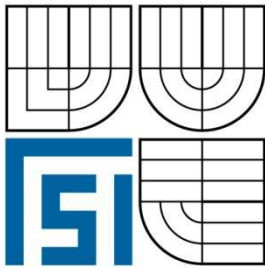


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

CIP SANITAČNÍ STANICE – STUDENÝ BLOK PIVOVARU
CIP STATION – BREWERY COLD BLOCK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN VENCLŮ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. BOHUSLAV KILKOVSKÝ, PH.D.

BRNO 2009

Abstrakt

Tato práce se v první části zabývá teorií sanitace, zvláště různými vlivy ovlivňujícími její výsledek, a popisem čištění pomocí sanitačních stanic.

Druhá část práce je zaměřena na praktický návrh CIP sanitační stanice, včetně její výkresové dokumentace.

Klíčová slova

CIP sanitační stanice, sanitace, čisticí prostředky, dezinfekční prostředky.

Abstract

The main subject of this bachelor's thesis is theory of cleaning, especially by various influences on cleaning result, and description of cleaning by the help of CIP station.

The second part of this work is practical proposal of CIP station inclusive relevant graphical documentation.

Keywords

CIP station, cleaning agent, disinfectant.

Bibliografická citace

VENCLŮ, J. CIP sanitační stanice. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 33 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Bohuslav Kilkovský, Ph.D.

Prohlášení o původnosti

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *CIP sanitační stanice – studený blok pivovaru* vypracoval sám pod vedením Ing. Bohuslava Kilkovského, Ph.D. a všechny použité odborné a literární zdroje uvedl do seznamu použité literatury.

V Brně dne 20. května 2009

vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Bohuslavu Kilkovskému, PhD. a Ing. Rostislavu Geisselreiterovi z firmy GEA Process Engineering s.r.o. za odborné vedení mé práce, poskytnutí potřebné literatury a uvedení do problému sanitací v nápojovém průmyslu.

Obsah

Obsah.....	6
1. Úvod.....	8
2. Účel sanitace v pivovarnictví.....	9
2.1. Sanitace.....	9
2.2. Čištění.....	9
2.3. Uvolňování nečistot.....	9
3. Faktory ovlivňující výsledek sanitace.....	10
3.1. Teplota.....	10
3.2. Koncentrace.....	10
3.3. Čas.....	10
3.4. Mechanické působení.....	11
3.5. Čistící prostředky.....	11
3.6. Dezinfekční prostředky.....	12
3.6.1. Sloučeniny chloru.....	12
3.6.2. Peroxidové sloučeniny.....	12
3.6.3. Jodofory.....	12
3.6.4. Kvartérní amoniové sloučeniny.....	12
3.6.5. Ostatní sloučeniny.....	12
4. CIP stanice.....	13
4.1. Nádoby CIP stanice.....	13
4.2. CIP čerpadla a ohřev roztoků.....	13
4.3. Měřicí a regulační prvky CIP stanice.....	13
4.4. Programy CIP stanice.....	14
4.4.1. Předvýplach ohřátou nebo studenou použitou vodou.....	14
4.4.2. Alkalické čištění.....	14
4.4.3. Mezivýplach čistou vodou.....	14
4.4.4. Kyselé čištění.....	15
4.4.5. Mezivýplach čistou vodou.....	15
4.4.6. Dezinfekce.....	15
4.4.7. Oplach pitnou vodou.....	15
4.5. Kyselé čištění kvasných a přetlačných tanků.....	15
4.5.1. Oplach použitou vodou.....	16
4.5.2. Oplach čistou vodou.....	16
4.5.3. Čištění kyselinou o koncentraci 1,2 %.....	16
4.5.4. Čištění kyselinou o koncentraci 2,5 %.....	16

4.6.	Mytí lahví	16
5.	Komponenty pro sestavení sanitovatelných zařízení	17
5.1.	Sanitační koule	19
6.	Sanitační stanice a její typy	20
7.	Automatické řízení procesu čištění	22
7.1.	Princip systému HACCP	22
7.2.	Druhy nebezpečí v pivovarské výrobě	22
7.2.1.	Biologické nebezpečí	22
7.2.2.	Chemické nebezpečí.....	22
7.2.3.	Fyzikální nebezpečí.....	22
7.3.	Zavádění HACCP	23
8.	Popis navržené CIP stanice	24
8.1.	Technický popis zařízení	24
8.1.1.	Tank na kyselinu	24
8.1.2.	Tank na louh.....	25
8.1.3.	Tank na vodu.....	25
8.1.4.	Tepelný výměník.....	26
8.1.5.	Čerpadla	26
8.1.6.	Propojovací panel.....	27
8.1.7.	Záchytná vana	27
8.1.8.	Armatury	27
8.1.9.	Komponenty měřicí a regulační	27
8.2.10.	Potrubí a trubní díly	27
8.2.11.	HW část, SW část, elektročást	28
9.	Závěr	29
	Seznam použité literatury	30
	Přílohy	31

1 Úvod

Pivo se řadí mezi nejstarší alkoholické nápoje na světě. Již před 5000 lety jej vyráběli Sumeřané ze sladu, vody a závaru hořčičným semenem. Poté se výroba piva rozšířila i do Egypta, kde se řadilo mezi hlavní potraviny.

V Čechách se pivo začalo vařit asi v 10. století v kláštorech. Dnes se pivo v Česku vaří v téměř padesáti průmyslových pivovarech a ve více než 60 minipivovarech.

V dnešní době je v pivovarnictví kladen velký důraz na kvalitu výrobků. Ta je zajištěna mimo jiné důkladným čištěním všech zařízení a cest, které přicházejí s výrobky do styku. Dříve se toto čištění provádělo ručně, nebylo avšak až tak účinné jako čištění automatické, a proto se již prakticky nepoužívá.

Dnes používá téměř každý pivovar k dokonalému vyčištění zařízení a potrubních systémů sanitační stanice.

2 Účel sanitace v pivovarnictví

Při výrobě se na potrubních trasách a komponentech zařízení usazují nečistoty, které je nutno chemickými prostředky čistit a dezinfikovat. Za tímto účelem se provádí sanitace.

2.1 Sanitace

Sanitace se v pivovarnictví provádí za účelem zabezpečení trvanlivosti a kvality výrobků. Při dnešních vysokých nárocích se stala součástí výrobního procesu. Sanitace je proces čištění a dezinfekce výrobního technologického zařízení.

Čištěním se z povrchu výrobního zařízení odstraní zbytky surovin, odpadu a rozpracovaného nebo hotového výrobku.

Mikrobiální nečistoty se z vyčištěného zařízení odstraní dezinfekcí.

2.2 Čištění

Čištění je nutno provést co nejdříve po ukončení výrobního procesu. Tento fyzikálně-chemický proces závisí na množství nečistoty, konstrukci zařízení a použitém čisticím roztoku. Po zaschnutí se nečistoty odstraňují obtížněji. Nečistoty se váží elektrostatickou silou mezi ní a povrchem a mezi nečistotami navzájem. Dále se váží mechanicky a usazují se. Síly těchto vazeb označujeme jako adhezní energii. Právě tato energie ve formě chemické, mechanické a tepelné se musí dodat k uvolnění nečistoty.

2.3 Uvolňování nečistot

Uvolňování nečistot je proces, který se skládá z těchto kroků:

- Přivedení čisticího roztoku na celý povrch nečistot. Konstrukce zařízení musí být taková, aby čisticí prostředek působil ve všech místech zařízení a to v dostatečném množství.
- Fyzikálně-chemické procesy. Následkem těchto procesů se uvolní nečistoty z povrchu čištěného zařízení.
- Odsun produktů po čisticí reakci z čištěného povrchu do čisticího roztoku difuzí, konvencí nebo celkovým odlučováním.
- Převedení uvolněných nečistot z čištěného povrchu do čisticího roztoku.
- Zabránění zpětného ukládání nečistoty na již vyčištěný povrch a její stabilizace v roztoku.

3 Faktory ovlivňující výsledek sanitace

Na výsledek sanitace mají vliv zejména tyto faktory [2]:

- teplota,
- koncentrace,
- čas,
- mechanické působení,
- čisticí prostředky,
- dezinfekční prostředky.

Platí, že působení těchto veličin musí být v rovnováze, proto pokud některý z těchto faktorů změníme, musíme změnit i ostatní.

3.1 Teplota

Platí, že s rostoucí teplotou stoupá rychlost chemických reakcí, což má za následek rostoucí čisticí účinek. S vyšší teplotou klesá potřebná koncentrace i doba potřebná k vyčištění zařízení. Ovšem při vysokých teplotách dochází k vylučování křemičitanů usazujících se na povrchu, jsou poškozovány některé součástky, zejména těsnění, a zvyšuje se riziko koroze [2].

3.2 Koncentrace

Koncentrace čisticího prostředku v roztoku se určuje běžnými metodami nebo měřením vodivosti a uvádí se v hmotnostních procentech. Vodivost je převrácená hodnota odporu a vychází z následujícího vztahu odporu roztoku [2]:

$$R = \frac{C}{k} [\Omega] \quad (2.1.)$$

R – odpor roztoku [Ω]

C – elektrodová konstanta [cm^{-1}]

k – specifická vodivost [$\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]

Stejně jako u teploty platí, že se zvyšováním koncentrace čisticí účinek stoupá. Nelze však překročit určitou hranici, kdy vysoká koncentrace způsobí riziko koroze a horší oplachovatelnost.

3.3 Čas

Čas je doba pro odstranění nečistoty a je závislá na použité teplotě a koncentraci.

3.4 Mechanické působení

Do mechanického působení řadíme fyzikální podmínky ovlivňující sanitaci. Je to tlak, objemový průtok a průtoková rychlost.

Pro dostatečný mechanický účinek musí být proudění turbulentní. Je dáno Reynoldsovým číslem [2]:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot r}{\lambda} [-] \quad (2.2.)$$

Re – Reynoldsovo číslo [-]

ρ – hustota [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]

r – poloměr potrubí [cm]

v – střední rychlost proudění [$\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$]

λ – dynamická viskozita [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]

Kritická hodnota Reynoldsova čísla je 2300, ale v praxi se tato hodnota pohybuje v rozmezí 3000 - 9000. V praxi se používá při studeném čištění rychlost 2,5 – 3,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ pro průměry potrubí 50 – 150 mm. Pro teplé čištění je rychlost nižší.

3.5 Čistící prostředky

Rozdělení čistících prostředků:

- Základní chemické suroviny
- Kombinované chemické prostředky.

Mezi základní chemické suroviny se řadí např. hydroxid sodný, uhličitan sodný, hydroxid draselný a hydrogenuhlíčan sodný. Požadované vlastnosti jsou [2]:

- Rychlá a úplná rozpustnost ve vodě
- Dobrá schopnost bobtnat a rozkládat organickou nečistotu
- Nízká pěnivost
- Potlačení korozivních účinků
- Dobrá smáčivost povrchu
- Ekologická nezávadnost
- Nízká toxicita.

Protože ale žádná chemická sloučenina všechny požadované vlastnosti nemá, je nutno použít kombinovaných čistících prostředků. Látky se zkombinují a tím se získá prostředek požadovaných vlastností. V praxi se využívá zvýšení účinnosti čistícího prostředku působením více složek. Jako kombinované čistící prostředky se používají např. křemičitany, inhibitory, chlornan sodný, kvartérní soli, kyselina dusičná, tenzidy, ethoxylovaný alkohol, kyselina dusičná, fosforečnany, fosforečná kyselina, glukonáty, hydroxid sodný, hydroxid draselný, kyselina fosforečná, hydrogenuhlíčan draselný.

3.6 Dezinfekční prostředky

Dezinfekční prostředky lze rozdělit dle chemického složení na [2]:

- Sloučeniny chloru
- Peroxidové sloučeniny
- Sloučeniny jodu
- Kvartérní amoniové sloučeniny
- Ostatní sloučeniny.

3.6.1 Sloučeniny chloru

Mezi sloučeniny chloru se řadí chlornan draselný, chlorovaný fosforečnan a organické nosiče chloru. Velkou výhodou chlornanu draselného je mikrobiální účinek. Zařízení se však nesmí dezinfikovat aktivním chlorem dlouhodobě kvůli jeho vysoké korozivitě [2].

3.6.2 Peroxidové sloučeniny

Tyto sloučeniny lze použít jako přísadu k čistícím prostředkům. Mezi peroxidové sloučeniny patří peroxid vodíku, kyselina peroxooctová a také oxid chloričitý. Kyselina peroxooctová účinkuje velmi rychle za nízkých teplot, proto se řadí mezi studené dezinfekční prostředky [2].

3.6.3 Jodofory

Aktivní látkou jodoforů je elementární jod. Jejich velkou nevýhodou je špatná oplachovatelnost, možná korozivita a možnost chemických reakcí s plastovými díly dezinfikovaného zřízení [2].

3.6.4 Kvartérní amoniové sloučeniny

Mezi zástupce kvartérních amoniových sloučenin patří kationaktivní tenzidy. Jejich výhodou je to, že snižují povrchové napětí, mají vysokou povrchovou aktivitu a nízkou toxicitu [2].

3.6.5 Ostatní sloučeniny

Do těchto sloučenin se řadí např. aldehydy, biguanidy a oxid siřičitý a jeho sloučeniny [2].

4 CIP stanice

CIP stanice je v pivovaru určena k mytí produktových tanků a produktových cest kyselými a zásaditými prostředky ve výrobní sestavě, tj. bez jakéhokoliv demontování nebo změny základního designu výrobního zařízení.

Zkratka tohoto zařízení pro sanitaci pochází z anglického Cleaning in place. V polovině minulého století byla používána v mlékárenském průmyslu v USA. Stanice se skládá z nádob s čistícími roztoky, které jsou poháněny čerpadly po uzavřených okruzích a vracejí se zpět do nádob. Tvoří ji dvě až šest nádob, tlačné čerpadlo, vratné čerpadlo, tepelný výměník, armatury a regulační a měřicí technika.

4.1 Nádoby CIP stanice

Počet nádob se volí pro každý pivovar jiný. Musí se vzít v úvahu mnoho ovlivňujících faktorů, např. délka potrubí, množství sanitací provedených za určité období, charakter a míru znečištění a jednotlivé čištěné výrobní celky. Poté je možno zvolit počet nádob a celkový počet CIP stanic.

Nádoby CIP stanice jsou vysoké válcové a jsou vyrobeny z nerezavějící oceli. Objem nádoby je volen tak, aby byl o asi 30 % větší než zádrž nejdelšího čištěného okruhu. To zajistí prostor pro zapěnění roztoku.

4.2 CIP čerpadla a ohřev roztoků

CIP stanice obsahuje dvě čerpadla. První tlačné odstředivé čerpadlo je v blízkosti zásobníků s roztoky a je z nerezavějící oceli. Je nutné, aby toto čerpadlo mělo dostatečnou výkonovou rezervu a jeho výkon byl řízen frekvenčním měničem. Dále je umístěno v okruhu čerpadlo vratné, které musí být samonasávací. Vratné čerpadlo odsává roztok z nádoby a vrací jej zpět do zásobníku CIP stanice.

Ohřev roztoků probíhá přímo v zásobníku s vestavěným topným tělesem nebo samostatným tepelným výměníkem. Z důvodu naředění roztoku však není vhodný ohřev přímou injektáží páry do potrubí.

4.3 Měřicí a regulační prvky CIP stanice

Do CIP stanice se za výtlačné čerpadlo umísťují prvky pro měření průtoku, teploty a vodivosti. Měření teploty je nutno provést také za tepelným výměníkem. Dále se měří teplota a vodivost na vratném potrubí CIP stanice. Měření vodivosti na vratném potrubí je důležité z toho důvodu, že každé médium proudící potrubím má tuto vodivost rozdílnou a podle změny této hodnoty jsou vráceny do jednotlivých nádrží [2].

Nejčastěji automatizovanými prvky jsou:

- Regulace výkonu čerpadla
- Regulace teploty
- Dopusštění čisté vody
- Regulace koncentrace roztoků
- Čistící program

- Přestavení ventilů do bezpečnostní polohy v případě poruchy.

Dále lze automatizovat např. nastavení celé čištěné trasy, přerušení programu, pokud hladina roztoku nebo vody klesne pod minimum, anebo blokování čerpadla a uzavření ventilů při přerušení zpětného toku roztoku.

4.4 Programy CIP stanice

CIP program se skládá z několika po sobě jdoucích operací a je podobný jak pro potrubí, tak nádoby. Jednotlivými kroky programu jsou [2]:

1. Předvýplach ohřátou nebo studenou použitou vodou
2. Alkalické čištění
3. Mezivýplach čistou vodou
4. Kyselé čištění
5. Mezivýplach čistou vodou
6. Dezinfekce
7. Oplach pitnou vodou do neutrální reakce pH.

4.4.1 Předvýplach ohřátou nebo studenou použitou vodou

První operací programu je zapotřebí odstranit velmi hrubé nečistoty za maximální teploty 50 °C. Tato voda může být již použita z dřívějších mezivýplachů, je již ohřátá. Doba předvýplachu následně ovlivňuje stupeň znečištění čistícího roztoku. Voda po ukončení předvýplachu není dále používána a je odváděna do kanalizace [2].

4.4.2 Alkalické čištění

Alkalický krok slouží k odstranění nečistot organické povahy a někdy také k rozpouštění anorganických solí. Teplota čistícího roztoku louhu by neměla překročit 80 °C a jeho koncentrace se pohybuje v rozmezí 2,0 – 2,5 %. Při tomto kroku je nutné odvětrávat oxid uhličitý, aby nedošlo v nádobách k vytvoření vakua v důsledku rozpouštění oxidu uhličitého do mycího roztoku a tím k následné implozi nádob [2].

4.4.3 Mezivýplach čistou vodou

Úkolem mezivýplachu je odstranit zbytky čistícího roztoku. Tuto vodu lze poté použít k následným předvýplachům. Délka mezivýplachu se volí, tak, aby následný kyselý prostředek nebyl znehodnocován zbytkovou alkalitou [2].

4.4.4 Kyselé čištění

Kyselým čištěním se zabraňuje usazování inkrustu, pивního a vodního kamene, odstraňují se zbytky alkalického prostředku a občas i dezinfikuje. Tento krok probíhá za maximální teploty 20 °C z důvodu možného znehodnocení těsnění a jiných komponentů [2].

4.4.5 Mezivýplach čistou vodou

Mezivýplach slouží k odstranění kyselého roztoku. I tato voda může být použita k dalším předvýplachům.

4.4.6 Dezinfekce

Dezinfekční prostředek slouží k zajištění mikrobiologické nezávadnosti zařízení, nechává se zařízením krátce cirkulovat [2].

4.4.7 Oplach pitnou vodou

Oplachem pitnou vodou se zajistí odstranění posledních zbytků čistících a dezinfekčních prostředků. Oplach se provádí do neutrální reakce pH, za pomoci kontroly elektrické vodivosti a to zejména z důvodu zajištění bezpečnosti výroby (HACCP, viz 6.3). Parametr doby potřebné pro oplach se proto z důvodu bezpečnosti ještě prodlužuje až o polovinu nad potřebnou minimální dobu. [2].

4.5 Kyselé čištění kvasných a přetlačných tanků

Při čištění kvasných a přetlačných tanků se nepoužívá alkalické čištění, ale pouze čištění kyselé, které má několik výhod:

- Není nutno odvětrávat oxid uhličitý z důvodu jeho reakce s hydroxidem sodným, následné implozi a deformaci nádoby. To je velmi výhodné, jelikož se často jedná o velmi náročnou operaci, především z časového hlediska. Oxid uhličitý s čistícími prostředky pro kyselé čištění nereaguje.
- Nedochází k opotřebením nádob kvasných a přetlačných tanků z důvodu nižších teplot používaných při kyselém čištění.

Kyselé čištění kvasných a přetlačných tanků se skládá z následujících operací [2]:

1. Oplach použitou vodou
2. Oplach čistou vodou
3. Čištění kyselinou o koncentraci 1,2 %
4. Čištění kyselinou o koncentraci 2,5 %
5. Dezinfekce kyselinou s oxidem chloričitým

4.5.1 Oplach použitou vodou

Této operace se využívá k odstranění organických nečistot. Lepších mechanických účinků se dosahuje použitím pulzních nástřiků z toho důvodu, aby bylo zajištěno odstranění nečistot i v kónusu.

4.5.2 Oplach čistou vodou

Oplach čistou vodou se používá k oddělení médií.

4.5.3 Čištění kyselinou o koncentraci 1,2 %

Tento krok se používá z důvodu odstranění zbytků organických nečistot a předmáčení. Na kvalitu tohoto čištění má vliv čas (20 až 30 minut) a také koncentrace.

4.5.4 Čištění kyselinou o koncentraci 2,5 %

Touto operací docílíme dokonale čistého povrchu a stabilního mikrobiologického prostředí. Doba čištění je totožná jako u čištění v předchozím kroku.

4.6 Mytí lahví

Lahve se jako vratné obaly myjí z toho důvodu, aby se mohly poté opětovně naplnit. Umytá láhev musí být čistá a provozně sterilní. Mytí zahrnuje čištění a dezinfekci. U tohoto procesu se nepoužívá název sanitace, ale mytí. K mytí lahví se používají myčky. Dle průchodu lahví myčkou se rozeznávají myčky vratné a průchozí.

Pro mytí lahví slouží kompaktní stroje nazývané myčky lahví. Lahve jsou do těchto strojů podávány obvykle v několika řadách, dochází k tlakovému odstranění hrubých nečistot a etiket, dále lahve prochází louhovou vanou, kde je louh zahřátý na cca 60 – 80 °C. Poté jsou lahve myty ve vodní lázni, kde dochází k oplachu zbytku louhu. K opětovnému zchlazení lahví dochází sprchováním za pohybu lahví od nejvyšší teploty po teplotu cca 20 °C.

5 Komponenty pro sestavení sanitovatelných zařízení

Zařízení, která mají být slitována musí splňovat tyto podmínky sanitovatelnosti:

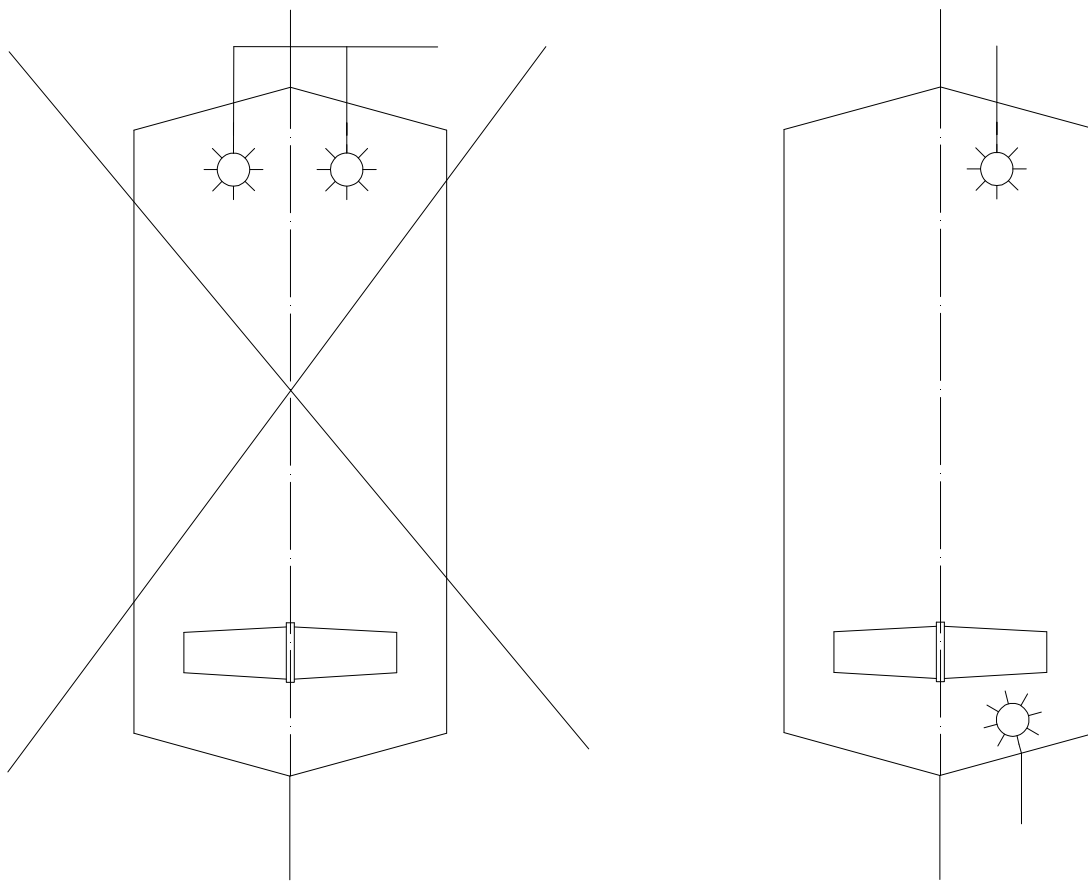
- Materiálové provedení musí být odolné (inertní) vůči produktu i použitým chemikáliím a teplotám. Většinou jsou použity nerezové materiály, těsnění dlouhodobě odolná louhu a kyselým sanitačním prostředkům.
- Tepelná odolnost do 100 °C.
- Hygienický design zařízení (sanitovatelné potrubí, tanky a zařízení).
- Drsnost povrchu menší než $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$.
- Zabroušené svary, formované plynem.
- Hygienický design armatur (vhodný výběr armatur).
- Hygienický design čerpadel (vhodný výběr čerpadel).
- Hygienický design připojení komponent (uchycení In-line, bez návarků se „slepými“ kouty).

Zařízení:

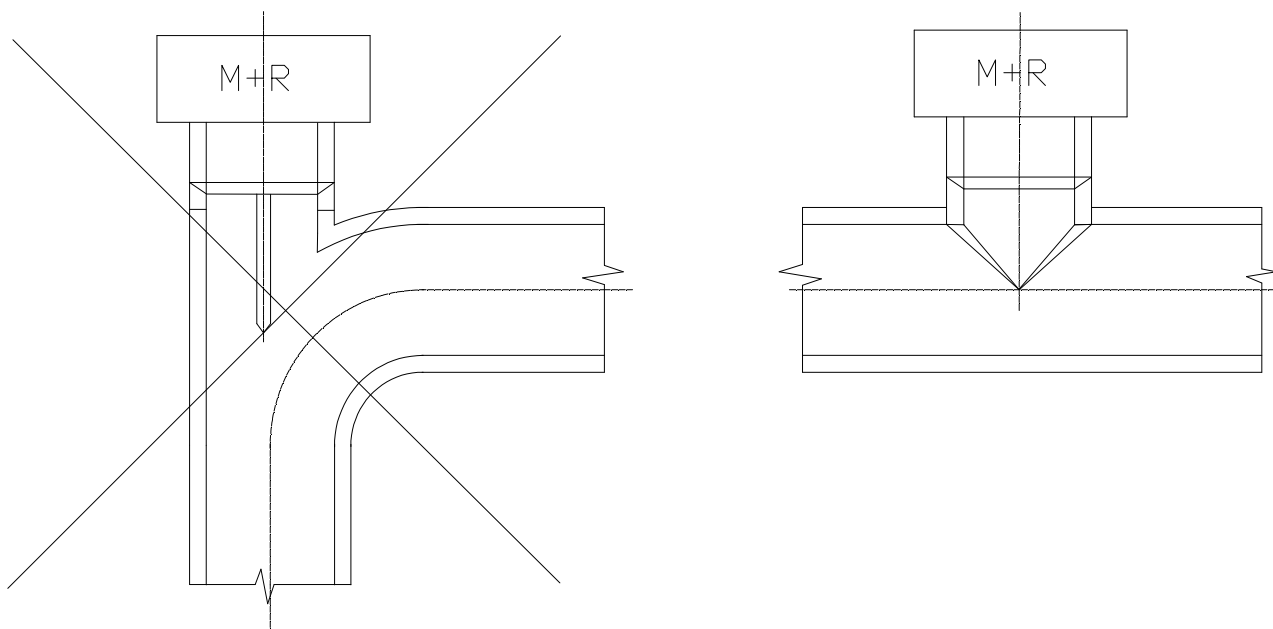
- Tanky musí mít drsnost povrchu menší než $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$.
- Vhodně zvolený počet a umístění sanitačních koulí (obr. 5.1.).
- Vhodné připojení komponent M + R (měření a regulace, obr. 5.2.).
- Vhodný materiál (nerezavějící ocel).

Potrubí:

- Vhodný materiál (nerezavějící ocel).
- Tepelná odolnost těsnění, armatur a spojovacích součástí.
- Vhodně zvolené dimenze potrubí pro produkt a sanitaci, rychlost v potrubí $v \leq 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Obr. 5.1. Špatné a správné umístění sanitačních koulí



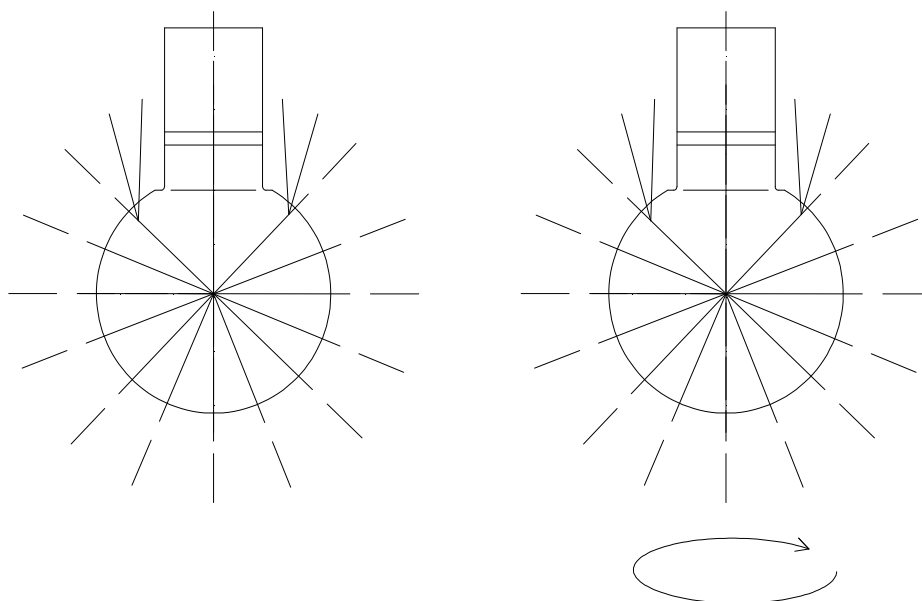
Obr. 5.2. Špatné a správné umístění měřících a regulačních prvků

5.1 Sanitační koule

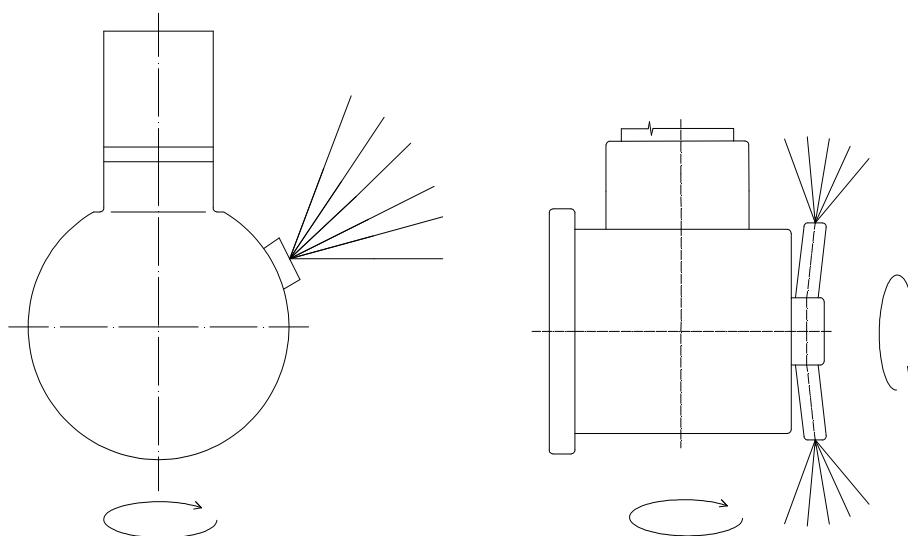
Sanitační koule jsou komponenty pro rozstřík proudů sanitálního média na paprsky, sloužící ke smočení a částečně k mechanickému narušení nečistot sanitovaného povrchu.

Rozdělení sanitačních koulí:

- Statické (obr 4.3.)
- Rotační (obr 4.3.)
- Dynamické rotační sanitační zařízení: cílený paprsek (obr 4.4.), orbitální čistící hlavice (obr 4.4.)



Obr. 4.3. Statická a rotační sanitační koule

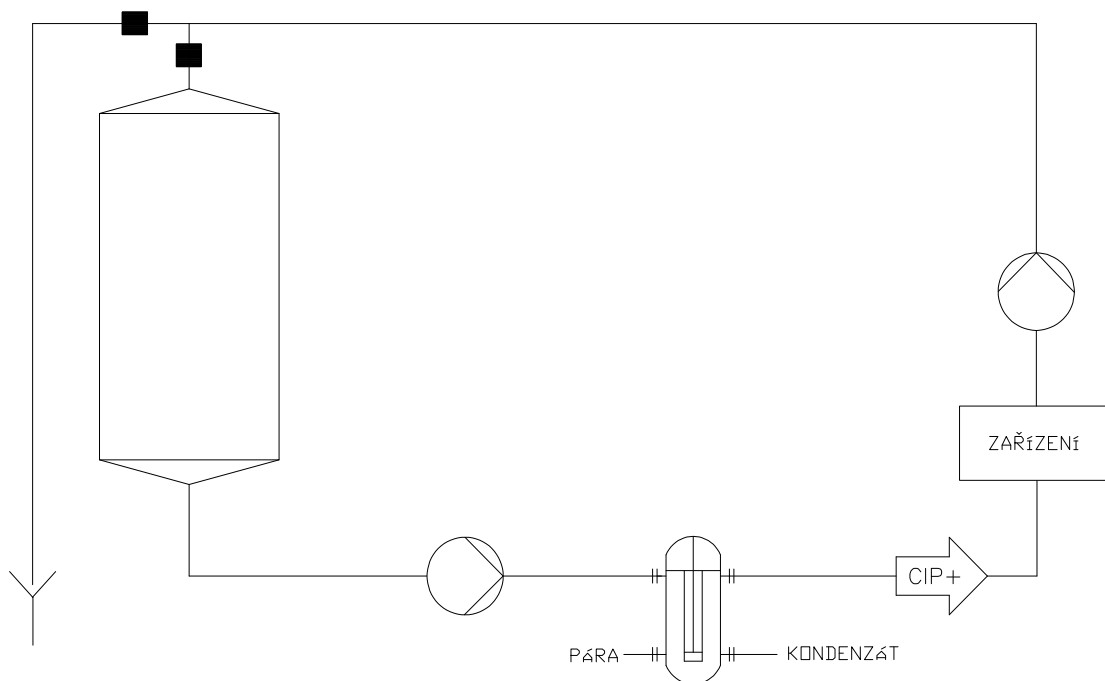


Obr. 4.4. Cílený paprsek a orbitální čistící hlavice

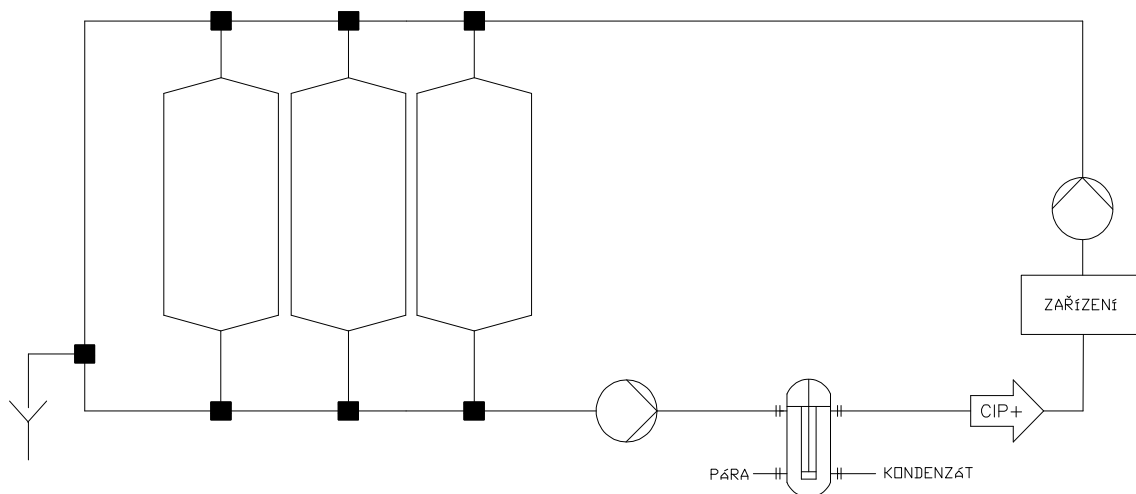
6 Sanitační stanice a její typy

Sanitační stanice se dělí na:

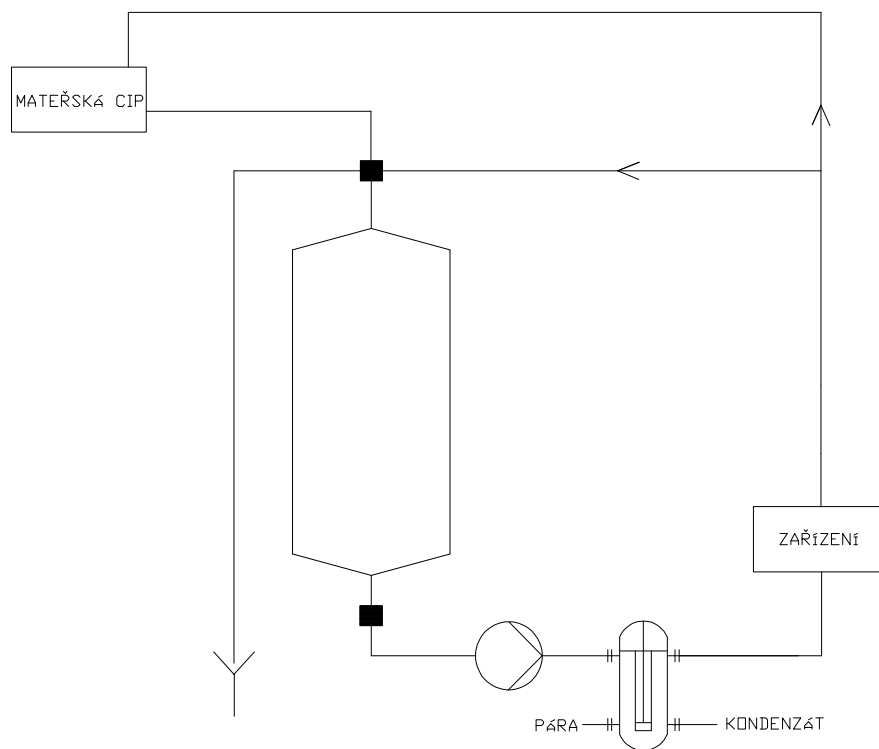
- Sanitační stanice ztrátové: jednonádobové (obr. 6.1.), bez recyklace sanitačního prostředku, s ohřevem a bez ohřevu.
- Sanitační stanice několikanádobové (obr. 6.2.), s uchováváním sanitačního prostředku pro následné sanitace.
- Sanitační stanice satelitní - na delší vzdálenosti, jako mezistupeň (obr. 6.3.).



Obr. 6.1. Jednonádobová sanitační stanice



Obr. 6.2. Několikanádobová sanitační stanice



Obr. 5.3. Satelitní sanitační stanice

7 Automatické řízení procesu čištění

7.1 Princip systému HACCP

Zkratka HACCP pochází z anglického Hazard Analysis and Critical Control Point, což lze přeložit jako analýza nebezpečí a hledání kritických kontrolních bodů. Cílem systému je kontrola výrobního procesu, tj. hodnocení procesu výroby z hlediska kvality a nezávadnosti vyráběných produktů. Pokud dojde k nevyhovující kvalitě, systém HACCP rychle a přesně zjistí chybu a vede k jejímu odstranění.

Systém HACCP kontroluje zadaná kritéria a intervaly hodnot u vstupních a výstupních produktů a také meziproduktů. Pokud nějaká z hodnot neleží v určeném intervalu, systém je schopný nalézt zdroj problému a tím zvýšit kvalitu výsledného produktu ještě před dokončením.

7.2 Druhy nebezpečí v pivovarské výrobě

V pivovaru se rozlišují tři druhy kontaminace výrobku:

- Biologické
- Chemické
- Fyzikální

7.2.1 Biologické nebezpečí

Původci tohoto nebezpečí je technologické zařízení, základní suroviny, okolní prostředí a obalové a pomocné materiály. Pivo ovšem patří mezi potraviny s nízkým rizikem, jelikož patogenní mikroorganismy se v něm nerozmnožují a hynou.

7.2.2 Chemické nebezpečí

Zdrojem chemického znečištění jsou suroviny, přídavné látky a povrch zařízení, který je ve styku s výrobkem. Řadí se sem těžké kovy jako olovo, arsen, měď a hliník a různé toxické suroviny.

7.2.3 Fyzikální nebezpečí

Toto nebezpečí způsobují cizí tělesa, které mohou ublížit spotřebiteli. Jsou to například kousky dřeva, skla, plastů, kamínků a pryže.

7.3 Zavádění HACCP

Je nutné, aby se závady řešily přímo v místě jejich vzniku. Systém spoléhá na opatření, které brání závadám vůbec vzniknout.

Při zavádění systému je zapotřebí provést následující kroky:

- Vytvořit postupový diagram – je zapotřebí jej vypracovat pro celý proces.
- Identifikace kontrolních bodů – dle rozhodovacího diagramu.
- Stanovení kritických mezí.
- Stanovení systému monitorování stavu v kritických bodech.
- Stanovení způsobu řešení mimořádných situací.
- Vytvoření dokumentace systému.
- Ověřování systému HACCP.

8 Popis navržené CIP stanice

Navržená CIP stanice je konfigurována jako CIP stanice třínádobová se dvěma sanitačními okruhy, s dohřevem sanitačního média parou přes trubkový výměník.

První sanitační větev bude sloužit k sanitaci potrubních produktových cest a tras. Navolení vlastní trasy se provede na rozdělovacím panelu. Zpětná sanitace je spojena do jedné zpětné trubky přes zpětné ventily, aby se zabránilo načerpání do ostatních, právě nesanitovaných, potrubí [4].

Druhá sanitační větev bude určena k sanitaci produktových tanků (přetlačné tanky, ležácké tanky). Navolení vlastní trasy pro přetlačné nebo ležácké tanky se provede na propojovacím panelu. Zpětná sanitace je opět spojena do jedné trubky přes zpětné ventily [4].

8.1 Technický popis zařízení

8.1.1 Tank na kyselinu

Tank je navržen s těmito rozměry a parametry:

• Celkový objem tanku	2,5 m ³
• Užitečný objem tanku	2,1 m ³
• Průměr tanku	1200 mm
• Výška válcové části tanku	1850 mm
• Celková výška tanku	2500 mm
• Drsnost vnitřního povrchu tanku	Ra ≤ 0,8 μm
• Materiál tanku	AISI 304 (nerezavějící ocel)

Tank je opatřen kónusovým dnem a víkem. Jeho vnější povrch je sjednocen, balotínován, vnitřní svary jsou zabroušeny.

Vybavení tanku:

• Nátokové hrdlo	DN 100
• Výtokové hrdlo	DN 100
• Hrdlo pro vstup vody	DN 50
• Hrdlo pro vstup kyseliny	DN 15
• Přepad	DN 100
• Průlez	DN 500
• Sanitační hlava	DN 25
• Stavoznak	DN 10
• Vzorovací kohout	DN 10
• 3 nohy včetně podkladových talířů	

8.1.2 Tank na loup

Tank izolován ve válcové části proti ztrátě tepla a proti nebezpečí spálení obsluhy. Jako materiál izolace je použita polyurethanová pěna. Ke krytí izolace je použit nerezový plech. Vnitřní svary tanku jsou zabroušeny a jeho povrch balotínován [4].

Rozměry tanku:

- Celkový objem tanku 2,5 m³
- Užitečný objem tanku 2,1 m³
- Průměr tanku 1200 mm
- Výška válcové části tanku 1850 mm
- Celková výška tanku 2500 mm
- Drsnost vnitřního povrchu tanku $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$
- Materiál tanku AISI 304 (nerezavějící ocel)

Vybavení tanku:

- Nátokové hrdlo DN 100
- Výtokové hrdlo DN 100
- Hrdlo pro vstup vody DN 50
- Hrdlo pro vstup kyseliny DN 15
- Přepad DN 100
- Průlez DN 500
- Sanitační hlava DN 25
- Stavoznak DN 10
- Vzorovací kohout DN 10
- 3 nohy včetně podkladových talířů

8.1.3 Tank na vodu

Rozměry tanku:

- Celkový objem tanku 1,5 m³
- Užitečný objem tanku 1,2 m³
- Průměr tanku 1000 mm
- Výška válcové části tanku 1550 mm
- Celková výška tanku 2200 mm
- Drsnost vnitřního povrchu tanku $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$
- Materiál tanku AISI 304 (nerezavějící ocel)

Vybavení tanku:

- Výtokové hrdlo DN 100
- Hrdlo pro vstup vody DN 50
- Hrdlo pro vstup louhu DN 25
- Přepad DN 100
- Průlez DN 500
- Sanitační hlava DN 25
- Stavoznak DN 10
- Vzorovací kohout DN 10
- 3 nohy včetně podkladových talířů

8.1.4 Tepelný výměník

Výměník izolován nerezovým plechem. Parametry trubkového výměníku:

- Tepelný výkon 265 kW
- Vstup sanitace DN 50
- Výstup sanitace DN 50
- Vstup páry DN 50
- Výstup kondenzátu DN 25

8.1.5 Čerpadla

Parametry sanitačního čerpadla v hygienickém provedení:

- Typ čerpadla odstředivé
- Průtok $Q = 25 \text{ m}^3/\text{s}$
- Výtlačná výška $H = 50$ metrů vodního sloupce
- Materiál čerpadla AISI 304 (díly ve styku s médiem)
- Vstupní hrdlo DN 100, příruba DIN PN 16
- Výstupní hrdlo DN 50, příruba DIN PN 16
- Elektromotor s jištěním proti přehřátí, s možností připojení frekvenčního měniče

Parametry zpětného sanitačního čerpadla:

- Typ čerpadla odstředivé, samonasávací
- Průtok $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$
- Výtlačná výška $H = 20$ metrů vodního sloupce
- Materiál čerpadla AISI 304 (díly ve styku s médiem)
- Vstupní hrdlo DN 50, příruba DIN PN 16
- Výstupní hrdlo DN 50, příruba DIN PN 16

Parametry dávkovacího čerpadla na koncentrované chemikálie:

- Typ čerpadla – membránové s nastavitelnými otáčkami
- Obsahuje sací koš a přepouštěcí ventil

8.1.6 Propojovací panel

Parametry panelu:

- Rozměr panelu 400 x 400 mm
- Materiál AISI 304
- Osazen 3 kusy klapek GS DN 50

8.1.7 Záchytná vana

Parametry záchytné vany:

- Objem vany V = min. 210 l
- Materiál AISI 304

8.1.8 Armatury

- Klapky ruční a pneumatické
- Energetické armatury
- Potrubní síto (2 ks)
- Zpětný ventil (5 ks)

8.1.9 Komponenty měřící a regulační

- Měření vodivosti a teploty (2 ks)
- Měření proudění (2 ks)
- Frekvenční měnič (2 ks)
- Indukční průtokoměr (2 ks)
- Teplotní transmitter (2 ks)
- Tlakový transmitter (3 ks)
- Hladinová vibrační sonda (3 ks)

8.2.10. Potrubí a trubní díly

Potrubí voleno bezešvé z materiálu AISI 304. Kolena, TE kusy a tvarovky voleny z materiálu AISI 304.

8.2.11. HW část, SW část, elektročást

CIP stanice je poloautomatická řízená samostatnou řídicí jednotkou. Vizualizace je na PC na velině CIP. Jednotlivé detaily nejsou řešením této práce, spadají do specializací HW a SW.

9 Závěr

Úvodní část této práce je zaměřena na stručný popis teorie sanitace, rozdělení čistících a dezinfekčních prostředků především se zaměřením na jejich výhody a nevýhody.

Dále je vysvětlen pojem CIP stanice, průběh programu sanitace a uvedeny potřebné komponenty stanice včetně popisu designu, umístění a tvaru. V práci jsou uvedeny také základní typy v praxi používaných sanitačních stanic.

Poslední část práce se zabývá návrhem konkrétní CIP stanice, její konfigurací, stručným popisem použitých komponentů a je doplněna schematickým návrhem stanice a dispozičním řešením.

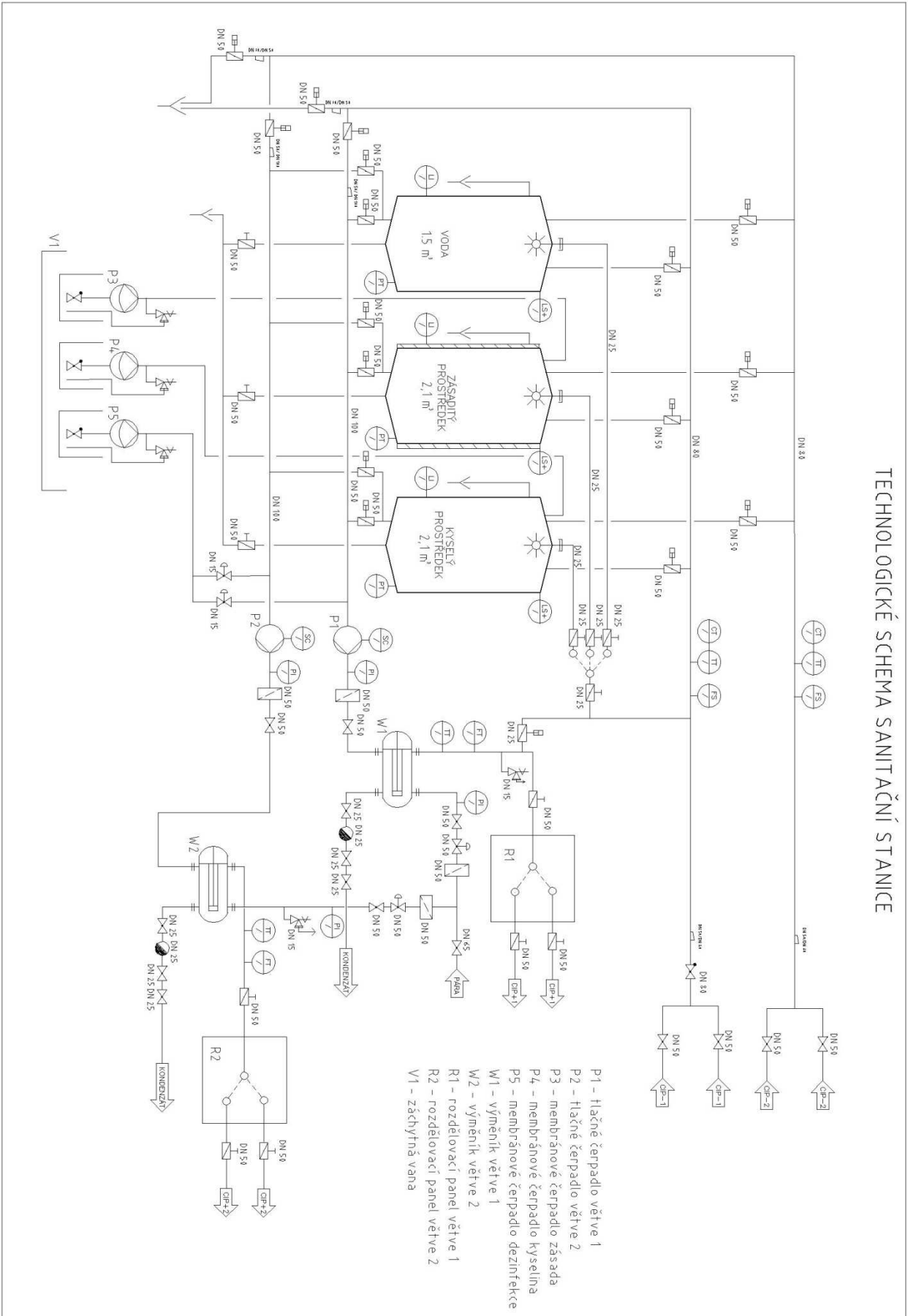
Seznam použité literatury

- [1] Claus Hielscher, Vortrag anlässlich der 45. DGF-Vortragstagung in Münster am 11. September 1989 (prospekt firmy Otto Tuchenhausen GmbH & KG, Büchen, SRN)
- [2] RNDr. Karel Kosař, CSc., Ing. Stanislav Procházka, Technologie výroby sladu a piva, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., ISBN 80-902658-6-3 (2000)
- [3] Kunze, Wolfgang, Technologie Brauer und Mälzer, VLB Berlin, ISBN 3-921 690-378-4 (1998)
- [4] Archiv GEA Process Engineering s.r.o.

Přílohy

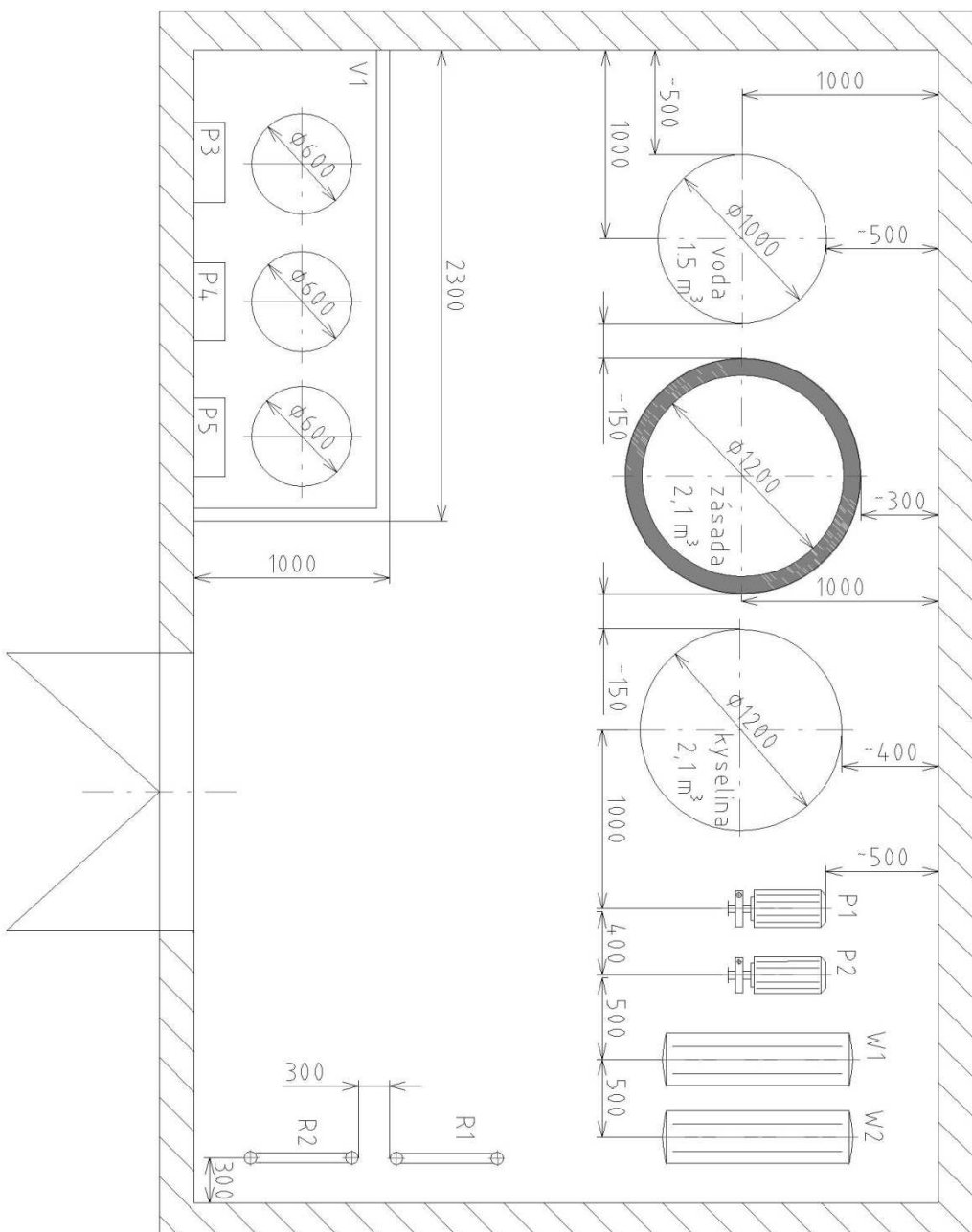
1. Technologické schéma sanitační stanice (P&ID)
2. Dispozice sanitační stanice (Lay out)

TECHNOLOGICKÉ SCHEMA SANITAČNÍ STANICE



- P1 - tláčné čerpadlo větve 1
- P2 - tláčné čerpadlo větve 2
- P3 - membránové čerpadlo zásada
- P4 - membránové čerpadlo kyselina
- P5 - membránové čerpadlo dezinfekce
- W1 - výměník větve 1
- W2 - výměník větve 2
- R1 - rozdělovací panel větve 1
- R2 - rozdělovací panel větve 2
- V1 - záchytná vana

DISPOZICE SANITAČNÍ STANICE



- P1 - tlačné čerpadlo vätve 1
- P2 - tlačné čerpadlo vätve 2
- P3 - membránové čerpadlo zäsada
- P4 - membránové čerpadlo kyselina
- P5 - membránové čerpadlo dezinfekce
- W1 - výmëník vätve 1
- W2 - výmëník vätve 2
- R1 - rozdëlovací panel vätve 1
- R2 - rozdëlovací panel vätve 2
- V1 - záchytná vana