

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

EVA BALEJOVÁ

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Znečištění odpadních vod ze sklářského průmyslu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Bakalant: Eva Balejová

2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením

Doc. Mgr. Marka Vacha, Ph. D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 14.4.2015

.....

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na popis technologie čištění odpadních vod vznikajících v průmyslovém podniku vyrábějícím skleněné obaly (lahve) pro potravinářský průmysl. Je uveden stručný popis nejvíce znečišťujících složek odpadních vod a technologie čištění. Je provedeno porovnání objemu vzniklých odpadních vod a koncentrace některých ukazatelů v letech 2012 a 2014 před zavedením a po zavedení optimalizačních opatření. Efektivita opatření je vyjádřena z pohledu snížení nákladů na čištění odpadních vod.

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on description of wastewater treatment technology in industrial glass plant producing glass packaging materials (bottles). It briefly describes major pollutants and wastewaters treatment technology in the plant. It compares volumes of produced wastewaters and concentrations of some pollutants between years 2012 and 2014. Effectiveness of reductive actions is expressed by water treatment costs.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Odpadní voda, voda, sklářská výroba, ropné látky, skleněné obaly

KEY WORDS:

Wastewater, Water, Glass industry, Petroleum Products, Glass Packaging

PODĚKOVÁNÍ:

Děkuji Doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph. D. za vedení, ochotu, cenné rady a podnětné připomínky.

V Praze dne 14.4.2015

.....

Obsah

1. ÚVOD.....	7
2. CÍLE PRÁCE	7
3. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	8
3.1 Čištění odpadních vod	11
3.2 Popis využívaných čistíren odpadních vod.....	12
3.2.1 Bioreko 20	12
3.2.2 Biocleaner BC 8	13
3.2.3 Cinis	14
3.2.4 Lapol.....	16
3.3 Kontaminace vody.....	18
3.3.1 Největší zdroje znečištění	18
3.4 Fyzikálně chemické procesy uplatňující se v technologiích čištění odpadních vod v závodě.....	25
3.4.1 Adsorpce	25
3.4.2 Iontová výměna.....	25
3.4.3 Mechanicko- Biologické čištění odpadních vod	26
3.5 Odpadní voda v podniku	26
4. METODIKA PRÁCE	26
5. VÝSLEDKY.....	27
6. DISKUSE.....	33
7. ZÁVĚR	35
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	35

1. ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá vznikem a hospodařením s odpadními vodami ve sklářském podniku.

Představení vybraného podniku

Historie sklárny se datuje z roku 1878. V roce 1879 byl zhotoven první výrobek, klasicky vyfouknutá a v dřevěné formě tvarovaná skleněná láhev. Od té doby do současnosti sklárna vyrábí skleněné obaly pro potravinářský průmysl.

Popis výroby

Vstupem do výroby je sklářský kmen, což je v přesném poměru promíchaná směs sklářských surovin: písek, živec, soda, vápenec, struska, čeřidlo, barvivo, stěpy (Firemní literatura, Předpis utavené skloviny). Pro tavení je použita sklářská vana. Sklárna disponuje dvěma tavicími agregáty (Vana 3 a Vana 4) Výstupem z vany je sklovina, která protéká přes pracovní část a dávkovací žlaby. Na Vanu 3 navazují tři výrobní linky a na Vanu 4 navazují dvě výrobní linky. Každá linka je opatřena sklářským výrobním automatem italské a americké výroby, plynovou chladicí pecí, třídící a kontrolní linkou a paletizátorem. Výstup paletizátorů všech linek je obslužen automatickým sběrným vozíkem. Palety pokračují pomocí řetězových dopravníků do balicího zařízení, kde jsou povléknuty a zapečeny do smršťovací folie. Na výstupu z balicí linky jsou palety odvezeny a uskladněny ve skladech hotové výroby. Celkově podnik vyrábí na pěti výrobních linkách o celkové denní produkci cca 450 t skla a cca 1 300 000 výrobků. Jedná se o nepřetržitou výrobu ve třísměnném provozu.

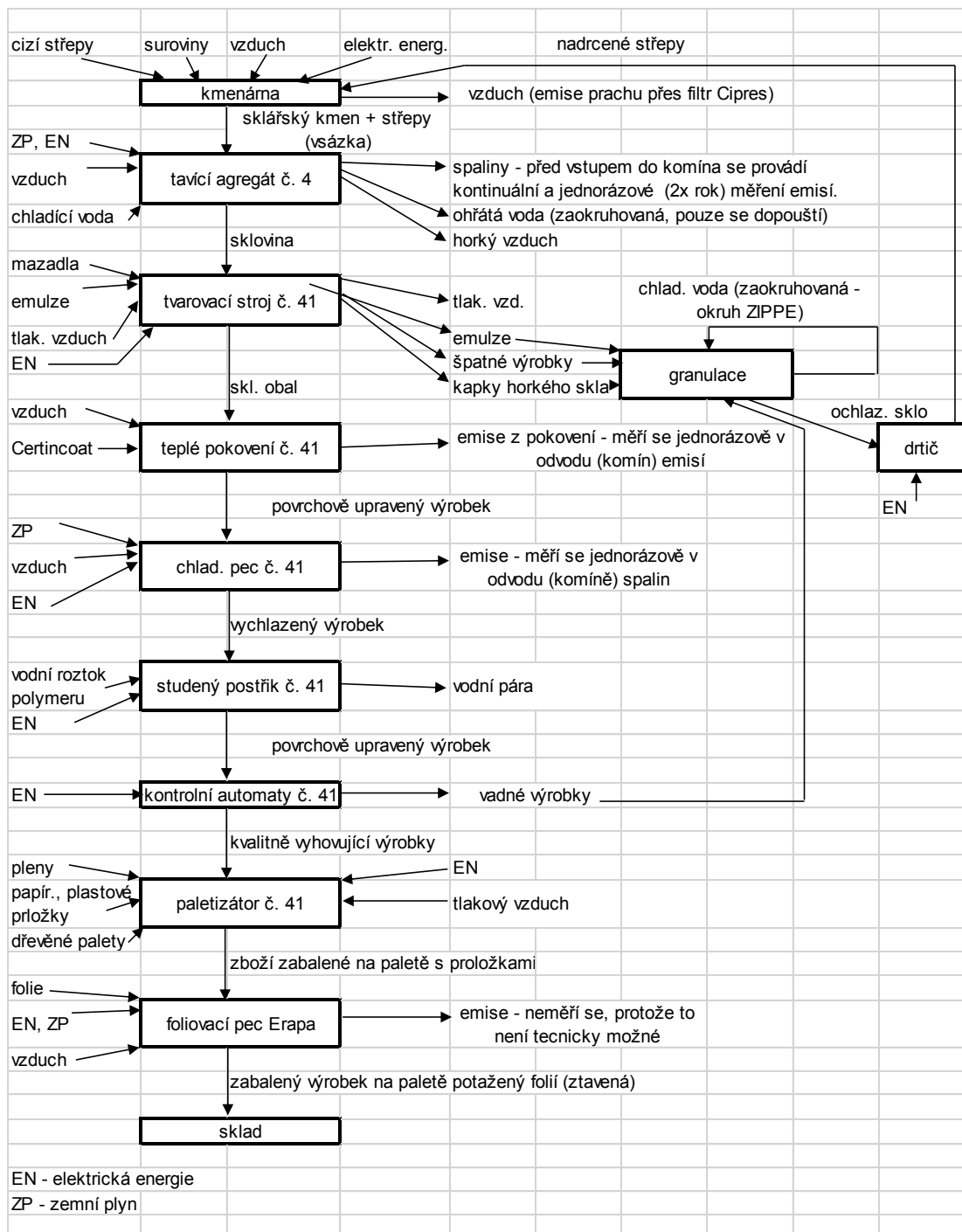
2. CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je podrobně popsat výrobu skleněné lahve pro potravinářský průmysl z pohledu vzniku a čištění odpadních vod. Popisují vznik a druh znečištění odpadních vod a vyhodnocují účinnost opatření na snížení množství vzniklých odpadních vod a nákladů na jejich čištění za roky 2012 a 2014.

3. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

V této kapitole popíšu technologii výroby a zdroje vzniku odpadních vod, dále technologii čištění odpadních vod. Pro přehlednost uvádím na obr. č. 1. Schéma výrobní linky.

Obr.č. 1 Schéma výrobní linky č. 41



Kmenárna

Kmenárna je technologická jednotka sloužící pro přípravu sklářského kmene. V kmenárně jsou umístěny jednotlivé zásobníky všech surovin potřebných pro výrobu sklářského kmene. Pod zásobníky jsou umístěny váhy. Suroviny se promíchají v přesném poměru a vzniká sklářský kmen. Kmen se dopravními pásy a elevátory dopravuje so zásobníků kmene jednotlivých tavicích van.

Tavicí agregát

Tavicí vana je regenerativní příčně, či U-plamenné kontinuální zařízení otápěné zemním plynem a elektrickým přehřevem (molybdenové elektrody). Vana slouží k tavení sklářského kmene na sklovinu, která se následně tvaruje lisováním a foukáním na hotový výrobek. Kapacita van je celkově 450 t skloviny za 24 hodin při 50% využití střepů (Firemní literatura, Předpis utavené skloviny). Využití velkého množství recyklovaných střepů představuje významnou položku využití recyklovaného materiálu v průmyslu a zároveň snižuje spotřebu energie potřebné k utavení jedné tuny skla (Andrés a kol. 2010).

Tvarovací stroj

Slouží k tvarování skloviny na hotový výrobek. Jedná se o sklářské automaty s deseti sekcemi a duplexním a triplexním uspořádáním, na každé stanici se současně vyrábí dvě nebo tři lahve. Automaty slouží k vytvarování dávek (kapek) skloviny nejprve lisováním předtvaru, dále pak vyfouknutím baňky do konečného tvaru lahve. V procesu jsou použity litinové a bronzové formy. Výsledkem tvarování je obal. Pro mazání stroje se používá olej na bázi ropy. Spotřeba maziva je řízena nejen s ohledem na náklady ale také s ohledem na vliv na životní prostředí (Gresham a Totten 2008).

Teplé pokovení

Na teplou lahev je nanášena ochranná vrstva. Zařízení na teplé pokovení slouží pro napaření mikroskopické vrstvy cínu na horký, čerstvě vyrobený výrobek. Pomocí elektrické pumpy je do zařízení přiváděna organokovová sloučenina cínu, která zacelí

případné mikrotrhliny a výrobek získává na pevnosti a odolnosti (Beauvais a kol. 2010)
Jedná se o zařízení standardně používáno při výrobě lahví.

Chladicí pec

Pece slouží pro řízený proces chlazení skleněných výrobků podle chladicí křivky.

Studený postřik

Na vychlazené výrobky je nanášen vodný roztok polyethylenového vosku. Lahve dostávají finální povrchovou úpravu a kluznost na vnějším povrchu, aby byly ochráněny před mechanickým poškrábáním při tření o sebe a následné manipulaci.

Kontrolní automaty

Pro vyřídění zmetků slouží kontrolní automaty. Jsou to stroje roztáčející lahve kolem své svislé osy a vyřazující defekty, které jsou typické pro výrobu lahví. Kontrola je založena na principu lomu a odrazu paprsku světla dopadajícího na povrch určité části lahve (Tooley 1984).

Paletizátor

V paletizátoru probíhá řazení lahví do řad a vrstev a skládání na paletu.

Foliovací pec

Následuje balení paletových jednotek do smršťovací folie.

Sklad

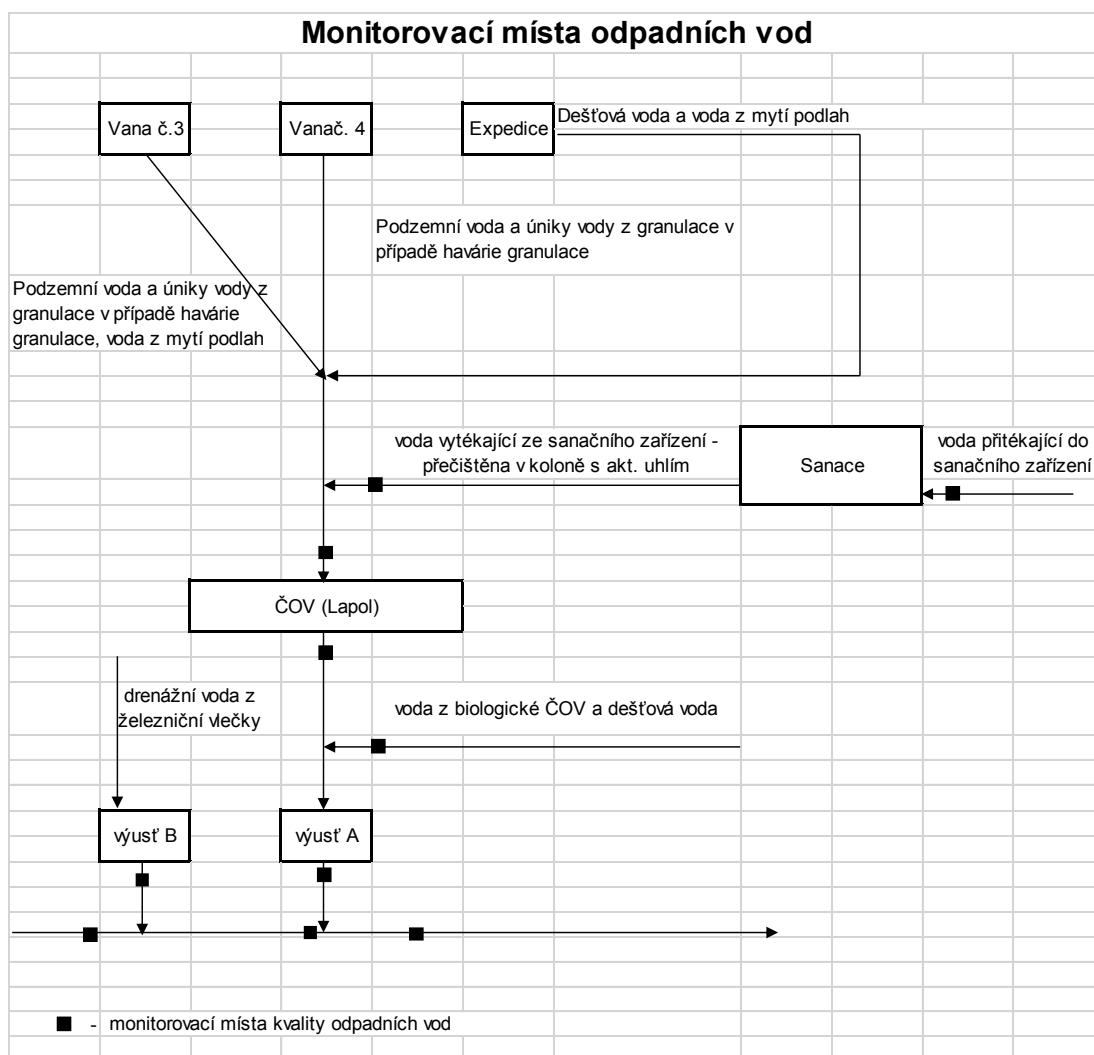
Sklárna disponuje uzavřeným skladem pro hotové výrobky.

Doprava palet k zákazníkům

Doprava je zajištěna převážně kamionovou dopravou. V některých případech je použita vlečka.

3.1 Čištění odpadních vod

Obr. č.2 Monitorovací místa kvality odpadních vod



Odpadní vody jsou čištěny v biologických čistírnách odpadních vod. Společnost využívá dvě biologické čistírny: Splašková voda z provozu a administrativní budovy se čistí v biologické čistírně typu BIOREKO 20. Po vyčištění odtéká do dešťové kanalizace. Tam se spojí s vodou přitékající z centrální čistírny odpadních vod – Lapolu, odkud vytéká do potoka (výúst' A). Splašková voda z expedice je čištěna v biologické čistírně typu BIOCLENER BC 8. Poté se napojuje do kanalizace a přitéká do centrální čistírny odpadních vod – Lapolu

Voda z granulace je v uzavřeném okruhu. Do tohoto okruhu přitéká voda s olejovou frakcí použitá k postřiku nůžek (Davey a kol. 1983) a ke stříhání kapek skla. V případě nadbytku této vody se likviduje jako nebezpečný odpad.

Podzemní voda z podvaní Vany 3 je čerpána do shromažďovací jímky a následně je čištěna v čistírně typu Cinis. Po vyčištění se napojuje na kanalizaci a teče do centrální čistírny odpadních vod – Lapolu.

Zaolejované vody z trafostanice 110 kV jsou čištěny v čistírně typu Cinis, a po té ústí do kanalizace expedice, a následně vtéká do centrální čistírny odpadních vod, Lapolu.

Podzemní voda z areálu je zachycována do jímky a následně je čištěna přes filtr aktivního uhlí, a po té ústí do centrální čistírny odpadních vod, Lapolu.

Centrální čistírna – Lapol čistí vody zachycené z podvaní Van (spodní vody, úkapy), vody z expedice (dešťové vody), z úpravny střepů (dešťové vody), a vod ze sanačního zařízení. Po vyčištění se spojuje s vodou dešťovou, a vodou z biologické čistírny BIOREKO 20 a následně ústí do potoka ve výusti A. Drenážní voda z železniční přípojky není čištěna a vytéká do potoka ve výusti B.

3.2 Popis využívaných čistíren odpadních vod

3.2.1 Bioreko 20

Jedná se o mechanicko – biologickou čistírnu. Aktivace je prováděna rotujícím biokontaktorem. Čistírna je celoplastová, kontejnerová. Nádrž a přepážky jsou vyrobeny z lehčených polypropylenových stěnových prvků a desek. Biozóna je třístupňová. Čistírnu tvoří usazovací prostor, biozóna a dosazovací prostor. Surová odpadní voda natéká do usazovací části, kde se odloučí lehké plovoucí nečistoty a těžké sedimentující nečistoty. Mechanicky předčištěná odpadní voda je nabíracím

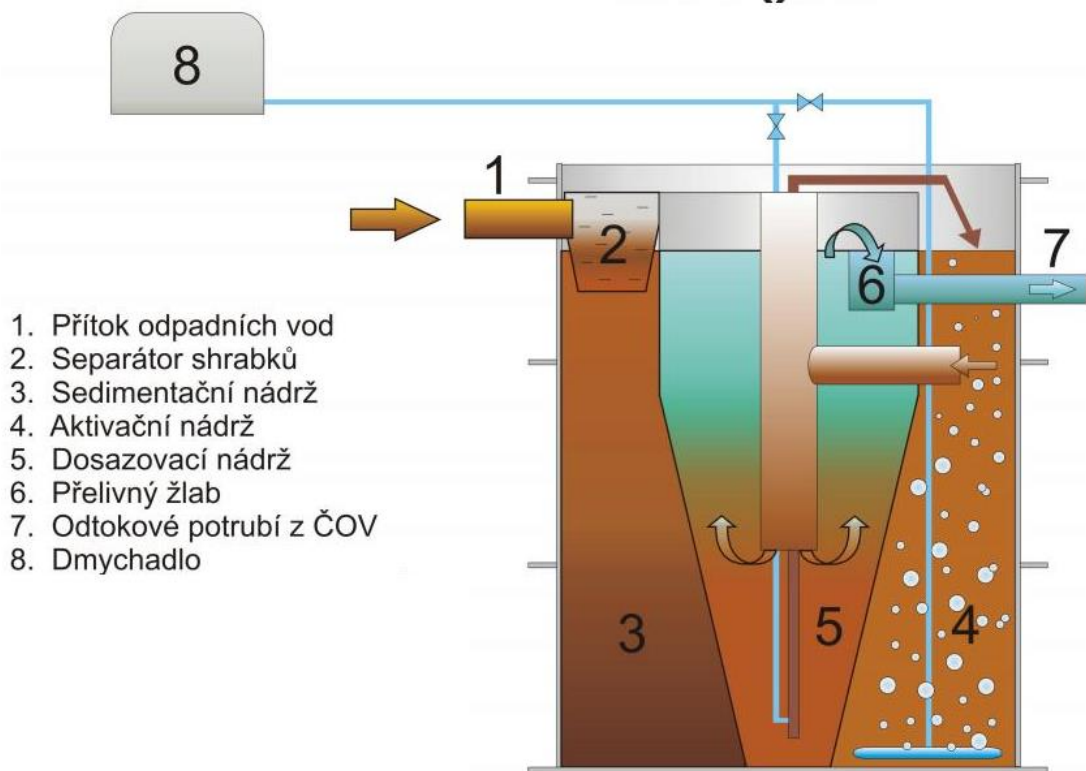
zařízením dávkována do biozóny s otáčecím biokontaktorem. Zde se působením mikroorganismů zbavuje organického znečištění. Vyčištěná voda přepadá do dosazovací nádrže, kde se sedimentací oddělí vločky vyplavovaného kalu, které jsou anaerobně stabilizovány. Část okysličené vody z biozóny (cca 30% nátok) včetně aktivního kalu je nabíracím zařízením vrácena zpět do usazovací nádrže a to i v období nulového přítoku. Dochází tak k očkování surové vody aktivovaným kalem a v době přerušovaného nátoky do čistírny zabraňuje zahánění surové vody.

Obr. č. 3 Čistírna odpadních vod Bioreko



3.2.2 Biocleaner BC 8

Obr. č.4 Biocleaner BC 8

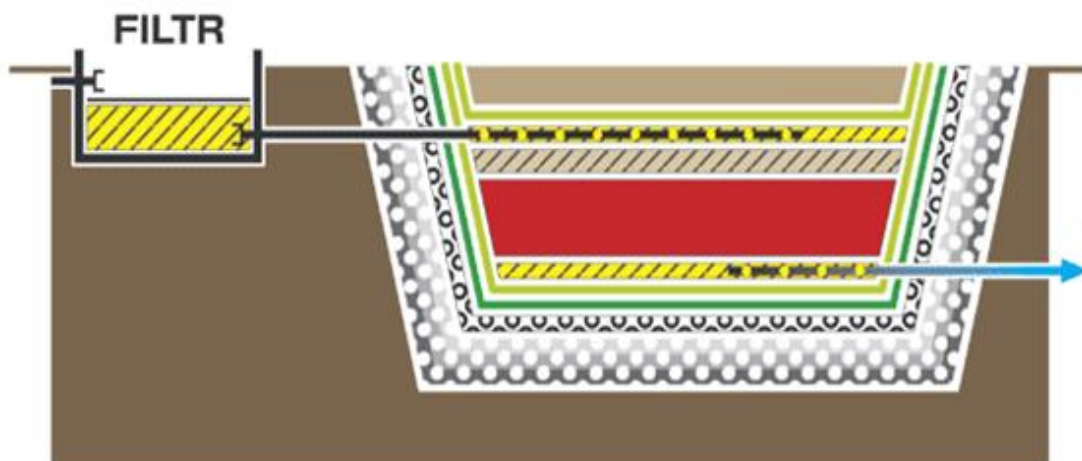


Jedná se o biologicko – mechanickou čistírnu. Reaktor Biocleaner je válcová plastová nádrž osázená technologickými přepážkami, vestavbami a vstrojením, kde probíhá celý proces čištění odpadní vody. Nádrž je uložena pod úroveň terénu, nad úroveň terénu je zakryta dřevěným víkem.

3.2.3 Cinis

Čistírna se skládá z kovové nádoby, drenáží a filtračních náplní. Předčištěná voda přitéká do přívodní drenáže a prosakuje vrstvami filtru, kde probíhá proces dočištění. Náplň je tvořena tříděným energetickým plaveným popelem, uloženým mezi filtračními vrstvami z tříděného kameniva. Vlastní náplň včetně filtračních vrstev je uložena v kovové vaně s šikmými stěnami.

Obr. č. 5 čistírna Cinis



	minerální těsnění - tři vrstvy (pokud je v terénu)		náplň CINIS (1 m)
	hrubé kamenivo		kamenivo
	folie PEHD		zemina s osetím
	geotextilie		venkovní plášť nádrže (rostlý terén)
	štěrkopísek		

Obr. č. 6 Cinis

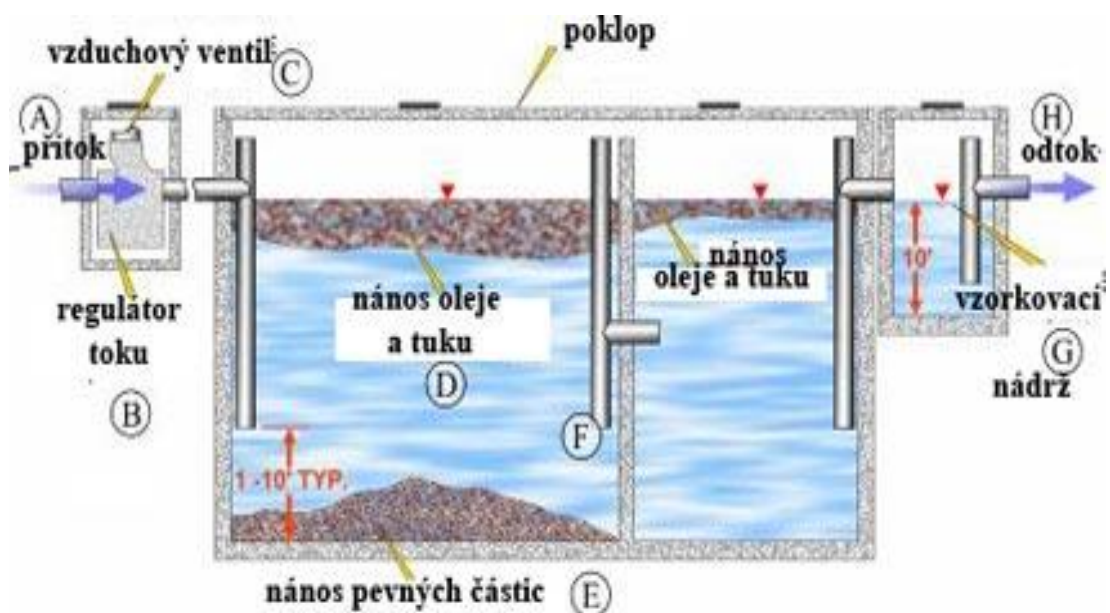


3.2.4 Lapol

Odlučovač lehkých kapalin (lapol, odlučovač ropných látek) je určen pro zachytávání a odloučení volných lehkých kapalin, zejména ropných látek, z odpadních vod. V centrálním lapolu dochází k dočištění vod zaústěných do výustě A, a následně do potoka. Princip lapolu je založen na gravitačním odloučení ropných a nerozpuštěných látek. Jedná se o jednoduché mechanické zařízení, které svým provozem vyžaduje pravidelný dohled a vyklízení vzplývavých ropných látek z hladiny do kalových jímek, které jsou součástí zařízení. Lapol se skládá ze tří částí: z gravitačního zařízení, ze sdruženého objektu a koncové šachty. Gravitační odlučovač je tvořen jednou normou stěnou, přelivnou hranou na odtoku s uklidňovací vestavbou po stranách a dvěma jímkami na zachycený ropný produkt. Sdružený objekt je společné zařízení pro odlehčení vod přitékajících na gravitační odlučovač. Množství vod lze regulovat pomocí hradítka umístěného na přívodním potrubí. Takto oddělené odpadní vody jsou opětovně čištěny obdobným způsobem jako vody v gravitačním odlučovači. Do koncové šachty jsou samostatně zaústěny odtoková část z gravitačního odlučovače,

vody ze sdruženého objektu, a rovněž výúst z odpadních a dešťových vod. Výúst šachty je vyvedena do rigolu a následně do potoka.

Obr. č. 7 Schéma Lapolu



Obr. č. 8 Lapol



3.3 Kontaminace vody

Při úniku ropných látek při haváriích nebo při běžném provozu je ze složek životního prostředí nejvíce ohrožena půda a voda. Hydrofobnost ropných látek způsobuje, že látky se ve vodě obtížně rozpouštějí nebo emulgují, potřebují k tomu obvykle pomoc dalších látek, které snižují povrchové napětí a umožňují rozptýlení jednotlivých částic nebo molekul. Přítomnost ropných uhlovodíků ve vodách je často patrná podle skvrn nebo olejového filmu na hladině. Tento film se začíná tvořit při koncentraci volných olejů nad 0,1 mg/l (Heclová 2010). V závislosti na tloušťce olejové vrstvy se zpomaluje přestup kyslíku z atmosféry do vody, čímž je nepříznivě ovlivněn proces samočištění. Film, který brání přestupu kyslíku do vody, může dále způsobit zadušení vodních organismů včetně ryb. Další negativní vlastností ropy a ropných látek je jejich velmi malá biodegradovatelnost. To znamená, že přirozený samočisticí proces, zvláště v podzemních vodách, probíhá velmi pomalu (Kvarčák a kol. 2000). Hodnocení vlastností ropných látek ve vodách je značně složité, protože se obvykle jedná o směsi sloučenin s různou chemickou strukturou, a tedy i s různými chemickými, fyzikálně chemickými a biologickými vlastnostmi (Heclová 2010). S tím souvisí i problematika jejich sumárního analytického stanovení ve vodách. Jejich škodlivost a riziko pro vodu je dána ekotoxicitou a také tím, že ovlivňují její sensorické vlastnosti, chuť a zápach. Tyto vlastnosti mohou být ovlivněny už při koncentracích asi do 0,01 mg/l (Heclová 2010). Zvláště sensoricky účinné jsou izoalkany a aromatické uhlovodíky (Kvarčák a kol. 2000).

3.3.1 Největší zdroje znečištění

Sklářský automat

Tvarovací stroj vyrábí lahve rychlostí 100 – 400 lahví za minutu. Mechanismy jsou poháněny tlakovým vzduchem. Formy, ve kterých probíhá tvarování, jsou ručně mazány štetkou a olejem na bázi ropy (Bezpečnostní list maziva)

Obr. č. 9 Sklářský stroj



Mazací oleje

Pro mazání forem během tvarování a pro mazání nůžek jsou použita mazadla založená na ropě (Bezpečnostní list maziva). Mazací oleje pro mechanismy stroje eventuálně ukapávají pod stroj, kde jsou záchytné vany. Nečistoty z těchto van, jsou svedeny do granulačního okruhu.

Granulace

Granulace je polouzavřený vodní okruh. Voda se používá na postřik nůžek, které stříhají kapky skloviny. Během stabilní výroby padají ustřižené kapky do forem a jsou z nich následně vytvarovány lahve. V případě přestavby, tedy změny výrobku, padají před najeťm stroje ustřižené kapky do granulace. Stejně tak je tomu rovněž při náhlém nutném odklonění kapek ze stroje a jejich ochlazení. Kapky tedy padají do granulačního okruhu, který se sklovinou ohřívá. Pokud je prostoj stroje, tedy přerušení odběru skloviny strojem delšího charakteru, je granulační voda ohřáta natolik, že je potřeba systém doplnit studenou vodou tak, aby granulace horké skloviny mohla probíhat. Tímto dochází k navýšení množství vody v systému a tvorbě přebytečné vody znečištěné mazadly (mazací olej, olej pro mazání stroje). Protože takové

množství znečištění není možné vyčistit čistírnami v závodě, je přebytečná voda z granulace předmětem odvozu externí firmou.

Granulace sestává z granulátoru naplněného vodou a vodního chladicího okruhu celkově o objemu cca 360 m³. Chladicí voda ohřátá v granulátoru je jímána do dvou za sebou umístěných nádrží s odlučovačem oleje a odtud je čerpána na chladicí věž a zpět do granulátoru. Do granulátoru je přiveden i doplňková voda – pouze na doplnění odparu a snížení teploty chladicí vody v horkých letních dnech, nebo při výpadku strojů, kdy teče sklovina rovnou do granulátoru, na bezpečnou teplotu (Firemní literatura – Technický popis a funkce zařízení Granulace)

Obr. č. 10 Granulace



Z granulační nádrže na vaně 3 a 4 je odvedena chladicí voda přepadem do vyrovnávací nádrže a odtud se přečerpává do bazénu. Toto přečerpání je regulováno automatickým hladinoměrem, který je umístěn na vyrovnávací nádrži.

Bazén je rozdělen na dvě poloviny, které jsou odděleny hradítky od přepadové jímky. Chladicí voda čerpaná z granulace (vratná) se čerpá do jedné z polovin bazénu (pravé) a druhá polovina slouží jako záložní (levá) pro případné čištění, které se provádí dle potřeby. V letních měsících je možné vratnou vodu ochlazovat přes chladicí věže. Na hladině bazénu je umístěno stírací zařízení, které z hladiny odebírá olej a ten odtéká do zásobníku vedle bazénu. Voda z provozované poloviny bazénu odtéká do přepadové jímky tak, že hradítko je zvednuté a voda podtéká pod hradítkem, čímž je zamezeno, aby se olej dostal do přepadové jímky. Z přepadové jímky se čerpá chladicí voda ke sklářským automatům pomocí čerpadel umístěných ve strojovně před bazénem. V případě úbytku vody (odparem) se do přepadové jímky automaticky doplní průmyslová voda na požadovanou hladinu. Průmyslová voda se pro chlazení strojů se používá v případě výpadku elektrické energie. Za normálního provozu je zakázáno používat průmyslovou vodu, neboť hrozí přetečení bazénu a tím znečištění spodních vod (Firemní literatura – Technický popis a funkce zařízení Granulace).

Obr. č. 11 Bazén granulace



Sanace

Jedná se vodu ze sanačního zařízení staré ekologické zátěže nacházející se v areálu závodu. Adsorpční kolona slouží k odstraňování (zachycení) závadných látek, kterými jsou fenoly, naftely, PAU a NEL z kontaminovaných podzemních vod (Firemní literatura – Provozní řád a popis sanace)

Technologie čištění

Jedná se o adsorpci závadných látek na povrchu aktivního uhlí a fibroilového vlákna.

Obr. č. 12 Sanační jednotka



Popis systému

Kontaminovaná podzemní voda je čerpána ze zásobní jímky drenážního systému vybudovaného v okolí bývalé sanované skládky dehtů v areálu závodu. Celá technologie je umístěna ve dvou kovových kontejnerech. V kontejnerech jsou umístěny hlavní části systému pro čištění kontaminovaných podzemních vod. Jedná se

o tyto části: gravitačně sorpční odlučovač (GSO), přečerpávací nádrž, odželezňovací kolona, zásobní vana, sorpční komora, usazovací nádrž. Voda na vstup do systému je čerpána z čerpací jímky drenážního systému čerpadlem. Přečištěná voda je vypouštěna gravitačně do lapolu, do výustě A (Firemní literatura – Provozní řád a popis Sanace).

Gravitačně sorpční odlučovač (GSO)

Zařízení na likvidaci nepolárních uhlovodíků (NEL) je umístěno v plechovém mobilním kontejneru. Vana o objemu 2 m³ je rozdělena přepážkami na čtyři části: gravitační odlučovač, dvě komory s fibroilem a vyrovnávací komora. Jednotka je navržena na kontinuální průtok 0,3 l/s a průměrný obsah NEL 7,2 mg/l. Voda natéká do gravitačního odlučovače a volně protéká přes sorpční náplň tvořenou fibroilem, na jejímž povrchu se zachytí látky NEL směrem do přečerpávací kolony. Odtud je čerpadlem odváděna do odželezňovací kolony. Pro roční provoz sorpčního filtru je potřeba 120 kg stříže Reo FB. Výměna jednotlivých náplní filtru je prováděna na základě analytického sledování (Firemní literatura – Provozní řád a popis sanace).

Přečerpávací nádrž

Jedná se o přečerpávací nádrž o objemu 1 m³, která slouží jako akumulární nádrž pro prodloužení intervalu aktivního provozu odželezňovací kolony. Vana je osazena čerpadlem.

Odželezňovací kolona

Odželezňovací kolona typ MS 2469 XP2 je tvořena válcovitou částí o objemu asi 400 l. Spodní a vrchní část válců je naplněna jemným křemičitým pískem. Prostor, který je mezi písky vymezen, je naplněn selektivním katexem pro odstraňování těžkých kovů AMBERLITE IRC 718 s filtračním antracitem N PREUSSAG. Selektivní katex převede ionty železa do trojmocného stavu, a tím dojde k jeho vysrážení, které je posléze zachyceno na pískovém filtru. Kolona je navržena na pulzní provoz. Provozní průtok je 1,5 l/s. Filtrace je tlaková s provozním tlakem 2,5 – 6 bar. Kolona je vybavena řídicí elektronikou, která s ohledem na nasycení filtračního materiálu

nerozpusťným železem provede mytí (praní) kolony (cca jednou za dva týdny) (Firemní literatura – Provozní řád a popis Sanace).

Zásobní vana

Vzhledem k potřebě čisté vody na praní odželezňovací kolony je v systému umístěna nádrž o objemu 2,5 m³ jako zdroj vody pro vymytí kolony a znovu uvedení do činnosti. Při běžném provozu slouží tato nádrž jako vyrovnávací a voda je podávána čerpadlem do sorpční kolony s aktivním uhlím. Při chodu praní je v chodu jiné čerpadlo, které tlakově vede vodu zpět do odželezňovací kolony.

Sorpční kolona s aktivním uhlím

Princip technologie čištění vod je založen na adsorpci na vrstvě aktivního uhlí. Sorpční kolona je tvořena válcem s náplní 150 kg aktivního uhlí. Filtrace probíhá odspodu k vrchu a odvádění přefiltrované vody je přepadem do potrubí. Návrhový průtok kolony je na 0,3 l/s. Pro roční provoz kolony je potřeba asi 450 Kg aktivního uhlí. Výměna jednotlivých náplní filtru je prováděna na základě výsledků analytického sledování (Firemní literatura – Popis Sanace).

Usazovací nádrž

Při vymývání odželezňovací kolony vznikají asi 2 m³ vody s obsahem železa a ropných látek. Tato voda je odváděna do usazovací nádrže, kde po sedimentaci železitého kalu, je odčerpána zpět do akumulární jímky drenážního systému a znovu čištěna v sanačním systému. Železitý kal je s ohledem na jeho množství odstraněn jako nebezpečný odpad cisternovým vozem.

Jednou za tři měsíce se odebírají vzorky vod na vstupu a výstupu ze sanační stanice. Podle potřeby a výsledků chemického rozboru se provádějí výměny fibroilovým sorpčních vaků a aktivního uhlí. Vzorky jsou odebírány odborně způsobilou osobou jako bodové vzorky. Odběrnými místy jsou jímka drenážního systému a konec výstupního potrubí sanační stanice zaústěné do šachtice kanalizačního řádu.

3.4 Fyzikálně chemické procesy uplatňující se v technologiích čištění odpadních vod v závodě

3.4.1 Adsorpce

Adsorpce je proces, jehož principem je hromadění plynné nebo kapalně rozpuštěné látky v kapalině na povrchu pevné látky účinkem mezipovrchových přitažlivých sil.

Adsorpce na aktivním uhlí

Adsorpce je technologický proces, při kterém se odstraňují látky z roztoku jejich vazbou na povrch jiné látky – adsorbentu. Přidá-li se k roztoku nějaké látky adsorbent, začne její koncentrace v kapalině klesat tak, jak dochází k adsorpci na povrchu přidané tuhé fáze. Čím je k dispozici větší povrch, tím je pokles výraznější. Proto jsou nejlepší adsorbenty porézní látky, které mají velký měrný povrch, například aktivní uhlí (Bindzar a kol. 2009).

Aktivní uhlí je materiál na bázi uhlíku mimořádně velkým měrným povrchem je vysoce porézní uhlík s mimořádně velkým vnitřním povrchem (400- 1500 m²/g). Ten je dán silně porézní strukturou. Rozeznáváme tři typy pórů podle velikosti: mikropóry, mezopóry a makropóry. Poměr zastoupení těchto pórů ovlivňuje vlastnosti aktivního uhlí (Bindzar a kol. 2009).

3.4.2 Iontová výměna

Iontová výměna znamená výměnu iontů mezi roztokem a ionexem neboli měničem iontů. Ionex je polymer nebo anorganický materiál, který nese permanentní náboj. Ionex je většinou ve formě nabobtnalé perličky. Proces iontové výměny lze rozdělit na tyto kroky: difúze iontu k povrchu perličky, difúze iontu perličkou k funkční skupině, vlastní iontovýměnná reakce, difúze iontu perličkou k povrchu, nakonec difúze iontu od povrchu perličky do roztoku (Jelínek a kol. 2009).

3.4.3 Mechanicko- Biologické čištění odpadních vod

Mechanické čištění využívá gravitace a rozdílnou hustotu materiálů při separaci. Při biologickém čištění se znečištění z vody odstraňuje pomocí mikroorganismů zvaných aktivovaný kal. Ten dokáže z odpadní vody odstranit značné množství organického znečištění a sloučenin dusíku a fosforu (Dohányos a kol. 1998)

3.5 Odpadní voda v podniku

Složkou odpadních vod vznikající při výrobě jsou nepolárně extrahovatelné látky. Stanovení extrahovatelných látek a nepolárně extrahovatelných látek je skupinové stanovení látek extrahovatelných z vody nebo zeminy vhodným extrakčním činidlem. Takto získaný extrakt obsahuje jak polární extrahovatelné látky (tuky, rostlinné oleje a další podobné látky převážně přírodního původu), tak nepolární látky, které představují převážně antropogenní znečištění ropnými látkami. Pokud se stanovuje původní extrakt, stanoví se celkem extrahovatelné látky. Pokud se polární látky odstraní na vhodném sorbentu, zůstanou v extraktu přítomny pouze nepolární extrahovatelné látky a po analýze extraktu lze posuzovat možné znečištění látkami ropného původu (Horáková a kol. 2000)

4. METODIKA PRÁCE

Je zřejmé, že cílem společnosti na výrobu skleněných obalů je snížit meziroční objem vzniklých odpadních vod a tím zmírnit dopad podniku na životní prostředí (Zákon č. 76/2002 sb. o integrované prevenci a omezování znečištění). V této části práce bych se chtěla věnovat vyjádření množství a koncentrací některých ukazatelů vypouštěných odpadních vod ročně a opatřením, které společnost zavedla pro snížení množství odpadních vod a tím snížení nákladů na jejich čištění. Pro účely budu porovnávat údaje za rok 2012 a 2014, tedy rok, před a po zavedení opatření. Rok 2013 záměrně vynechávám, protože opatření bylo zavedeno v polovině roku 2013 a údaje z tohoto roku jsou kombinované a nehodí se pro účel této práce. Dále uvádím vztah množství odpadních vod k objemu výroby společnosti. Po zavedení opatření na snížení množství odpadních vod porovnáám výsledek rozboru vod ve výusti A v roce 2012 a 2014. Porovnáám dominantní položky v nákladech na čištění odpadních vod mezi roky 2012 a 2014.

5. VÝSLEDKY

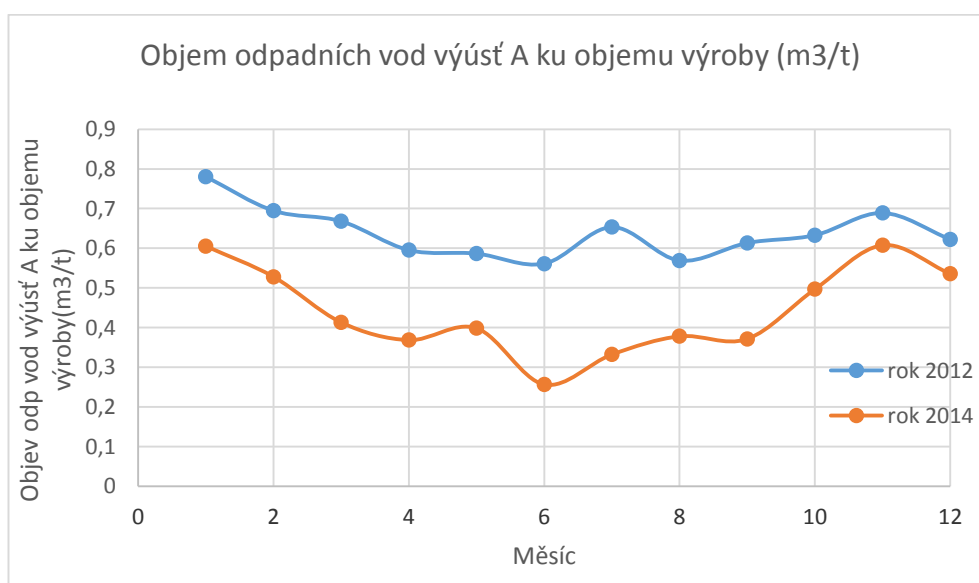
Množství odpadních vod za poslední dva roky uvádím v tabulce č. 1. Zaměřuji se na výúst' A, která obsahuje nejvíce vod znečištěných technologií provozu. Výúst' B obsahuje pouze vody z drenážního systému vlečky, a není pro účel této práce zajímavá.

Tabulka č. 1 Množství vody na monitorovacím místě A

Množství vody ve výusti A (m ³)		
	2012	2014
leden	8790	9143
únor	8041	6964
březen	9898	6186
duben	8891	5479
květen	9132	6428
červen	8578	4011
červenec	10031	5182
srpen	8734	5676
září	8722	5361
říjen	9724	7792
listopad	10227	8458
prosinec	9170	8370
celkem	109937	79049

Z tabulky č. 1. je zřejmé, že společnost vypustila v roce 2014 o 30 888 m³ méně než v roce 2012, což reprezentuje 27% snížení oproti roku 2012. Dále uvádím graf na Obr. č. 13, který vyjadřuje závislost množství odpadních vod na objemu výroby. Zvýšením efektivity výroby dochází rovněž ke zmírnění dopadu na životní prostředí (Gale a kol. 2002).

Obr. č. 13 Graf, závislost objemu odpadních vod výúst' A na objemu výroby (m³/t)



Tabulka č. 2. Výsledek rozboru vod výúst' A v roce 2012

odběr 2012	PH	CHSK _{cr} mg/l	BSK5 mg/l	NL ₁₀₅ mg/l	RL ₁₀₅ mg/l	RL ₅₅₀ mg/l	RAS mg/l	C ₁₀ -C ₄₀ NEL _{gc} mg/l	NEL mg/l
17.1.	7	14	2	7	420	340	340	0,1	0,2
14.2.	7	30	4	4	440	300	300	0,3	0,7
6.3.	8	21	5	13	700	410	410	0,1	0,3
11.4.	8	28	5	11	340	290	290	1,7	2,7
22.5.	8	28	7	4	440	340	340	0,1	0,2
12.6.	8	18	3	11	530	270	270	0,1	0,3
10.7.	8	16	4	10	610	330	330	0,4	1,4
7.8.	8	27	5	9	440	300	300	0,2	0,6
4.9.	8	47	3	7	860	610	610	0,1	0,9
2.10.	8	26	2	13	480	400	400	0,1	0,5
27.11.	7	10	4	4	400	330	330	0,2	0,4
11.12.	8	10	3	6	970	630	630	0,3	0,3
Průměr	8	23	4	8	553	379	379	0,3	0,7
Max	8	47	7	13	970	630	630	1,7	2,7
Min	7	10	2	4	340	270	270	0,1	0,2
Podm.Příp.Konc	6 - 9	65	10	20	800	600	800	0,5	0,5
Nepřekroč.Max.Konc		90	20	45	1000	800	900	0,8	0,8
odběr 2012	As mg/l	Ba mg/l	Pb mg/l	fluoridy mg/l					
17.1.	0,0	0,0	0,0	0,2					
14.2.	0,0	0,0	0,1	0,2					
6.3.	0,0	0,0	0,1	0,3					
11.4.	0,0	0,0	0,1	0,3					
22.5.	0,0	0,0	0,0	0,3					
12.6.	0,0	0,0	0,1	0,3					
10.7.	0,0	0,0	0,1	0,2					
7.8.	0,0	0,0	0,1	0,4					
4.9.	0,0	0,1	0,1	0,6					
2.10.	0,0	0,1	0,0	0,4					
27.11.	0,0	0,0	0,0	0,2					
11.12.	0,0	0,1	0,1	0,3					
Průměr	0,0	0,0	0,1	0,3					
Max	0,0	0,1	0,1	0,6					
Min	0,0	0,0	0,0	0,2					
Podm.Příp.Konc	0,6	2,8	0,8	10,0					
Nepřekroč.Max.Konc	0,8	4,5	1,3	14,0					

Tabulka č. 3. Výsledek rozboru vod výúst' A v roce 2014

odběr 2014	PH	CHSK _{cr} mg/l	BSK5 mg/l	NL ₁₀₅ mg/l	RL ₁₀₅ mg/l	RL ₅₅₀ mg/l	RAS mg/l	C ₁₀ -C ₄₀ NEL _{GC} mg/l	NEL mg/l
7.1.	8	31	12	17	400	320	320	0,2	0,7
4.2.	8	13	4	7	480	360	360	0,1	0,7
4.3.	8	43	11	14	560	400	400	0,2	1,7
8.4.	8	56	14	16	640	460	460	1,0	0,8
6.5.	8	33	9	9	700	550	550	0,1	0,9
3.6.	7	42	8	13	650	540	540	1,2	0,6
1.7.	8	40	8	11	710	520	520	0,6	0,7
5.8.	7	20	5	16	630	480	480	0,1	0,3
2.9.	8	39	4	14	900	750	750	0,4	0,5
30.10.	8	28	10	6	530	360	360	0,1	0,1
4.11.	8	24	4	10	570	360	360	0,2	0,1
2.12.	8	27	5	11	620	450	450	0,1	0,5
Průměr	8	33	8	12	616	463	463	0,4	0,6
Max	8	56	14	17	900	750	750	1,2	1,7
Min	7	13	4	6	400	320	320	0,1	0,1
Podm.Příp.Konc	6 - 9	65	10	20	800	600	800	0,8	Není stanov.
Nepřekroč.Max.Konc		90	20	45	1000	800	900	1,2	Není stanov.
odběr 2014	As mg/l	Ba mg/l	Pb mg/l	fluoridy mg/l					
7.1.	0,01	0,06	0,01	0,2					
4.2.	0,01	0,03	0,03	0,4					
4.3.	0,02	0,03	0,01	0,4					
8.4.	0,02	0,02	0,00	0,4					
6.5.	0,02	0,03	0,05	0,4					
3.6.	0,02	0,03	0,00	0,4					
1.7.	0,02	0,03	0,01	0,4					
5.8.	0,02	0,04	0,00	0,4					
2.9.	0,01	0,03	0,01	0,5					
30.10.	0,01	0,03	0,03	0,3					
4.11.	0,03	0,03	0,01	0,3					
2.12.	0,01	0,03	0,02	0,3					
Průměr	0,02	0,03	0,01	0,4					
Max	0,03	0,06	0,05	0,5					
Min	0,01	0,02	0,00	0,2					
Podm.Příp.Konc	0,60	2,80	0,80	10,0					
Nepřekroč.Max.Konc	0,80	4,50	1,30	14,0					

V Tabulce č. 2 jsou uvedeny výsledky rozboru vod ve výústí A v roce 2012. Bylo realizováno 12 odběrů. V Tabulce č. 3 jsou uvedeny výsledky rozboru vod ve výústí A v roce 2014, kdy bylo realizováno rovněž 12 odběrů. Tabulky rovněž pro přehlednost uvádějí podmíněně přípustné koncentrace a nepřekročitelné maximální koncentrace ukazatelů a složek. Tyto hodnoty jsou určeny integrovaným povolením

(Integrované povolení). Mezi roky 2012 a 2014 došlo k nárůstu koncentrace $CHSK_{Cr}$ o 10 mg/l, nárůstu koncentrace BSK_5 o 4 mg/l, nárůstu koncentrace NL_{105} o 6 mg/l, nárůstu koncentrace RL_{105} o 63 mg/l, nárůstu koncentrace RL_{550} o 84 mg/l, nárůstu koncentrace RAS o 84 mg/l, koncentrace $C_{10}-C_{40}NEL$ o 0,1 mg/l, poklesu koncentrace NEL o 0,1 mg/l, nárůstu koncentrace Arsenu o 0,02 mg/l, nárůstu koncentrace Baria o 0,03 mg/l, poklesu koncentrace olova o 0,09 mg/l a nárůstu koncentrace fluoridů o 0,1 mg/l.

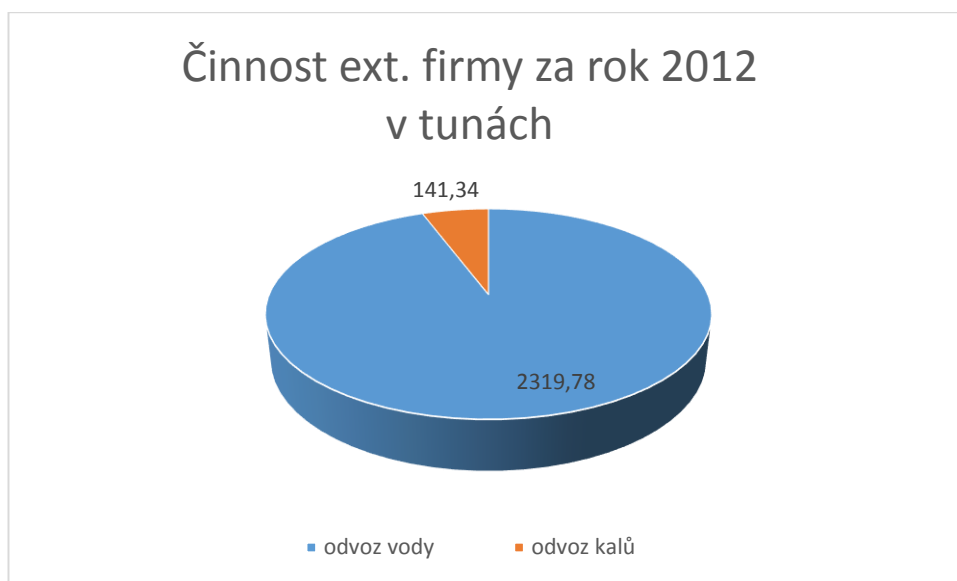
Náklady na čištění odpadních vod

Společnost vynakládá finanční prostředky na čištění odpadních vod. Náklady se skládají z nákladů na technologie (výměny filtrů, údržba atd.) a nákladů na odvoz odpadních vod a kalů.

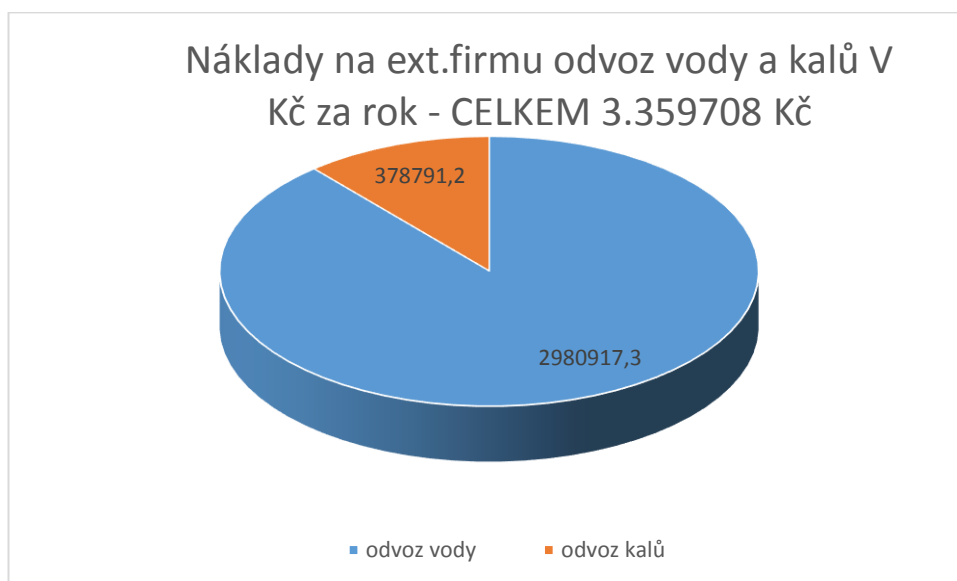
Významné položky v nákladech na čištění odpadních vod

Velkou položkou v nákladech jsou náklady na čištění přebytečné vody granulace. Přebytečná voda je odvážena na čistírnu odpadních vod mimo závod. Zároveň je nutné odvézt kal z lapolu. Tuto službu vykonává externí firma. Náklady za tuto činnost za rok 2012 představuje graf na obrázku č. 15. Jak je vidět z grafu na obrázku č. 15., dominantní část nákladů představuje náklad za cisternu, která odsála odpadní vodu z bazénu granulace. V roce 2012 se jednalo o 3 359 708 Kč. Menší podíl představují náklady na vyčištění bazénu od kalu. Čištění je jednorázová aktivita.

Obr. č. 14 Množství odpadní vody a kalů zpracovaných externí firmou v roce 2012



Obr. č. 15 Náklady na čištění a odvoz kalů v roce 2012



V polovině roku 2013 byla navržena možnost, jak snížit náklady na zpracování odpadní vody z bazénu granulace. Změna technologie spočívala v tom, že se voda oddělí na místě od kalu, kal se odveze a vyčištěná voda se nechá v areálu, vypustí se dále do systému (do lapolu). Jedná se o mobilní odlučovač zaolejovaných vod, který je schopen odloučit olej, a čistou vodu. Kvalita vypouštěné vody je kontrolována průtokovým spektrofotometrem, který průběžně měří obsah ropných látek ve vypouštěné vodě. Separace ropných látek probíhá bez přídavku chemikálií, jedná se o fyzikální proces. Z ekonomického hlediska dochází k redukci množství odpadů. Odloučená voda se vypouští do lapolu a kal se odváží jako odpad. Dle firmy lze na

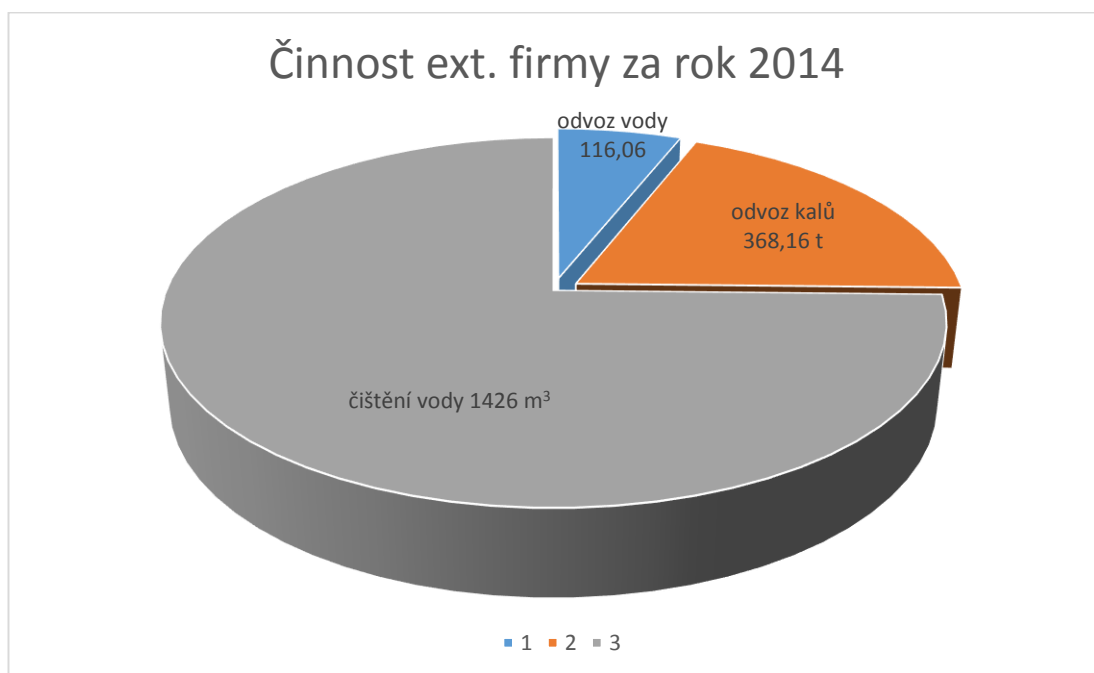
jedno přistavení vozidla lze na místě zpracovat větší množství zaolejovaných vod, vyčistit jímku, a odvézt odvodněný a vyseparovaný kal. Tímto zařízením lze zpracovat až 20 m³ vod za hodinu.

Obr. č. 16 Mobilní čištění odpadních vod

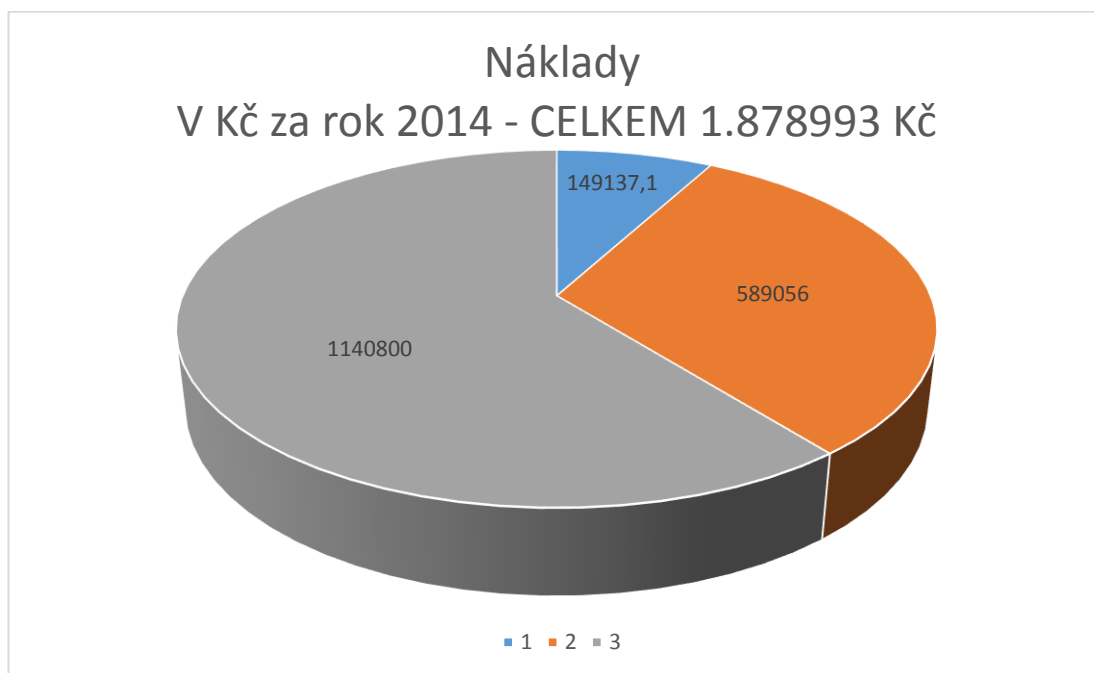


Tato technologie byla testována od poloviny roku 2013. V roce 2014 již byla plně v provozu. V grafu na obrázku č. 17 je vidět, že přibyla položka „čištění vody“, která znamená náklad na přistavení mobilního čističe. Je to tedy čas, který účtuje firma za poskytnutí mobilního čističe. Položka „odvoz vody“ úplně nevymizela z nákladů, množství odvezené vody se ale snížil z 2319,34 tun na pouhých 116,06 tun. Důvodem, proč se tato složka stále v grafu objevuje, jsou případy, kdy externí firma z nějakého důvodu nebyla schopná zajistit mobilní čistič, když byl například v opravě a pod, a bylo nutné použít pouhou cisternu na odvoz vody.

Obr. č. 17 Množství odpadních vod a kalů zpracovaných externí firmou v roce 2014



Obr. č. 18 Náklady na čištění a odvoz kalů v roce 2014



6. DISKUSE

Z grafu na obrázku č. 13, který vyjadřuje závislost množství odpadních vod k objemu výroby, vyplývá, že společnost snížila absolutní množství odpadních vod ve výusti A mezi roky 2012 a 2014. Průměrná hodnota objemu na tunu výroby byla snížena z 0,64 (rok 2012) na 0,44 (rok 2014) Toto snížení bylo způsobeno snížením množství průtokové vody v okruhu granulace a zvýšením efektivity chlazení okruhu granulace. To bylo dosaženo vyčištěním bazénu granulace od nánosů a kalů, a zvětšením chladicího prostoru bazénu.

Podle zákona (Zákon č. 76/2002 sb. O integrované prevenci a omezování znečištění) vydal krajský úřad společnosti integrované povolení, ve kterém ukládá společnosti nepřekročit maximální množství vypouštěných odpadních vod ve výusti A. Maximální povolené množství je 10 500 m³ za měsíc a 126 000 m³ za rok. Podle tabulky č. 1 nebylo v žádném měsíci překročeno množství vypouštěných odpadních vod. Roční množství bylo sníženo z 109 937 m³ v roce 2012 na 79 049 m³ v roce 2014. To

představuje snížení o 27%. V obou rocích bylo dodrženo maximální povolené množství stanovené integrovaným povolením.

Podle zákona (Zákon č. 76/2002 sb. O integrované prevenci a omezování znečištění) vydal krajský úřad společnosti integrované povolení, ve kterém ukládá společnosti dodržovat také kvalitu vypouštěných předčištěných odpadních vod ve výusti A. Seznam látek a ukazatelů, které musí společnost stanovovat, stejně jako podmíněně přípustné koncentrace a nepřekročitelné maximální koncentrace dle integrovaného povolení jsou uvedeny v tabulkách č. 2 a 3. Podle tabulky č. 2 byly v dubnu roku 2012 překročeny ukazatele $C_{10-C_{40}} NEL_{GC}$ a NEL. Opatřením bylo vyčištění lapolu a výměna fibroilového materiálu. Výsledek z následujícího měsíce ukazuje, že sledované ukazatele jsou v povoleném rozsahu. Mezi roky 2012 a 2014 došlo k změně limitů pro vypouštění odpadních vod do recipientu pro ukazatele NEL a uhlovodíky $C_{10-C_{40}} NEL_{GC}$. Byly odstraněny limity pro ukazatel NEL a mírně navýšeny hodnoty podmíněně přípustné koncentrace a nepřípustné maximální koncentrace pro ukazatel $C_{10-C_{40}} NEL_{GC}$. V tabulce č. 3 je vidět, že dvakrát během roku byla překročena podmíněně přípustná koncentrace ukazatele $C_{10-C_{40}} NEL_{GC}$. Nepřekročitelná maximální koncentrace nebyla překročena. Opatřením byla rovněž údržba a vyčištění lapolu.

Byly porovnány výsledky rozborů kvality vod mezi roky 2012 a 2014. Z Tabulek č. 2 a 3 vyplývá, že došlo k nárůstu koncentrace ukazatelů $CHSK_{Cr}$, BSK_5 nárůstu koncentrace NL_{105} , RL_{105} , RL_{550} , RAS, $C_{10-C_{40}}NEL$, nárůstu koncentrace Arsenu poklesu koncentrace NEL o 0,1 mg/l, Baria, fluoridů a k poklesu koncentrace NEL a olova. Zároveň ale byl snížen objem vypouštěných odpadních vod.

Roční náklady na čištění odpadních vod byly sníženy o 1 480 715 Kč (rok 2012 oproti roku 2014). Toto dramatické snížení nákladů bylo způsobeno změnou technologie čištění odpadní přebytečné vody chladicího okruhu granulace.

7. ZÁVĚR

Společnost je předním světovým výrobcem na výrobu skleněných obalů pro potravinářský průmysl. Technologie výroby vyžaduje značnou spotřebu olejů na bázi ropných látek. Ty jsou zdrojem znečištění odpadních vod. Společnost se v rámci snížení vlivu na životní prostředí snaží optimalizovat technologie tak, aby snížila množství vzniklých odpadních vod. Mezi roky 2012 a 2014 došlo k významnému snížení množství odpadní vod (27%). Toto snížení objemu změnilo látkové toky a koncentrace odpadních vod přitékajících do lapolu. Z výsledků rozborů kvality vypouštěných vod ve výusti A vyplývá, že mezi roky 2012 a 2014 došlo k navýšení koncentrace některých ukazatelů kvality odpadních vod. V roce 2012 byla průměrná koncentrace uhlovodíků C₁₀-C₄₀NEL 0,3 mg/l a objem vypouštěných odpadních vod 109937m³, to znamená roční množství 32 981g tohoto ukazatele. V Roce 2014 byla průměrná koncentrace C₁₀-C₄₀NEL 0,4 mg/l a objem vypouštěných odpadních vod výusti A 79049m³, to znamená roční množství 31620 g C₁₀-C₄₀NEL. Celkově lze tedy říci, že společnost vypustila v roce 2014 o 27% menší objem odpadní vody a zároveň roční množství vypouštěných uhlovodíků C₁₀-C₄₀NEL bylo o 1361 g nižší.

Snížení množství vypouštěných odpadních vod přináší kromě zmírnění vlivu na životní prostředí také finanční úsporu.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Andrés A, Cifrian E, Coz A, Viguri J, 2010: Indicators for Valorisation of Municipal Solid Waste and Special Waste. Waste and Valorisation of Municipal Solid Waste and Biomass Valorisation, Vol 1, Issue 4: strana 479 – 486, vydavatelství Springer Netherlands, Holandsko.

Beauvais M, Piezel B, Hamidi F, Villalobos M, Silva CD, Martin E, Dalmas D, Barthel E, 2010: Film Formation Mechanism in Glass Lubrication by Polymer Latex Dispersions. Thin Solid Films Vol 518, Issue 6: strana 1689 – 1697.

Bezpečnostní list maziva, 2008: Kleenmold 197. Total Glass Lubrikants Europe GmbH,

- Bindzar J a kol., 2009: Základy úpravy a čištění vod. Vydavatelství VŠCHT, 1. vydání, Praha.
- Boyd GA, Tolley G, Pang J, 2002: Plant level Productivity, Efficiency, and Environmental Performance of Container Glass Industry. Environmental and Resource Economics, Vol 23, Number 1, Kluwer Academic Publishers: strana 29 – 43.
- Davey R a kol, 1983: Constant oil to water ratio shear spray system. US Patent No. 4409014 A.
- Dohányos M, Koller J, Strnadová N, 1998: Čištění odpadních vod. Vydavatelství VŠCHT, 2. vydání, Praha.
- Firemní literatura, Technický popis a funkce zařízení Granulace
- Firemní literatura, Provozní řád a popis Sanace
- Firemní literatura, Návodka: Předpis utavené skloviny
- Gresham RM, Totten GE, 2009: Lubrication and Maintenance of Industrial Machinery, Best Practices and Reliability. CRC/ Taylor& Francis, Boca Raton, USA.
- Heclová N, 2010: Kontaminace životního prostředí pohonnými hmotami ropného původu, její zjišťování, sanace a prevence. Bakalářská práce, Brno.
- Horáková M a kol., 2000: Analytika vody. Vydavatelství VŠCHT Praha.
- Integrované povolení ze dne 12. 12. 2005 ve znění pozdějších změn
- Jelínek L a kol., 2009: Desalinační a separační metody v úpravě vody. Vydavatelství VŠCHT Praha, 1. vydání: 169 stran.
- Kvarčák M, Vavrečková J, Žemlička Ž, 2000: Likvidace ropných havárií. 1. vydání. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava: 106 stran.
- Tooley FV, Scholes SR, 1984: The Handbook of Glass Manufacture. 3. vydání, Ashlee Publ., NY.
- Zákon č. 76/2002 sb. o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci).