

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Технологије и постројења за пречишћавање воде и ваздуха

Број индекса: 357/2016

Александар В. Василијевић

**Техно – економска анализа рада постројења за
третман отпадних вода у штампарској
индустрији**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Професор др Вања Шуштершич
- 2.
- .

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- опише технолошки поступак у штампарској и амбалажној индустрији
- опише процесе третмана отпадних вода у штампарској и амбалажној индустрији
- прикаже решења третмана отпадних вода у свету и код нас у штампарској индустрији
- опише рад једног постројења и прикаже 3Д модел
- уради техно економску анализу.

Препоручена литература:

- 1 Шуштершич В., *Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода* Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Крагујевац, 201 .
- 2 Р. ајрај Manage en о Pulp and Paper Mill as e C ap er 2 enera ion о as e in Pulp and Paper Mills pringer In erna ional Pu lis ing i erland 201
- е en о er son and Kirs en consul ing engineers а er and as e а er anage en in e paper and pulp indus ry C projec osannes urg 2001

Крагујевац, август 2018.

Ментор:
др Вања Шуштершич, ред. проф.

Резиме

Проблематика пречишћавања вода је мултидисциплинарна област, а поступци обраде који се користе чине процесе пречишћавања воде врло сложеним. У оквиру рада описан је процес генерисања отпадне воде пре процеса издвајања дестилата и концентрата. Приказан је принцип рада постројења COT CHNO 12000 V – HP, као његове и техничке и технолошке карактеристике. Затим је описано поље примене постројења из компаније ECOTECHNO. Урађен је прорачун периода отплате овог постројења а на основу реалног модела урађен је 3Д модел евапоратора. Вакуумски евапоратор који је описан у раду је капацитета 12000 l 2 .

У оквиру мастер рада описан је и процес генерисања отпадне материје под називом Флексосол пре процеса издвајања дестилата и концентрата. Приказан је принцип рада постројења за прераду отпадних течних флуида, N MANN o o 00 као и техничке и технолошке карактеристике дестилерије. Израчунат је период отплате а на крају је урађена упоредна техно – економска и енергетска анализа два претходно поменуто постројења. Капацитет дестилерије је 3000 l 2 .

Кључне речи: штампарска индустрија, третман отпадних вода, евапорација, дестилација.

Abstract

Water purification process is a multidisciplinary area and the real processes which are used make the process of purification very complex. In the master thesis the process of generating waste water is described more in detail and concentration recovery process. The operating principle of the COT CHNO 12000 V – HP plant as well as the technical and technological characteristics is presented. The field of application of the plant for COT CHNO is also described. The period of repayment of the plant is calculated and based on the real model of the evaporator. The capacity of the vacuum evaporator is described in the thesis is 12000 l day.

In the master thesis is also described the process of generating waste water called Flexosol more in detail and concentration extraction process. The principle of operation of the plant for the real organic liquids N MANN o o 00 as well as the technical and technological characteristics of distillery is presented. The repayment period is calculated and in the end a comparative economic and energy analysis of the foregoing installations is made. The capacity of distillery is 3000 l day.

Keywords printing industry waste water real evaporation distillation.

Садржај

1. Увод	
2. Третман отпадних вода у штампарској индустрији.....	
2.1 Приказ решења у Свету.....	8
3. Опште карактеристике ECOTECHNO 12000 VS – HP	12
4. Процеси третмана отпадних вода помоћу вакуумске дестилације (ECOTECHNO 12000 V – HP), технолошке карактеристике и принцип рада.....	1
4.1 Процес генерисања отпадних вода	1
4.2 Процес пре – дестилације	1
4.3 Процес дестилације	20
4.4 Испаравање воде у испаривачком (великом) резервоару	22
4.5 Настанак вакуума у систему.....	22
4.6 Колона за одстрањивање амонијака из дестилата	2
5. Могућа техничка решења вакуумских евапоратора	26
6. Техничке карактеристике постројења за дестилацију ECOTECHNO 12000 VS – HP. 0	
7. Примена система за дестилацију у третману отпадних вода.....	1
8. Техно – економска анализа Ecotechno 12000 VS – HP	
9. 3Д модел вакуумског евапоратора	
10. Опште карактеристике постројења RENZMANN Roto 400	6
11. Процеси третмана прљавог растварача помоћу вакуумске дестилације, технолошке и техничке карактеристике постројења Renzmann Roto 400.....	8
11.1 Техничке спецификације дестилерије Roto 400	8
11.2 Процес производње клишеа и генерисања запрљаног растварача	
11.3 Процес пре – дестилације	
11.4 Процес дестилације	6
11.4.1 Аутоматска дестилација	6
11.4.2 Настанак вакуума у систему	8
11. . Принцип рада дестилатора.....	8
11.4.4 Спречавање изливања – „кипљења“ течности	
11. . Хладњак за воду	
11. .6 Вода за хлађење.....	0
11.5 Клапна за испуштање остатака из процеса дестилације.....	0
11.6 Сабирни базен	0
12. 3Д модел постројења Renzmann Roto 400.....	1

13. Техно – економска анализа Renzmann Roto 400.....	2
13.1 Упоредна енергетска и економска анализа	
13.2 Трошкови одржавања	
Закључак.....	
Литература	8

Увод

Значај воде за људе, живи свет, екосистеме и планету у целини, веома је велики и многострук, почев од тога да је вода услов живота, па до многих других функција. Вода је једна од најважнијих основних материја у природи и неопходна је за одржавање биљног, животињског и људског живота. Вода у природи је најраспрострањенија материја. Налази се у атмосфери, хидросфери, криосфери, биосфери и литосфери.

Она у организму човека одржава потребан хидростатички, осмотски и онкостатички притисак, а такође омогућава метаболизам. У одсуству воде живот се гаси за неколико дана. Поред великог физиолошког и хигијенског значаја, вода има и знатну епидемиолошку и токсиколошку улогу. Потребе за водом одраслог човека износе од 2,5 до 3 литара дневно.

Вода налази најразличитију примену у човековом деловању: служи за пиће, за припрему хране, за одржавање личне хигијене, стамбене и урбане хигијене, користи се у пољопривреди, индустрији, саобраћају, енергетици, риболову, рекреацији итд.

Буран технички прогрес XX века проузроковао је исцрпљење природних ресурса, загађење атмосфере, тровање водне средине, уништавање растиња итд., што се негативно одражава на људско здравље. Већина река, канала и неких језера у Србији загађено је у мањој или већој мери. Наше највеће реке Дунав, Сава, Тиса и Велика Морава припадају III класи вода, што значи да су делимично погодне за наводњавање и за неке индустријске сврхе, али не и за пиће док се не прераде.

Ради стварања услова за рационално коришћење и употребу вода, заштиту квалитета вода и заштиту од штетног деловања вода граде се водопривредни системи, који спадају међу најсложеније људске творевине. Њихова изградња, одржавање и погон захтевају веома висока средства која у значајној мери оптерећују друштвену економију. Да би се ови трошкови минимизирали неопходно је да се у планирање развоја и управљање водопривредним системима уведу квалитативно садржајнији приступи који се већ одавно примењују у развијеним земљама. Такви приступи захтевају целовито и свеобухватно вредновање карактеристика хидролошког режима.

Индустријски развој који је дозволио евидентно побољшање животног стандарда, са друге стране је створио бескрајне проблеме за животну средину која свакодневно трпи последице непромишљене политике. Полако, нова правила заштите животне средине покушавају да ову деструктивност зауставе или ограниче у циљу сигурне будућности наше дивне планете и живота садашњих и будућих генерација, али исто тако и за оне који не могу да искажу незадовољство тренутним стањем животне средине као што могу људи, а то су биљни и животињски свет ¹.

У овом раду биће приказана упоредна анализа два система за пречишћавање воде у амбалажној индустрији који обухвата техничко – технолошки веома комплексан процес од израде до имплементације и коришћења. Реч је о вакуумском евапоратору компаније COT CHNO модел COT CHNO 12000 V – HP *значење* *енг.* V – Vacuum System'', HP – Heat Pump''), и вакуумском евапоратору компаније en ann модел en ann o o 00.

Отпадне воде из штампарске индустрије садрже у себи боју на воденој бази, лак, и чисту воду. Честице боје и лака се одвајају и оне су садржане у концентрату који се издваја и касније спаљује због запаљивих својстава лака.

COT CHNO је италијанска компанија која је пре 30 година прихватила овај изазов и створила једноставан и свестран систем за третман свих загађених отпадних вода како би задовољила рестриктивна правила заштите животне средине 2 .

COT CHNO апарати користе предности принципа вакуум дестилације односно постизање вакуума се обезбеђује вакуум пумпом а флуид за грејање и хлађење је фреон, што омогућава дестилацију са малим утрошком енергената (принцип топлотне пумпе).

Поред отпадних вода, постоје и растварачи који се користе за припрему клишеа са дизајнима, који се касније користе у процесу штампања сировних картона. Растварач који испира плоче односно клишеа назива се Флексосол, а *ep ann* је дестилерија која врши третман отпадних вода које садрже растварач.

N MANN је немачка компанија која је основана 1969. године. Близу 40 година, RENZMANN развија и гради индустријске машине за прање и дестилаторе за дестилацију растварачких једињења у првом реду за потребе штампарске индустрије .

Основно средство конкурентности је отклањање тврдих остатака и управљање запаљивим органским растварачким једињењима или агресивним алкалним агенсима за прање. N MANN је сертифициван европском директивом АТ и порастао је на ниво маркет лидера у свом сегменту.

Други фокус ове компаније је понуда експертске подршке и савета својим клијентима – нешто за шта је ова компанија јединствено квалификована захваљујући својим стандардима и искуству. Уколико је потребно, постоји могућност израде различитих апликација, планирања простора и калкулација профита све у циљу постизања најбољег квалитета.

2. Третман отпадних вода у штампарској индустрији

Процес генерисања отпадних вода креће са почетком процеса штампања амбалаже за паковање производа за индустрију хране и пића. Штампарске машине штампају различите дизајне који зависе од захтева купаца. Сви ти дизајни састоје се из различитих боја.

Свака штампарска машина има своје штампарске јединице у које се, појединачно, убацују различите боје за набојавање сировина. Сировине могу бити папир и картон, али исто тако могу бити и различите врсте фолија (за њих се углавном користе боје на бази разређивача, што значи да је и третман отпадних вода другачији, у односу на отпадне воде приказане у раду, које немају примесе тог типа већ су боје на воденој бази).

Када се боје искористе за штампање одређеног посла, комплетна штампарска јединица се испира, чисти, и припрема за наредни посао, у коме ће се вероватно користити друге боје, а отпадна вода са примесама боје у свом саставу, која је претходно искоришћена за прање штампарске јединице иде у привремено складиште отпадних вода на машини, и након тога на процес дестилисања, односно одвајања дестилисане воде и талога (искоришћене боје). Боје које се користе за штампање сировина више се не могу поновно користити у процесу штампе, стога је врло важно за сваку индустрију да има што ефикаснији систем набојавања сировине, али исто тако је веома важно да индустрија има ефикасне системе испирања штампарских јединица, јер од тог система зависи колико ће се отпадне воде заправо генерисати и послати у постројење за дестилацију. Тетра Пак је једна од компанија која има врло ефикасан систем за испирање штампарских јединица, што значи да се минимална количина воде искористи у процесу испирања јединица. Систем који поседује је један од најновијих светских система за испирање штампарских јединица.

У зависности од фабрике и њених потреба, димензионише се штампарска машина са одређеним, потребним бројем штампарских јединица. Што је већи број штампарских јединица, већа је могућност штампања различитих колоритних дизајна (свака јединица понаособ користи једну боју). Али исто тако, повећава се количина отпадних вода и потребно је да се направи складиште за те отпадне воде.

Складиште као и потројење за дестилисање отпадних вода треба да буде адекватно одабрано и димензионисано да подмири потребе једне фабрике као и да предвиди раст и развој фабрике, како не би долазило до честих промена постројења за третман воде, које изискују додатна финансијска средства и временске и људске ресурсе.

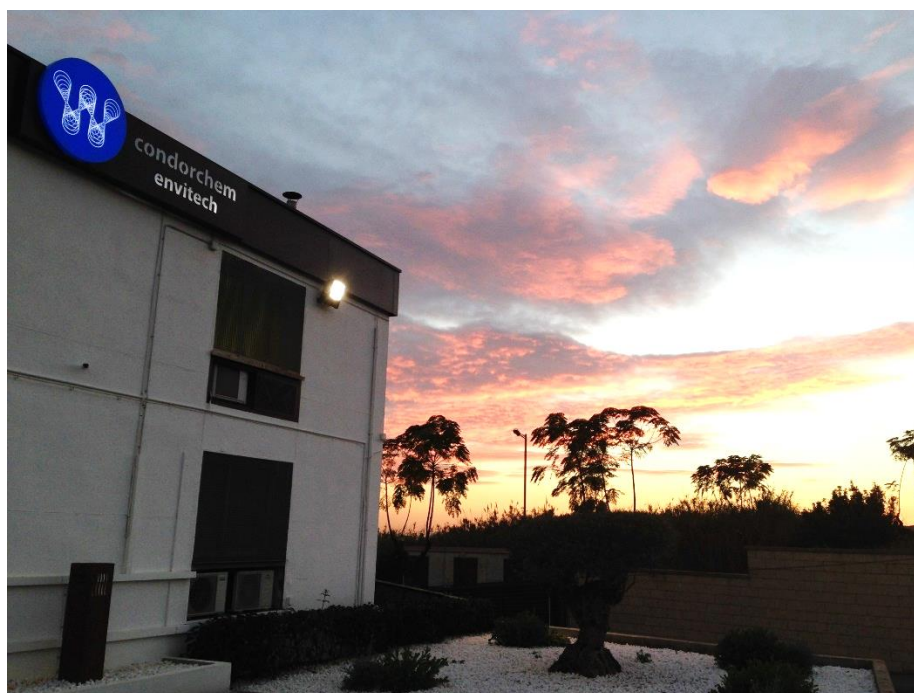
Отпадна вода која прође кроз процес дестилисања на крају се испушта у отворене токове, што подразумева да мора бити адекватно хемијски збринута пре испуштања. Хемијске провере се редовно морају вршити како би јавност била упућена у квалитет рада фабрике као и постројења за дестилисање и продуката који се испуштају у отворене токове. У овом конкретном случају, где се третирају отпадне воде из штампарске индустрије, потребно је да постројење за третман има и колону за издвајање амонијака, и тек после тога се вода сме пуштати у отворене токове..

Када се одабере адекватно постројење за третман отпадних вода које садржи све претходно наведене квалитете, тада се може рећи да је одабрано одговарајуће постројење. Све ове квалитете, односно карактеристике се морају проценити пре куповине постројења.

Приказ решења у Свету

Поред анализе неколико постројења у оквиру фабрике Тетра Пак, биће приказана постројења за дестилисање отпадних вода и растварача.

Један од произвођача постројења за третман воде и ваздуха је компанија Condorc e nví es . На слици 1 приказана је компанија Condorc e nví es .



Слика 1. Компанија Condorchem Envitech [5]

Ова компанија има своје седиште у Барселони, у Шпанији, и основана је пре око 20 година. За то време урађено је више од 335 различитих пројеката постројења за третман отпадних вода, од тога 204 пројекта вакуумских евапоратора за различите намене. То је сврстава у ред озбиљних и конкурентних компанија. Најзначајнији пројекти који су покренути у оквиру компаније су свакако они који укључују третман вода и добијање ултрачисте воде која је спремна за конзумацију, и третман отпадних материја са врло малим уделом воде [6].

Компанија Condorc e nví es има одвојен сектор који се бави пројектима постројења за третман отпадних вода у штампарској индустрији. У том сектору направљена је класификација у неколико подсектора (офсет штампа, флексографија, ротогравура, репрографија,...), где сваки подсектор је специјализован за различите технике штампе, што самим тим даје до знања да ће купац одабрати најбоље решење за своју фабрику. Пошто свака штампарска индустрија има потребу за третманом отпадних вода али и растварача, компанија Condorc e nví es нуди решења за оба третмана, за максимално одвајање воде као и за квалитетно одвајање растварача.

Такође могу се изабрати, различите технологије, које се могу користити за третман вода и растварача; вакуумски евапоратори, дестилерије за третман растварача, горионици и ротор концентратори .

На слици 2 је приказано једно техничко извођење вакуумског постројења које ради помоћу топлотне пумпе, за третман отпадних вода за потребе штампарске индустрије. Капацитет прераде отпадних вода креће се у распону од 3000 – 1 000 l 2 8 .



Слика 2. Постојење за третман отпадних вода, модел Envidest LT VS [9]

Друга компанија, која се бави истом делатношћу је Veolia, транснационална компанија из Француске. Veolia има разне делатности које су подељене на групе, а једна од њих је и производња постројења за третман отпадних вода 10 . На слици је приказан један од пројеката компаније Veolia модел valed PC F који је намењен за индустрију.



Слика 3. Постојење Evaled, модел PC F [11]

Модел valed PC F је такође постројење које врши третман отпадних индустријских вода помоћу вакуумске дестилације. Систем покреће топлотна пумпа. valed PC F је дизајниран да произведе максимално добар квалитет дестилата уз минималне трошкове улагања и оперативне трошкове. Сваки модел овог произвођача је компактан, једноставан, безбедан и лако преносив. Електроника му је такође на високом нивоу и попут осталих готово све операције су аутоматске, што значи да је за његов рад потребан минималан број људи. Сви модели овог произвођача су дизајнирани за континуалан рад 24 дневно, и захтевају електричну енергију и компримовани ваздух. Максималан капацитет једног постројења овог произвођача је 200 тона дестилата дневно.

PC F модели евапоратора раде под високим потпритисцима, са притиском у резервоару за кључање подешеном на 5 – 6 kPa (апсолутни вакуум), и намери да што је више могуће сачува, односно да умањи рад топлотне пумпе. На овај начин температура кључања која се постиже је око 40°C. Ове перформансе утичу касније на смањење запремине отпада за диспозицију, бољи квалитет дестилисане воде, и др 12 .

Трећа компанија која се бави пројектовањем и производњом постројења за третман отпадних вода између осталог, је компанија eap из Француске. Компанија eap прави различите врсте постројења а између осталог и постројење за третман растварача. Ово постројење се као и већина осталих постројења може користити за дестилисање флексографије. Модел Milasolv заступљен је у једној од Тетра Пак – ових фабрика у граду Дижон, у Француској. Постојење врши третман Флексосола и има врло сличне параметре еп апп постројењу 1 . Постојење је приказано на слици 4.



Слика 4. Постојење Milasolv компаније Jean BREL [14]

У још једној од Тетра Пак – ових фабрика у граду Лимбургу, у Немачкој, постројење које се користи за третман растварача Флексосол је *ep app*. Ово постројење се такође користи и у Тетра Пак овој фабрици у Горњем Милановцу, које ће касније у раду бити анализирано и описано.

У случају компаније Тетра Пак у Горњем Милановцу, у раду ће бити анализирана два постројења за третман течних флуида. Једно је постројење за третман отпадних вода, а друго је постројење за третман растварача. Обзиром на то да оба постројења могу вршити третман и једног и другог, биће извршена упоредна анализа где ће се упоредити сви релевантни параметри како би се дошло до показатеља која је дестилерија исплативија.

. Опште карактеристике

У свим индустријама, потреба да се смањи количина отпада из вода је постала приоритет, постижући да све индустрије имају обавезу да употребе процесе обраде индустријских отпадних сировина на различите начине.

Вакуумски евапоратори појавили су се 80 – их година како би примарно решили проблем издвајања соли из морске воде, и користе се последњих двадесет година као веома добро техничко решење за изолацију односно одвајање муља из отпадних вода.

Процес евапорације се састоји од великог снижавања притиска, нижих од атмосферског притиска у резервоару напуњеном отпадним флудом, производећи кључање течности на ниској температури и притом, њено брзо испаравање. Редукција тачке кључања течности елиминише потребу за прегревањем течности и убрзавање процеса кондензације.

Процес је чисто физичке природе и не укључује примену хемикалија потребних за сепарацију чисте, дестиловане воде из отпадне воде, односно из концентрата.

Осим тога, ниска температура омогућује заштиту термолабилних елемената избегавајући хемијску промену и декомпозицију сензитивних супстанци.

Вакуумски евапоратори који се примењују у широком спектру индустријског третмана отпадних вода представљају чисту, сигурну и веома свестрану технологију са ниским трошковима улагања, што је веома важно 2 .

Системи ECOT CHNO вакуумских евапоратора проистичу из потребе за обрадом малих али и великих протока отпадних вода, на једноставан али ефикасан начин. Ниво концентрације је обично близу 95 % што омогућава драстично смањење трошкова одлагања, транспорта и отпадне воде у муљу која је уместо тога рециклирана и враћена у природу или у производне циклусе.

Вакуумски евапоратори произведени од стране компаније ECOT CHNO могу се напајати помоћу електричне енергије или било ког другог термичког извора, захтевајући једноставан и јефтин начин одржавања. Процес је аутоматизован, временски може да траје 2 или у серијама, зависно од потребе купца. Све функције су контролисане од стране ПЛЦ – а уз стриктна правила и захтеве посла који обавља и наравно, штеди радну снагу, довољно је да једна особа ради на процесу дестилације. Материјали који се бирају за изградњу су у складу са специфичним захтевима индустрије за коју је намењена. Грађена је алатима и материјалима нове генерације како би квалитет био загарантован. Процес производње је сертификован како би гарантовао квалитет производа и операција.

На слици је приказана фабрика ECOT CHNO.



Слика 5. Фабрика ECOTECHNO из Италије [15]

Процеси третмана отпадних вода помоћу вакуумске дестилације — технолошке карактеристике и принцип рада

Процес генерисања отпадних вода

Процес генерисања отпадних вода креће са почетком процеса штампања амбалаже на машинама штампе. Изглед штампарске машине приказан је на слици 6.



Слика 6. Изглед штампарске машине

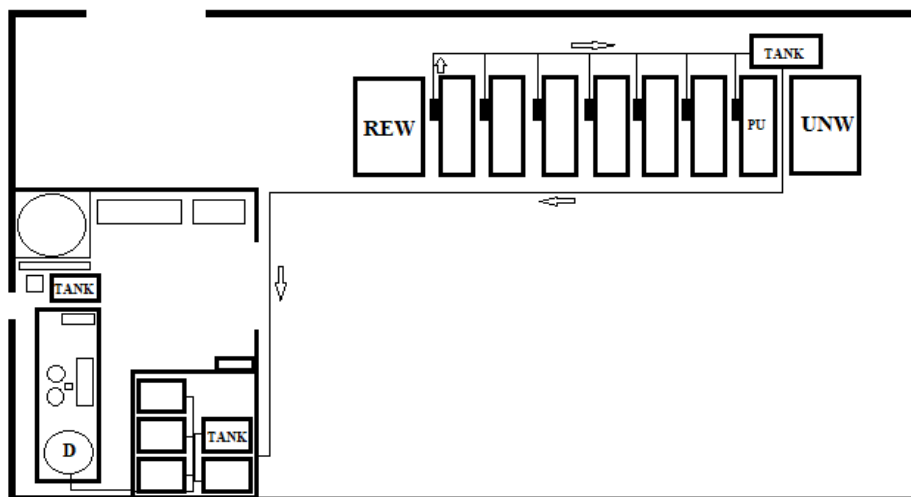
Свака од поменутих станица има свој систем за наношење боје, исто тако свака станица има и своју пумпу, која је по својој врсти мембранска пумпа, и она је одговорна за слање остатака боја из станица (казани и други резервоари који се користе за одређену боју у склопу станице перу се аутоматским системом и та отпадна вода се шаље у дистилерију што ће бити објашњено у даљем тексту у тренутку када се мења дизајн штампе, јер када се дизајн мења прелази се на коришћење других боја. На слици су приказане штампарске станице од којих су на једној обележени елементи за наношење боја.



Слика 7. Изглед штампарске станице са својим елементима

Како би се избегло често мењање боја и често прање система и слање већих количина отпадних вода, оператери прате план рада и уклапају дизајне како би постојао најмањи број промена и при чему се остварује аутоматски мања количина отпадних вода.

Како би било јасно како изгледа ток кретања отпадних вода које се након завршетка употребе шаљу у десилерију за третман, на слици 8 приказана је шема тока отпадних вода са уцртаним цевоводом и означеним током кретања отпадних вода.



Слика 8. Блок шема приказа тока отпадних вода са процеса штампе до дестилерије

.2 Процес пре – дестилације

Поред стандардног коришћења воде чиста вода на штампарској машини се користи још и за разређивање боје (око 1% од укупне потрошње), затим у лабораторији за припрему боја (око 1% од укупне потрошње) и за прање анилокс ваљака и друге штампарске опреме на самој машини (око 98%). Прљави вода која се генерише се затим централно сакупља у резервоар који се налази на самој штампарској машини. Обзиром на то да постоје две штампарске машине, свака има свој резервоар. Ови резервоари су приказани на слици .



Слика 9. Резервоари на штампарским машинама

Резервоари су засебно запремине око 500 литара и опремљени су одговарајућом аутоматском регулацијом запремине. Када се напуни до одређеног нивоа (дође до капацитивног сензора који је обележен на слици), отвара се одговарајући вентил и вода се уз помоћ пнеуматске пумпе и пластичних цевовода транспортује до централних резервоарова за прикупљање отпадне воде.

Такође, на слици 10 се види пуњење резервоара отпадном водом као и пнеуматска пумпа која шаље отпадну воду у дестилерију након давања сигнала.



Слика 10. Пуњење отпадног резервоара на штампарској машини и приказ сензора

У фабрици постоји укупно 5 централних резервоара који су међусобно повезани по принципу спојених судова) укупне запремине 5000 литара (појединачно 1000 литара по резервоару). Израђени су од пластике и оковани су металним оковима. Резервоари су приказани на слици 11.



Слика 11. Централни резервоари укупне запремине 5000 литара

Запремина ових резервоара омогућава неометан једнодневни рад обе штампарске машине. На овај начин до система стиже за пречишћавање око 95% количине отпадне воде која се генерише у фабрици.

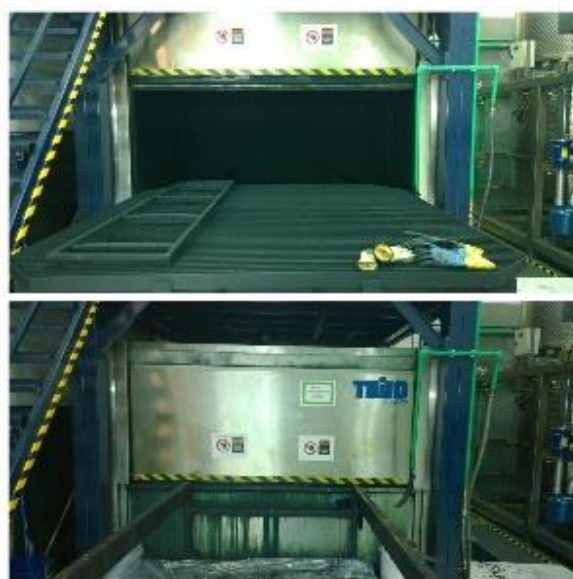
Преосталих 5 % отпадних вода настају при следећим процесима:

- прање анилокс ваљака у машини која се назива Flexo as ; од ње се генерише 50 литара воде по једном опраном ваљку (укупно их буде 3 – циклуса дневно и припадајућих цевовода,
- прање штампарске опреме у Тејџо машини за прање штампарских елемената и припадајућих цевовода (вода се мења једном месечно и генерише се око 2000 литара отпадне воде),
- за прање дестилерије боја (резервоар за прање) и припадајућих цевовода, једном квартално и
- прављење боја из Ink Maker – а’’.

Још један занемарљив проценат воде у централне резервоаре стиже из машине за прање клишеа из Prepress процеса (машина се зове такође FlexoWash, само што је габаритно мања) и то тако што се ручно препумпа та вода из канти које оператери из Prepress – а донесу (негде око 50 – 100 литара отпадне воде седмично). Постоји и систем за препумпавање воде из канти, бурића или резервоара и то тако што се ручно отвори одговарајући вентил и ручно укључи одређена пнеуматска пумпа.

Преосталих 5% отпадне воде која се генерише стиже из ових машина и то из Flexo as машине за прање клишеа за штампу свакодневно, из Тејџо, машине за прање штампарских елемената једном месечно када се машина празни и резервоара за прање дестилерије и одговарајућих цевовода – квартално када се исти резервоар празни. Све ове машине су пластичним цевоводима повезане са централним резервоарима и вода у њих стиже (препумпава се) ручним отварањем кугличних вентила и ручним укључивањем одређених пнеуматских пумпи.

Изглед Тејџо машине за прање штампарских елемената приказан је на слици 12.



Слика 12. Изглед машине за прање штампарских елемената

Изглед Flexo as машине за прање ваљака за наношење боје, као и Flexo as машине за прање клишеа приказан је на слици 13.



Слика 13. Изглед FlexoWash машине

Прање дестилерије врши се квартално и вода којом се опере дестилерија остаје у њој до наредног циклуса када се заједно са допремљеном отпадном водом подвргава процесу испаравања. Изглед резервоара за прање саме дестилерије приказан је на слици 14.



Слика 14. Резервоар за прање дестилерије

Треба напоменути да постоји и цевовод који служи са претакање прљаве воде из централних резервоара у неке друге (мобилне) резервоаре или буриће у случају да дестилерија није у функцији више од једног дана (квар или неки други проблем). На слици 1 је приказан цевовод за пражњење централних резервоара.



Слика 15. Цевовод за нужно пражњење централних резервоара

Претакање воде на овај начин се врши ручним отварањем кугличних вентила, без употребе пнеуматске пумпе. У централне резервоаре се додаје натријум – хидроксид у чврстом стању по потреби. На слици 16 је приказан изглед натријум – хидроксида у чврстом стању.



Слика 16. Натријум – хидроксид у чврстом стању

Вода из централних резервоара одговарајућим цевоводима одлази (усисава се под дејством вакуума) у дестилерију отварањем одређених аутоматских пнеуматских вентила. Такође постоји и ручни куглични вентил који се по потреби активира.

.3 Процес дестилације

Након покретања машине, пуни се суд за евапорацију до капацитивног сензора (око 1000 литара одједном) отпадне воде. Евапоратор се покреће након 15 – 20 минута и креће циклус дестиловања отпадне воде.

У току времена, како вода испарава, резервоар се допуњава отпадном водом. Када се утврди да више нема воде за дестиловање (или се процес заврши јер не постоји оптимална количина воде у резервоарима), затвара се ручни куглични вентил за довод отпадне воде и антипенушавца.

Након приближно 60 минута, машина избацује аларм и почиње аутоматско пражњење дестилерије. У том периоду машина завршава циклус испаравања. Циљ је да машина у једном циклусу дестикује што више воде, а да има што мање талоба, самим тим и густина талоба је већа као и ефикасност издвајања. Талог се истаче у резервоаре, након чега се транспортује на даљи третман, односно спаљивање, где се користи за добијање топлотне енергије.

Оцена рада дестилерије зависи од удела талоба наспрам количине дестиловане воде, а циљ је добијање 20 – 25 % муља. Оптимална густина је $\rho = 1160 \text{ g/l}$ Густина муља мери се ареометром. У питању је механички уређај испуњен оловном сачмом и живом који се пусти слободно да тоне у муљ, и оног тренутка када стане са тоњењем, вредност густине читава се на вертикалном стубу. На слици 1 приказан је ареометар.



Слика 17. Изглед ареометра

Просечна дужина трајања једног радног циклуса машине зависи од тога колико има отпадне воде за дестиловање у резервоарима и да ли је вакуумски евапоратор адекватно и на време очишћен – 9 часова).

Вакуумски евапоратор се састоји из неколико делова. Први део је резервоар за испаравање (највећи резервоар). У тај резервоар долази отпадна вода из централних резервоарова. У овом резервоару влада вакуум. У резервоар за испаравање посебним цевоводом се додају и антипенушавац, као и натријум хидроксид у течном стању (по потреби).

На слици 18 је приказана боца антипенушавца као и резервоар у који се антипенушавац додаје, а има сврху одстрањивања пене из кључале течности. Функционише по принципу распршивања и раствара се у води, састав је око 150 литара воде и 20 литара антипенушавца, значи 20 боца од по једног литра. Један резервоар углавном траје 2 циклуса.



Слика 18. Антипенушавац и резервоар за антипенушавац

У доњем делу резервоара долази до загревања отпадне воде, а самим тим и до испаравања чисте воде из смеше на одређеној температури (чиста вода прво испарава). Водена пара која је испарила иде у горње делове резервоара где се хлади и кондензује. Кондензат се из резервоара за испаравање цевоводом гравитационо и вакуумски транспортује у резервоар за прихват дестилата. Из резервоара за прихват дестилата чиста вода се шаржно и аутоматски испушта из дестилерије. Физички, резервоар за прихват дестилата се налази између резервоара за испаравање и вакуумског резервоара.

.4 Испаравање воде у испаривачком (великом) резервоару

Грејање (испаравање) и хлађење (кондензација) у великом резервоару се обезбеђују уз помоћ једног левокретног циклуса, тако што се фреон у гасовитом стању у компресору компримује на одређени притисак. Компримовањем се фреон греје. Овако загрејани фреон одлази у подхлађивач (први размењивач топлоте на врху дестилерије који служи за снижавање температуре фреона до одређене границе на овај начин вршимо регулацију у систему). Из подхлађивача топао фреон (који се једним делом и кондензовао) цевоводима иде у резервоар (цевна змија размењивач се налази у доњем делу), где греје отпадну воду до тачке кључања (пошто у резервоару за испаравање влада вакуум, тачка кључања воде је знатно нижа него при атмосферском притиску). Затим тај фреон који се приликом предаје топлоте отпадној води једним делом кондензовао, одлази у главни кондензатор како би се у потпуности кондензовао и још мало спустио температуру (други размењивач топлоте на врху дестилерије).

Сада тако кондензован и подхлађен фреон одлази до експандирајућег вентила где му се нагло обара притисак и где долази до испаравања једног дела фреона. Приликом пада притиска и испаравања долази до хлађења фреона. Такав фреон цевоводима одлази у горњи део резервоара (цевна змија размењивач који се налази у горњем делу), где хлади пару воде која се кондензује. Приликом кондензације пара воде, фреон се греје и још више испарава. Такав фреон даље одлази у сепаратор где се одвајају евентуално заостале капљице фреона које нису испариле. На тај начин само паре фреона одлазе у компресор (штити се компресор да не откаже уколико се појави фреон у течном стању). и затим се циклус понавља.

Настанак вакуума у систему

Вакуум у целом систему се обезбеђује уз помоћ вакуум пумпе. Вакуум пумпа користећи воду из вакуумског резервоара која циркулише у затвореном систему (вакуумски резервоар је скоро цео испуњен чистом водом) прави подпритисак (вакуум у систему). На слици 1 је приказана вакуум пумпа која производи вакуум у систему.



Слика 19. Вакуум пумпа

Муљ од отпадне воде остаје на дну резервоара за испаравање и он се муљном пумпом на крају циклуса дестилације избацује из дестилерије и одговарајућим цевоводима транспортује до резервоара (бурића) за прихват талога.

Резервоарови се пуне до око 70 % запремине. Пуни резервоари се складиште на одговарајућа места у кругу фабрике, односно даље се предају на збрињавање, тј. диспозицију. Резервоари су запремине 1000 л/ком..

Постоје два резервоара који служе за одлагање муља унутар простора са дестилеријом. На слици 20 је приказани су резервоари са концентратом односно муљем.



Слика 20. Резервоари за муљ

Колона за одстрањивање амонијака из дестилата

Дестилована вода из дестилерије садржи повишен садржај амонијака након дестилације. Због тога је уграђена колона за одстрањивање амонијака (ради снижавања концентрације у дестилованој води). На слици 21 приказана је колона за одстрањивање амонијака помоћу хемикалије натријум – хипохлорит, који представља оксидујуће средство помоћу ког се амонијак оксидише у нитрите и нитрате, који се проласком кроз колону отклањају активним угљем. На тај начин смањује се концентрација амонијака у дестилованој води на прихватљив ниво. Хемикалија која се користи се мора периодично мењати (освежавати). Дестилована вода која је прошла кроз колону и којој је смањена концентрација амонијака се даље испушта у канализацију.



Слика 21. Изглед колоне за издвајање амонијака

У дестилерији постоје два водомера:

Један водомер се користи за мерење улазне количине отпадне воде у циклус тако да се на водомеру читава стање на почетку и на крају године како би се имао увид у то колико је отпадне воде прошло до евапоратора. На слици 22 је приказан изглед водомера који бележи вредности улазних отпадних вода у дестилатор.



Слика 22. Изглед водомера за мерење улазне количине отпадне воде

Други водомер је водомер који мери количину дестиловане воде на излазу из дестилерије а пре пуштања у канализацију. Поменути водомер је приказан на слици 2 .



Слика 23. Водомер за мерење издвојене дестиловане воде

Могућа техничка решења вакуумских евапоратора

Процес вакуумске концентрације се, као што је поменуто, заснива на значајном снижавању унутрашњег притиска посуде за испаравање (паро – сепаратор), испод атмосферског притиска. На овај начин се снижава тачка кључања течности која испарава, чиме се смањује и утрошак енергије. Поред овога, постоје и друге техничке предности, као што су спречавање разградње супстанци које су осетљиве на температурне утицаје, и мањи број поступака у процесу одржавања, управо захваљујући једноставној конфигурацији.

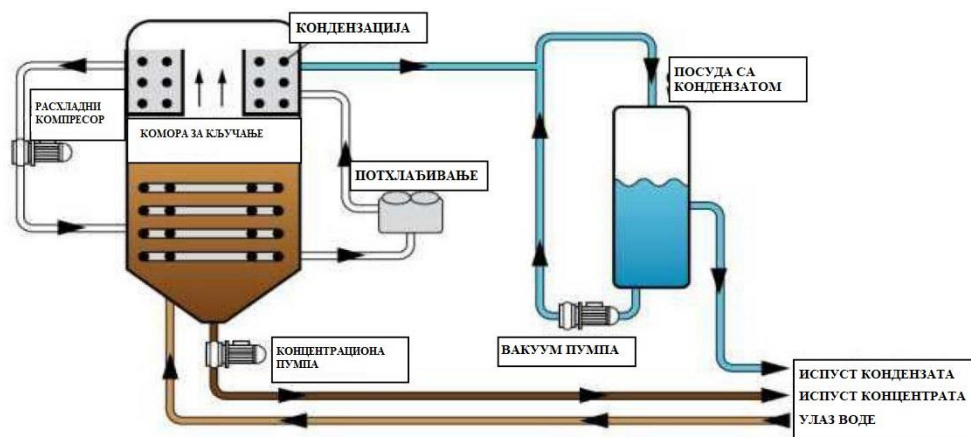
COT CHNO концентратори су конструисани на начин који омогућава прераду различитих врста течности које настају у оквиру различитих индустрија. Циљ ове технологије и најважнији разлог њене примене је управо смањење количина отпадних вода које се испуштају у природно окружење, како из еколошких, тако и из економских разлога, померајући захтеве ка нултој емисији отпадних вода. Првобитна намена концентратора била је у области решавања проблема прекомерног салинитета воде, као и благо слане, брактичне¹ воде односно у поступцима добијања пијаће воде. Тек касније се отпочело са применом ове технологије у индустријске сврхе. Постоје вишеструке области примене, с обзиром да су и проблеми у различитим гранама индустрије јако разнородни. Да би се обезбедила усаглашеност између производа који се прерађују и самог третмана, користе се системи различите конструкције, чиме се обезбеђује широк асортиман разноврсних производа. COT CHNO испаривачи се у основи могу поделити у две основне категорије:

Системи које покреће електрична енергија, и системи које покрећу алтернативни извори енергије, и

- Испаривачи са електричним погоном, под називом „Неа Р_и р – НР“ свој рад заснивају на принципу топлотне пумпе како би генерисали топлотну енергију која им је потребна за испаравање садржаја воде у производу, уз помоћ расхладне течности под притиском. Након овога, долази до експанзије расхладне течности која се потом користи за хлађење кондензационог кола у коме се кондензује пара која се ствара у процесу 2 .

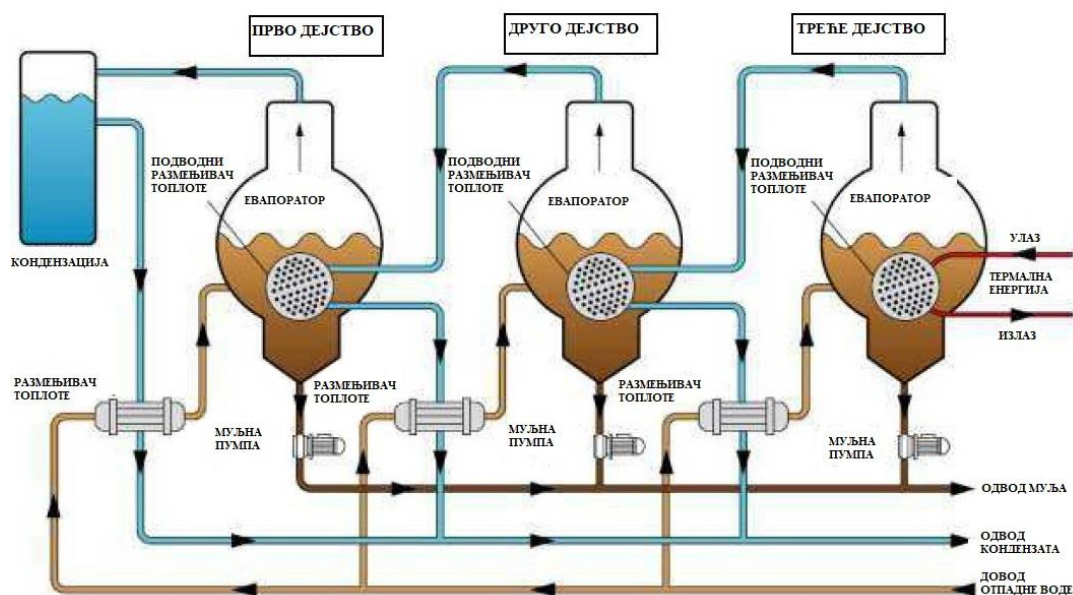
Једно од могућности извођења једног постројења за дестилацију отпадних вода приказано је на слици 24.

¹ Брактична вода представља тип воде који настаје мешањем слане и слатке воде, обично на ушћима већих река у морске и океанске заливе.



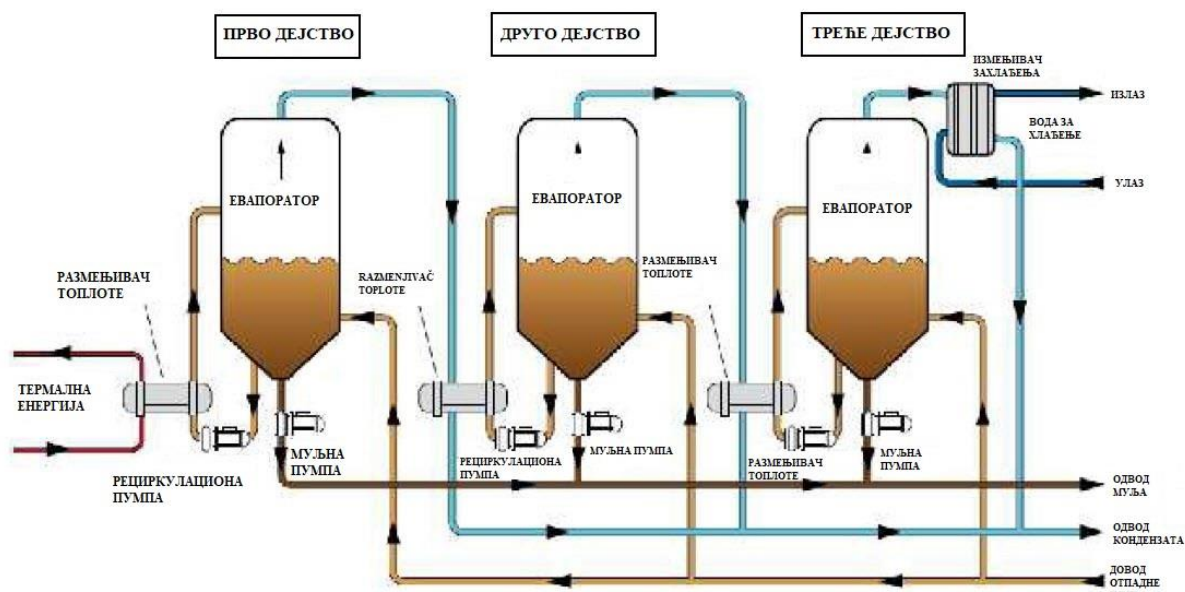
Слика 24. Стандардно извођење постројења за дестилацију

Напајање испаривача се врши преко алтернативних извора енергије под називом Thermal“, са једноструким или вишеструким дејством, посебне конструкције која омогућује ефикасну прераду малих, средњих и великих количина водених раствора, уз коришћење термалног напајања за рециклажу паре у повезаном низу посуда 2. Решење је приказано на слици 25.



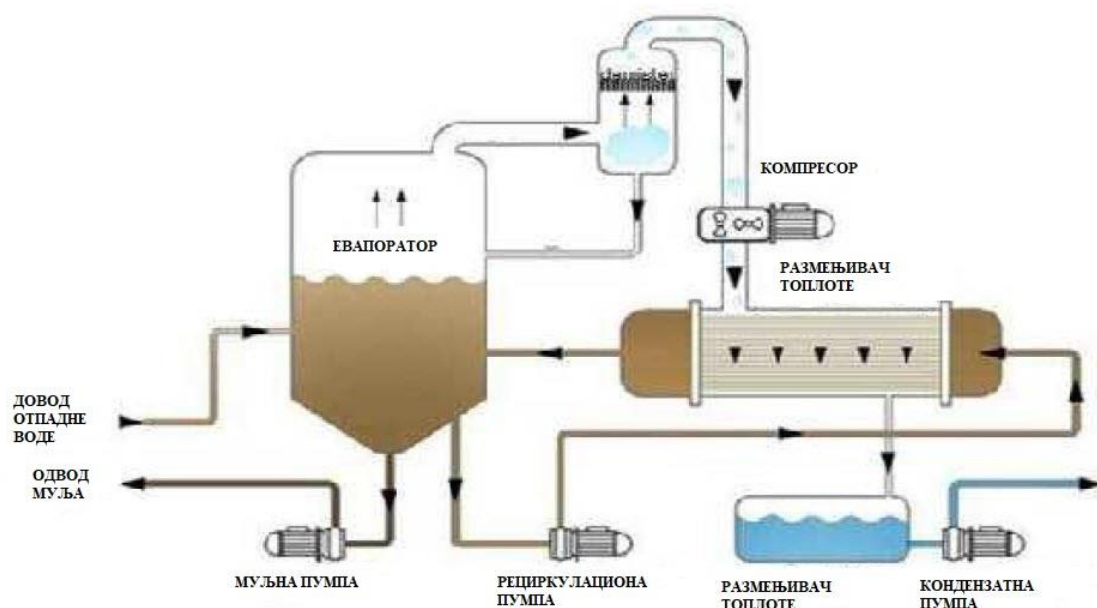
Слика 25. Изглед повезаног низа посуда за ефикасно издвајање муља уз коришћење термалног напајања

Раствори на бази воде се аутоматски спроводе до посуда за испаравање, при ултра – брзој циркулацији у цевастим измењивачима топлоте, да би испарили након уписања у посуде 2. Изведба је приказана на слици 26.



Слика 26. Изглед система са ултра – брзом циркулацијом протока кондензата

На трећој линији постављени су испаривачи са механичком компресијом паре из серије 'ECO CMV SE', чија конструкција омогућава ефикасну прераду раствора на бази воде уз веома мали утрошак енергије. Раствор на бази воде се аутоматски уноси у посуду за испаравање, где се пара која настаје у процесу испаравања филтрира и компримује у посебном компресору, стварајући нову енергију за грејање. Овакво решење омогућава веома висок ниво искоришћења енергије 2. Решење је приказано на слици 2.



Слика 27. Изглед линије са ниском потрошњом енергената

Формула за израчунавање укупне количине (масе) отадне воде:

$$u_{u\ no} = u_{lj} \cdot dest\ ode. \quad .1$$

Маса муља постоји у извештају који се води на машини, тј. када се заврши један циклус дестилације уписује се вредност добијене масе муља. Маса дестиловане воде рачуна се успомоћ следеће формуле:

$$dest\ ode = \rho_{dest\ ode} \cdot dest\ ode. \quad .2$$

Запремина дестиловане воде читава се са водомера после процеса дестилације, а густина дестилова воде износи: $\rho_{dest\ ode}$ g .

Ако је пак потребна запремина отпадне воде, користи се следећа формула:

$$u_{u\ no} = u_{u\ no} \cdot \rho_{u\ no} \quad .$$

где се узима да је $\rho_{u\ no}$ g

Сви подаци се прате у циљу праћења рада опреме у дестилерији.

. Техничке карактеристике постројења за дестилацију

Постројење за дестилацију – има покретне делове, тачније пумпе, вентилаторе и њихове електромоторе. Сваки појединачни мотор има сертификат произвођача којим се гарантује његова усклађеност са прописима. Ниједан мотор не може се покренути без сигурносне заштите и из тог разлога они не представљају никакав ризик. Машина је састављена од компоненти које су под притиском. Због овога се цела машина сматра системом који је под притиском, а који је у складу са Директивом 201 / 68 (P), прихваћеном у Италији као законодавни декрет бр: 93/25 фебруара 2000. године 2 .

– примењује ЦЕ ознаку (слика 28 и издаје Потврду о усклађености, будући да систем садржи командни и контролни екран, електромоторе, иницијаторе, електро – механичке уређаје и инструменте који се напајају струјом. Постројење, безбедносни уређаји и компоненте система произведени су у складу са директивама и усаглашеним техничким стандардима.



Слика 28. Ознака ЦЕ 16

У табели 1 приказане су спецификације постројења за дестилисање COT CHNO 12000 V – HP.

Табела 1. Спецификације постројења за дестилацију отпадних вода [2]

о е по –	
Референтни стандард	C I N 6020 – 1
Постројење	CO 12000 V – HP
Серијски број / Година израде	2166 2016
Напон	00 V 0 H
Инсталисана снага	1 k
Потребна струја	1 A
Расхладни гас / kg	0 C 10 – 2
Притисак	22 6 ar

Примена система за дестилацију у третману отпадних вода

Испаривачи, чији је произвођач COT CHNO се могу користити независно у две различите сврхе:

Смањење количине отпадне воде

Циљ ове примене јесте смањење количине отпадних материја: када се примењује у делу тока после система за пречишћавање, производ који се третира пролази кроз процес регенерације, чиме се остварује:

- нулто испуштање течности,
- рециклирање регенерисане воде.

Као пратећи производ овог третмана добија се концентрат који се може даље одлагати уз веома ниске трошкове депоновања, с обзиром на претходно одстрањени вишак воде. Могућа је и рециклажа конденза у производни процес, у облику индустријске воде.

Рециклирање сировина

Примена концентратора код рециклирања такође има својих предности, како из економских, тако и из еколошких разлога. У случају да се одабере ова опција, концентрат се рециклира враћањем у производни процес у облику сировине, чиме се остварују знатне уштеде у трошковима набавке материјала, уз истовремено искључивање трошкова одлагања односно одбацивања отпадних материјала.

Као што је претходно речено, примена COT CHNO концентратора нуди многе предности у ситуацијама где постоји присуство течности које загађују воде, чије одлагање захтева високе трошкове. Коначни ниво концентрације зависи од физичко – хемијских карактеристика течности која се прерађује. Неки од модела испаривача омогућују постизање веома високих нивоа концентрације, чиме се добија концентрат у полуврстом стању. Код свих испаривача је могућа лака провера исправности, захваљујући посебној конструкцији која олакшава послове одржавања. Ови уређаји своју примену најчешће налазе у следећим гранама индустрије и врстама производа који су приказани у табели 2 2 .

Табела 2. Опис подручја рада дестилерија, који обухвата велики број различитих индустрија [2]

ПРЕХРАМБЕНА ИНДУСТРИЈА (ПРЕРАДА ВОЋА И ПРОИЗВОДЊА СОКОВА)	Прерада воде из система за чишћење, хидро алкохолни концентрати, концентровани шећерни раствори , концентрати за поновну продају.
ХЕМИЈСКО – ФАРМАЦЕУТСКА	Концентрација лабилних агенаса, прерада воде, чишћење реактора и производних линија, прерада воде за производњу детерџената.

КОЖАРСКА ИНДУСТРИЈА	Концентрација отпадне воде од процеса прања, отклањања органских компоненти отпадне воде од штављења коже.
ТРЕТМАН ПРОЦЕДНИХ ВОДА	Прерада талога процедурних вода
ВИНАРСТВО	Опелемењавање винског кљука.
БИЉНИ ЕКСТРАКТИ	Екстраховање алкохола и других супстанци.
ИНДУСТРИЈА МЕТАЛА ЦИНКОВАЊЕ	Прерада течности за прање и прерада материјала и метала
ГУМАРСКА ИНДУСТРИЈА	Издајање соли за вулканизацију гуме, концентрација воде за прање, прерада воде за испирање погона за прочишћавање ваздуха.
ФОТОГРАФСКИ ПРОИЗВОДИ	Прерада употребљеног развијача, фиксатора, избеливача, течности за испирање.
МЛЕКАРСТВО	Прерада воде за испирање, концентрације серума, смањење количина отпадних материјала.
ИНДУСТРИЈСКО ПРАЊЕ ТКАНИНА	Концентрација боја за тканине, прерада воде за прање
ПРЕХРАМБЕНА ИНДУСТРИЈА	Прерада воде за прање, концентрација ензима
МАШИНСКА ИНДУСТРИЈА	Прерада уљних емулзија, употребљених купки за испирање, остатка пескарења
ЛИВНИЦЕ	Прерада уљних емулзија, употребљених купки за испирање, остатка пескарења
ЗЛАТАРСТВО	Концентрација течности за испирање, ултразвучни третмани, кисели третмани, концентрације повраћаја бакра и киселина, повраћај злата из концентрата
ПЛАТФОРМЕ ЗА ОДЛАГАЊЕ ОТПАДА	Отпадне воде са високим степеном загађености, слане отпадне воде, повратна осмоза, уљне емулзије.
АЛУМИНИЈУМ	Претпрање и хромирање, остаци алуминијум фосфата, повраћај сумпорне киселине из процеса анодног испирања, остаци процеса полирања
ТОПЛОТНА ОБРАДА	Прерада и рециклирање након каљења хлађењем, повраћај соли у процесу каљења.
БОЈЕ	Кабине – коморе за фарбање прскање, испирање
СТАКЛАРСТВО	Остаци од процеса брушења, отпадне воде од процеса бојења
СТОЧАРСТВО, БИОЛОШКА ГОРИВА	Испуштање талога из комора за биогаз, остаци стајског ђубрива, повраћај концентрата
СУВО – МЕСАРСКА ИНДУСТРИЈА	Отпадна вода од процеса третирања на бази морске соли
ШТАМПАЊЕ	Концентрација фотографског развијача, фиксатора, концентрати штампарских боја, испирања, вода након штампе на картону, остаци флексографије, остаци хромирања и гравирања

. Техно – економска анализа оте по –

У табели 3 приказане су вредности добијене из једног циклуса рада дестилерије. Ове вредности се, наравно, мењају из циклуса у циклус. Немогуће је оптимизовати постројење у смислу прераде исте количине отпадне воде, нити је то релевантно. Важно је да се из отпадне воде генерише одређени захтевани проценат концентрата и касније издвоји амонијак. Предвиђена оптимална количина муља која треба да се издвоји из отпадне воде јесте 20 – 25 %. Цена једног килограма муља, варира у зависности од врсте муља и компаније која се бави диспозицијом муља. За прорачун касније ће бити узета средња вредност пронађених откупних цена. У циклусу, у зависности од расположиве количине отпадне воде у том тренутку, учествује од 2000 – 3000 литара отпадне воде. У овом случају такође постоје изузеци који се односе на количину већу од 3000 литара. Уобичајено је да се не иде испод 2000 литара управо због ефикасности.

Табела 3. Табеларни приказ запремина укупне количине и издвојених количина засебних елемената из отпадне воде

	Укупна количина отпадне воде у циклусу 1	Количина дестилата издвојена из једног циклуса 1	Количина муља генерисана у једном циклусу 1
Запремина	2 2	211	610

У табели је приказана исплативост инвестирања у постројење за дестилисање кроз поређење трошкова, услужне дестилације и сопствене дестилације. Реч је о дестилисању отпадних вода које настају у процесу штампе, дакле о ономе што дестилерија тренутно дестилише. У дну табеле приказан је период отплате постројења.

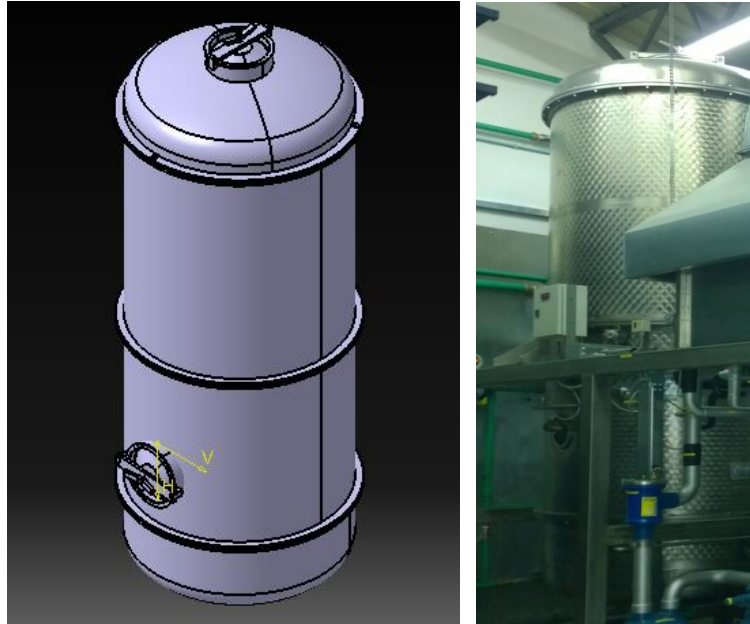
Табела 4. Табеларни приказ финансијских улагања у постројење за дестилисање као и трошкова дестилисања, ECOTECHNO 12000 VS – HP

	Количина l ком.	Цена/ g € , РСД	Новчана средства €
Инвестиција у дестилерију	1 ком.		210 000 €
Годишња потрошња ел. енергије отепло	6 882 k	0 0 с€	18 12 €
Годишње изоловање и продаја муља	1 2 200 kg	0,5 €	66 100 €
Укупни трошкови одржавања			000 €
Укупни трошкови постројења за дестилисање/год.			€
Прљави раствор за дестилисање + превоз €/l l	8 000 l	0,5 €	00 €
Муљ			
Укупни трошкови прераде Флексосола услужно/год.			€
		Период отплате	год

Дестилована вода која је пречишћена се испушта у канализацију и на тај начин се врши очување животне средине, а и трошкови и фреквенција транспорта су много мањи, па се самим тим смањује емисија штетних гасова у атмосферу, и добија веће очување животне средине.

3Д модел вакуумског евапоратора

На основу оригиналног модела евапоратора, одрађен је 3Д модел у програмском пакету "SolidWorks". Модел је приказан на слици 29. Обзиром на то да је фокус овог рада моделирање дестилерије етанол-вода, модела је моделиран је само танк дестилерије ECOTECHNO 12000 VS – HP.



Слика 29. 3Д модел евапоратора ECOTECHNO 12000 VS – HP

. Опште карактеристике постројења

ото

Примена овог уређаја је заснована на: обнови запрљаног разређивача путем дестилације, смањење талога присутног у разређивачу, и раздвајање течности од чврстих супстанци, раздвајање течности са различитим температурама кључања, у случајевима где је то могуће.

Резервоар за дестилацију се пуни у континуитету или у засебним секвенцама, при чему се његово загревање врши помоћу електричне енергије или водене паре; рад са уређајем је једноставан, уређај је чврсте конструкције, постоји (као опција) и могућност додавања вакуумског склопа којим се врши пречишћавање и обнова нестабилних разређивача са нижом тачком кључања, затим систем са обртним стругачима који врши непрекидно чишћење загрејаних површина; на овај начин могуће је вршити пречишћавање јако запрљаних разређивача, уз максимално умањење талога и аутоматско пражњење. Постоји и опција (у облику додатка) аутоматизације процеса дестилације – ова опција се спроводи у неколико корака, чиме се постиже потпуно аутоматизовани процес дестилације, који се покреће једноставним притиском на дугме.

Материјали који се дестилишу су: разређивач који се користи као средство за прање/чишћење, талози штампарске боје, средство за испирање фотополимерне плоче, средство за чишћење које у себи садржи примесе воде, лепка, и сл.

Ефикасност пречишћавања и обнављања разређивача се креће у распону од 90% до 98%, у зависности од количине присутних чврстих материја и степена почетне запрљаности. Захваљујући умањењу талога, количина талога који настаје у процесу пречишћавања је минимална. Док је талог још топао (током пражњења) његова густина је на ниском или средњем нивоу, док је охлађен јако густ. Талог се сврстава у опасне материје и мора се одлагати у складу са важећим правним и еколошким прописима.

Процес дестилације се врши на тај начин да се разређивач у уређају за дестилацију се загрева до тачке кључања и почетка испаравања. Испарења разређивача се хладе у кондензатору са воденим хлађењем, и преливају у резервоар за дестилат. Процес дестилације се може посматрати кроз стакло које је за то намењено.

Систем са обртним стругачима непрекидно чисти талог са загрејаних површина, омогућујући добар провод топлоте и високу ефикасност процеса дестилације.

Функција вакуумске дестилације обједињује три задатка:

- Помоћу ове функције се снижава тачка кључања, чиме се омогућује дестилација средстава за испирање која имају високу тачку кључања (ова функција је потребна код течности чија је тачка кључања приближно изнад тачке од 140° C и увек се може користити све до тачки кључања које не прелазе температуру од 250° C, а када се ради о тачкама које достижу температуру од 300° C дестилација је могућа тек након провере и одобрења које даје N MANN, као и за благу дестилацију супстанци које су термички нестабилне (као што је то случај са, нпр. нитроцелулозом).

- Помоћу ове функције могуће је скратити фазу завршне дестилације, уз стварање талога са минималним примесама разређивача.
- Котао за дестилацију се може напунити тако што ће се у систему најпре направити вакуум, тако да није потребно да се користи додатна пумпа.

Испуштање течности из система: Док стругачи врше своје ротационо кретање, талог истиче из система, и одлази у посуду – контејнер за талог, или у неку другу одговарајућу посуду. Није неопходно вршити мануелно чишћење котла за дестилацију

На слици 30 је приказана фабрика D.W. RENZMANN из Немачке.



Слика 30. Фабрика RENZMANN, Немачка [17]

11. Процеси третмана прљавог растварача помоћу вакуумске дестилације, технолошке и техничке карактеристике постројења ROTO 400

Техничке спецификације дестилерије Roto 400

У табели приказана су спецификације постројења за дестилацију ROTO 400. Постојеће има једноставне компоненте стога спецификација се односи на највеће и уједно свеобухватне потрошаче.

Табела 5. Спецификације дестилерије ROTO 400

Постројење	ROTO 400
Електромотори	200 V 0 H
Снага грејача	18 kW
Снага чилера	18 kW
Снага ЕМ	1 6 kW
Укупна инсталисана снага: 42,5 kW	

У табели 6 приказани су габарити, односно димензије дестилерије ROTO 400 и њена тежина.

Табела 6. Димензије и тежина дестилерије ROTO 400

	Јединица мере	
Дужина		2000
Ширина		2200
Висина		1000
Тежина	kg	1000

У табели приказане су радна запремина евапоратора, максималан капацитет пуњења евапоратора, као и максимална енергија коју производе грејачи евапоратора RENZMANN ROTO 400.

Табела 7. Капацитети и учинак дестилерије RENZMANN ROTO 400

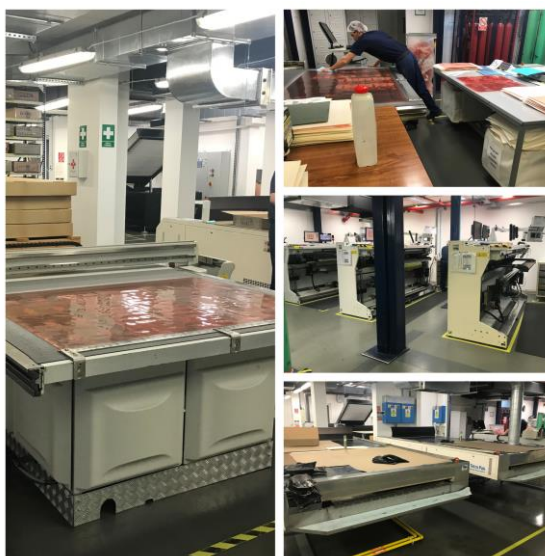
	Јединица мере	
Капацитет пуњења	l	100
Капацитет котла (укупна запремина)	l	100
Капацитет електричног загревања (са електричним загревањем)	kW	18

Учинак, односно ефикасност дестилације може да варира у односу на овде приказане вредности, услед дејства следећих фактора: Учинак дестилације може да се повећа уколико систем користи грејање на бази водене паре, затим уколико се дестилишу разређивачи чија је тачка исправљања нижа као што је то случај са толуеном или нафтом, као и уколико се ради о благо запрљаним разређивачима.

Учинак дестилације исто тако може бити слабији уколико се врши дестилација разређивача са вишом тачком испаривања, као нпр. етанола или воде, као и приликом дестилације високозапрљаних разређивача .

Процес производње клишеа и генерисања запрљаног растварача

У процесу производње клишеа биће приказани и описани делови дестилерије са својим улогама, који су круцијални за процес и који као последицу имају генерисање остатака од плоча који се шаљу после процеса испирања на дестилацију. На слици 1 је приказан Prepress просторија у којој се производе клишеи и где се генерише остатак од фотополимерних плоча који заједно са Флексосолом путује у дестилерију.



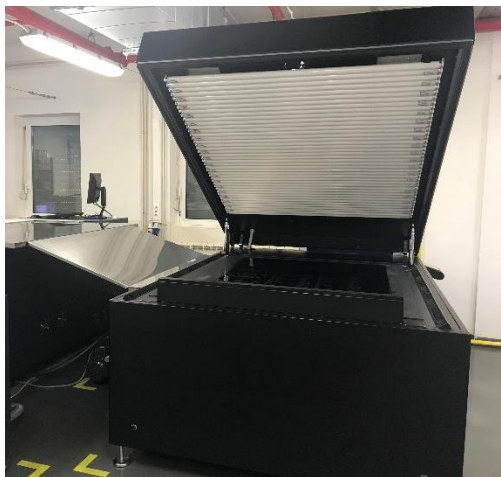
Слика 31. Изглед Prepress – а

Процес израде клишеа и генерисања остатака у растварачу Флексосол почиње од сирових фотополимерних плоча које се припремају за процес штампања. Плоче се добијају као сировине и на себи имају заштитну црну маску са предње стране, и фолију са задње стране. На слици 32 је приказана фотополимерна плоча.



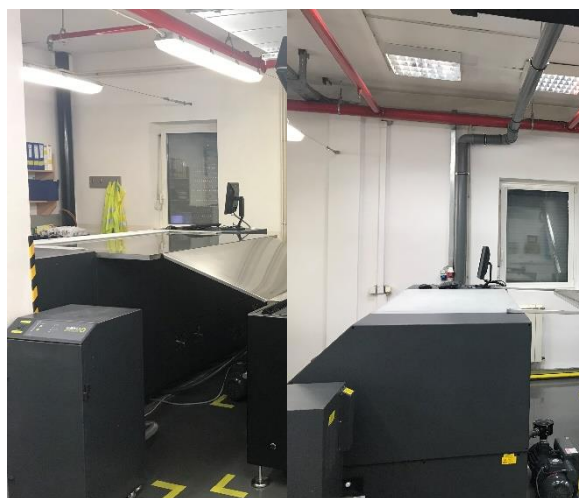
Слика 32. Изглед Фотополимерне плоче

Плоча има заштитне слојеве са обе стране, предње и задње. Те две стране разликују се по заштити. Предња страна има црну маску преко слоја мономера, док се са задње стране налази фолија која има мало слабије својство чувања слоја са задње стране плоче. Када плоча уђе у процес прво се осветљава са задње стране, и тај процес назива се предекспозиција. Ова фаза је врло важна како би се направила база за каснији процес главне експозиције. Процес предекспозиције траје релативно кратко. За оба процеса користи се УВ зрачење које се обезбеђује УВ лампама. На слици приказана је машина „хросер“ односно Осветљивач, који врши предекспозицију. У суштини, иста машина може радити експозицију и предекспозицију, време је одређујући параметар.



Слика 33. Осветљивач

Затим, се у следећој фази у софтверу подесе фајлови које читава машина под називом *C I енг. „Cyrel Digital Imager”*), односно ласер, који на основу распореда клишеа подешених у софтверу гравира црну маску на предњој страни фотополимерне плоче која ће касније бити осветљена, и на тим местима ће се мономери повезати у ланце полимера, и они ће дати одређени и одговарајући отисак (дизајн) на папиру. Машина за ласерско гравирање плоча приказана је на слици .



Слика 34. Ласер за гравирање дизајна

Након фазе гравирања следи фаза главне експозиције која траје знатно дуже од фазе предекспозиције, како би се дизајн јако добро полимеризовао. На слици је

приказан осветљивач другог произвођача. Укупно постоје три исте машине јер се у исто време раде до три процесуирања. Треба рећи и да постоје три различите врсте израде клишеа.



Слика 35. Осветљивач 2

После фазе главне експозиције плоча је осветљена са обе стране и спремна је да иде у машину која се назива Ецерка, у којој се испира вишак неполимеризованих мономера и заштитне маске. Ецерка има у себи четке, које уз помоћ раствора Флексосола испирају и чисте клишеи од вишка неполимеризованих остатака фотоплимерне плоче. После тога, клишеа иду даље на монтажу, а раствор када достигне засићење од 3,5 % (то значи запрљаност са уделом фотополимерних остатака од 3,5 %), се шаље у дестилерију на пречишћавање. Флексосол, дакле, кружи у систему. На слици 36 приказана је Ецерка.



Слика 36. Ецерке

Сензор који региструје запрљаност раствора ради на принципу мерења густине течности. Након добијања параметара густине раствора Флексосола касније се одређује запрљан раствор. Међутим, такође постоји још један начин мерења густине растварача Флексосола, а то је мерење вискозности помоћу кутлаче са отвором на дну исте где се мери време истека течности из кутлаче; тај начин постоји из разлога провере рада

електронике која мери густину, са времена на време. Ако електроника не показује добра мерења, онда је потребно одрадити калибрацију на основу упоредних резултата густине растварача из кутлаче и електронски.

На слици 37 приказана је кутлача за мерење вискозности растварача.



Слика 37. Кутлача за мерење вискозности растварача

Након фазе испирања, клишеа иду у следећу фазу а то је досветљавање, и након тога сушење и као последња фаза следи монтирање. Потребно је да се клишеа намонтирају на тачно одређене ваљке, и након тога иду на процес штампе. Клише које изађе из Ецерке приказано је на слици 8.



Слика 38. Завршено клише са задатом формом

Оно што је врло важно у процесу производње клишеа су температура и влажност околног ваздуха у просторији, па се ови параметри константно мере и потребно је да буду у одређеним границама.

Процес пре – дестилације

Процес генерисања отпадних остатака мономера и маске настаје када се крене са израдом дизајна, односно клишеа која се касније користе у процесу штампања. Флексосол који испира остатке неполимеризованих мономера и маске, у себи садржи примесе:

угљоводоника,
алкана,
бензил – алкохол, и
друго.

Како би било јасно како изгледа ток кретања заправљеног Флексосола које се након засићења употребе шаљу у дестилерију на третман, на слици приказана је шема тока кретања засићеног Флексосола. Узгред, приказан је шематски приказ Prepress – а и просторије са дестилеријом.



Слика 39. Блок шема приказа тока отпадног растварача

Пре самог процеса дестилације, раствор са примесама фотополимерних остатака се шаље у резервоар за складиштење прљавог раствора. Резервоар је обележен словом Б. На слици 40 је приказан резервоар Б.



Слика 40. Резервоар Б, за складиштење прљавог растварача

Резервоара укупно има 4. Један је резервоар за раствор који се потискује у производњу, један за запрљан раствор, и два резервоара за пречишћен раствор у које се дестилерија празни док ради. Резервоари су обележени словима А Б и два резервоара Ц. Резервоарови А, Б и Ц су запремине 2000 литара, а преостали резервоар Ц је запремине 1000 литара. Резервоар А има задатак шаље пречишћен раствор у производњу. (слика 1 .



Слика 41. Резервоар А

Два резервоара Ц су прихватни резервоари за складиштење прерађеног, односно пречишћеног раствора. Уколико је производња већа, треба да постоји складиште у које ће се складиштити прерађен раствор, па из тог разлога постоје два резервоара за прихват дестилата. Резервоари су опремљени регулацијом пуњења као и претакања раствора у други резервоар или до дестилерије. Регулација се односи на сензоре капацитета који, када до њих дође течни флуид прекидају пуњење истог. Углавном се претакање врши помоћу пнеуматских пумпи и цевоводом се транспортује. Запремина ових резервоара омогућује рад са максималним капацитетом производње без сметњи. На слици 2 су приказани резервоари Ц.



Слика 42. Резервоари Ц

На слици приказани су грејачи уља. Постоје укупно 4 грејача, укупне снаге 18 kW, односно k по грејачу.



Слика 43. Грејачи термалног уља

Како би се знало колики је потпритисак у резервоару за дестилацију, постоји вакуумметар који мери потпритисак. Оног тренутка када се достигне вредност од 800 аг процес дестилације започиње. То време износи око 12 – 13 минута. Након почетка рада, потпритисак наставља са прогресијом, и када достигне вредност од 950 аг ту се зауставља и тај потпритисак одржава. Оно што се још може видети на слици је да је зеленом бојом обојена идеална вредност потпритиска.



Слика 44. Вакуумметар за мерење потпритиска

Процес дестилације

Аутоматска дестилација

Аутоматизација процеса дестилације смањује обим радног ангажовања оператера. Захваљујући аутоматизованом понављању оптимално подешених радних параметара, могуће је остварити такав рад уређаја којим се постиже константан и висок учинак дестилације, уз уједначене жељене карактеристике талога. При томе, овако аутоматизовани процес рада није потребно надзирати. На овај начин дестилација се врши уз знатне уштеде, нарочито уколико је степен радног ангажовања уређаја велики – близу пуног капацитета.

Процес дестилације почиње утакањем прљавог Флексосола у резервоар за дестилацију. Пнеуматском пумпом се запрљани Флексосол из резервоара Б шаље у резервоар за дестилацију (слика 45).



Слика 45. Резервоар за дестилацију

Два најважнија параметра која се прате у дестилерији N MANN су температура и потпритисак. Термално уље које се налази у дуплом зиду резервоара греје се уз помоћ грејача на температуру од око 150 °C, уз потпритисак од око 0 ат. На слици 46 приказана су очитавања температура.



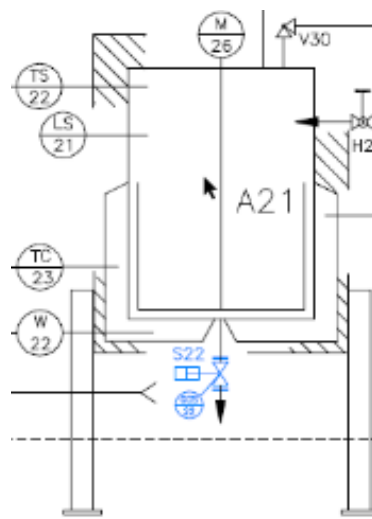
Слика 46. Параметри температуре

Врло важан сегмент дестилерије RENZMANN представља и обртна стругалица која све време ротира по дну резервоара не дозвољавајући да се издвојена материја на дну залепи или загори, обзиром на то да резервоар има дупли зид који је испуњен уљем. Четке покреће мотор – редуктор приказан на слици .



Слика 47. Мотор – редуктор

Преко термалног уља, као радног флуида (укупна запремина је око 170 литара), врши се загревање свеукупне запремине и испаравање дестилата. Уље се налази између два зида, и грејачима се греје на задату температуру. У овом случају, температура уља је око 150 °C. Да није вакуума, било би потребно да се постигне температура од око 220 °C, што са собом носи веће трошкове а и мањи радни век дестилерије, због константног излагања високим температурама. На слици 8 приказан је дупли зид резервоара.



Слика 48. Дупли зид резервоара

Настанак вакуума у систему

Вакуум у целом систему се обезбеђује уз помоћ вакуум пумпе. Вакуум пумпа користећи воду из вакуумског резервоара која циркулише у затвореном систему (вакуумски резервоар је скоро цео испуњен чистом водом) прави потпритисак (вакуум у систему). На слици је приказана вакуум пумпа која производи вакуум у систему.



Слика . 49. Вакуум пумпа

Принцип рада дестилатора

Након покретања машине, пуни се суд за евапорацију до капацитивног сензора отпадног раствора (око 00 литара . Евапоратор се покреће након 12 – 1 минута и креће циклус дестилисања.

У току времена, како десилат испарава, евапоратор се допуњава остацима неполимеризованих мономера. Евапоратор се допуњава наредних 7 сати, и тај начин рада се назива „Refill time“. Такође постоји и „own time“ које означава време пражњења последње количине преосталог дестилата у дестилатору и овај процес траје 2 сата и 45 минута. Када истекне 7 сати, циклус се завршава.

Оператер пушта да се аутоматски истаче муљ који се на дну сакупља током дестилације. На основу искуства, оператер зна колика густина муља је идеална, односно на основу брзине истицања. Систем се аутоматски празни, а оператер је ту да командама, односно притиском на тастер покрене циклус пражњења. Клапна се отвара и остатак истиче у буре директно. Буре када се напуни (има запремину од 200 литара, што је око 3 циклуса) затвара се и шаље у складиште. Из тог складишта касније се шаље на спаљивање у спалионицу у аустријски град Беч. Спалионица где се шаље муљ се налази у Бечу. За време истакања јавља се појава гасова и испарења, тако да је неопходно да се у просторији укључи систем вентилације који извлачи гасну пару.

Спречавање изливања – кипљења“ течности

У зависности од врсте запрљаности течности, као и у случајевима када постоји висок садржај воде или када разређивач чија се дестилација врши у себи садржи више различитих компоненти чије се тачке кључања у великој мери разликују, може доћи до стварања пене, односно до тога да течност 'искипи' приликом кључања.

У оваквим случајевима, неопходно је да се вакуум активира тек након што дође до испаравања воде и компоненти чија је тачка кључања ниска (ово испаравање се врши без стварања вакуума), односно тек након што дође до опадања нивоа течности у котлу за дестилацију.

У случају да се вакуум активира пребрзо након загревања, доћи ће до још интензивнијег стварања пене и кипљења течности. Одређивање најбољег времена за активирање вакуума се постиже искуством у раду.

Уколико је ипак дошло до кипљења течности у уређају, неопходно је да се потпуно исуши и затим добор испере читав вакуумски уређај, колектор за ситне честице течности, као и кондензатор .

Хладњак за воду

Овај уређај ствара воду за хлађење са распоном температуре која се креће од 10 – 15° С испод температуре која влада у окружењу. Када су потребне ниже температуре воде за хлађење, као и у ситуацијама када је температура у окружењу >30° С, увек се мора користити уређај за хлађење (који поседује расхладно – компресионо коло).

Уређај се испоручује у склопљеном стању, и монтира се изван зоне опасности. Компоненте расхладног уређаја су:

- Размењивач топлоте ваздух вода – систем бакарних цеви са алуминијумским радијатор – плочама;
- Вентилатор са осовином;
- Експанзиона посуда са сигурносним вентилом;
- Контејнер за воду за хлађење, са циркулационом пумпом, чија брзина протока зависи од величине;
- Сви делови су постављени на основни рам, и повезани са инсталацијама;
- Заштитна кутија од галванизованог (поцинкованог) лима, за монтирање изван затвореног простора .

Вода за хлађење

Када је у питању кондензатор и вакуумски уређај, довод воде за хлађење се обезбеђује на један од могућих начина: из већ постојећег система воденог хлађења, или из уређаја за хлађење воде, односно уређаја за додатно хлађење воде, који поседује затворено коло за хлађење које испоручује N MANN (не користи се вода са јавног система водоснабдевања).

Захтеви у погледу воде за хлађење су:

- расхладни капацитет мора да износи најмање 90% грејног капацитета који поседује уређај за хлађење;
- притисак у систему воде за хлађење мора бити најмање 1,5 бар
- максимална температура код уласка у систем не сме бити већа од 20 °C
- Вода у себи садржи гликол (антифриз), како се вода зими не би заледила .

Клапна за испуштање остатака из процеса дестилације

На слици 0 приказан је склоп у коме се налази клапна која се аутоматски отвара, односно притиском на дугме оператера а успомоћ пнеуматског цилиндра. Дестилерија је комплетно аутоматизована, и маневрисање се врши успомоћ дисплеја и тастера.



Слика 50. Клапна за испуст испраних мономера

Сабирни базен

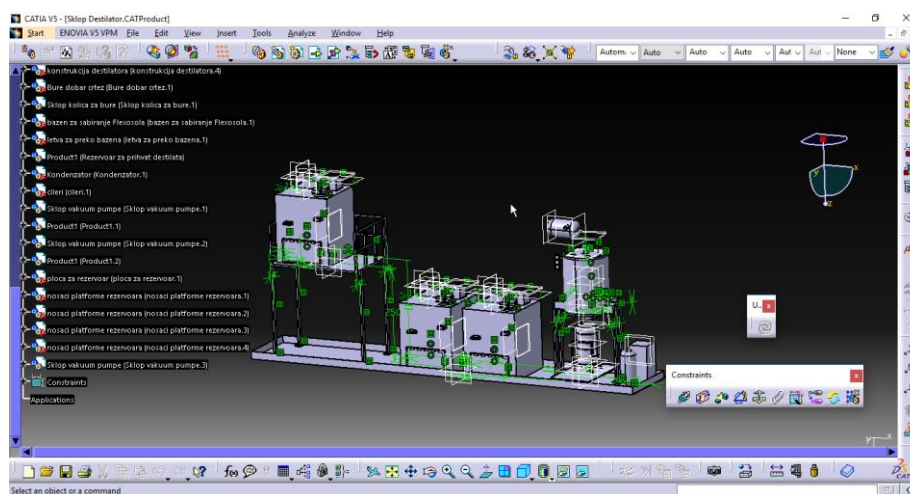
Комплетна дестилерија стоји у једном металном базену, који има улогу сигурносног сабирника течности која, уколико се деси да се садржај дестилерије излије, излије у тај базен. Ако се деси да се нека количина течности излије, оператерима је много лакше да покупе течност из тог базена него да се она разлије по целој просторији. Базен је запремине око 2 m (слика 51).



Слика 51. Метални базен

. 3Д модел постројења Renzmann Roto

На основу оригиналног модела евапоратора, одрађен је 3Д модел у програмском пакету "Catia 18". Модел је приказан на слици 52.



Слика 52. 3Д модел постројења Renzmann Roto 400

. Техно – економска анализа enz ann oto

У табели 8 су приказане вредности добијене из једног циклуса рада дестилерије. Ове вредности се, врло мало мењају из циклуса у циклус. Немогуће је оптимизовати постројење у смислу прераде исте количине отпадне воде, али су осцилације мале. Важно је да се из запрљаног растварача генерише што квалитетнији концентрат (концентрат са што мањим процентом растварача у себи). У циклусу учествује око 1200 литара прљавог растварача.

Табела 8. Табеларни приказ запремина укупне количине, и издвојених количина засебних елемената из прљавог растварача

	Укупна количина прљавог растварача у циклусу 1	Количина дестилата издвојена из једног циклуса 1	Количина талога генерисана у једном циклусу 1
Запремина	1200	11 0	0

У овом случају издвојена количина талога изражена у процентима износи око 6 %, од укупне запремине дестилисаног муља.

Флексосол је изузетно скуп растварач, и зато је врло важно имати добру дестилацију, како би се што већи проценат истог дестиловао. Цена једног килограма Флексосола варира 1 .

Пошто су у питању иностране валуте, у овом случају индијска, потребно је извршити конверзију јер се прорачун базира на две валуте, РСД и Евро. Један литар Флексосола је око 2,3 € 20 .

У табели је приказана исплативост инвестирања у постројење за дестилисање кроз поређење трошкова, услужне дестилације и сопствене дестилације. Реч је о дестилисању Флексосола, дакле о ономе што дестилерија тренутно дестилише. У дну табеле приказан је и период отплате.

Табела 9. Табеларни приказ финансијских улагања у постројење за дестилисање као и трошкова дестилисања, ROTO 400

	Количина 1 g, ком., год.	Цена/ g € , РСД	Новчана средства €
Инвестиција у дестилерију	1 ком.		18 000 €
Годишња потрошња ел. енергије ото	0 1 0 k	с€	1 20 €
Годишње изоловање и продаја муља	6 000 kg	0,5 €	31 500 €
Трошкови одржавања	1 год.		556,7 €

Укупни трошкови потројења за дестилисање/год.			,7 €
Прљави раствор за дестилисање + превоз €/1 l	1 080 000 l	0,5 €	540 000 €
Муљ			
Укупни трошкови прераде Флексосола услужно/год.			540 000 €
		Период отплате	год

Упоредна енергетска и економска анализа

У табели 10 је приказана упоредна спецификација две дестилерије претходно описане у раду. Побројани су разни параметри, и променом одређених параметара долази се до различитих података и калкулација. Прорачун ће се односити на обраду отпадних вода са процеса штампе у оба постројења, и анализе исплативости коришћења. .

Табела 10. Упоредна спецификација двеју дестилерија, побројани параметри

		—
Радни флуид	Раствор Флексосол	Отпадна вода
Температура кључања	95 °C	88 °C
Инсталисана снага	2 k	1 k
Време трајања циклуса	10	
Запремина једног циклуса	1200 l	2 2 l
Број циклуса годишње	00	62
Годишња обрађена запремина	1 080 000 l	8 000 l
Количина издвојеног остатка изражена у	2 – 10	20 – 2

Бројчани подаци о процесним параметрима и потрошњи енергената постројења COT CHNO 12000 V – HP приказани су у табели 11.

Табела 11. Бројчани подаци о процесу рада и потрошњи енергената дестилерије Ecotechno 12000 VS – HP

	Бројчани подаци
Инсталисана снага постројења	1 k
Запремина дестилисане воде	8 000 l
Потребан број циклуса у току године	362 циклуса
Запремина обрађеног дестилисане садржаја по циклусу	2 2 l
Температура кључања	88 °C
Притисак у дестилатору	0 ar
Просечно време трајања једног циклуса	
Потрошња енергије за један циклус	1016 2 k
Потрошња годишња потрошња k	

Уколико би се отпадна вода из штампарских машина, дестилисала у дестилерији N MANN о о 00, а у случају да се задрже исти параметри, резултанта потрошње би била другачија него што је то у случају коришћења дестилерије COT CHNO. Разлог за то је пре свега другачији принцип рада, и мања инсталисана снага. Бројчане вредности приказане у табели 12.

Табела 12. Бројчане вредности постројења Renzmann Roto 400

	Бројчани подаци
Инсталисана снага постројења (због снижене Т и некоришћења свих ЕМ)	k
Запремина дестилисане воде	8 000 l
Потребан број циклуса у току године	822 циклуса
Запремина обрађеног дестилисане садржаја по циклусу	1200 l
Температура кључања	88 °C
Притисак у дестилатору	0 ar
Просечно време трајања једног циклуса	10
Потрошња енергије за један циклус	0 k
Укупна годишња потрошња	

Након прорачуна и добијања потрошње у k , потребно је прорачунати потрошњу у новцу, односно у РСД и еврима.

Цене електричне енергије које се могу наћи на званичном сајту Електропривреде Србије подељене у три зоне приказане су у табели 1. Преузет је нови ценовник електричне енергије који је ступио на снагу од првог октобра 2016. године 21.

Табела 13. Ценовник електричне енергије за домаћинства

	Виша тарифа	Нижа тарифа
Зелена зона 1 k	8 РСД	1,46 РСД
Плава зона 1 k	8,76 РСД	2,19 РСД
Црвена зона 1 k	17,72 РСД	4,38 РСД

У табели 1 приказане су граничне вредности потрошене електричне енергије у k. Вредности су приказане како би се знало ком опсегу припада анализиран случај 22.

Табела 14. Подела потрошње електричне енергије на зоне

	Граничне вредности [kWh]
Зелена зона	0 – 0
Плава зона	0 – 1600
Црвена зона	преко 1600

Међутим, обзиром да се ради о индустрији, цене 1 k се разликују у односу на цене електричне енергије у домаћинствима. Цена помоћу које ће бити вршене калкулације преузете су из фабрике за коју се анализе и врше. Цена износи 5 с€ 1 k 2.

Трошкови одржавања

У табели 1 су приказани трошкови одржавања дестилерије N MANN о о 00 на годишњем нивоу. Укупна сума трошкова не подразумева отказе појединих делова у току године, јер је то немогуће узети у прорачун.

Табела 15. Приказ годишњих трошкова одржавања дестилерије RENZMANN Roto 400

	Количина 1 ком.	Трошкови €
Мењање термалног уља	1 0 1	6 €
Чишћење грејача	4 ком.	100 €
Укупни трошкови: 556,7 €		

У табели 16 су приказани трошкови одржавања дестилерије COT CHNO 12000 V – HP на годишњем нивоу.

Табела 16. Приказ годишњих трошкова одржавања дестилерије ECOTECHNO 12000 VS – HP

	Количина	Трошкови €
Мењање потрошних делова (заптивке, вентили, пумпе, ..)		око 5 000 €
Укупни трошкови: 5 000 €		

У табели 1 приказане су вредности потрошње електричне енергије у k као и потребна финансијска средства за одговарајуће потрошаче, односно постројења за дестилисање. Као резултат упоређивања приказана је финансијска разлика у РСД односно у € , како би се могло видети коју је дестилерију исплативије користити за третман отпадних вода, што је и био циљ рада 2. На крају је додата и вредност разлике одржавања оба система као коначна сума уштеде.

Табела 17. Упоредне финансијске и енергетске вредности два постројења, Renzmann i Ecotechno

	N MANN o o 00	COT CHNO 12000 V – HP
Потрошња електричне енергије		
Месечна потрошња електричне енергије	2 k	0 6 6 8 k
Средња цена 1 kWh/РСД	с€	с€
Месечни финансијски издаци	126 2 €	1 2 8 €
Укупни трошкови одржавања	6 €	000 €
Годишњи финансијски издаци	1 6 €	2 1 €
Годишња уштеда:		– €

Закључак

Из претходног рада се може закључити неколико битних појединости:

Оба постројења која су анализирана у раду, $\text{еп апн } 00 \text{ i со ес по } 12000 \text{ V}$ – НР врше третман материја на савремен начин, успомоћ вакуумске дестилације.

Извршена је техно – економска анализа оба постројења. Испоставило се да је технички боље решење за конкретан случај прераде отпадних вода са процеса штампе постројење $\text{еп апн } 00$ које има гребалицу, односно муљач, који све време меша масу у резервоару за дестилисање, што не дозвољава слегање материје која се дестилише. За разлику од овог постројења $\text{со ес по } 12000$ нема ту могућност па се дешава да се наталожен талог стегне и остане до наредног чишћења резервоара, што смањује ефикасност постројења.

Са енергетског аспекта, еп апн има инсталисану снагу $42,5 \text{ k}$ док постројење $\text{со ес по } 12000 \text{ V}$ – НР има инсталисану снагу од $135,5 \text{ kW}$. Годишња разлика износи око 63 000 k . У раду је приказано да у случају фабрике Тетра Пак није потребно постројење величине со ес по , већ би се ово постројење могло заменити постројењем еп апн уз учесталији рад.

С економског аспекта исплативије је постројење $\text{еп апн } 00$ из разлога, што мање енергије троши за свој рад, а и одржавање је јефтиније.

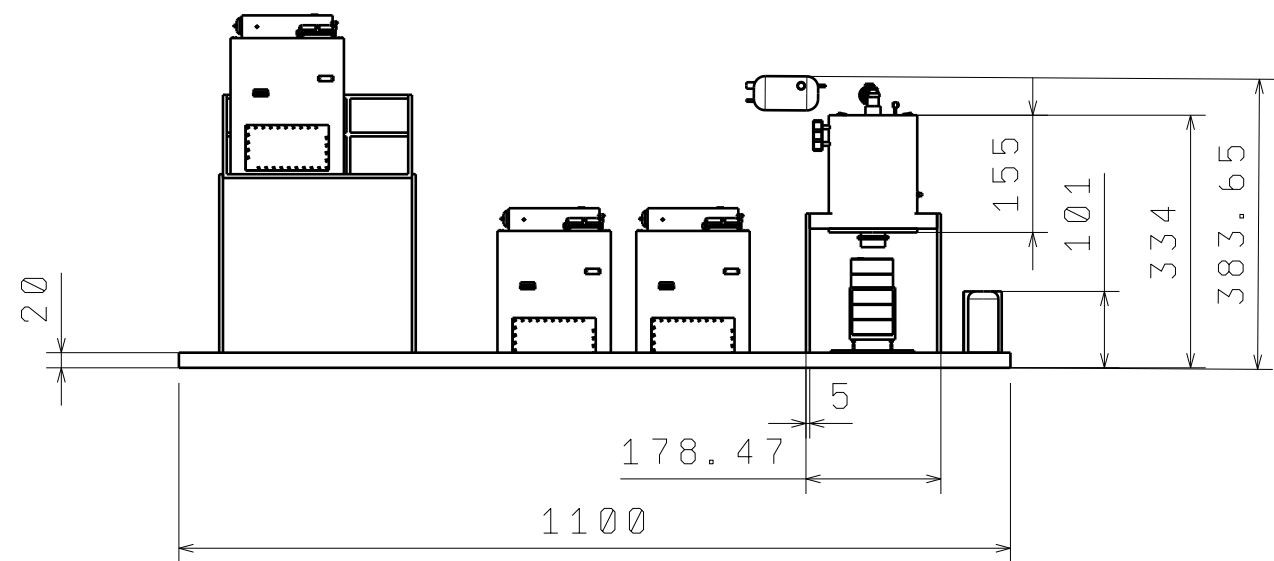
Уштеде у коришћењу постројења еп апн , које би се оствариле када би се отпадна вода третирали у овом постројењу износи 6 0 € на годишњем нивоу.

Урађен је 3Д модел евапоратора $\text{со ес по } 12000 \text{ V}$ – НР, а фокус је био на постројењу Renzmann Roto 400, где је урађен 3Д модел целог постројења.

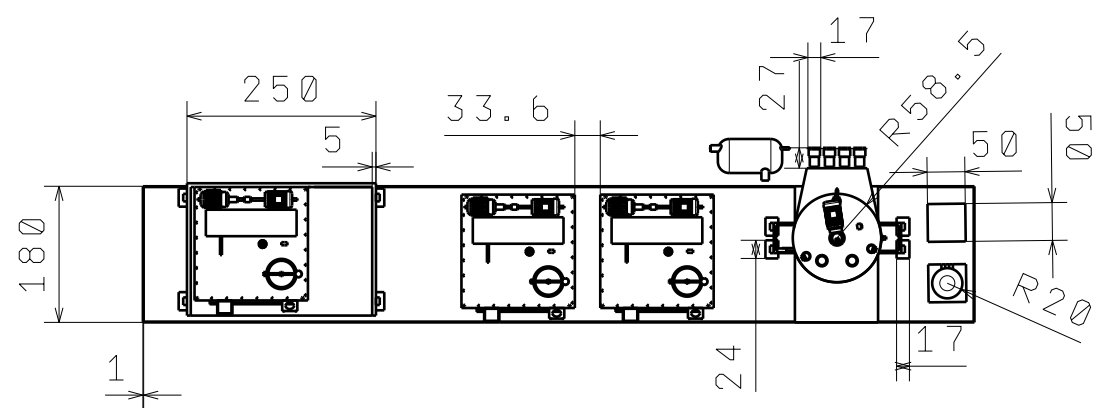
Литература

- 1 Шуштершич В., *Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода* Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Крагујевац, 201 .
- 2 [p: .eco ec no.i en co pany](#) приступио 28.02.2018.
- [ps: .d ren ann.de p ilosop ie des illieranlagen. l l](#) (приступио 2 .06.2018.
- [ps: condorc e .co en](#) (приступио 0 .08.2018.
- [ps: condorc e .co log p con en uploads e presa 8.jpg](#) (приступио 03.08.2018.)
- 6 [ps: condorc e .co en a er rea en](#) (приступио 03.08.2018.)
- [ps: condorc e .co en sec ors grap ic ar s](#) (приступио 03.08.2018.)
- 8 [ps: condorc e .co iles ic as en Fic a 20 NVI T 20 T 20V N.pd](#) (приступио 02.08.2018.)
- [ps: condorc e .co iles produc de ail envides l vs 2 100.jpg](#) (приступио 0 .08.2018.
- 10 [ps: .veolia.co en](#) (приступио 03.08.2018.)
- 11 [p: .evald.co p con en uploads 2016 06 x VA vapora or vapora ion Tec nologies as e a e r PC F.jpg.pagespeed.ic.ip K u CM.jpg](#) (приступио 02.08.2018.)
- 12 [p: .evald.co pc series](#) (приступио 01.08.2018.)
- 1 [ps: .jean rel.co ac ine lavage solvan s. l](#) (приступио 27.07.2018.)
- 1 [p: .ellopro. r i ages produi 2 0 l ne oyage e desin ec ion 10. P](#) (приступио 03.08.2018.)
- 1 [ps: i.yi g.co vi P6 coTkc de aul .jpg](#) (приступио 23.06.2018.)
- 16 [p: .pks.rs A A I ages ce nak.png](#) (приступио 02.08.2018.)
- 1 [ps: .d ren ann.de ilead in processed cs ren ann das un erne en 01 e 8 2 le e.j pg](#) (приступио 27.06.2018.)
- 18 [ps: . ds.co produc s services ca ia](#) (приступио 02.04.2018.).
- 1 [ps: . au a.co i por F O O M 200 p ger any s code. l](#) (приступио 12.07.2018.)
- 20 [ps: .google.rs searc clien opera inr o eur sourceid opera ie TF 8 oe TF 8](#) (приступио 12.07.2018.)

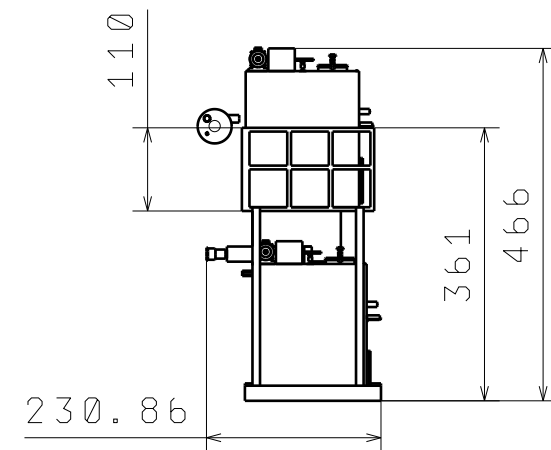
- 21 [p: .eps](#)
[sna devanje.rs kupci ocu en s 20160818 Odluka 20o 20regulisanoj 20ceni 20](#)
[20 a 20 .pd](#) (приступио 30.06.2018.)
- 22 [p: .ceps.rs ves i i e 2 6 cena s ruje](#) (приступио 30.06.2018.)
- 2 [ps: . e rapak.co rs a ou e ra pak a rika u gornje ilanovcu](#) (приступио 12.0 .2018.)
- 2 [ps: .kursna lis a.co](#) (приступио 25.07.2018.)
-



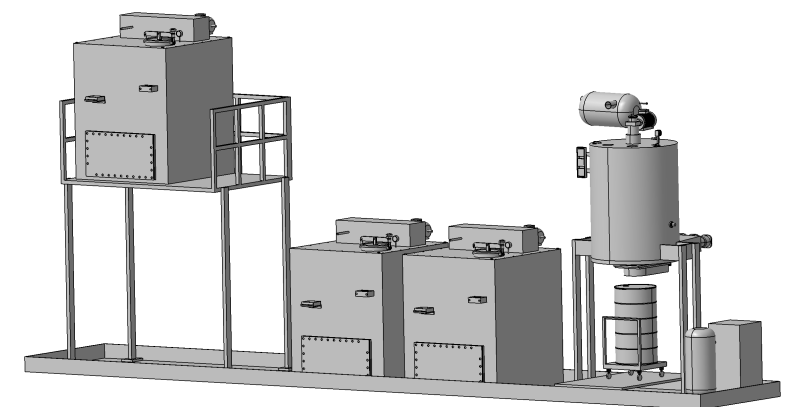
Pogled spreda
Odnos: 1:10



Pogled odozgo
Odnos: 1:10

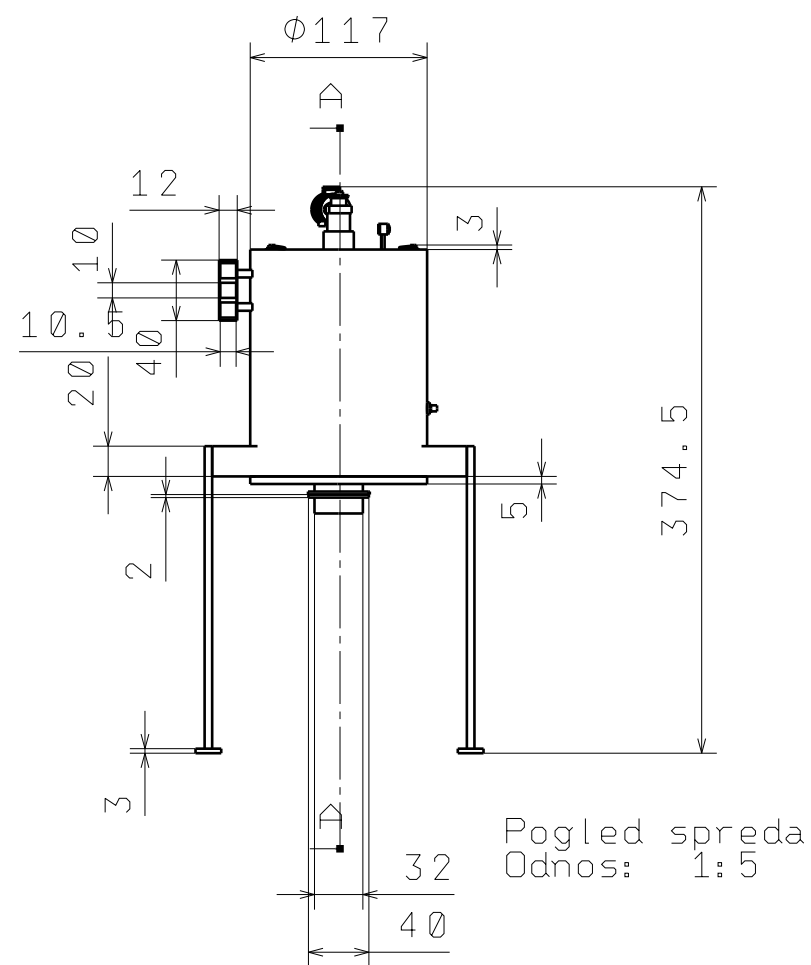


Bocni pogled
Odnos: 1:10

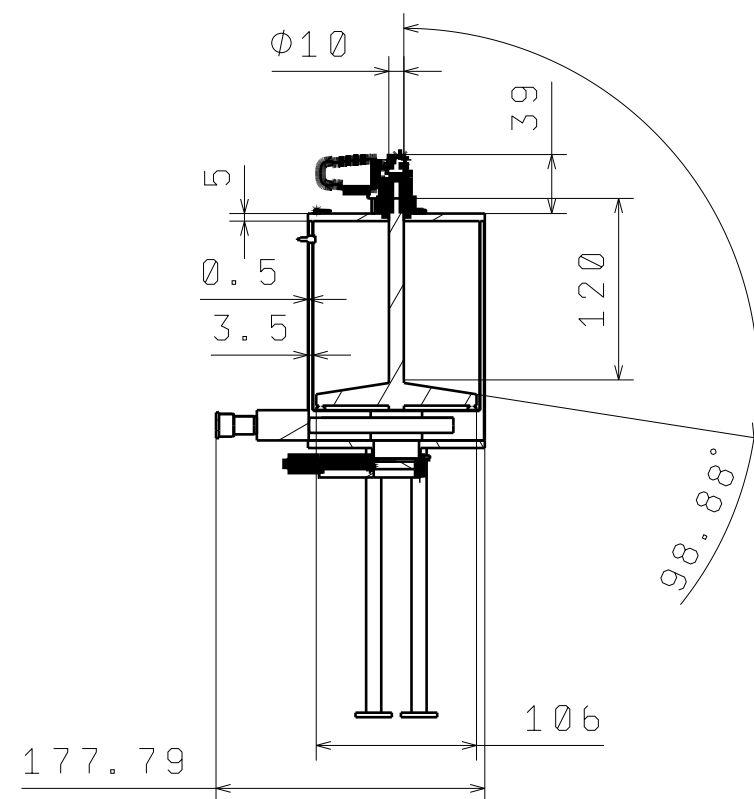


Izometrijski pogled
Odnos: 1:10

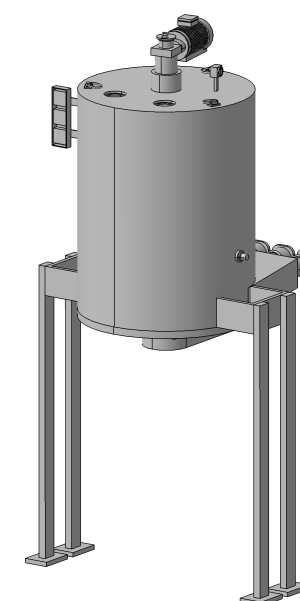
Толеранција слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита								
Материјал								Термичка обрада								
								Формат		Маса		Размера 1:10				
				Датум	06.08.2018.			Назив: estilerija								
				Обрал.	Aleksandar Vasilijevic											
				Станд.												
				Одобр.												
				FIN Kragujevac				Ознака:				Лист:				
												Л				
Ст.и.	Измене		Датум					Име	Изв. под.				Замена за:			



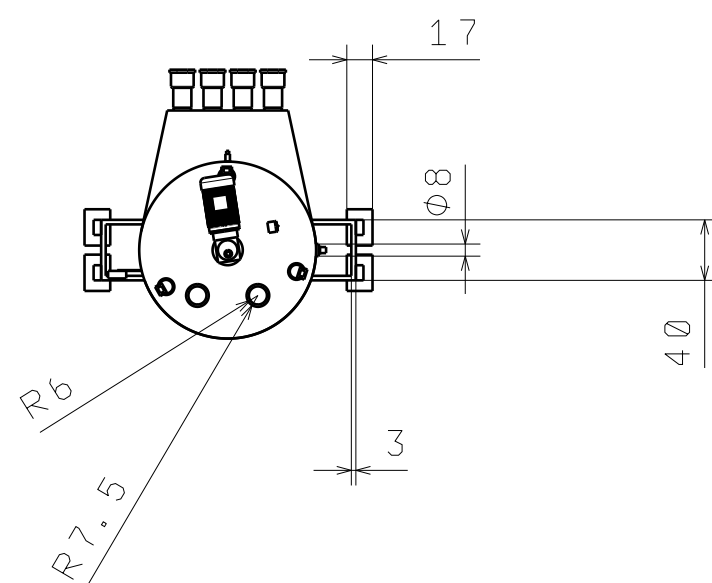
Pogled spreda
Odnos: 1:5



Presek A-A
Odnos: 1:5

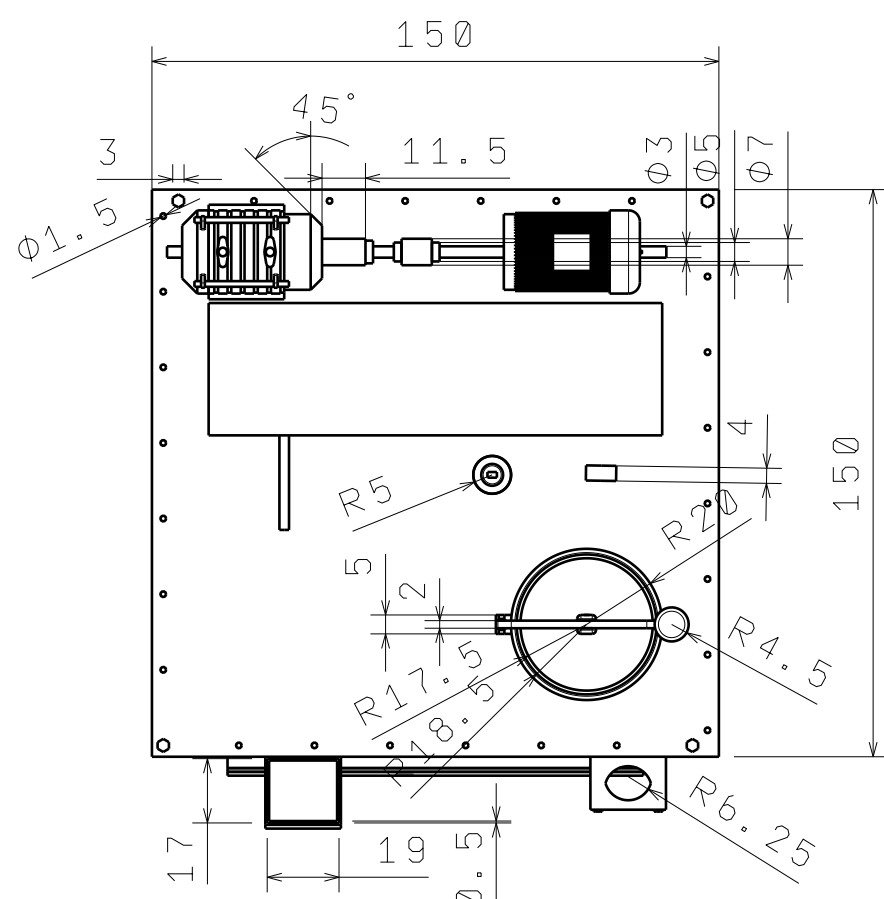
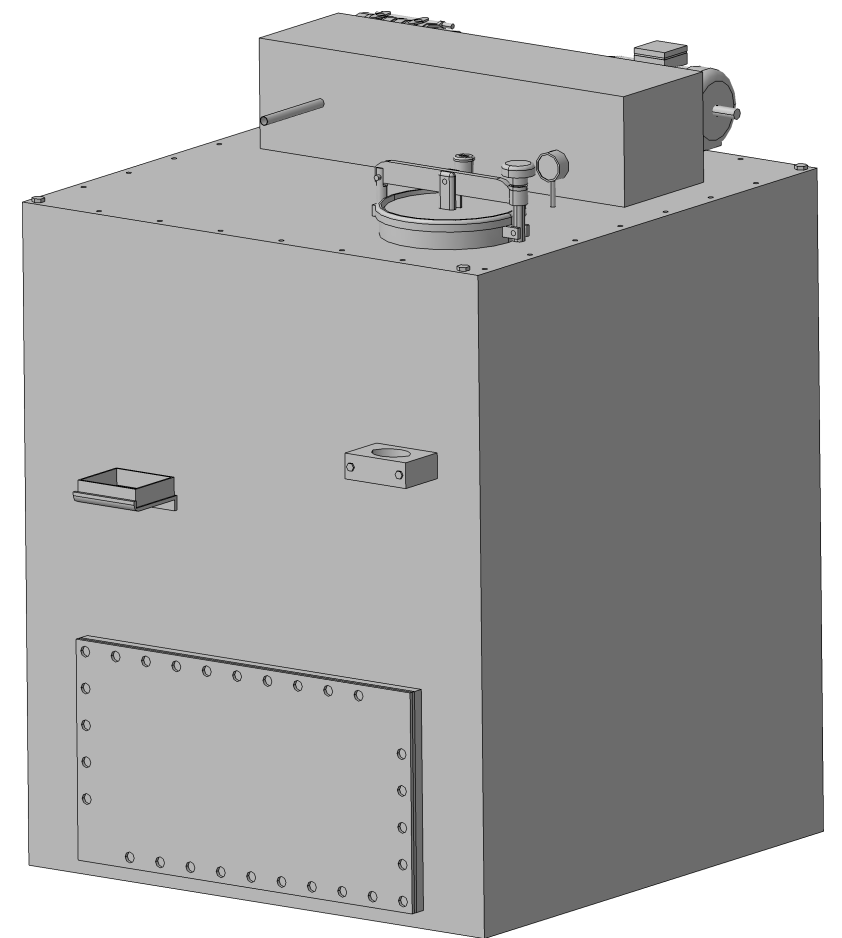
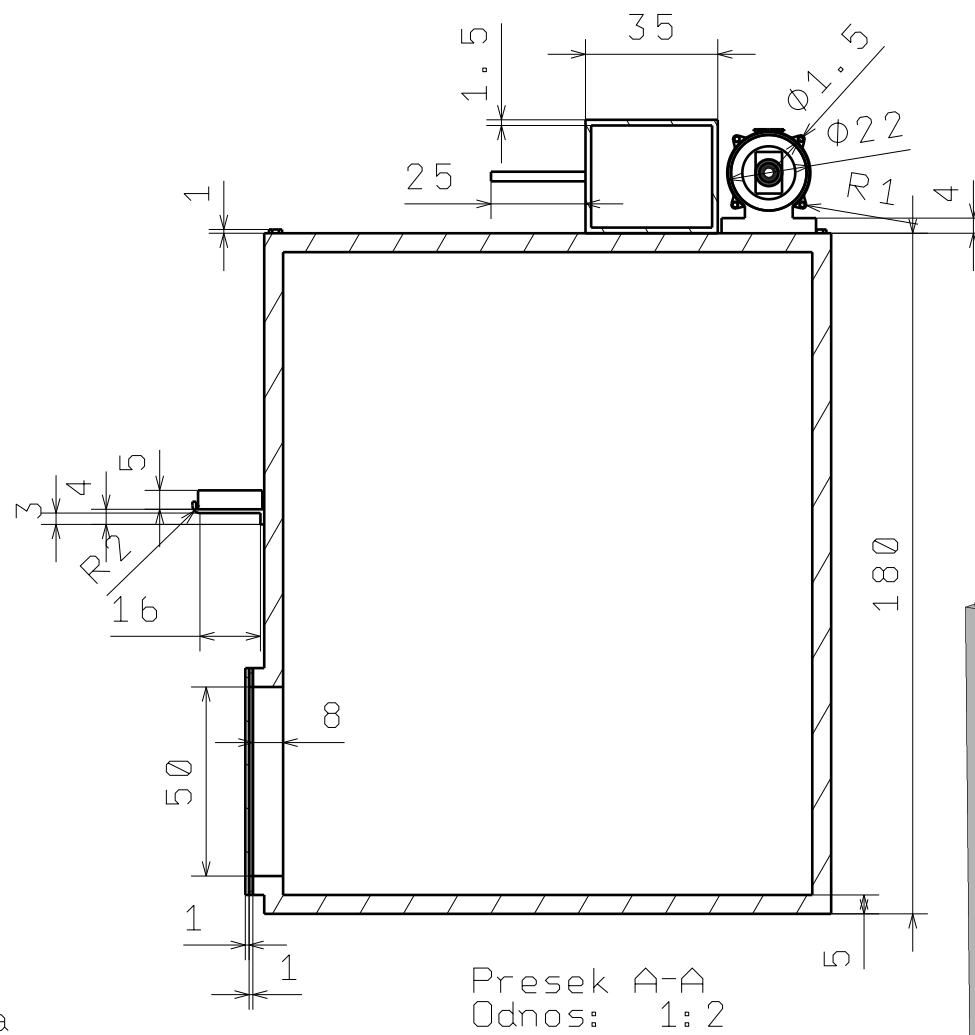
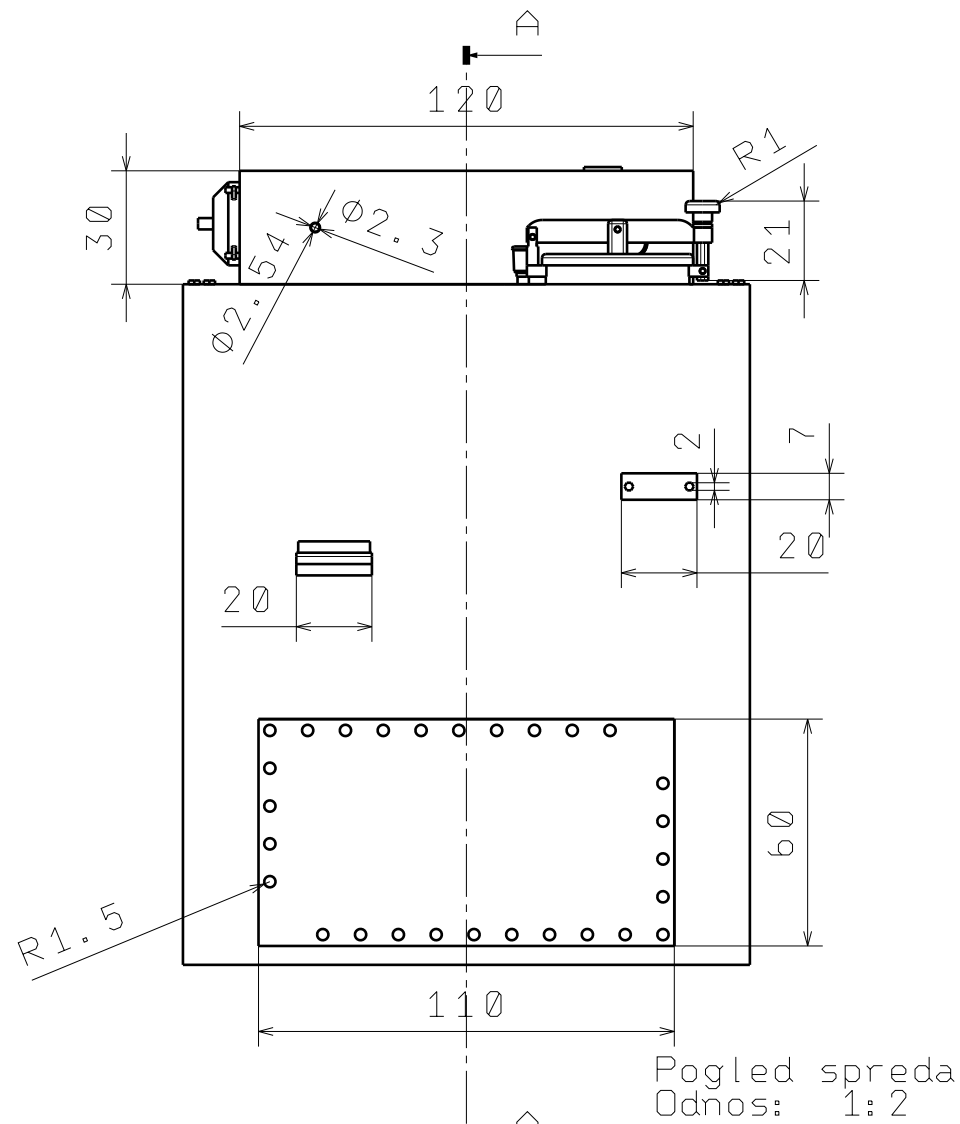


Izometrijski pogled
Odnos: 1:5

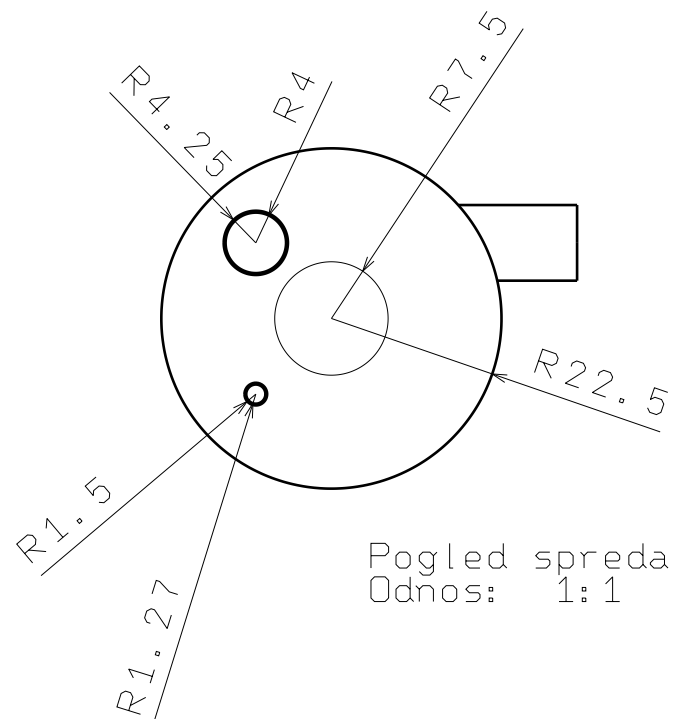


Pogled odozgo
Odnos: 1:5

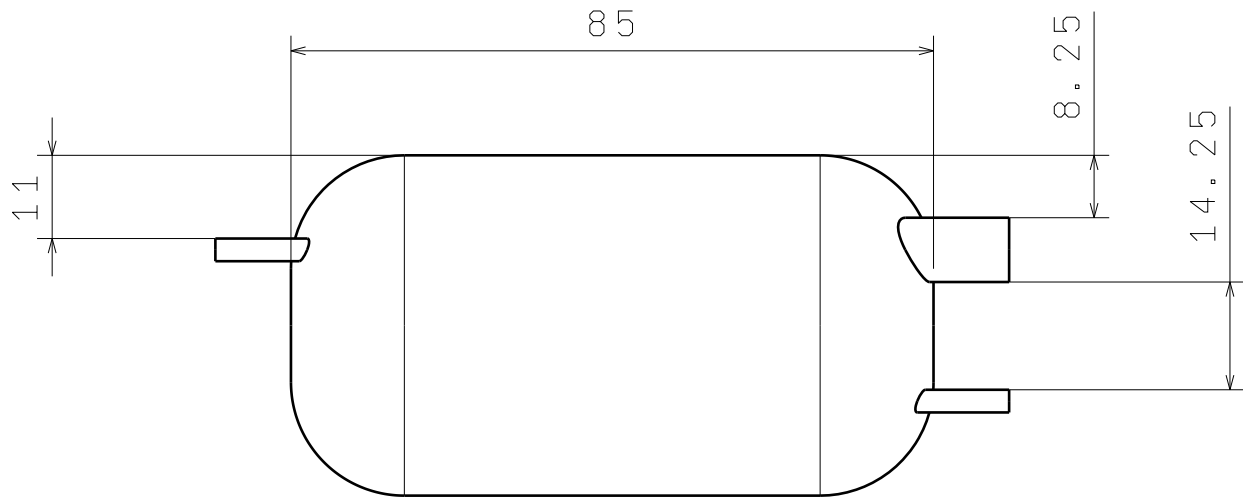
Толеранција слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита						
Материјал								Термичка обрада						
								Формат		Маса		Размера 1:		
				Датум	06.08.2018.			Назив: estilator						
				Обрад.	Aleksandar Vasilijevic									
				Станд.										
				Одобр.										
				FIN Kragujevac				Ознака:					Лист:	
													Л	
Ст.и.	Измене							Датум	Име		Изв. под.			



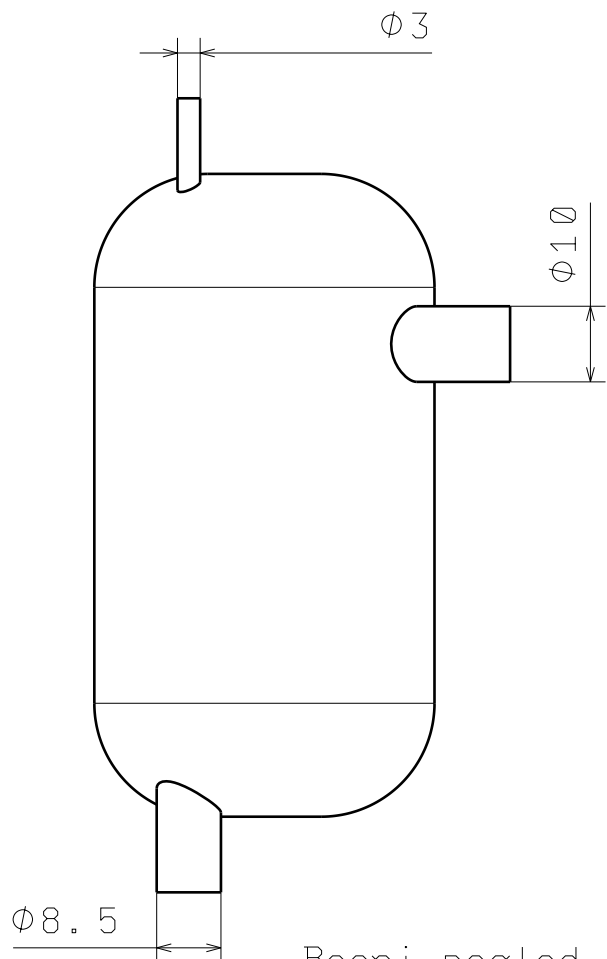
Толеранција слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита								
Материјал								Термичка обрада								
								Формат		Маса		Размера 1:2				
				Датум	06.08.2018.			Назив: lo rezer oara destilatora								
				Обрад.	Aleksandar Vasilijevic											
				Станд.												
				Одобр.												
				FIN Kragujevac 				Ознака:				Лист:				
												Л				
Ст.и.	Измене		Датум					Име	Изв. под.				Замена за:			



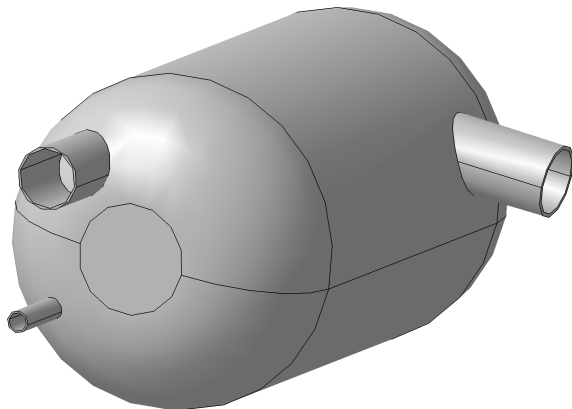
Pogled spreda
Odnos: 1:1



Bocni pogled
Odnos: 1:1

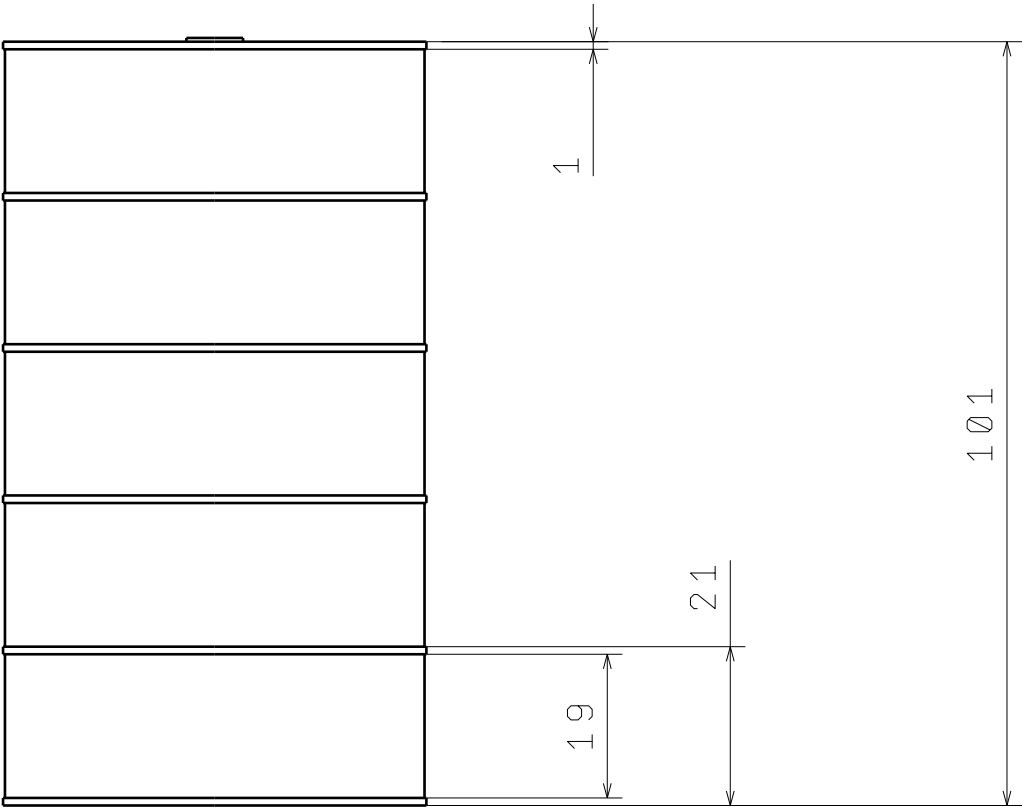


Bocni pogled
Odnos: 1:1

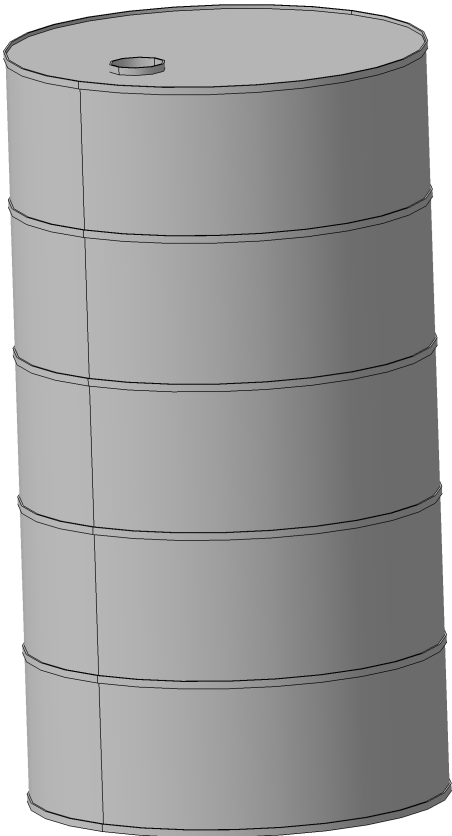


Izometrijski pogled
Odnos: 1:1

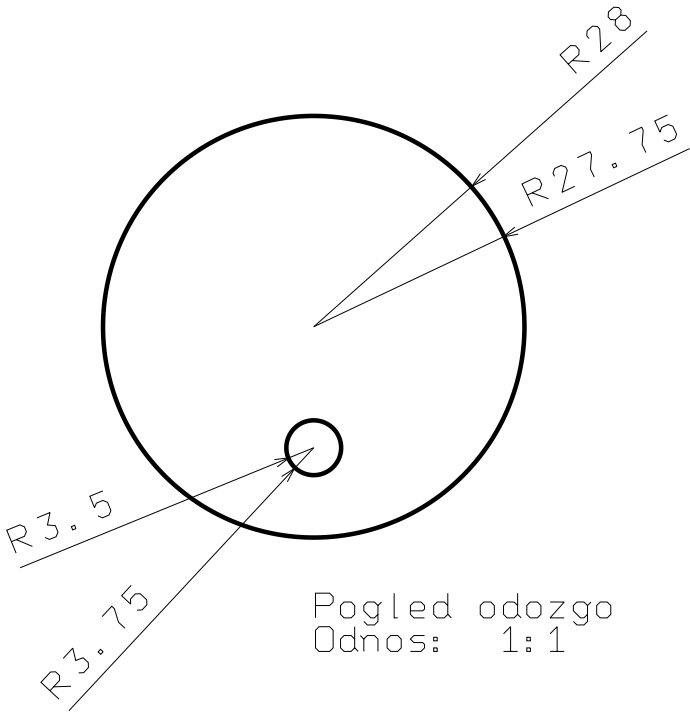
Толеранција слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита							
Материјал								Термичка обрада							
								Формат		Маса		Размера 1:1			
				Датум		06.08.2018.		Назив: z enji a to lote							
				Обрад.		Aleksandar Vasilijevic									
				Станд.											
				Одобр.											
				FIN Kragujevac 				Ознака:				Лист:			
												Л			
Ст.и.		Измене						Датум		Име		Изв. под.		Замена за:	



Pogled spreda
Odnos: 1:1



Izometrijski pogled
Odnos: 1:1



Pogled odozgo
Odnos: 1:1

Толеранција слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита									
Материјал								Термичка обрада									
								Формат		Маса		Размера 1:1					
				Датум		06.08.2018.		Назив: Bure za odlaganje destilata									
				Обрад.		Aleksandar Vasilijevic											
				Станд.													
				Одобр.													
				FIN Kragujevac 				Ознака:				Лист:					
												Л					
Ст.и.		Измене						Датум		Име		Изд. под.				Замена за:	