

# Utjecaj rafinerije nafte Sisak na okoliš

---

**Dankić, Davor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:855166>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Davor Dankić

**Utjecaj Ina rafinerije nafte Sisak na  
okoliš**

Završni rad

Karlovac, 2016



Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Davor Dankić

**The impact of the Ina oil refinery Sisak  
on the environment**

Final paper

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Davor Dankić

# **Utjecaj Ina rafinerije nafte Sisak na okoliš**

Završni rad

Mentor: Igor Peternel dr.sc.

Karlovac, 2016.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Stručni studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite  
Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2016

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Davor Dankić

Matični broj: 0416612089

Naslov: **UTJECAJ INA RAFINERIJE NAFTE SISAK NA OKOLIŠ**

Opis zadatka : Pribaviti podatke o ispuštanju otpadnih voda i plinova u okoliš od strane rafinerije nafte Sisak te njihov utjecaj na okoliš.

Zadatak zadan:	Rok predaje rada:	Predviđeni datum obrane:
02/2016	12/2016	12/2016

Mentor:  
Igor Peternel dr.sc.

Predsjednik izbornog povjerenstva:  
Nikola Trbojević dr.sc.

## **PREDGOVOR**

Ovom se prilikom zahvaljujem svom mentoru dr.sc. Igoru Peternelu na ukazanoj pomoći, savjetima, podršci i posvećenom vremenu tijekom pisanja završnog rada te se zahvaljujem i ostalim profesorima Veleučilišta u Karlovcu, Studija sigurnosti i zaštite na pruženom znanju i razumijevanju tijekom mog školovanja. Također se zahvaljujem svojoj obitelji koji su mi bili podrška i oslonac tijekom školovanja.

Hvala !

## SAŽETAK

Rafinerija nafte Sisak je kompleksna rafinerija namijenjena za preradu domaće i uvozne nafte. Sastoji se od više kombiniranih postrojenja te velikog skladišnog prostora. Veći dio rafinerije je izgrađen 70-tih godina prošlog stoljeća te je nebrigom i neulaganjem dosta zastario, pa samim tim predstavlja potencijalno veliku ekološku opasnost iako se to unazad desetak godina pokušava promijeniti. većina otpadnih voda rafinerije nafte Sisak završava u Kupi i Savi, a emisija  $H_2S$ ,  $NO_x$ , te  $SO_2$  i ostalih štetnih plinova ispušta se iz industrijskih postrojenja i završava u zraku grada Siska. Onečišćenje vode i zraka uslijed rada rafinerije predstavlja promjenu u cjelokupnom ekosustavu koja može utjecati na zdravlje, aktivnost i opstanak živih organizama, uključujući i čovjeka. Također, postoji negativno djelovanje na klimu, tlo, materijale i općenito se smanjuje kvaliteta života. Kako onečišćeni zrak već desetljećima predstavlja opasnost po zdravlje ljudi i ekosustav grada Siska, ali i okolice, dužnost je svih građana upozoriti vlasti i nadležne službe na potencijalne opasnosti i nepravilnosti u poslovanju rafinerije nafte Sisak kada se one pojave, a zakonska je obveza vlasti i nadležnih službi svim građanima osigurati čisti zrak, pitku vodu i čisto tlo. Onečišćenje danas smanjuje mogućnosti za zdrav i sretan život budućih generacija. Problemi onečišćenja pojedinih gradova nisu izolirani slučajevi, već je svaki takav problem ujedno problem cijele države.

Ključne riječi : *rafinerija, otpadne vode, štetni plinovi, ekosustav, kvaliteta života, onečišćenje.*



## SUMMARY

Sisak refinery is a complex refinery intended for the processing of domestic and imported crude oil. It consists several combined plant and a large storage space. Most of the refinery was built in the 70s and because of the disinvestment it is quite outdated, and therefore represents a potentially high environmental risk, although last ten years there was some change. Most of the wastewater from Sisak refinery ends in rivers Kupa and Sava, and the emission of H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>2</sub> and other harmful gases emitted from industrial plants ends in the air of the city Sisak. Water and air pollution of Sisak refinery represents a change in the whole ecosystem, which can affect the health, activity and survival of living organisms, including people., There is also a negative effect on the climate, soil, materials, and generally decreasing the quality of life. Polluted air poses a threat to human health and the ecosystem not only for Sisak, but also for the surrounding area, the duty of all citizens is to alert the authorities on the potential risks and irregularities in operations of Sisak refinery as they arise, and the legal obligations of the government and competent authorities is to ensure clean air, drinking water and clean soil for all citizens. Pollution today reduces opportunities for a healthy and happy life of future generations. The pollution problems of individual cities are not isolated cases, any such problem is also a problem of the whole country.

*Keywords: refinery, waste water, toxic gases, ecosystem, quality of life, pollution.*

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	2
<b>2. RAFINERIJA NAFTE SISAK.....</b>	<b>3</b>
2.1. Proizvodnja nafte i naftnih derivata Rafinerije nafte Sisak.....	6
2.2. Politika upravljanja okolišem.....	9
2.3. Izdavanja za zaštitu okoliša.....	11
<b>3. POTENCIJALNE OPASNOSTI ONEČIŠĆENJA.....</b>	<b>12</b>
3.1. Zrak.....	16
3.1.1. Kakvoća zraka grada Siska.....	17
3.1.2. Mjere poduzete za smanjenje onečišćenja zraka.....	26
3.2. Voda.....	27
3.2.1. Otpadne vode Rafinerije nafte Sisak.....	27
3.2.2. Zakonski zahtjevi na području zaštite voda.....	29
3.2.3. Obrada otpadnih voda Rafinerije nafte Sisak.....	31
3.2.4. Kakvoća rijeke Save.....	34

3.2.5. Mjere i planovi za smanjenje onečišćenja voda.....	35
<b>4. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>37</b>
<b>5. LITERATURA.....</b>	<b>39</b>
<b>6. PRILOZI.....</b>	<b>40</b>
6.1 Popis slika.....	40
6.2 Popis tablica.....	42

## **1.UVOD**

### **1.1.Predmet i cilj rada**

Okoliš je specifičan medij u kojem se odražavaju posljedice svih aktivnosti čovjeka te je jako osjetljiv na onečišćenja iz okoline. Industrijska proizvodnja ima znatan utjecaj na okoliš otpuštanjem štetnih tvari u zrak, tlo i vodu. Niz je čimbenika koji utječu na onečišćenje, samim tim i na zaštitu okoliša. Naftna industrija predstavlja veće onečišćivače okoliša pa tako i rafinerija nafte u Sisku. Implementacijom propisa Europske unije u hrvatsko zakonodavstvo te usklađivanjem poslovanja s brojnim zahtjevima regulative Europske unije, koji su stupili na snagu ili će stupiti na snagu u narednih nekoliko godina rafinerija nafte Sisak mora svoje poslovanje uskladiti s visokim zahtjevima zaštite okoliša, osobito u području zaštite zraka. Predmet ovog rada je analiza specifičnosti onečišćenja zraka i vode od strane rafinerije nafte Sisak i njezin utjecaj na okoliš prema prilogu II uredbe o utvrđivanju objedinjenih uvjeta zaštite okoliša (NN 114/08) čime su dane glavne indikativne tvari koje su bitne za određivanje graničnih vrijednosti emisije u postupku objedinjenih uvjeta zaštite okoliša. U rafineriji nafte u Sisku prepoznate su glavne indikativne tvari za zrak ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, hlapivi organski spojevi i praškaste tvari) te vode u vidu suspendiranih tvari i tvari koje negativno utječu na ravnotežu kisika te se mogu mjeriti pomoću parametara BPK<sub>5</sub>, KPK i slično. Predmet ovog rada je utjecaj rafinerije nafte Sisak na okoliš, postupci koje poduzima INA d.d. kao vlasnik rafinerije kao i Republika Hrvatska kao zaštitnik prirodnih dobara u korist svih građana Republike Hrvatske. Sama analiza je usredotočena na utjecaj onečišćenja na grad Sisak i bližu okolicu. Cilj rada je ukazati na potencijalne opasnosti djelovanja postrojenja poput rafinerije nafte na okoliš, stupanj onečišćenja zraka, voda i tla područja na kojima djeluju te u konačnici na opasnosti koje takve industrije predstavljaju za ljudsko zdravlje.

## **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

Kako bi se što kvalitetnije istražila problematika rada korišteni su različiti izvori podataka, od stručne literature iz područja ekologije, zaštite okoliša, biologije te zaštite na radu do internet stranica tematike završnog rada. Izvor podataka o onečišćenju zraka su većim dijelom „Automatske mjerne postaje“ u gradu Sisku i na ispustima rafinerijskih postrojenja, a o onečišćenju vode mjerne stanice javnog zdravstva Sisačko-moslavačke županije i mjerenja na otpadnim vodama rafinerije nafte u Sisku i rafinerijskim ispustima u rijeke Kupu i Savu. Ovaj rad se bavi proučavanjem i analiziranjem već postojećih podataka. Kako bi se što detaljnije prezentirali podaci, korištene su znanstvene analize, klasifikacije, indukcije, dedukcije i deskripcije.

## 2. RAFINERIJA NAFTE SISAK

Rafinerije nafte su velika procesna industrijska postrojenja u kojima se iz sirove nafte različitim procesima izdvajaju naftni derivati poput tekućeg plina, mlaznih goriva i slično koji su potrebni krajnjim korisnicima. Nafta pravo značenje dobiva u 19. stoljeću kad je 1859. godine. Amerikanac E. L. Drake u Pennsylvaniji izbušio prvu bušotinu, što se uzima kao početak industrijske proizvodnje. Prva velika rafinerija otvorena je u Rumunjskoj, točnije u Ploiesti 1856. godine. U to se doba upotrebljavala isključivo za dobivanje petroleja i kao mast za podmazivanje (kolomast). Najveći svjetski kompleks rafinerija je "Centro de Refinación de Paraguaná" u Venezueli čiji kapacitet iznosi 956 000 barela na dan. Tek naglim razvitkom automobilske industrije i sve većom potražnjom za naftom, počinju se razvijati tehnologije dobivanja goriva iz nafte, odnosno tehnologije rafiniranja.[1]

Rafinerije se dijele na:

- Najjednostavniji tip rafinerije - rafinerije koje imaju samo atmosfersku destilaciju, katalitički reforming i proces rafimacije.
- Složeni tip rafinerije – rafinerije koje osim postrojenja iz grupe 1. imaju i postrojenja za vakuum-destilaciju (katalitički kreking).
- Kompleksne rafinerije – rafinerije koje uključuju i proizvodnju mazivih ulja.
- Petrokemijske rafinerije – rafinerije koje obuhvaćaju i petrokemijska postrojenja.

Heinrich rafinerije dijeli na četiri grupe:

1. Hydroskiming rafinerije – najjednostavniji tip rafinerije gdje se benzin dobije miješanjem primarnog benzina, butana.
2. Rafinerije s katalitičkim krekingom – rafinerije koje se grade kada se želi proizvesti veća količina benzina.

3. Rafinerije za duboku konverziju - rafinerije koje omogućavaju veliku fleksibilnost prerade bez obzira na vrstu nafte, međutim troškovi investicija i prerade su vrlo visoki jer proces iziskuje velike količine vodika
4. Rafinerije za duboku konverziju (hidrokreking-koking) – rafinerije u kojima se koks dobiven kokingom može iskoristiti kao gorivo u industriji, ili se spaljuje u niskokalorični plin, a troškovi proizvodnje su niži nego u ostalim tipovima rafinerija.

Financiranja u sferi rafiniranja uvelike ovisi o ponudi i potražnji. Cijena produkta rafiniranja ovisi o nizu faktora poput ekonomije (globalne, lokalne), vremenskih uvjeta, vrijednosti (rastu, padu) dionica naftnih kompanija i drugih kompanija u naftnoj industriji. Cijena dionica ovisi o potražnji, određenim odlukama vlasti i akcijama OPEC-a. OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) je udruženje država izvoznika nafte koje kontrolira cijenu i količinu nafte koja će se proizvesti. Države članice OPEC-a su Alžir, Indonezija, Iran, Irak, Kuvajt, Libija, Nigerija, Katar, Saudijska Arabija, Ujedinjeni Arapski Emirati i Venezuela. Budući da je izvoz nafte najznačajniji dio gospodarstva tih država, održavaju se minimalno dva sastanka godišnje na kojima se određuje optimalna količina proizvodnje. Svih 11 članica OPEC-a proizvodi oko 40% ukupne svjetske proizvodnje nafte, a u potvrđenim zalihama ima 3/4 ukupno potvrđenih zaliha u svijetu. [1] Rafinerija nafte Sisak je smještena u Sisačko-moslavačkoj županiji u gradu Sisku, nekih 50km udaljenosti od Zagreba. Prostire se u južnoj industrijskoj zoni na 3-4 km uz desnu obalu Kupe kod ušća u Savu. Samim tim je jasno da se većina otpadnih voda iz rafinerije ispusta i završava u rijekama Kupi i Savi, a emisije  $H_2S$ ,  $NO_x$ , te  $SO_2$  i ostalih štetnih plinova koji se također ispuštaju iz postrojenja rafinerije završavaju u zraku iznad grada Siska. Rafinerija nafte Sisak je kompleksna rafinerija namijenjena za preradu domaće i uvozne nafte.[4] Sastoji se od nekoliko kombiniranih postrojenja te velikog skladišnog prostora.



Slika 1 – Rafinerija nafte Sisak [4]

Veći je dio rafinerije izgrađen 70-tih godina 20. stoljeća te je nebrigom i neulaganjem dosta zastario, pa samim tim predstavlja potencijalno veliku ekološku opasnost iako se to unazad desetak godina pokušava promijeniti restrukturiranjem i modernizacijom pogona i proizvodnje nafte i naftnih derivata. Rafinerija nafte Sisak godišnje preradi do 700.000 t nafte i proizvede derivate koji se prodaju na domaćem i inozemnom tržištu.[4]

## 2.1. Proizvodnja nafte i naftnih derivata rafinerije nafte Sisak“

Nafta je po svom sastavu veoma složena smjesa različitih ugljikovodika, pa se njezin sastav najbolje prikazuje približnim masenim udjelima elemenata koji sačinjavaju ugljik (83-87%), vodik (11-15%), sumpor (0-5.5%), dušik (0-2%), kisik (0-2%).[13] Nafta je nastala iz ostataka biljaka i životinja koje su postojale prije nekoliko stotina milijuna godina u vodi. Proces se odvijao u nekoliko faza:

- taloženju ostataka na dnu oceana koje je tijekom vremena prekrilo pijesak i mulj
- nastanak plina i sirove nafte uslijed djelovanja ogromnih pritisaka i visokih temperatura. [1]

Proces prerade nafte počinje istraživanjem i to geološkim i geofizičkim, područja potencijalno bogato naftom od strane znanstvenika i inženjera, ako se utvrdi postojanje nafte, (plina) koja se nalazi zbijena u sitnim porama između



stijena pod vrlo velikim pritiskom, buši se eksploatacijska bušotina kroz debele slojeve pijeska, mulja i stijena iz koje se vrši crpljenje iste te transport do rafinerije za preradu. Transport se može vršiti tankerima, cisternama, željezničkim putem, odnosno cestovnim te naftovodima što je ujedno i najjeftinija opcija. Velik problem prilikom bušenja i transporta je mogućnost istjecanja nafte u okoliš. Nove tehnologije su doprinijele povećanju preciznosti kod pronalaženja, a to je rezultiralo manjim brojem bušotina. Nafta transportirana u rafinerijama sadržava vodu, soli, sumporne spojeve, kiseline i neke nečistoće. Kako ovi elementi izazivaju koroziju i ostale negativne efekte na postrojenje, nastoje se ukloniti. Voda se uklanja na način da se s dna spremnika u kojem se nalazi nafta, ispušta voda, jer se nafta, pošto je lakša od vode, nataložila na površini. Drugi način je dodavanje emulgatora pri čemu se soli uklanjaju dodavanjem visoko zagrijane vode u tok nafte, a zagrijana voda otapa soli koji se talože na dnu.[3]

Procesi koji se odvijaju u većini rafinerija nafte, pa tako i u rafineriji nafte Sisak su:

- destilacija
- alkilacija
- hidrodosulfurizacija
- izomerizacija
- katalitički reforming
- proces Blending

Destilacija je prvi korak u postupku prerade nafte, a svrha procesa je izlučivanje (separacija) ugljikovodika iz sirove nafte u frakcije nafte koje se baziraju na njihovoj točki vrelišta. Separacija se odvija u velikim kolonama pod djelovanjem atmosferskog pritiska, te kolone sadrže velik broj plitkih posuda gdje se ugljikovodični plinovi i tekućine miješaju i poslije toga tekućina iscuri iz kolone, a plinovi ostaju. Lakše tvari poput butana i nafte se uklanjaju u gornjem dijelu kolone, a teže tvari kao ostaci tekućina se ispuštaju iz donjeg dijela kolone.

Alkilacija je sekundarni proces prerade nafte kojim se dobiva najkvalitetniji benzin. Proces se zasniva na katalitičkoj reakciji izobutana s laganima olefinima (propanom, butanom). Alkilat je najkvalitetnija komponenta koja se upotrebljava za proizvodnju benzina.

Hidrodesulfurizacija je najzastupljeniji proces u proizvodnji nafte i njime se povećava kemijska stabilnost kreking benzina. Vodik za ovaj proces dobiva se s postrojenja katalitičkog reforminga. Faktori koji utječu na kvalitetu procesa su temperatura, tlak, udio vodika i prostorna brzina.

Izomerizacija je proces koji se primjenjuje ako se mora povećati oktanski broj benzina. Osim za spomenutu namjenu rabi se i za pripremu sirovine za proces alkilacije. Postupak se zasniva na promjeni strukture molekula ugljika, a da pri tome molekularna masa ostaje konstantna.

Ako se želi povećati oktanski broj grupi benzina dobivenih procesom atmosferske destilacije primjenjuje se katalitički reforming. No prije toga potrebno je ukloniti sumporne spojeve i metale, iz postojeće grupe, jer su štetni, postupkom hidrodesulfurizacijom. Tlak, temperatura, udio vodika su utjecajni parametri.

Proces Blending upotrebljava se u postupcima rafinacije petroleja, benzina i dizelskog goriva, na način da se različite frakcije nafte kombiniraju u svrhu dobivanja završnih navedenih proizvoda. Ovaj proces se još i naziva slađenje jer se korozivni merkaptanski sumpor prevodi u nekorozivne disulfide.[3] Proces zahtjeva znanje o svim komponentama koji su uključeni u postupku koji su razvijeni računalnim modelima i simulacijama.

Nafta je izvor tvari za više od pola organske kemije. Naftni derivati su proizvodi rafinerijske preradbe nafte, u prvome redu proizvodi atmosferske i vakuumske frakcijske destilacije koji se mogu izravno upotrijebiti kao gorivo ili kao sirovine za dobivanje niza organskih spojeva.[3] Najvažnije su skupine naftnih derivata naftni plin, petroleter (ligroin), motorni benzin, dizelsko gorivo, mlazno gorivo, odnosno kerozin i petrolej (za mlazne motore), loživo ulje (lako i

teško /mazut/), bazno mazivo ulje, bitumen i naftni koks, parafin (vosak) te olefinski i aromatski ugljikovodici kao petrokemijske sirovine, posebice etilen, propilen, benzen, toluen i ksileni. Pogonska goriva za motore s unutarnjim izgaranjem (benzin, dizel, lož ulje) su obojani različitim bojama zbog razaznavanja i prepoznatljivosti, jer bi ih ljudsko oko i njih teško moglo razlikovati. Takve boje imaju i svoj karakterističan miris, a ne prave štetu motoru. Benzin ima intenzivan i prepoznatljiv miris upravo zbog boja i svog hlapljenja, dok dizel znatno manje.

Tekući plin je najlakši derivat nafte, sastoji se od smjese propana i butana. Kao takav mora se rafinirati da bi se uklonili korozivni sumporni spojevi, gdje tako prerađen može ići na tržište.

Benzin se upotrebljava kao pogonsko gorivo u većini motornih vozila. Proizvodi se u dvije gradacije: benzin koji ima od 86-88 oktana i super sa 95-100 oktana.[3] Oktanski broj je mjera za antidetonatorsko svojstvo benzina. Za povećanje oktanskog spoja dodaju se olovni spojevi, TEO, TMO, odnosno tetraetil olovo i tetrametil olovo.

Za proizvodnju dizelskog goriva upotrebljava se petrolej i dijelovi lakog plinskog ulja, ti elementi destiliraju na 170° do 360°C. Osim temperature filtrabilnosti važan je i maseni udio ukupnog sumpora koji ne smije biti veći od 1,0 % zbog korozivnog djelovanja. cetanski broj i dizel indeks su mjere za sposobnost paljenja dizelskog goriva.

Mlazno gorivo je smjesa teškog benzina i petroleja, odnosno spojevi nafte koji destiliraju na 145° do 225°C. Kako tu vrstu goriva troše mlažnjaci koji lete na velikim visinama gdje vladaju izrazito niske temperature, potrebno je osigurati temperature zamrzavanja ispod -55° C.[2]

Ulja se upotrebljavaju u različite svrhe, a osnovna im je funkcija podmazivanje motora, štednja goriva, hlađenje i brtvljenje motora, sprečavanje korozije. Indeks viskoznost im je vrlo visok zbog specifičnih uvjeta rada, ujedno indeks viskoznosti je i mjera po kojoj se ulja klasificiraju.

Bitumen je derivat nafte koji se dobiva oksidacijom vakuum ostataka nafte. Važna svojstva su elastičnost, penetracija, temperatura mekšanja, rastezljivost. Svojstva bitumena ovise o stupnju disperzije asfaltina u maltenima. Svoju uporabu pronašao je u cestogradnji i industriji.

Parafin se dobiva iz uljnih destilata, što je sadržaj ulja manji to je parafin kvalitetniji. Primjenjuje se u prehrambenoj industriji, proizvodnji šibica, svijeća i slično.

Za proizvodnju loživog ulja iskorištavaju se nusprodukti pri preradi nafte. Uvjete koji moraju zadovoljiti su viskoznost i količina sumpora. Upotrebljava se kao gorivo u energetici. [2]

## 2.2. Politika upravljanja okolišem

U skladu sa strategijom i politikom ZZSO(Zaštita zdravlja sigurnost i okoliš) u INA d.d., politika upravljanja okolišem u rafineriji nafte u Sisku temelji se na principima održivog razvoja, gospodarenja otpadom i upravljanja aspektima okoliša sukladno zahtjevima važećih propisa vezanih uz zaštitu okoliša, norme ISO 14001, kupaca, dobavljača i ostalih zainteresiranih strana.[4]

Kroz bliske i kooperativne odnose s organima nadzora, te pravodobnu komunikaciju osiguran je protok informacija s gradom Siskom, lokalnom upravom, samoupravom i javnošću, što omogućava lakše upravljanje i nadzor nad zaštitom okoliša rafinerije nafte Sisak.

Primjenom Sustava upravljanja zaštita okoliša prema normi ISO 14001 uspostavlja se stalna kontrola i nadzor te neprekidno smanjivanje štetnih utjecaja na okoliš kroz sve faze djelatnosti, od izgradnje tehnoloških procesa i razvoja proizvoda, preko primjene tehnologije do korištenja proizvoda i davanja usluga. Temeljna načela i obveze rafinerije nafte Sisak su:[4]

- racionalno korištenje energetskih izvora
- poduzimanje odgovarajućih mjera za smanjenje onečišćenja vodotoka rijeka Kupe i Save
- poduzimanje odgovarajućih mjera za smanjenje onečišćenja zraka i tla
- proizvodnja što manjih količina proizvodnog otpada
- otvoreno komuniciranje s lokalnom zajednicom, medijima i svim zainteresiranim stranama
- aktivna suradnja sa zakonodavnim tijelima i sudjelovanje u radu stručnih organizacijadati prednost dobavljačima koji u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljavaju zahtjeve ove Politike
- osiguranje primjerenog načina rada i obrazovanja radnika rafinerije nafte Sisak kako bi se povećala svijest o zaštiti okoliša, aspektima okoliša te vlastitoj ulozi i odgovornosti u ostvarivanju ciljeva zaštite okoliša
- kontinuirano poboljšanje sustava upravljanja i učinaka na okoliš i sprječavanje onečišćenja bilo koje vrste sukladno principima održivog razvoja
- konstantno usklađivanje dokumenata i provođenje propisa iz područja zaštite okoliša
- postupati sukladno standardima norme ISO 14001

Vizija upravljanja zaštitom okoliša rafinerije nafte Sisak obuhvaća odgovorno poslovanje u cilju očuvanja i odnosa prema društvenoj zajednici radi postizanja dugoročnog poslovnog uspjeha i zadovoljstva svih zainteresiranih strana.[4] Svi zaposlenici imaju odgovornost održavati visoke standarde zaštite okoliša pri čemu sve linije rukovođenja i upravljanja imaju vodeću ulogu.

U rafineriji, koja je certificirana po normi ISO 14001, zaštita okoliša poznata je kao poslovna strategija i vlastita odgovornost za opstojnost i kvalitetu života.[4] Sukladno tome, u posljednjih su nekoliko godina učinjeni značajni pomaci u racionalnom gospodarenju vodnim resursima, gospodarenju i postupanju otpadom, a veliki su napori uloženi i ulagat će se u poboljšanje kvalitete zraka u okruženju rafinerije nafte Sisak.

### 2.3. Izdavanja za zaštitu okoliša

U nastojanju da realizacija programa zaštite okoliša bude što učinkovitija, a korisnici upoznati s financijskim mogućnostima, prepoznate su aktivnosti, i utvrđena sredstva vezana uz zaštitu okoliša. U radu i poslovanju rafinerije evidentirane su i naplaćuju se:

#### 1. Tri vrste vodopravnih naknada i jedna koncesija :

- naknada za korištenje voda - na temelju volumena zahvaćene vode
- naknada za zaštitu voda - na temelju volumena i stupnja onečišćenja ispuštene vode
- naknada za uređenje voda (prije slivna vodna naknada) - na temelju površine zemljišta i poslovnog prostora
- koncesija za zahvaćenu vodu - na temelju volumena zahvaćene vode.

#### 2. Tri vrste naknada za emisije u zrak :

- za ispušteni SO<sub>2</sub> – na temelju količine ispuštenog SO<sub>2</sub> u atmosferu
- za ispušteni NO<sub>2</sub> – na temelju količine ispuštenog NO<sub>2</sub> u atmosferu
- za ispušteni CO<sub>2</sub> – na temelju količine ispuštenog CO<sub>2</sub> u atmosferu. Rafinerija nafte Sisak od 2013. godine sudjeluje u Sustavu trgovanja emisijama stakleničkih plinova (EU ETS). Na temelju ostvarenog povijesnog kapaciteta (HAL) Rafinerija je dobila 244.258 besplatnih emisijskih jedinica za 2014. godinu. Ukupna emisija CO<sub>2</sub> u 2014. godini je iznosila 257.724 t. Razlika od 13.466 EUA kupljena je na tržištu po ukupnoj cijeni od 163.436,69 kn.

#### 3. Dvije vrste naknada za opterećenje okoliša otpadom :

- za opasni otpad – na temelju proizvedenog, nezbrinutog opasnog otpada
- za neopasni otpad – na temelju proizvedenog, a nezbrinutog neopasnog otpada
- za opterećenje neopasnim otpadom

U području zaštite okoliša u rafineriji nafte Sisak obavljala se komunikacija i inspekcijski pregledi s :

- Ministarstvom zaštite okoliša i prirode
- Državnom upravom za vode i Hrvatskim vodama
- Županijskim inspektorom za vode
- Inspektorom zaštite okoliša.[5]

### **3. POTENCIJALNE OPASNOSTI ONEČIŠĆENJA**

Prerada nafte nosi velike potencijalne opasnosti onečišćenja i to:

- zbog sagorijevanja otpadnih plinova iz prerade dolazi do ispuštanja štetnih emisija CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> u atmosferu
- zbog nepredviđenih poremećaja u proizvodnji moguće nekontrolirano ispuštanje opasnih koncentracija benzenskih para u atmosferu.(H<sub>2</sub>, S, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>)
- moguće izlivanje nafte i naftnih derivata u tlo i rijeke Savu i Kupu usljed požara ili drugih fizičkih oštećenja cijevovoda,rezervara itd.
- mnoge druge opasnosti.

U reprofiliranom modelu rada rafinerije aktivno se koriste 23 stacionarna izvora (20 procesnih peći i 3 parna kotla) te 4 izvora iz tehnoloških procesa (dimnjak regenerators FCC-a i Clausovo postrojenje, baklja KP-4 i KP-6).[4] Kombinacijom loženja s loživim uljem i loživim plinom na svim stacionarnim uređajima za loženje nastoje se zadovoljiti dopuštene granice emisije za svaki polutant.

Tablica 1 – Odnos godišnji emisija polutanata iz stacionarnih izvora [4]

t/g	2014.	2015.	Indeks 15/14
Emisija SO <sub>2</sub>	1 880,92	1 249,22	0,67
Emisija NO <sub>x</sub>	866,68	591,85	0,68
Emisija CO <sub>2</sub>	362 325,75	257 723,57	0,72
Emisija CO	91,07	61,5	0,68
Emisija krutih čestica	47,73	24,03	0,50

Odnos godišnjih emisija polutanata iz stacionarnih izvora rafinerije tijekom 2014. i 2015. godine prikazan je u tablici 1. Prerada nafte je bila manja za 34,9% u 2015. godine, a emisije polutanata su pratile trend sukladno kombinaciji loženja. Količina emisije pojedinog polutanta na pogonima analogna je količini utrošenog loživog ulja i loživog plina na pećima, te sadržaju sumpora i pepela u loživom ulju i H<sub>2</sub>S u loživom plinu.[4]

U postupanju otpadom rafinerija nafte Sisak provodi mjere određene zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) kao i mjere propisane drugim zakonskim podaktima. Također se rafinerija pridržava internih procedura izrađenih prema zahtjevima norme ISO 14001:2004.

Tijekom 2015. godine u rafineriji nafte u Sisku nastalo je 2.266,35 tona opasnog i 1.346,66 tona neopasnog otpada. Sav nastali otpad zbrinut je na ekološki prihvatljiv način putem ovlaštenih institucija uz odgovarajuću prateću dokumentaciju.

Vrste opasnog i neopasnog otpada nastalog u rafineriji nafte Sisak tijekom 2015. godinu vide se u tablici 2 i 3.



Tablica 2 – Opasni otpad (2015.)[5]

NAZIV OTPADA	PROIZVEDENO/ZBRINUTO (t)
zauljeni muljevi od održavanja uređaja i opreme	2 250,00
otpadna ulja za motore, pogonske uređaje i podmazivanje	8,10
otpadna ambalaža	0,20
apsorbensi, filterski materijali onečišćeni opasnim tvarima	4,30
ee uređaji	0,27
olovne baterije	3,43
veliki kućanski aparati	0,05
UKUPNO	2 266,35

Tijekom 2015. godine u rafineriji nafte Sisak je obrađeno 2.250,00 tona zauljenog otpadnog materijala (ZOM) iz rafinerijskog procesa. Obrada je vršena na postrojenju za obradu ZOM-a, koje je smješteno u rafineriji.

Tablica 3 – Neopasni otpad (2015.)[5]

NAZIV OTPADA	PROIZVEDENO/ZBRINUTO (t)
otpadni transformatori	5,66
ostali istrošeni katalizatori	8,5
otpadni aluminij	1,26
otpadno željezo	717,24
ostali izolacijski materijali – mineralna vuna	25,51
muljevi od dekarbonizacije	585,48
otpadno drvo koje nije navedeno po drugim stavkama	2,66
Plastika	0,10
otpadno drvo – komunalni glomazni otpad	0,25
UKUPNO	1 346,66

U 2015. godini proveden je recertifikacijski nadzor prosuditeljske kuće BVC za sustav ISO 14001:2004. Na nadzoru su utvrđene 2 nesukladnosti i 6

primjedbi.[2] Praćenje izvršenja Programa analizirano je na sastanku Projektnog tima za održavanje sustava upravljanja zaštitom okoliša ISO 14001:2004. Tijekom 2015. godine rafinerija nafte Sisak je sukladno zakonskim propisima.

- revidirala Plan praćenja emisija stakleničkih plinova za rafineriju nafte Sisak
- izradila godišnje izvješće o emisijama CO<sub>2</sub> iz postrojenja za 2013.g. Izvješće je verificirano od strane ovlaštene tvrtke
- izradila izvješće o djelatnosti za potrebe dobivanja besplatnih emisijskih jedinica CO<sub>2</sub>, koje je također verificirano od strane ovlaštene tvrtke.

Sa Državnom upravom za vode i Hrvatskim vodama surađivalo se u slučajevima kao što su :

- obračuni naknada za zaštitu i korištenje voda
- unapređenje postojećih sustava za zaštitu voda.

Emisije glavnih onečišćujućih tvari pokazuju opći trend smanjenja, a do značajnog smanjenja emisija došlo je poglavito u odnosu na 1990. baznu godinu. Tako su u razdoblju od 1990. do 2015. emisije SO<sub>2</sub> smanjene za 85%, emisije NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> za približno 39%, a emisije lebdećih čestica PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> (u daljnjem tekstu PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>) za oko 20%. Razlog ovoga trenda smanjenja emisija su stroži propisi o koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku i graničnim vrijednostima emisija, zabrana prodaje benzina sa sadržajem olova, uporaba kvalitetnijega goriva s nižim sadržajem sumpora, plinifikacija te priključivanje na toplifikacijsku mrežu, korištenje nisko sumpornog ugljena te u manjoj mjeri razvoj javnog prijevoza. Ne može se zaobići utjecaj gospodarske krize, koja je doprinijela padu industrijske proizvodnje i u smanjenju proizvodnje energije, a time i smanjenju emisija onečišćujućih tvari u zrak.[5] Rafinerija nafte Sisak koja je smještena uz dvije rijeke, Kupu i Savu, oduvijek vodila brigu o očuvanju prirodnog staništa u vodotocima, a raznim sponzorstvima i

donacijama također brine se o sportskom, kulturnom i humanitarnom životu Siščana.

### 3.1. Zrak

Zrak je smjesa plinova koji tvore zemljinu atmosferu i jedan je od osnovnih uvjeta za život, bez boje je i mirisa. Važno je naglasiti da ne samo stanje okoliša, posebno onečišćenost zraka, već i način življenja i ponašanja (životni stil) u danom okruženju još su važniji faktori koji imaju utjecaja na zdraviji život. Najviše proučavan i najčešće spominjan oblik zagađivanja okoliša je zagađenje zraka. Iako je utjecaj ovog zagađenja na zdravlje ljudi, posebno pri akutnoj izloženosti u epizodama visokih koncentracija, dokazan i nesumnjiv, ipak postoje različita mišljenja o veličini tog utjecaja. Poseban problem predstavlja dugotrajna izloženost niskim koncentracijama onečišćenja, što je i najčešći slučaj.



Slika 2 – Sastav zraka[8]

Osnovne teškoće u istraživanju utjecaja zagađenja na zdravlje predstavljaju:

- prisutnost mješavine onečišćenja u zraku, što je gotovo uvijek slučaj, a zbog čega je teško izdvojiti pojedinačne utjecaje
- moguća prisutnost nepoznatih tvari/spojeve

- većina onečišćenja, nakon emitiranja u zrak, može putem niza kemijskih reakcija stvarati sekundarna onečišćenja, koja mogu biti znatno toksičnija od primarnih
- dugi latentni period za manifestiranje toksičnosti većine onečišćenja otežava povezivanje sa odgovorom organizma. [8]

### 3.1.1. Kakvoća zraka grada Siska

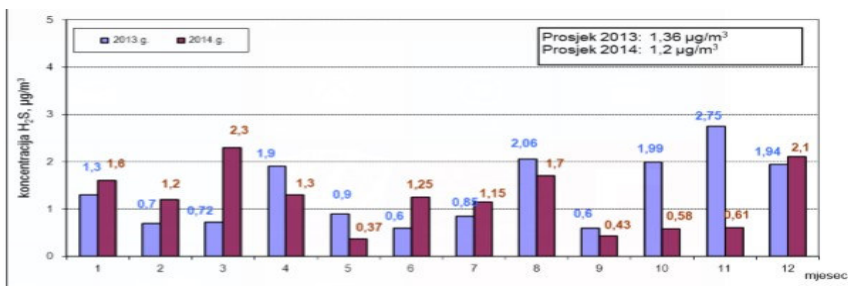
Zakonom o zaštiti zraka (NN 130/11, NN 47/14) određeni su načini organiziranja i provođenja zaštite i poboljšanja kakvoće zraka, a temeljem toga Zakona doneseni su i drugi provedbeni propisi, koji su baza poduzetim aktivnostima u rafineriji nafte Sisak u cilju smanjenja onečišćenja zraka iz rafinerijskih preradbenih jedinica.[7] Sukladno Uredbi o GVE (NN 117/12, NN 90/14) tijekom 2015. godine provedena su pojedinačna mjerenja emisija onečišćujućih tvari u zrak iz malih, srednjih i velikih stacionarnih izvora (procesne peći i kotlovske jedinice).[4] Važnije aktivnosti iz zaštite zraka u Sisku tijekom 2015. godine bile su :

- dnevno se prate relevantni parametri kakvoće zraka, a izvješća o stanju okoliša sa mjerne postaje „Sisak-1“ i mjerne postaje „Sisak-2“ dostavljaju se svima u RN Sisak, koji svojim djelovanjem mogu utjecati na imisiju u okruženju
- praćenje trenutnih vrijednosti koncentracija SO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S u cilju pravovremenog poduzimanja potrebnih aktivnosti u slučaju prekoračenja dozvoljenih vrijednosti - kontrolne sale pogona KP-4 i KP-6 povezane su on-line vezom s mjernim postajama „Sisak-1“ i „Sisak-2“,
- izvršena su pojedinačna mjerenja emisija iz stacionarnih izvora. Mjerenjima su utvrđene povišene emisije NO<sub>x</sub> na kotlu K-2 te CO i dimnog broja na peći H-11101. Emisije ostalih polutanata nalaze se unutar graničnih vrijednosti koje su propisane „Okolišnom dozvolom“.
- revidiran je plan praćenja emisija stakleničkih plinova za RN Sisak

- puštene su u rad rekompresijske stanice
- izrađeno je godišnje izvješće o emisijama CO<sub>2</sub> iz postrojenja za 2013.g. Izvješće je verificirano od strane ovlaštene tvrtke
- izrađeno je izvješće o djelatnosti za potrebe dobivanja besplatnih emisijskih jedinica CO<sub>2</sub>, koje je također verificirano od strane ovlaštene tvrtke

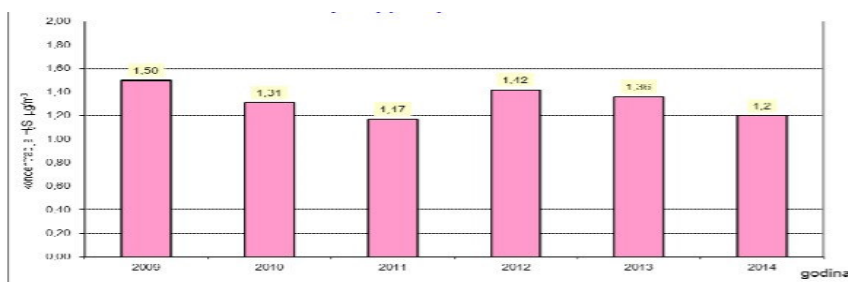
Rafinerija nafte Sisak bila je obvezna 2014. godine organizirati monitoring imisija koji će biti u funkciji izgradnje novih postrojenja, te je pored postojeće automatske postaje („Sisak-1“) smještene u stambenom naselju Caprag, morala uspostaviti i drugu automatsku postaju („Sisak-2“) za trajno praćenje kakvoće zraka u području utjecaja rafinerijskih postrojenja. Odabrana je mikrolokacija za postavljanje mjerne postaje u naselju Galdovo koja je ispunjavala uvjete propisane pravilnikom o praćenju kakvoće zraka (NN br. 155/05) čime su ostvareni preduvjeti za uspostavljanje mjerne postaje na odabranoj lokaciji. Sukladno zahtjevu Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenje i graditeljstva, mjerne postaje „Sisak-1“ i „Sisak-2“ spojene su sa rafinerijskim postrojenjima na način koji omogućava kontinuirano praćenje trenutnih koncentracija mjerenih parametara. Sve analize obavljene do danas u „Rafineriji nafte Sisak“ pokazuju znatno reducirane koncentracije sumpornih spojeva, što je u skladu s predviđenim učincima rada postrojenja. Unatoč realizaciji gotovo svih kratkoročnih mjera kao i nekih dugoročnih (osim modernizacije Kokinga) i dalje je prisutan problem druge kategorije kakvoće zraka u naselju Caprag s aspekta imisija sumporovodika.[5]

Odnos prosječnih mjesečnih imisijskih koncentracija H<sub>2</sub>S-a na mjernoj postaji „Sisak-1“ tijekom 2013./2014. godine nalazi se na grafu(slika 3).



Slika 3 – Prosječne mjesečne imisijske koncentracije H<sub>2</sub>S na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2013./2014.)[5]

Iz grafičkog prikaza za mjernu postaju „Sisak-1“ za 2014. godinu (slika 4) vidljivo je da prosječna godišnja imisijska koncentracija H<sub>2</sub>S iznosi 1,2 µg/m<sup>3</sup> što je za 10,6% manje od prošlogodišnje vrijednosti.



Slika 4 – Godišnji prosjek emisija H<sub>2</sub>S na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2009.-2014.)[5]

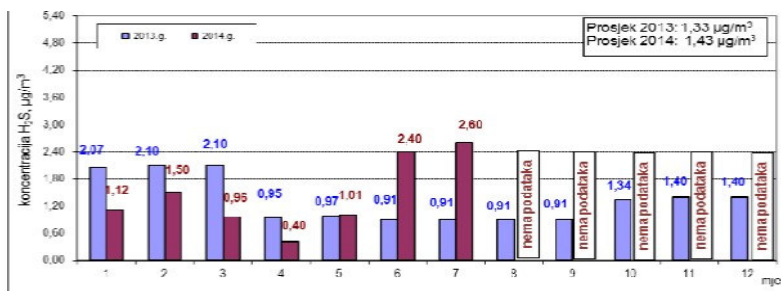
Usporedbom podataka iz 2013. godine sa mjerenjima u 2014. godini vidljivo je da je kakvoća zraka ostala iste kvalitete. Broj prekoračenja satnih graničnih vrijednosti H<sub>2</sub>S-a (GV) je manji za 64 u 2014. godini u usporedbi s 2013. godinom (slika 5). U tijeku je realizacija projekta „Zatvoreni sustav Blow downa“ koji će dodatno pridonijeti smanjenju broja pikova.



Slika 5 – Prekoračenje satnih graničnih koncentracija H<sub>2</sub>S na mjernoj postaji „Sisak-1“

(2006.-2014.)[5]

Broj prekoračenja dnevne granične vrijednosti H<sub>2</sub>S-a je manji za 6 u 2014. godini (GV dnevni = 5 µg/m<sup>3</sup>). Kakvoća zraka u 2014. godini u naselju Caprag, za H<sub>2</sub>S je i dalje 2. kategorije sukladno službenim podacima objavljenim od strane ovlaštene institucije (broj satnih prekoračenja veći je od 24 puta)(slika 5). Odnos prosječnih mjesečnih imisijskih koncentracija H<sub>2</sub>S-a na mjernoj postaji „Sisak-2“ tijekom 2013./2014. godine nalazi se na grafu(slika 6).



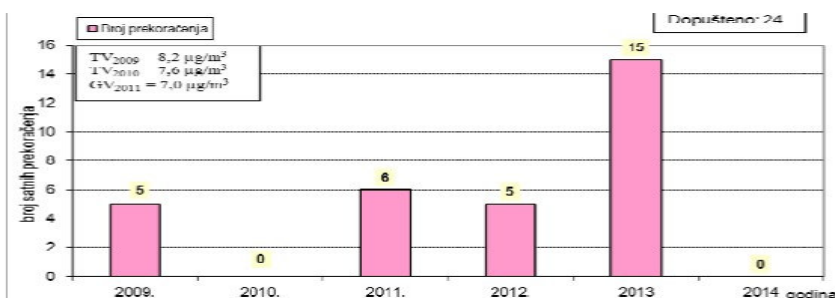
Slika 6 – Prosječne mjesečne imisije H<sub>2</sub>S na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2013./2014.)[5]

Iz grafičkog prikaza na mjernoj postaji „Sisak-2“ za 2013. godinu(slika 7) vidljivo je da prosječna godišnja imisijska koncentracija H<sub>2</sub>S iznosi 1,43 µg/m<sup>3</sup> (GV godišnji = 2 µg/m<sup>3</sup>). Zbog popravka i servisiranja analizatora nije bilo mjerenja koncentracije H<sub>2</sub>S-a od kolovoza do prosinca.



Slika 7 - Godišnji prosjek imisija H<sub>2</sub>S na mjernejoj postaji „Sisak-2“ (2009.-2014.).[5]

Kakvoća zraka u 2014. godini u naselju Galdovo za H<sub>2</sub>S je još 1. kategorije sukladno službenim podacima objavljenim od strane ovlaštene institucije. U 2014. godini nije bilo prekoračenja satne granične vrijednosti H<sub>2</sub>S-a na AMP „Sisak-2“, broj prekoračenja manji je od 24(slika 8).



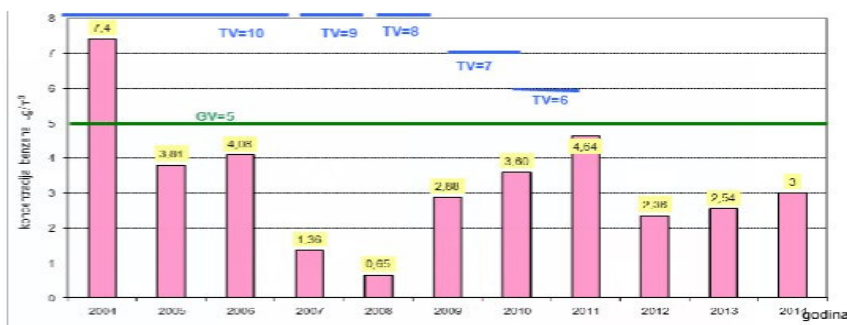
Slika 8 – Prekoračenje satne koncentracije H<sub>2</sub>S na mjernejoj postaji „Sisak-2“ (2009.-2014.).[5]

Dopuštene dnevne granične vrijednosti također nisu bile prekoračene. Ipak, najveći problem, su pojave „pikova“ u obliku povremenih kraćih prekoračenja dozvoljenih satnih vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari sumporovodika u okruženju, što ima za posljedicu zadržavanje kakvoće zraka u naselju Caprag u 2. kategoriji. Provedene analize i mjerenja pokazala su da su uzroci tome starost opreme i uređaja, česte obustave i kretanja postrojenja, te nužnost investiranja u postrojenje Koking.[5]

Rafinerija je realizirala u cijelosti kratkoročne mjere iz sanacijskog programa za smanjenje emisija/imisija benzena iz rafinerije nafte Sisak prema zadanim rokovima. U 2014. godine zabilježen je porast prosječne godišnje imisijske koncentracije benzena za 15,3 % na AMP „Sisak-1“(slika 9).[5]

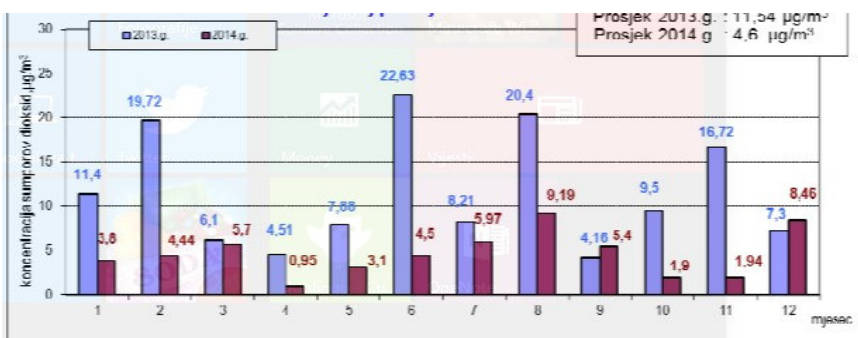


Kategorizacija zraka za benzen nije izvršena zbog malog obuhvata podataka (manje od 50%).[5] Prema izvršenim mjerenjima zrak bi bio I. kategorije. Usporedba godišnjeg prosjeka imisija benzena za period od 2004. do 2014. godine na mjernoj postaji „Sisak-1“ prikazano je na grafu(slika 9).



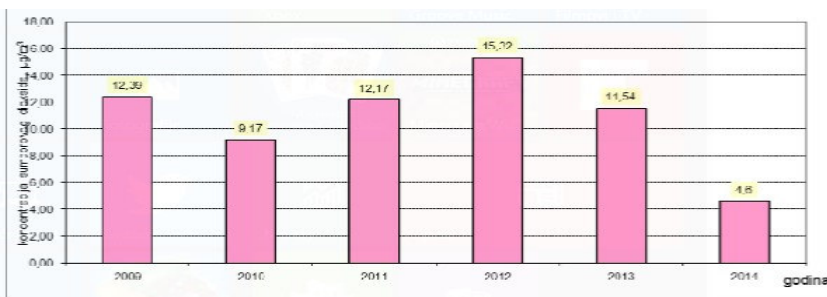
Slika 9 – Godišnji prosjek imisija benzena na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2004.-2014.)[5]

Na AMP „Sisak-2“ prosječna koncentracija benzena je također ispod dopuštene vrijednosti te je u skladu s tim zadržana 1. kategorija zraka u naselju Galdovo. Usporedba godišnjeg prosjeka imisija benzena na mjernoj postaji „Sisak-2“ u razdoblju od 2009. do 2014. godine. Budući da su i rafinerijski pogoni jedan od čimbenika koji doprinosi povećanju koncentracije sumporovog dioksida (SO<sub>2</sub>) u okruženju, ovom problemu se u rafineriji nafte Sisak daje posebna pozornost. Nakon puštanja u pogon Claus postrojenja zabilježena su očekivana smanjenja kako emisija tako i imisija sumpornog dioksida, što pridonosi poboljšanju kvalitete zraka u gradu Sisku(slika 10).

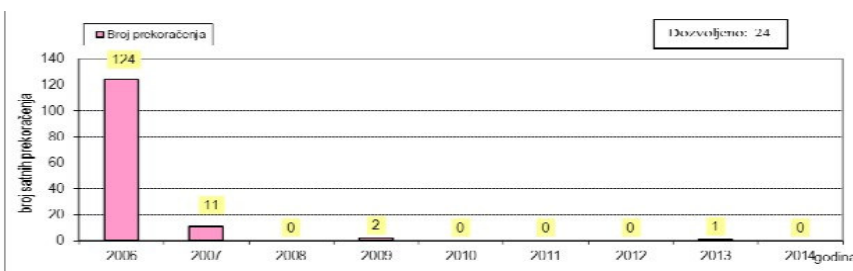


Slika 10 – Prosječne mjesečne imisije SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2013./2014.)[5]

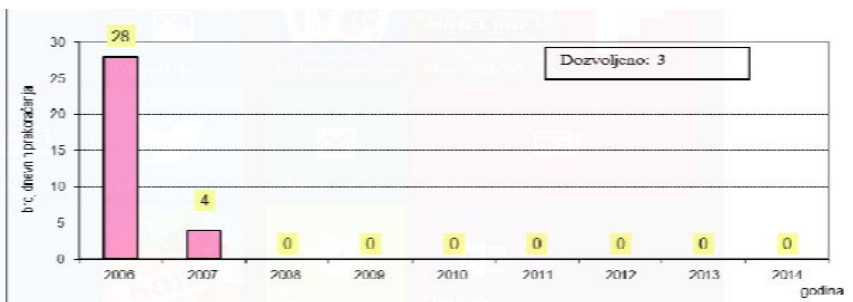
Odnos prosječnih mjesečnih imisijskih koncentracija SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ tijekom 2013./2014. godine nalazi se na grafu(slika 10). Uspoređujući godišnju koncentraciju imisije SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“, na grafičkom prikazu(slika 11), vidi se da je prosječna godišnja koncentracija niža za 60% u 2014. godini u odnosu na 2013. godinu.[5] To je rezultat prerade isključivo domaće nisko sumporne nafte. U 2014. godini nije zabilježeno nijedno prekoračenje satne granične vrijednosti SO<sub>2</sub> na AMP „Sisak-1“(slika 12). U 2014. godini dopuštene dnevne granične vrijednosti od 125 µg/m<sup>2</sup> nisu bile prekoračene(slika 13).



Slika 11 – Godišnji prosjek imisija SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2009.-2014.)[5]



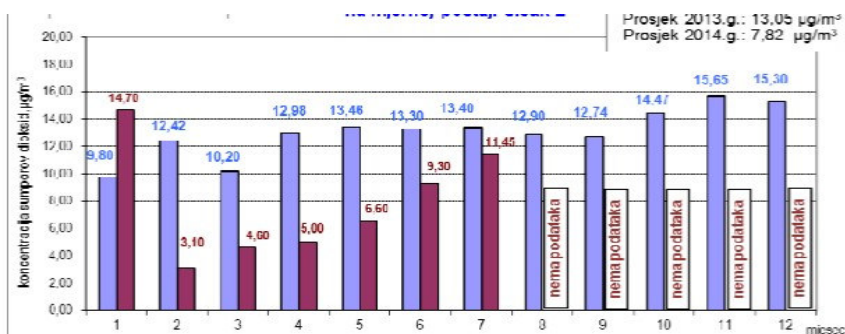
Slika 12 – Prekoračenje satne koncentracije SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2006.-2014.)[5]



Slika 13 – Prekoračenje dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> GV>125 µg/m<sup>3</sup> na mjernoj postaji

„Sisak-1“ (2006.-2014.)[5]

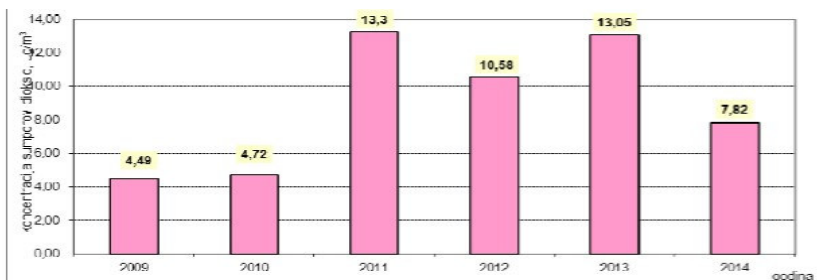
Odnos prosječnih mjesečnih imisijskih koncentracija SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-2“ tijekom 2013.g./2014.g. nalazi se na grafu(slika 14).



Slika 14 – Prosječne mjesečne imisije koncentracija SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-2“

(2013.-2014.)[5]

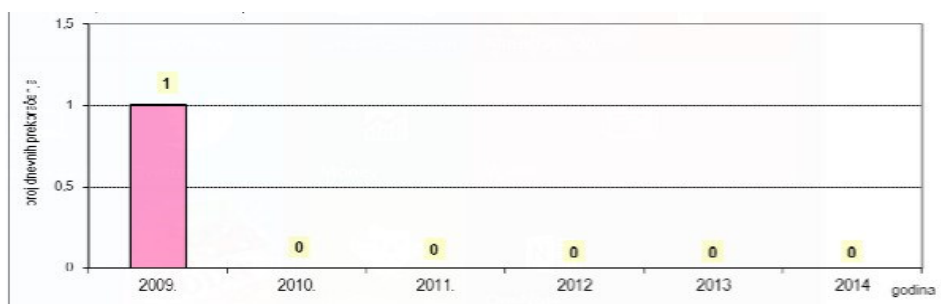
Uspoređujući godišnju koncentraciju imisije sumpornog dioksida (SO<sub>2</sub>) na mjernoj postaji „Sisak-2“, na grafičkom prikazu(slika 15), vidi se da je prosječna godišnja koncentracija manja za 40% u 2014. godini u odnosu na 2013. godinu.[5] To je rezultat prerade isključivo domaće nisko sumporne nafte.



Slika 15 - Godišnji prosjek imisija SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2008.-2014.)[5]

Zbog popravka i servisiranja analizatora nije bilo mjerenja koncentracije SO<sub>2</sub> od kolovoza do prosinca.

Tijekom 2014. godine nije bilo prekoračenja satnih i dnevnih graničnih vrijednosti SO<sub>2</sub> (slika 16).



Slika 16 - Prekoračenje dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> GV>125 µg/m<sup>3</sup> na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2006.-2014.)[5]

Iz svega navedenog proizlazi kako se prema razinama onečišćenosti, a obzirom na propisane granične,preporučene i tolerantne vrijednosti,te sukladno članku 18. Zakona o zaštiti zraka (NN br.47/14) utvrđene su sljedeće kategorije zraka :

- I kategorija- čisti ili neznatno onečišćen zrak - nisu prekoračene granične vrijednosti kakvoće zraka (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.
- II kategorija- onečišćen zrak -prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.[6]

U Sisku su izmjerene vrijednosti bile iznad graničnih vrijednosti za H<sub>2</sub>S od početka mjerenja što upućuje na trajni izvor lokalnog onečišćenja zraka. Od 2005. do 2011. Građani grada Siska udisali su zrak III kategorije, a po novom Zakonu iz 2014 to bi bila II kategorije. Temeljem propisa za zaštitu zraka prema Zakonu o zaštiti zraka (NN br. 178/04,60/08) koji određuju mjere provođenja i nadzora zaštite Republika Hrvatska je uspostavila državnu mrežu za praćenje kakvoće zraka koju čine:

- postaje za mjerenje pozadinske onečišćenosti, regionalnog i prekograničnog daljinskog prijenosa te mjerenje u okviru međunarodnih obaveza RH
- postaje za mjerenje kakvoće zraka u područjima kulturnog i prirodnog nasljeđa
- postaje za mjerenje onečišćenosti zraka u naseljima i industrijskim područjima.

U okviru državne mreže za praćenje kakvoće zraka nalazi se automatska mjerna postaja u gradu Sisku od 2003 godine. Uz državnu AMP praćenje kakvoće zraka se obavlja i putem lokalne mreže mjernih mjesta kojih ima pet. U gradu Sisku mjerenje na mjestima lokalne mreže obavlja :

- Zavod za javno zdravstvo SMŽ
- Ekonerg d.o.o.
- Alcina d.o.o., Institut za medicinsko istraživanje i medicina rada.[8]

### 3.1.2. Mjere poduzete za smanjenje onečišćenja zraka

Zajedno s Sisačko–moslavačkom županijom rafinerija nafte Sisak je izradila sanacijski program za smanjenje onečišćenja zraka sumporovodikom i benzenom po kojem se postupa. Poduzete mjere su:

- napuštanje tehnologije spaljivanja plina na kiseloj baklji
- nadogradnja rafinerijske tehnologije za rekupaciju sumpornih spojeva iz svih plinskih tokova(Claus postrojenje)

- izgradnja integralnog kompleksa blagog hidokrekinga[5]

Za modernizaciju Rafinerija koju uvjetuju i Republika Hrvatska a i standardi EU kao ISO 14001, sklopljeno je 207 ugovora vrijednosti 3,76 milijarde kuna od koji će dio otići i na modernizaciju rafinerije nafte Sisak.[4]

### 3.2. Voda

Voda pokriva tri četvrtine Zemljine površine u obliku oceana. Također je prisutna u obliku vodenih tokova i stajaćica (rijeke, jezera, mora) i podzemnih voda. Potrebna je za život biljnog i životinjskog svijeta.

#### 3.2.1. Otpadne vode rafinerije nafte Sisak

Otpadnim vodama nazivaju se vode koje su promijenile svoj prvobitni sastav unošenjem štetnih tvari čija prisutnost uzrokuje promjenu fizičkih, kemijskih, bioloških ili bakterioloških karakteristika vode. Pošto su i one neminovnost, a vraćaju se natrag u okoliš pa ih zbog tog treba pročistiti da ne bi narušavale prirodnu ravnotežu. Otpadne vode se dijele na sanitarne, industrijske, atmosferske te ostale vrste otpadnih voda. Zbrinjavanje otpadnih voda je ozbiljan problem današnjeg društva. Kako kućanstva i većina industrije na svojstven način zagađuju okoliš i vodotokove, potrebno je djelovati na način da se ono smanji ili potpuno ukloni. Zaštita voda od onečišćavanja provodi se radi očuvanja života i zdravlja ljudi, životinja i biljaka, zaštite okoliša, te omogućavanja neškodljivog i nesmetanog korištenja voda za različite namjene. Zaštita voda ostvaruje se nadzorom nad stanjem kakvoće voda i izvorima onečišćavanja zajedno sa sprječavanjem, ograničavanjem i zabranjivanjem radnji i ponašanja koja mogu utjecati na onečišćenje voda i stanje okoliša u cjelini te djelovanjima usmjerenim očuvanju i poboljšavanju kakvoće i namjenske uporabljivosti voda.

Onečišćenje voda je promjena kakvoće voda, pogoršava stanje vodenih eko sustava i ograničuje namjensku uporabu voda. Gotovo 30% industrijskih otpadnih voda ispušta se izravno u prijamnik, prirodni kao rijeke ili sustave javne odvodnje, bez pročišćavanja, ali to u rafineriji nafte Sisak nije slučaj. Rafinerijske otpadne vode nisu puštene u okoliš prije prethodnog pročišćavanja, obavezno je u sklopu naftnih postrojenja izgraditi uređaje za obradu otpadnih voda. Njima se moraju otpadne vode pročistiti tako da bi se ona mogla ispustiti bez opasnosti od ekološke štete. Na svakih milijun tona prerađene nafte rafinerije stvaraju od 0.1-5 milijuna tona otpadne vode ovisno o vrsti rafinerije.[4] Rafinerija nafte Sisak je prema podacima iz 2014. godine ispustila u prijemnik ukupno 2.777.977 m<sup>3</sup> obrađene otpadne vode.[5] Rafinerijske otpadne vode se dijele na:

- tehnološke otpadne vode
- oborinske otpadne vode
- sanitarne otpadne vode

Pročišćavanje vode se radi u objektima s postrojenjima specijaliziranim za ovu vrstu posla. Ovisno o svojstvima otpadnih voda i potrebnog stupnja njihovog pročišćavanja u tim postrojenjima se primjenjuje mehaničko, kemijsko ili biološko pročišćavanje otpadnih voda. U rafineriji nafte Sisak se primjenjuje mehaničko-biološko pročišćavanje otpadnih voda.

### 3.2.2. Zakonski zahtjevi na području zaštite voda

Zakonska regulativa RH regulira prava i obaveze svakog pojedinog korisnika vodnog dobra, obzirom na njegov utjecaj na vodne resurse. U cilju sustavne zaštite voda od onečišćenja od strane Hrvatskih voda izdaju se Vodopravne dozvole. Vodopravnim dozvolama za ispuštanje otpadnih voda u prijamnike definira se obim i kakvoća otpadnih voda te definiraju uvjeti ispuštanja, pročišćavanja te nadzora.

U slučaju odstupanja od propisanih uvjeta, izdaje se privremeni dokument Dozvolbeni nalog. Nalog propisuje koje mjere treba poduzeti korisnik vodnog dobra da se stanje uskladi s odgovarajućim propisom. Vodopravna dozvola se izdaje na ograničeni vremenski rok, najčešće na razdoblje od 5 godina.[5] Vrijednosti propisane za „Rafineriju nafte Sisak“ u skladu su s Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN br. 87/10).

Dok se ne donesu granične vrijednosti emisija otpadnih voda za naftnu industriju primjenjivat će se vrijednosti iz tablice 4 i 5.



Tablica 4 – Granične vrijednosti emisija onečišćujućih tvari u tehnološkim otpadnim vodama i referentne metode ispitivanja[7]

PRILOG 1.			
Tablica 1. GRANIČNE VRIJEDNOSTI EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U TEHNOLOŠKIM OTPADNIM VODAMA I REFERENTNE METODE ISPITIVANJA			
POKAZATELJI I MJERNE JEDINICE	GRANIČNE VRIJEDNOSTI		REFERENTNE METODE ISPITIVANJA
	POVRŠINSKE VODE	SUSTAV JAVNE ODVODNJE	
<b>FIZIKALNO-KEMIJSKI POKAZATELJI</b>			
1. pH	6,5 – 9,0	6,5 – 9,5	HRN ISO 10523:1998
2. Temperatura °C	30	40	SM*
3. ΔT ne više od °C	3	3	
4. Boja	bez	-	HRN EN ISO 7887:2001
5. Miris	bez	-	HRN EN 1622:2002
6. Taložive tvari ml/lh	0,5	10	SM*
7. Suspendirana tvar mg/l	35	-	HRN ISO 11923:1998
<b>BIOLOŠKI POKAZATELJI</b>			
8. Toksičnost (na dafnija) G <sub>50</sub>	3	-	HRN EN ISO 6341:2000
<b>ORGANSKI POKAZATELJI</b>			
9. BPK <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /l	25	vidi članak 4.	HRN EN 1899-1:2004
10. KPK <sub>Ca</sub> mgO <sub>2</sub> /l	125	vidi članak 4.	HRN ISO 6060:2003 HRN ISO 15705:2003
11. Ukupni organski ugljik (UOU) mgC/l	30	-	HRN EN 1484:2002
12. Teško-lapljive lipofilne tvari (ukupna ulja i masti) mg/l	20	100	SM*
13. Mineralna ulja mg/l	10	30	HRN EN ISO 9377-2:2002
14. Lakohlapljivi aromatski ugljikovodici mg/l	0,1	1,0	SM*
15. Adsorbilni organski halogeni mg/l	0,5	0,5	HRN EN 1485:2002
16. Lakohlapljivi klorirani ugljikovodici mgCl/l	0,1	1,0	HRN EN ISO 10301:2002
17. Fenoli mg/l	0,1	10,00	HRN ISO 6439:1998
18. Detergenti, anionski mg/l	1	10,00	HRN EN 903:2002
19. Detergenti, neionski mg/l	1	10,00	HRN ISO 7875-2:1998
20. Detergenti, kationski mg/l	0,2	2,0	nema standard. metode
<b>ANORGANSKI POKAZATELJI</b>			
21. Aluminij mg/l	3,0	-	HRN ISO 10566:1998 HRN ISO 12020:1998 HRN ISO 15586:2003 HRN EN ISO 11885:1998 ISO 17294-2:2003
22. Arsen mg/l	0,1	0,1	HRN EN ISO 11969:1998 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
23. Bakar mg/l	0,5	0,5	HRN ISO 8288:1998 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
24. Barij mg/l	5	5	HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
25. Bor mg/l	1,0	10,0	ISO 17294-2:2003
26. Cink mg/l	2	2	HRN ISO 8288:1998 ISO 17294-2:2003
27. Kadmij mg/l	0,1	0,1	HRN ISO 8288:1998 HRN EN ISO 5961:1998 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
28. Kobalt mg/l	1	1	HRN ISO 8288:1998 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
29. Kositar mg/l	2	2,0	HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
30. Krom ukupni mg/l	0,5	0,5	HRN EN 1233:1998 ISO 17294-2:2003
31. Krom (VI) mg/l	0,1	0,1	HRN ISO 11083:1998
32. Mangan mg/l	2,0	4,0	HRN ISO 6333:2001 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
33. Nikal mg/l	0,5	0,5	HRN ISO 8288:1998 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
34. Olovo mg/l	0,5	0,5	HRN ISO 8288:1998 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
35. Selen mg/l	0,02	0,1	HRN ISO 9965:2001 HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
36. Srebro mg/l	0,1	0,1	HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
37. Željezo mg/l	2	-	HRN ISO 6332:2001 HRN ISO 15586:2003
38. Živa mg/l	0,01	0,01	HRN EN 12338:2002 HRN EN 1483:1998
39. Vanadij mg/l	0,05	0,1	HRN ISO 15586:2003 ISO 17294-2:2003
40. Fluoridi mg/l OTOPLJENI	10,0	20,0	HRN ISO 10359-1:1998 HRN EN ISO 10304-1:1998
41. Sulfiti mg/l	1	10	SM*
42. Sulfidi OTOPLJENI mg/l	0,1	1,0	HRN ISO 10530:1998 HRN ISO 13358:1998
43. Sulfati mg/l	250	vidi članak 4.	HRN EN ISO 10304-2:1998
44. Kloridi mg/l	-	vidi članak 4.	HRN ISO 9297:1998 HRN ISO 10304-2:1998
45. Fosfor ukupni mg P/l	2 (1 jezera)	vidi članak 4.	HRN ISO 6878:2001
46. Klor slobodni Cl <sub>2</sub> mg/l	0,2	0,5	HRN EN ISO 7393-1:2001 HRN EN ISO 7393-2:2001 HRN EN ISO 7393-3:2001

Na osnovu karakteristike otpadne vode izračunava se tzv. koeficijent K<sub>1</sub> koji je proporcionalan onečišćenju i koji u principu povećava iznos (veće zagađenje-veći koeficijent-veća naknada).

Istodobno ,pravilnik uključuje i stupanj obrade otpadnih voda kroz koeficijent K<sub>2</sub>, tako da se primjerice mehaničkom obradom ne postiže smanjenje, dok se uz instaliranu biološku obradu iznos naknade smanjuje trostruko: (viši stupanj obrade-manji koeficijent-manja naknada).

Tablica 5 – Granične vrijednosti emisija otpadnih voda za Rafineriju nafte Sisak [7]

47. Klor ukupni Cl <sub>2</sub> mg/l	0,5	1,0	HRN EN ISO 7393-1:2001 HRN EN ISO 7393-2:2001 HRN EN ISO 7393-3:2001
48. Ortofosfati mg P/l	1,0 (0,5 jezera)	-	HRN ISO 6878:2001
49. Dušik ukupni mg N/l	10	vidi članak 4.	HRN ISO 5663:20001 + (NO <sub>2</sub> -N+NO <sub>3</sub> -N) HRN EN ISO 11905-1:2001 EN 12260:2003
50. Amonij mg N/l	10	-	HRN ISO 5664:1998 HRN ISO 7150-1:1998
51. Nitriti mg N/l	1	10	HRN EN 26777:1998
52. Nitrati mg N/l	2,0	-	HRN ISO 7890-1:1998 HRN ISO 7890-3:1998
53. Cijanidi ukupni mg/l	0,5	1,0	HRN ISO 6703-1:1998
54. Cijanidi slobodni mg/l	0,1	0,1	HRN ISO 6703-2:2001

\* »Standardne metode« za ispitivanje otpadne vode, APHA, AWWA, WEF (1998) 20ed

### 3.2.3. Obrada otpadnih voda „Rafinerije nafte Sisak“

Otpadne vode rafinerije nafte obrađuju se na četiri postojeća uređaja za pročišćavanje. U starom dijelu na centralnom uređaju za obradu otpadnih voda kapaciteta 180 m<sup>3</sup>/h, a preostale količine obrađuju se isključivo mehaničkim postupkom na separatoru 4 u količini od 50-120 m<sup>3</sup>/h. Na postrojenju KP-6 izgrađen je odvojeni kanalizacijski sustav, a oborinsko-zauljene vode se obrađuju kroz tri komore API separatora KP-6, te ispuštaju u rijeku Savu (tablica 6). [5]

Od 2007. godine oborinske vode se koriste kao sirova ili rashladna voda za rafinerijske procese.

Tablica 6 - Analitička kontrola kvalitete izlaznog toka vode[5]

	GOD. IZGRADNJE	TIP OBRADE	KAPACITET MAX.	REALNO	PRERADA	ZADOVOLJENJE ZAKONSKIH P.
Separator 4	1954	mehanički	1000 m <sup>3</sup> /h	50-120 m <sup>3</sup> /h	400 000 m <sup>3</sup> /god	NE
Centralni Uređaj	1973	Meh.-Kem., i biološki	180 m <sup>3</sup> /h	150-180 m <sup>3</sup> /h	cca 1,3mil. m <sup>3</sup> /h	DA
API-KP-6 Separator (oborina)	1979	mehanički	400 m <sup>3</sup> /h	100-400 m <sup>3</sup> /h	cca 1 mil. m <sup>3</sup> /h	Uvjetno
API-KP-6 Separator (tehnološki)	1979	mehanički	400 m <sup>3</sup> /h	100-150 m <sup>3</sup> /h	cca 1 mil. m <sup>3</sup> /h	Uvjetno
Separator Dorade	2004	mehanički	1800 m <sup>3</sup> /h	Diskontinuirano	120 000 m <sup>3</sup> /h	Uvjetno

Prikupljene tehnološke otpadne vode mehanički se pročišćavaju na odvojenom API separatoru, a zatim odvođe prema Centralnom uređaju za obradu otpadnih voda te tamo obrađuju cjelovitom kemijsko-biološkom obradom zajedno s otpadnim vodama starog dijela rafinerije (KP-2, KP-4, KP-5).



Slika 17 - Centralni uređaj za obradu otpadnih voda OV-4[2]

Prema vodopravnoj dozvoli potrebno je svakodnevno voditi analitičku kontrolu kvalitete izlaznog toka vode. Uzorak se uzima na „slapištu“,svaka dva sata tijekom cijelog dana te se na taj način dobiva kompozitni uzorak koji se analizira u kontrolno-analitičkom laboratoriju, a rezultati analiza se zapisuju u knjizi „Dnevna kontrola uređaja za obradu otpadnih voda separatora“. Analiziraju se KPK, ulje, suspendirana tvar, fenoli i temperatura. Iz svih danih podataka može se zaključiti kako je 2014. godine zahvaćeno više vode za tehnološke i sanitarne potrebe u odnosu na 2013. godinu (6,78%), a gubitak vode je smanjen za 57,4% što je rezultat učinjenih zahvata na sustavima vode. Na ispustu (1) su u 2014. zabilježene povišene vrijednosti svih polutanata. Osim toga, na ispustu (2) bile su povišene vrijednosti mineralnih ulja i fenola, a na ispustu (4) lako hlapivih aromatskih ugljikovodika.[5] Hrvatska je zemlja koja je bogata pitkom vodom i gotovo sva njena voda dolazi iz podzemnih izvora. Čak je i u zakonu istaknuto kako uporaba podzemnih voda u svrhu pića, sanitarija i protupožarne zaštite ima prednost nad svim drugim svrhama. Nastavi li se pravilno gospodariti vodom Hrvatsku bi trebala zaobići kriza koja će se neminovno u jednom trenutku izbiti u svijetu nastavimo li se putanjom stavljanja interesa pojedinaca i skupina ispred interesa javnosti.

### 3.2.4. Kakvoća rijeke Save

Da bi se usporedilo kako otpadne vode rafinerije nafte Sisak utječu na rijeku Savu, koja je najviše pogođena ispuštanjem otpadnih voda rafinerije jer ispusti koji idu u rijeku Kupu nemaju neki utjecaj na nju zbog toga što se nalaze oko kilometar od ušća Kupe u Savu, uspoređuje se kakvoću vode sa uzorkovanih postaja :

- Sava, Lukavec, nizvodno od utoka Kupe
- Sava, Galdovo, uzvodno od utoka Kupe

Također se uzima prosječna analiza otpadnih voda rafinerije nafte Sisak – KP-6 za veljaču 2010. godine (tablica 7).

Tablica 7 – Prosječna analiza otpadnih voda Rafinerije nafte Sisak-KP-6 (2010.)[5]

2010 god.					
PARAMETAR (mg/l)	KPK 125	ULJA 30	SUS.TVARI 35	FENOLI 0,5	TEMP. 30°-40°
Sava,Galdovo	4,95	<0,005	12,9	<0,003	13,4
Sava,Lukavec	5,3	<0,005	10,7	<0,003	14,5
RNS	27,63	1,21	3,7	0,09	18

Iz podataka je vidljivo da su ispuštene obrađene otpadne vode iz rafinerije nafte Sisak u zakonskim okvirima, a Sava nizvodno od rafinerije nema značajnijih promjena.

### 3.2.5. Mjere i planovi za smanjenje onečišćenja voda

Mjere i planovi rafinerije nafte Sisak za smanjenje onečišćenja voda su :

#### 1. Primijeniti plan gospodarenja vodom obuhvaćajući :

- smanjenje potrošnje vode unutar rafinerije putem integralnih rješenja za vodu i korištenja oborinske vode
- provedbu glavnog plana gospodarenja vodom u rafineriji, uključujući “pinch” studije
- odvajanje tokova vode od sustava odvodnjavanja, gdje god je to moguće;

#### 2. Smanjiti volumen otpadne vode nastale u rafineriji primjenom :

- odgovarajućeg vodoopskrbnog sustava i sustava odvodnje, odnosno cjelovitog sustava koji obuhvaća vodoopskrbu, oborinsku vodu, balastnu vodu, sanitarnu vodu, tehnološku vodu, vodu za napajanje kotlova, rashladnu vodu, podzemnu vodu, kao i prikupljanje efluenta, spremnike i različite (primarne, sekundarne i tercijarne) sustave pročišćavanja otpadne vode
- plana gospodarenja vodom, sa svrhom smanjenja volumena potrošnje vode; sastavnice plana su: o primjena koncepta integracije tehnološke vode o odvajanje NOC, AOC i COC vode o izmjena problematičnih rashlađivača vode (koji ispuštaju ulje) o usmjeravanje oborinske vode/načelo prvog ispiranja o uspoređivanja uspješnosti s drugima
- dobrog upravljanja i održavanja postojećih uređaja; LDAR o rashlađivačima vode, radu i održavanju mastolova za ulje iz postrojenja, izvršenje pregleda, optimizacija jedinica za obradu i sustava rada (separacije, FFU, biopročistači)
- tehnika za smanjenje količine otpadne vode koja nastaje u svakom zasebnom postupku/djelatnosti.
- trajnih poboljšanja

3. Smanjiti nepotrebno onečišćenje vode putem :

- odvajanja tehnološke vode, oborinske vode i zauljene oborinske vode
- odvajanja ulja na izvoru
- sprječavanja i nadzora razlijevanja
- mjera održavanja odvojenosti
- potpune odvojenosti onečišćenih protoka i onih koji to nisu
- odvajanja protočne rashladne vode od tehnološkog efluenta;

4. Primijeniti dvostupanjske stripere kiselih voda i uporabu amonijaka u okviru tehnika za smanjenje NOx ;

5. Primijeniti zatvorene sustave za kolektore otpadnih voda radi ograničavanja ispuštanja u zrak (npr. zatvorena valovita ploča separatora koja ispušta do ugljenih adsorbera);

6. Ostvariti što je više moguće uporabu pročišćene otpadne vode unutar rafinerije primjenom ispravnog završnog pročišćavanja (npr. za sustave hlađenja);

7. Koristiti odgovarajući trostupanjski uređaj za pročišćavanje otpadnih voda koji se sastoji od separacije gravitacijom, FFU-a i biopročistača;

8. Izgrađen novi separator za obradu oborinskih zauljenih voda na ispustu KP-4 u Kupu;

9. Na ispustima 1,2,3 postavljene su nadzorne kamere radi kontinuiranih vizualnih nadzora stanja na ispustima;

10. Postavljanje apsorbirajućih i plutajućih brana radi sprječavanja eventualnih onečišćenja.

#### 4.ZAKLJUČAK

U Hrvatskoj je u posljednjih 50 godina proizvedeno više od 84 milijuna tona nafte. Maksimalna proizvodnja zabilježena je 80-tih godina. Razlog tome je napredak u tehnologiji te početak eksploatacije polja u Slavonskoj-srijemskoj potolini. Za vrijeme Domovinskog rata proizvodnja nafte je razumljivo smanjena, a nakon završetka rata na kratko je porasla da bi se potom ponovno smanjivala. Nakon revitalizacije pojedinih polja taj pad je donekle ublažen, pa čak dolazi i do stagnacije. S obzirom na to da je većina naših polja pri kraju s rezervama nafte, njezina proizvodnja će se i dalje smanjivati, a Hrvatska će sve više ovisiti o stranoj nafti i o kolebanju cijena na svjetskom tržištu, a to će se svakako odraziti i na gospodarski razvoj Hrvatske. Građani su svjesni važnosti rafinerija za preradu nafte i naftovodnog sustava kojim se ona distribuira, ali s obzirom da navedeni prolaze kroz njihovo dvorište, ne može im se zamjeriti strah koji izražavaju zbog mogućih onečišćenja zraka, voda i tla. Strah građana donekle proizlazi i zbog slabog poznavanja dotične materije. Najbolje bi rješenje bila bolja komunikacija lokalnog stanovništva s mjerodavnima u sustavu proizvodnje i distribucije nafte ne bi bila na odmet, stoga bi trebalo na njoj poraditi, jer kako izgleda, fosilna će goriva još dugo grijati „naša dvorišta“. Neminovno je da rad rafinerije u Sisku utječe na okoliš i kvalitetu života građana Siska onečišćenjem zraka i vode, ali također je vidljivo da INA d.d. kao vlasnik rafinerije nafte Sisak poduzima odlučne mjere da se postojeće onečišćenje svede na najmanju moguću mjeru. INA je ekološki osviještena kompanija, za razliku od poslovanja iste kompanije prije 20 godina kada su INA i rafinerija bili u vlasništvu države Hrvatske.



U tom periodu rafinerija je bila veći zagađivač kojoj se žmirilo na oba oka. Smanjenje onečišćenja u današnje vrijeme posljedica je i smanjenja proizvodnje rafinerije, kao i zabrane prerađivanja nafte sa većom količinom sumpora od 1%, tako da je i to jedan od razloga smanjenja onečišćenja. Pitanje nije da li je moguć život u Sisku uz rafineriju, već je pitanje da li uopće može biti života u Sisku bez rafinerije imajući u vidu ekonomsku veličinu same rafinerije i njezin gospodarski značaj za grad Sisak i njegovu okolicu. Čist zrak i vode Siska, ali i šire moraju biti na prvom mjestu svakom pojedincu, ali mora se naći balans između ekologije i ekonomije. INA i rafinerija nafte Sisak su na pravom tragu da pomire ekologiju i ekonomiju u tako „osjetljivoj“ industriji, ali i današnjim ekonomskim i ekološkim okolnostima zemlje i svijeta. Možda su to mali koraci, ali su zasigurno koraci prema boljem i čistijem okolišu.

## POPIS LITERATURE

- [1.] Cerić, E. : Crude Oil, Processes and Products, IBC doo, Sarajevo, (2012.), ISBN 978-9958-9173-4-9
- [2.] Jakopaš, M. : Postanak, svojstva i značaj nafte, Završni stručni rad, Zagreb, 1991.
- [3.] Gorupić, F., Klarić, B., Relić, Đ. : Zaštita na radu i zaštita od požara, Zagreb, (1990.), ISBN 86-7695-024-8
- [4.] <http://www.ina.hr/default.aspx?id=59> (26.11.2016.)
- [5.] [http://inasps/sites/RN\\_Sisak/HSE/\\_layouts/15/start.aspx#/Zastita\\_okolisa](http://inasps/sites/RN_Sisak/HSE/_layouts/15/start.aspx#/Zastita_okolisa)(21.11.2016)
- [6.] <http://www.zakon.hr/z/269/Zakon-o-za%C5%A1titi-zraka> (21.11.2016)
- [7.] <http://www.varkom.hr/default.asp?FlashID=15465&ParentID=13885&title=pravilnik-o-granicnim-vrijednostima-emisija-otpadnih-voda> (22.11.2016)
- [8.] <http://www.smz.hr/site/images/stories/okolis/2011/zrak2010.pdf> (28.11.2016)
- [9.] [http://www.ina.hr/UserDocsImages/g\\_izvjesca\\_pdf/GOD%20IZVJ\\_hrv%2019\\_09.pdf](http://www.ina.hr/UserDocsImages/g_izvjesca_pdf/GOD%20IZVJ_hrv%2019_09.pdf) (27.11.2016.)

## POPIS PRILOGA

### Popis slika

Slika 1 – Rafinerija nafte Sisak.....	5
Slika 2 – Sastav zraka.....	20
Slika 3 – Prosječne mjesečne imisijske koncentracije H <sub>2</sub> S na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2013./2014.).....	23
Slika 4 – Godišnji prosjek imisija H <sub>2</sub> S na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2009.-2014.).....	23
Slika 5 – Prekoračenje satnih graničnih koncentracija H <sub>2</sub> S na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2006.-2014.).....	24
Slika 6 – Prosječne mjesečne imisije H <sub>2</sub> S na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2013./2014.).....	24
Slika 7 - Godišnji prosjek imisija H <sub>2</sub> S na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2009.-2014.).....	25
Slika 8 – Prekoračenje satne koncentracije H <sub>2</sub> S na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2009.-2014.).....	25
Slika 9 – Godišnji prosjek imisija benzena na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2004.-2014.).....	26

Slika 10 – Prosječne mjesečne imisije SO <sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2013.-2014.).....	27
Slika 11 – Godišnji prosjek imisija SO <sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2009.-2014.).....	28
Slika 12 - Prekoračenje satne koncentracije SO <sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2006.-2014.)	28
Slika 13 – Prekoračenje dnevne koncentracije SO <sub>2</sub> GV>125 µg/m <sup>3</sup> na mjernoj postaji „Sisak-1“ (2006.-2014.).....	28
Slika 14 – Prosječne mjesečne imisije koncentracija SO <sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2013./2014.).....	29
Slika 15 - Godišnji prosjek imisija SO <sub>2</sub> na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2008.-2014.).....	29
Slika 16 - Prekoračenje dnevne koncentracije SO <sub>2</sub> GV>125 µg/m <sup>3</sup> na mjernoj postaji „Sisak-2“ (2006.-2014.).....	30

## Popis tablica

Tablica 1 – Odnos godišnji emisija polutanata iz stacionarnih izvora. ....	16
Tablica 2 – Opasni otpad (2015.).....	17
Tablica 3 – Neopasni otpad (2015.).....	18
Tablica 4 – Granične vrijednosti emisija onečišćujućih tvari u tehnološkim otpadnim vodama i referentne metode ispitivanja.....	35
Tablica 5 – Granične vrijednosti emisija otpadnih voda za rafineriju nafte Sisak.....	36
Tablica 6 - Analitička kontrola kvalitete izlaznog toka vode.....	37
Tablica 7 – Prosječna analiza otpadnih voda rafinerije nafte Sisak-KP-6 (2010.).....	39