71
2	Kohout kulový G1/2"	Nakupovaná součást	ks	158	3	474
3	Kohout kulový G3/4"	Nakupovaná součást	ks	195	1	195
4	Koleno 90° DN 20	Nakupovaná součást	ks	48	1	48
5	Koule sprchovací 28 G1/4"	Nakupovaná součást	ks	558	1	558
6	Nátrubek vnější G1/2"	Nakupovaná součást	ks	19	6	114
7	Nátrubek vnější G1/4"	Nakupovaná součást	ks	16,3	1	16,3
8	Nátrubek vnější G1/8"	Nakupovaná součást	ks	16,5	1	16,5
9	Nátrubek vnější G3/4"	Nakupovaná součást	ks	25,1	2	50,2
10	Obložení pláště	Ocel nerez plochá 30x3	kg	65	1,5	97,5
11	Plášť vnější	Plech 0,8x1000x2000	kg	297	7,2	2138,4
12	Přechod duplikátru	Plech nerez 2x1000x2000	kg	65	1	65
13	Přechod kondenzátoru	Plech nerez 2x1000x2000	kg	65	1	65
14	Přechodka DN10/20	Nakupovaná součást	ks	68	1	68
15	Přechodka DN20/25	Nakupovaná součást	ks	117	1	117
16	Rozražeč	Plech nerez 3x1000x2000	kg	71	2	142
17	Šroubení kompletní DN100	Nakupovaná součást	ks	680	1	680
18	Šroubení kompletní DN20	Nakupovaná součást	ks	156	2	312
19	Šroubení kompletní DN25	Nakupovaná součást	ks	159	1	159
20	Šroubení kompletní DN40	Nakupovaná součást	ks	199	2	398
21	Šroubení kompletní DN65	Nakupovaná součást	ks	525	1	525
22	T- kus DN20	Nakupovaná součást	ks	142	1	142
23	T-kus redukovaný DN25/20	Nakupovaná součást	ks	90	1	90
25	Trubka	Trubka nerez 40x1,5	m	120	0,2	24
26	Trubka	Trubka nerez 28x1,5	m	84	0,2	16,8
27	Trubka	Trubka nerez 22x1,5	m	64	0,6	38,4
28	Trubka	Trubka nerez 12x1	m	62	0,4	24,8
29	Trubka	Trubka nerez 273x2	m	210	1	210
30	Trubka	Trubka nerez 254x2	m	198	0,9	178,2
31	Tryska FullJet GA	Nakupovaná součást	ks	603	1	603

32	Záslepka	Plech nerez 3x1000x2000	kg	71	0,5	35,5
Cena materiálu						7 672
33	Náklady na svařování		hod.	350	12	4200
34	Náklady na kompletaci		hod.	350	12	4200
Celkové náklady						16 072

9.5 Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu potrubního propojení

Tab. 11. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu potrubního propojení

	Položka	Název polotovaru	Měrná jednotka [ks, kg, m, hod.]	Cena za MJ [Kč]	Počet	Cena celkem [Kč]
1	Čerpadlo	Nakupovaná součást	ks	54100	1	54100
2	Hrdlo kuželové DN 25	Nakupovaná součást	ks	36	1	36
3	Hrdlo kuželové DN 40	Nakupovaná součást	ks	65	1	65
4	Klapka přímá GS . DN 25	Nakupovaná součást	ks	802	2	1604
5	Klapka přímá GS s pneu. DN 25	Nakupovaná součást	ks	4951	2	9902
6	Klapka přímá GS s pneu. DN 40	Nakupovaná součást	ks	10500	5	52500
7	Koleno 90° DN 100	Nakupovaná součást	ks	261	2	522
8	Koleno 90° DN 20	Nakupovaná součást	ks	48	8	384
9	Koleno 90° DN 25	Nakupovaná součást	ks	50	13	650
10	Koleno 90° DN 40	Nakupovaná součást	ks	59	13	767
11	Maticе převlečná DN25	Nakupovaná součást	ks	63	1	63
12	Maticе převlečná DN40	Nakupovaná součást	ks	78	1	78
13	Podložka 17	Nakupovaná součást	ks	3,39	6	20,34
14	Průhledítko s osvětlením GS DN25	Nakupovaná součást	ks	2435	2	4870
15	Přechodka DN20/25	Nakupovaná součást	ks	117	1	117
16	Přechodka DN25/40	Nakupovaná součást	ks	126	1	126
17	Směšovač vody	Sestava	ks	14680	1	14680
18	Šroub M10x30	Nakupovaná součást	ks	5	2	10
19	Šroub M16x70	Nakupovaná součást	ks	28	6	168
20	Šroubení kompletní DN20	Nakupovaná součást	ks	156	2	312
21	Šroubení kompletní DN25	Nakupovaná součást	ks	159	2	318
22	T-kus krátký DN25	Nakupovaná součást	ks	72	2	144
23	T-kus krátký DN40	Nakupovaná součást	ks	85	7	595
25	T-kus redukovaný DN25/20	Nakupovaná součást	ks	90	2	180

26	T-kus redukovaný DN40/25	Nakupovaná součást	ks	122	3	366
27	Trubka	Trubka nerez 22x1,5	m	64	2	128
28	Trubka	Trubka nerez 28x1,5	m	84	6	504
29	Trubka	Trubka nerez 40x1,5	m	120	6	720
30	Trubka	Trubka nerez 104x2	m	409	0,3	122,7
31	Ventil kulový GS DN20 s pneu.	Nakupovaná součást	ks	14556	2	29112
Cena materiálu						173 164
32	Náklady na svařování		hod.	350	40	14000
33	Náklady na kompletaci		hod.	350	32	11200
Celkové náklady						198 364

9.6 Výpis a kalkulace elektroinstalace

Tab. 12. Výpis a kalkulace elektroinstalace

	Položka	Počet	Cena celkem [Kč]
1	Frekvenční měnič Lenze SMD 2,2 kW	1	195 000
	2 x frekvenční měnič Lenze TopLine C 1,5 kW		
	PLC Simatic S7-1200		
	Decentrální I/O jednotka		
	Operátorský panel Simatic TP1900 Comfort		
	Rozvaděč nerez 600x600x100		
	Rozvaděč nerez 2000x1000x400		
	El. Výzbroj		
2	Pneu servoventil DN25	2	72 000
3	Kabely LiYCY-O, YCY-JZ, CY-JZ	1	7 000
4	Pomocný instalační materiál	1	4 000
5	Zpracování projektové dokumentace, návod na obsluhu	1	10 000
6	Zpracování aplikační SW a vizualizace 1 12 500,- Kč	1	7 000
7	Lincence pro Simatic WinCC Runtime	1	29 000
8	Montáž a oživení - 1 týden 2 pracovníci	1	33 000
			Cena celkem = 357 000

9.7 Obvyklé ceny podobného zařízení tuzemských výrobců

Ceny výrobců tohoto zařízení jsou jen velmi obtížně získatelné, protože cena je považována za obchodní tajemství. Pro zákazníka je mnohdy rozhodujícím parametrem právě hodnota zařízení. Níže zobrazené kalkulace podléhají mnohdy velikosti zakázky, proto je nutné brát je jako reprezentativní. Při stavbě pivovaru si zákazník obvykle vybírá dodavatele kompletní pivovarské technologie, tudíž dle velikosti zakázky bývá dávána „množstevní“ sleva. Všichni výrobci, u kterých byla zjištěna cena zařízení, viz níže.

Tab. 13. Ceny varen tuzemských výrobců

Výrobce	Popis zařízení	Prodejní cena bez DPH [Kč]
3+K Kraus s.r.o.	Dvojnádobová varna 5,5 hl + vířivá kád', elektrický otop, ruční ovládání, měděné provedení	1 490 000
Destila s.r.o.	Dvojnádobová varna 5 hl, parní otop, poloautomatické ovládání, nerezové provedení	1 710 000
Honek industry s.r.o.	Dvojnádobová varna 5 hl, elektrický otop, ruční ovládání, nerezové provedení	1 352 000

9.8 Celkové náklady na výrobu a oživení

Tab. 14. Celkové náklady na výrobu a oživení

Celkové náklady	
Položka	Cena bez DPH [Kč]
Scezovací kád'	247 143
Rmutomladinová pánev	214 966
Plošina	33 921
Brýdový kondenzátor	16 072
Potrubní propojení	198 364
Elektroinstalace	375 000
Cena celkem = 1 085 466 Kč	

ZÁVĚR

Úkolem této diplomové práce bylo navrhnout varnu pro jmenovitou várku 5 hl horké mladiny.

Největší důraz byl kladen na správnou funkci a dodržení všech technologických zásad. Dalším neméně důležitým úkolem bylo vytvořit vzhledově atraktivní potravinářský stroj, který bude do jisté míry atrakcí „lepších“ restaurací a bude lákat hosty do jejich provozů. Varnu lze chápat jako srdce každého pivovaru, proto jsou na ni kladeny nejvyšší požadavky.

V dnešní době se tyto nároky nejvíce ubírají k automatizaci provozu, proto byla varna navržena jako poloautomat s nutností zásahu obsluhy v určitých fázích várky.

Mnou navrhované řešení rozložení varny umožňuje úsporu prostoru v místě instalace, půdorysné rozměry měří přijatelných 3000x1825 mm.

Převážnou většinu navrhovaných dílů tvoří součásti vyráběné a jejich funkce a tvorba byla popsána v praktické části. Ostatní nakupované části byly vytipovány dle předchozích zkušeností s konstrukcí obdobných zařízení. Pro případné prezentační účely byly vytvořeny renderované pohledy, ve kterých je zohledněno materiálové složení jednotlivých částí zařízení.

V samotném závěru práce je zpracován detailní výpis použitého materiálu s kalkulací uvažovaných prací. Dále byly porovnány ceny jiných výrobců podobných strojů. Z toho vyplývá zajímavá cena 1 085 466 Kč bez DPH, což je nejnižší cena s nabídkou daleko vyšší míry automatizace, nežli nabízí ostatní výrobci. Závěrem je nutné podotknout, že k této ceně nebyla započítána žádná marže.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BASAŘOVÁ, Gabriela. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
- [2] CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví*. Praha: Grada, 2007. Řemesla, tradice, technika. ISBN 978-80-247-1616-9.
- [3] CHODOUNSKÝ, František. *Pivovarství*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005. Encyklopaedie pivovarství. ISBN 80-86576-15-9.
- [4] ZÝBRT, Věnek. *Velká kniha piva: vše o pivu*. Olomouc: Rubico, 2005. ISBN 80-7346-054-8.
- [5] BASAŘOVÁ, Gabriela. *České pivo*. 3., dopl. vyd. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. ISBN 978-80-87109-25-0.
- [6] MINI BREWERY SYSTEM [online]. [cit. 2018-16-01]. Dostupný z WWW: <http://www.minibrewerysystem.com>
- [7] PIVOVAR KAMENICE NAD LIPOU [online]. [cit. 2018-24-01]. Dostupný z WWW: <http://www.pivovar-kamenice.cz/>
- [8] DENIK.CZ [online]. [cit. 2018-24-01]. Dostupný z WWW: <https://www.denik.cz/ekonomika/boom-pokracuje-loni-vznikly-desitky-novych-pivovaru-20170110.html>
- [9] PIVNÍ KLENOTY [online]. [cit. 2018-25-01]. Dostupný z WWW: <http://www.pivniklenoty.cz/vse-o-pivu/zajimavosti-o-pivu/slاد-jeho-druhy-a-vyroba/>
- [10] CZECH BREWERY SYSTEM [online]. [cit. 2018-25-01]. Dostupný z WWW: <http://www.ceskeminipivovary.cz/nabidka/vyroba/technologie-kvasny-zraci-proces/>
- [11] LÍŠENSKÝ PIVOVAR [online]. [cit. 2018-25-01]. Dostupný z WWW: <http://www.lisenskypivovar.cz/>
- [12] DESTILA, s.r.o. [online]. [cit. 2018-25-01]. Dostupný z WWW: <https://www.destila.cz/pivovary>
- [13] PROLE.I.T [online]. [cit. 2018-27-01]. Dostupný z WWW: <https://www.proleit.co.uk/>
- [14] ALFA LAVAL [online]. [cit. 2018-27-01]. Dostupný z WWW: <https://www.alfalaval.cz/>

- [15] PACKO [online]. [cit. 2018-28-01]. Dostupný z WWW: <http://www.packo-pumps.com/en/home>
- [16] AVENG [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupný z <http://www.aveng.cz/software-services/software/ptc-creo>
- [17] AUTODESK [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupný z <https://www.autodesk.cz/products/autocad/included-toolsets/autocad-mechanical>
- [18] BLENDER [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupný z <https://www.blender.org/download/releases/2-79/>
- [19] LENZE [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupný z <http://www.lenze.com/cs-cz/vyroby/prevodovky/axialni-prevodovky/planetove-prevodovky-g700-p/>
- [20] RAVET [online]. [cit. 2018-10-02]. Dostupný z <https://www.rawet.cz/sortiment/teplotni-snimace?categoryId=2>
- [21] ISOVER [online]. [cit. 2018-15-03]. Dostupný z <https://www.isover.cz/produkty/orstech-dp-65>
- [22] IPIBRECLAV [online]. [cit. 2018-15-03]. Dostupný z <http://www.ipibrec-lav.cz/nn.htm>
- [23] INEREZ [online]. [cit. 2018-18-03]. Dostupný z <https://www.inerez.cz/jakosti-ne-rezovych-materialu/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

%	Procento
°C	Stupeň Celsia
2D	Dvojměrný prostor
3D	Trojměrný prostor
AISI	Americké normy
CAD	Computer aided design
CAE	Computer-aided engineering
CIP	Sanitace
cm	Centimetr
Cu	Měď
ČR	Česká republika
ČSN	České technické normy
DPH	Daň z přidané hodnoty
D _{SK}	Vnitřní průměr scezovací kádě [mm]
EHEDG	European Hygienic Engineering & Design Group
FDA	Food and Drug Administration
h	Minimální užitná výška rmutomladinové pánve [mm]
hl	Hektolitr
hod.	Hodina
Hz	Hertz
kg	Kilogram
kJ	Kilojoul
ks	Kus
kW	Kilowatt

l	Litr
m	Metr
m ²	Metr čtvereční
m ³	Metr krychlový
MJ	Měrná jednotka
mm	Milimetr
MPa	MegaPascal
M _v	Hmotnost sypání sladu požadovaná na várku 5 hl [kg]
M _v	Hmotnost sypání 160 kg/m ² [kg]
např.	Například
Nm	Newton metr
O ²	Kyslík
ot.	Otáčky
PET	Polyethylentereftalát
PTFE	Polytetrafluorethylen
PUR	Polyuretanová pěna
r	Poloměr rmutomladinové pánve [mm]
RMP	Rmutomladinová pánev
SK	Scezovací kád'
S _{SK}	Minimální plocha scezovacího dna [m ²]
SW	Software
Tab.	Tabulka
tzv.	Takzvaně
UV	Ultrafialové záření
V	Volt

V_c	Celkový požadovaný objem rmutomladinové pánve [l]
VK	Vířivá kád'
V_m	Celkový požadovaný objem mladiny [l]
V_z	Celkový uvažovaný objem ztrát mladiny [l]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Dvounádobová varna z konce 19. století [1].....	13
Obr. 2. Moderní dvounádobová varna [12].....	14
Obr. 3. Čtyřnádobová varna pro var 30hl s nádobou horké vody v pivovaru Kamenice nad Lipou [7].....	15
Obr. 4. Mapa četnosti pivovarů v České republice v roce 2017 [8].....	17
Obr. 5. Kouřový, Karamelový, Plzeňský slad [9].....	18
Obr. 6. Žatecké chmelové hlávky [9].....	19
Obr. 7. Schéma procesu výroby piva v minipivovaru [10].....	21
Obr. 8. Graf teplot při rmutování [2].....	23
Obr. 9. Vývoj balení piv od počátku až do současnosti [10].....	27
Obr. 10. Varna a ovládací panel v Líšenském pivovaru [11]	28
Obr. 11. Varna a ovládací panel v pivovaru Kamenice nad Lipou [7].....	29
Obr. 12. Vnitřní prostor scezovací kádě [10].....	30
Obr. 13. Scezovací kád' dvounádobové varny.....	31
Obr. 14. Různé tvary prořezávacích nožů v scezovací kádi [2].....	32
Obr. 15. Způsoby provedení šterbin jalového dna ve scezovací kádi.....	33
Obr. 16. Nátokové ústí trubek scezování sladiny [2].....	33
Obr. 17. Směrová tryska pro výplach scezovacího dna [2].....	34
Obr. 18. Rmutomladinová pánev dvounádobové varny.....	35
Obr. 19. Schéma různých způsobů vyhřívání varních pánví [1].....	36
Obr. 20. Schéma dvojnádobové varny s ručním ovládáním klapek [12].....	38
Obr. 21. Schéma dvojnádobové varny s pneumatickým ovládáním klapek [12].....	39
Obr. 22. Schéma obrazovky plně automatizované varny [13].....	40
Obr. 23. Rozebíratelný deskový výměník tepla pro hygienické aplikace [14].....	41
Obr. 24. Čerpadlo PACKO FP 2 [15].....	42
Obr. 25. Technologické schéma dvojnádobové varny na operátorském panelu [12].....	43
Obr. 26. Základní náčrt SK.....	48
Obr. 27. Návrh scezovacího síta.....	50
Obr. 28. Servopohon s planetovou převodovkou [19].....	51
Obr. 29. Návrh prořezávacího nože s částí vyhrnovací lišty.....	52
Obr. 30. Teplotní snímač PT 50 [20].....	53
Obr. 31. Návrh jímký s teplotním senzorem.....	53

Obr. 32. Řez navrženou tryskou.....	54
Obr. 33. Natočení trysek.....	54
Obr. 34. Řez utěsněním hřídele.....	55
Obr. 35. Navržená scezovací kád'.....	56
Obr. 36. Základní náčrt RMP.....	57
Obr. 37. Vlevo izolace Orstech DP 65 vpravo Orstech 65 H [].....	59
Obr. 38. Graf teplot při várcce.....	60
Obr. 39. Umístění teplotního snímače v RMP.....	61
Obr. 40. Návrh míchadla.....	62
Obr. 41. Návrh osvětlení nádob.....	63
Obr. 42. Návrh rmutomladinové pánve.....	64
Obr. 43. Návrh obslužné plošiny.....	65
Obr. 44. Návrh brýdového kondenzátoru.....	66
Obr. 45. Řez potrubním propojením.....	67
Obr. 46. Schéma varny.....	68
Obr. 47. Návrh řídicího panelu.....	69
Obr. 48. Celkový návrh varny – pohled ze strany obsluhy.....	70
Obr. 49. Celkový návrh varny – pohledová strana.....	70

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Popis jednotlivých částí scezovací kádě.....	30
Tab. 2. Popis jednotlivých částí rmutomladinové pánve.....	34
Tab. 3. Specifikace vlastností izolace Ipitherm G-0-40R [22].....	50
Tab. 4. Specifikace pohonu kypřidla [19].....	51
Tab. 5. Zjednodušený výpočet spotřeby páry při jedné várce 500l.....	60
Tab. 6. Popis ovládacích prvků schéma varny.....	68
Tab. 7. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu scezovací kádě.....	71
Tab. 8. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu rmutomladinové pánve.....	73
Tab. 9. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu plošiny.....	75
Tab. 10. Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu brýdového kondenzátoru.....	76
Tab. 11 Kalkulace materiálu a nákladů na výrobu potrubního propojení.....	77
Tab. 12. Výpis a kalkulace elektroinstalace.....	78
Tab. 13. Ceny varen tuzemských výrobců.....	79
Tab. 14. Celkové náklady na výrobu a oživení.....	79

SEZNAM PŘÍLOH

Výkres: Sestava varny