

**UNIVERZITET SINGIDUNUM  
FAKULTET ZA PRIMENJENU EKOLOGIJU FUTURA  
BEOGRAD**

**ULOGA I ZNAČAJ ODRŽIVE HEMIJE  
U SMANJENJU RIZIKA  
OD ZAGAĐENJA ŽIVOTNE SREDINE U LIBIJI**

**MASTER RAD**

**MENTOR**

**Doc. dr Milena Rikalović**

**KANDIDAT**

**Naji Agilee**

**Beograd, 2018.**

## **KOMISIJA ZA OCENU I JAVNU ODBRANU MASTER RADA**

### **MENTOR:**

- **dr Milena Rikalović**, docent  
Univerziteta Singidunum,  
Fakultet za primenjenu ekologiju  
Futura, Beograd

### **PREDSEDNIK KOMISIJE:**

- **dr Ivana Jelić**, docent  
Univerziteta Singidunum,  
Fakultet za primenjenu ekologiju  
Futura, Beograd

**DATUM JAVNE ODBRANE**

**MASTER RADA:** \_\_\_\_\_

## Sadržaj

Sadržaj.....	3
Uvod.....	4
Predmet istraživanja .....	6
Cilj istraživanja.....	6
Metodologija istraživanja .....	7
1.  Definisanje osnovnih pojmova .....	8
1.1. Hemija životne sredine .....	8
1.2. Održivost i održivi razvoj.....	10
1.3. Indikatori održivog razvoja .....	13
1.4. Definicija i vrste otpada.....	14
2.  Hemija i zagađenje životne sredine .....	18
2.1. Zelena hemija .....	19
2.2. Sintetička hemija .....	20
2.3. Osnovni principi zelene hemije.....	22
2.4. Politika zbrinjavanja hemijskog otpada u državi Libiji .....	26
2.5. Primena zelene hemije i njene prednosti.....	28
3.  Rezultati istraživanja .....	31
3.1. Opšti podaci o državi Libiji .....	31
3.2.  Ekološki problemi u Tripoliju, Libija.....	32
3.3.  Rezultati i diskusija .....	33
3.3.1. Odnos proizvedenih i uvezenih hemikalija i raspodela količina prema svojstvima... 34	
3.3.2. Analiza sektora industrije u kojima se hemikalije koje su klasifikovane kao opasne najčešće koriste.....	37
3.3.3. Komparativna analiza upotrebe hemikalija .....	40
Zaključak.....	45
Reference.....	47

## Uvod

Zagađenost i zaštita životne sredine već više decenija predstavljaju veoma značajan problem čovečanstva, bez obzira na trenutni stepen razvoja društva i proizvodnih snaga u pojedinim delovima naše planete. Postojeći problemi se nameću nauci i operativi naglašenom aktuelnošću i akutnošću, te sve jasnije dolazi do zaključka da zdrave životne sredine nema dovoljno, da su brojni elementi u njoj ugroženi, da je stepen samoregulacije nekih sistema neznatan i da jednom narušena ravnoteža i ekološki odnosi gotovo ničim i nikada ne mogu biti dovedeni u prvobitno stanje. Bez obzira na značajne regionalne razlike u stepenu ugroženosti životne sredine, posebno njene prirodne komponente, planovi, programi i akcije njene zaštite i unapređenja su globalni problem. Savremeno društvo mora brže i bolje da shvati upozorenje naučnika i stručnjaka o stanju životne sredine, odnosno činjenice da slobodne, izvorne i nezagađene životne sredine ima sve manje, a ugrožene, degradirane i devastirane sve više. Do sada čovek nije bio u stanju da stvori jedan idealan sistem civilizacije i da izbegne krizna stanja tog sistema. Ekološka svest predstavlja neophodnu osnovu daljeg, održivog razvoja zaštite životne sredine. Zajedno sa znanjima i veštinama obezbeđuje osnovu za pomeranje u veće sisteme, šire ciljeve i sofisticiranije razumevanje uzroka, veza i posledica koji vladaju u životnoj sredini. Rešavanje problema zaštite i unapređenja čovekove sredine zajednički je problem savremenog društva čije rešavanje inicira, između ostalog i pronalazak načina za racionalno i kompleksno korišćenje prirodnih resursa, te načina za vođenje aktivne demografske politike i razvijanje i unapređenje međunarodne saradnje u oblasti naučnih istraživanja. Novi odnos prema životnoj sredini postaje imperativ. Održiva ili zelena hemija, je područje hemije i hemijskog inženjerstva usredsređeno na dizajniranje proizvoda i procesa koji minimiziraju upotrebu i generisanje opasnih produkata<sup>1</sup>. Hemija životne sredine se fokusira na efekte zagađujućih hemikalija na prirodu, a zelena hemija se fokusira na uticaj hemije na životnu sredinu, uključujući tehnološke pristupe sprečavanju zagađenja i smanjenju potrošnje neobnovljivih resursa<sup>234</sup>. Sveobuhvatni ciljevi zelene hemije podrazumevaju efikasnije i sigurnije projektovanje materijala, proizvoda i procesa. Zelena hemija je nastala iz ideja i istraživačkih napora (kao što je ekonomija atoma i kataliza) u periodu do devedesetih godina, a u kontekstu sve većih problema koje je izazivalo hemijsko zagađenje i smanjenje resursa. Razvoj održive hemije u Evropi i Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) povezan je sa promenom strategija za rešavanje problema koji se tiču zaštite životne sredine: pomeranje od regulacije, kontrole i smanjenja industrijskih emisija na kraju procesa

proizvodnje, ka aktivnoj prevenciji zagađenje kroz inovativni dizajn proizvodnih tehnologija<sup>5</sup>. U SAD Agencija za zaštitu životne sredine je igrala značajnu ulogu u negovanju zelene hemije kroz programe prevencije zagađenja i finansiranje. Istovremeno u Engleskoj, istraživači na Univerzitetu u Jorku doprineli su osnivanju mreže Zelene hemije u Royal Society of Chemistry, kao i u časopisu Green Chemistry<sup>6</sup>. Godine 1998, Paul Anastas (koji je zatim rukovodio Programom zelene hemije u Environmental Protection Agency, EPA) objavio je listu 12 principa zelene hemije<sup>7</sup>. Navedeni principi objašnjavaju niz načina za smanjenje uticaja hemijske proizvodnje na životnu sredinu i zdravlje, a takođe ukazuju na prioritete istraživanja za razvoj tehnologija koje se zasnivaju na zelenoj hemiji. Principi pokrivaju koncepte kao što su:

1. Dizajniranje procesa kako bi se maksimalno povećala količina sirovine koja na kraju procesa ostaje u proizvodu – povećanje prinosa;
2. Korišćenje sirovina za proizvodnju obnovljivih materijala i izvora energije;
3. Korišćenje sigurnih, ekološki neškodljivih supstanci, uključujući i rastvarače, kad god je to moguće;
4. Dizajniranje energetski efikasnih procesa;
5. Izbegavanje proizvodnje otpada, jer je to najbolji način upravljanja otpadom.

Dvanaest principa zelene hemije su<sup>8</sup>:

1. Prevencija – Sprečavanje nastajanja otpada je bolje nego njegovo tretiranje ili čišćenje nakon stvaranja.
2. Ekonomija atoma – Sintetičke metode koje treba da maksimiziraju ugradnju svih materijala koji se koriste u procesu u finalni proizvod.
3. Manje opasne hemijske sinteze – Sintetičke metode kojima treba da se izbegne upotreba ili stvaranje supstanci koje su toksične za ljude i / ili okolinu.
4. Projektovanje bezbednijih hemikalija – Hemijski proizvodi treba da budu tako dizajnirani da postignu željenu funkciju, a da pri tome budu netoksični.
5. Bezbedniji rastvarači i pomoćna sredstva, kao što su aditivi – Treba izbegavati upotrebu pomoćnih supstanci kad god je to moguće, bez opasnosti kada se moraju koristiti.
6. Dizajn za energetska efikasnost – Energetske zahteve treba minimizirati, a procesi se trebaju izvoditi na temperature i pritisku okoline kad god je to moguće.
7. Korišćenje izvora obnovljive energije i sirovina.

8. Smanjivanje derivata – Generaciju derivata treba minimizirati ili izbeći ako je to moguće.
9. Kataliza – Katalitski reagensi koji se mogu koristiti u malim količinama su superiorniji od stehiometrijskih reagensa.
10. Dizajn za degradaciju – Hemijski proizvodi treba da budu sintetisani tako da ne zagađuju životnu sredinu, a kada se njihova funkcija ispuni, treba da se raspadnu u manje štetne ili bezopasne proizvode.
11. Analiza u realnom vremenu za sprečavanje zagađenja – Analitičke metodologije treba dalje razvijati kako bi se omogućilo praćenje i kontrola u realnom vremenu, pre nego što se formiraju opasni produkti.
12. Bezbednija hemija za sprečavanje akcidenata – Kad god je moguće supstance treba izabrati na način da se smanje rizici kao što su eksplozije, požari i slučajne emisije zagađujućih supstanci.

Kada se govori o upotrebi hemikalija, najpre se razmatra primena hemikalija u industriji, a zatim u svakodnevnom životu. Sa aspekta rizika važno je sagledati sve mogućnosti primene hemikalija. Međutim, kako se zelena hemija uglavnom odnosi na promenu industrijskih procesa i kako je sama suština njene primene smanjenje rizika na samom početku ciklusa korišćenja hemikalija, u ovom radu će fokus biti upravo na korišćenju hemikalija u raznim industrijskim granama.

### ***Predmet istraživanja***

Predmet ovog istraživanja je određivanje uloge i značaja održive zelene hemije u smanjenju rizika od zagađenja životne sredine u Libiji. Prikupljanjem podataka o hemikalijama koje se koriste u proizvodnim procesima, kao i o hemikalijama koje su namenjene za opštu upotrebu i dostupne su potrošačima u Libiji biće ukazano na mesta gde zelena hemija može da utiče na smanjenje rizika od zagađenja životne sredine.

### ***Cilj istraživanja***

Cilj ovog istraživanja je da se konkretnim primerima ukažena prednosti zelene hemije kao odgovarajućeg rešenja za smanjenje rizika uticaja hemikalija za zdravlje ljudi i životnu sredinu. U radu će biti objašnjeni osnovni principi zelene hemije, kao i povezanost zelene i održive hemije. Jedan deo rada biće posvećen zelenom inženjerstvu, osnovnim principima održivosti, ali i ulozi i doprinosu zelene hemije u sprečavanju i prevenciji zagađenja životne

sredine. Biće obrađena tema životnog ciklusa hemikalija i navedeni uspešni primeri primene nekih od principa zelene hemije u praksi. Kako je upotreba hemikalija povezana sa rizikom koje one predstavljaju po zdravlje ljudi i životnu sredinu, zelena hemija nudi niz mogućih pristupa za smanjenje tog rizika. U tom smislu je važno i sagledati na koji način se upravlja hemikalijama u svetu i u Libiji.

### ***Metodologija istraživanja***

Teorijsko istraživanje o poreklu zelene hemije, sastojaće se od prikaza dosadašnjih naučnih saznanja o efektima primene zelene hemije, kao i o povezanosti održivog razvoja i zelene hemije. Takođe, u radu će biti definisani ključni izrazi i principi zelene hemije, zelenog inženjerstva i održivosti. Posebna pažnja biće posvećena principima zelene hemije koji su se pokazali kao najefikasniji u praksi. Bitan segment rada činiće prikaz rizika koje razne hemikalije mogu da imaju po zdravlje ljudi i životnu sredinu. Biće izvršena analiza različitih politika za upravljanje hemikalijama koje se primenjuju u svetu, kao i njihova povezanost sa zelenom hemijom. Ovaj rad treba da pokaže važnost implementacije osnovnih principa zelene hemije u strateške ciljeve upravljanja hemikalijama, kao i ciljeve za planiranje zaštite životne sredine u Libiji.

Empirijsko istraživanje će se sastojati od prikupljanja podataka o hemikalijama koje se koriste u raznim industrijama kao što su hemijska, petrohemijska, industrija boja, lakova i deterdženata u Libiji. Prikupljeni su podaci o hemikalijama koje se koriste u proizvodnim procesima, kao i o hemikalijama koje su namenjene za opštu upotrebu i dostupne su potrošačima. U cilju prikaza rizika od hemikalija biće prikupljeni podaci o:

1. Broju kompanija koje stavljaju hemikalije u promet;
2. Količinama proizvedenih i uvezenih hemikalija koje se stavljaju u promet na teritoriji Libije;
3. Količinama hemikalija koje su klasifikovane kao opasne;
4. Količinama hemikalija koje nisu klasifikovane kao opasne;
5. Sektorima i granama industrije u kojima se najčešće koriste hemikalije, a koje su klasifikovane kao opasne.

Svi navedeni podaci biće prikupljeni iz baze podataka u ministarstvu nadležnom za zaštitu životne sredine Libije i ministarstvu trgovine. Baza podataka sadrži podatke o broju, količini,

poreklu, načinu korišćenja hemikalija, zatim podatke o sektorima industrije u kojima se hemikalije koriste, klasama opasnosti hemikalija koje se proizvode u Libiji i uvoze na njeno tržište. Komparativnom analizom biće prikazane godišnje promene u odnosu količina iskorišćenih hemikalija koje su klasifikovane kao opasne, a koje su se koristile u periodu od 2010 do 2017. godine u određenim granama industrije, kao što su proizvodnja boja, lakova i deterdženata.

## **1. Definisane osnovnih pojmova**

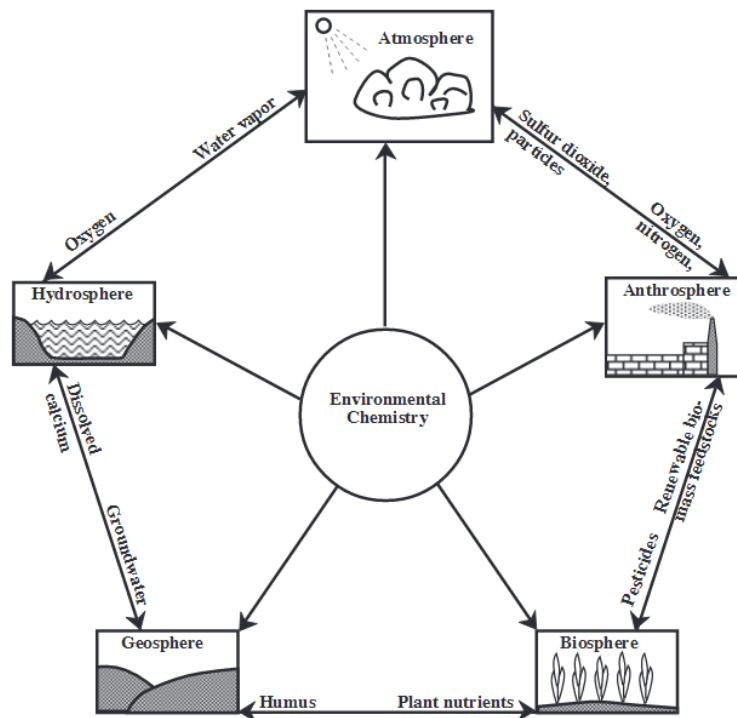
### ***1.1. Hemija životne sredine***

U poređenju sa generalno dobro definisanim procesima koje hemičari proučavaju u laboratoriji, oni koji se javljaju u okruženju su prilično kompleksni i moraju se posmatrati u smislu pojednostavljenih modela. Veliki deo složenosti leži u činjenici da hemija životne sredine mora da uzme u obzir pet interaktivnih i preklapajućih sfera životne sredine, koje se međusobno prožimaju i prolaze kroz kontinuiranu razmenu materije i energije. Tradicionalno, ekološka nauka razmatra vodu, vazduh, zemlju i život, odnosno hidrosferu, atmosferu, litosferu i biosferu. Ljudske aktivnosti, generalno posmatrane, nepoželjne superturbacije u drugim sferama koje uzrokuju zagađenje i štetne efekte. Takav pogled je suviše uzak i neophodno je da se uključi i peta sfera, antroposfera koja se sastoji od stvari koje ljudi čine i rade. Smatrajući antroposferu kao integralni deo životne sredine, ljudi mogu da modifikuju svoje aktivnosti kako bi naneli što manju štetu okolini ili je čak i poboljšali. Na slici 1. prikazano je pet sfera životne sredine, uključujući antroposferu, kao i neke od razmena materija između njih. Svaka od ovih sfera je ukratko opisana u nastavku<sup>9</sup>.

Atmosfera je vrlo tanak sloj u poređenju sa veličinom Zemlje, sadrži veći deo atmosferskih gasova koji leže na nekoliko kilometara visine od nivoa mora. Pored obezbeđivanja kiseonika za žive organizme, atmosfera obezbeđuje ugljendioksid potreban za fotosintezu i azot koji organizmi koriste za biosintezu proteina. Atmosfera ima i zaštitnu funkciju koja se sastoji u tome što apsorbuje štetne ultraljubičasto zračenje Sunca. Posebno važan deo atmosfere u tom pogledu je stratosferski sloj ozona. Ozon je alotropska modifikacija molekula kiseonika koja apsorbuje veći deo ultraljubičastog zračenja<sup>10</sup>. Ove sfere su blisko povezane, međusobno razmenjuju materiju i energiju. Ispitivanje ekoloških nauka treba da obuhvata svih pet sfera, uključujući i antroposferu<sup>11</sup>. Usled sposobnosti da apsorbuje deo infracrvenog zračenja čime bi



Zemlja, odnosno njene druge sfere izgubile toplotnu energiju koju dobijaju od Sunca, atmosfera stabilizuje površinu Zemlje (hidrosferu, biosferu i litosferu).



Slika 1. Ilustracija pet glavnih sfera životne sredine<sup>12</sup>

Atmosfera služi i kao sredstvo pomoću kojeg se solarna energija koja pada sa najvećim intenzitetom u ekvatorijalnim regijama distribuirala dalje od ekvatora. Takođe, u atmosferi vodena para koja isparava iz okeana i drugih vodenih površina kondenzuje i vraća nazad na Zemlju u obliku padavina. Ovo predstavlja tzv. hidrološki ciklus, odnosno kruženje vode u prirodi<sup>13</sup>. Mali deo vode na Zemlji je slatka, sveža i pitka (neslana) voda, a više od 97% je morska voda (slana) u okeanima i morima. Jedan deo preostale pitke vode je prisutan u obliku leda u polarnim ledenim kapama i lednicima. Mali deo ukupne vode prisutan je u obliku vodene pare u atmosferi. Slatka voda je neophodna za život ljudi, životinja i biljaka. Ova voda može biti prisutna na površini zemlje kao reke, jezera, bare i potoci ili može biti ispod površine zemlje kao podzemna voda<sup>14</sup>.

Čvrsti deo Zemlje, litosfera, uključuje sve stene i minerale koji se nalaze na i u Zemlji. Posebno važan deo litosfere je zemljište, koje podržava rast biljaka, koje predstavljaju početak lanca ishrane svih živih organizama. Litosfera je relativno tanak čvrsti sloj čija je prosečna debljina od 40-60 km. Spoljni omotač litosfere sastoji se od relativno lakših

minerala zasnovanih na silikatima. To je deo litosfere koji je dostupan za interakciju sa drugim sferama životne sredine i koja je dostupna ljudima<sup>15</sup>.

Biosfera se sastoji od svih živih organizama. Ovi organizmi žive na površini Zemlje, odnosno na tlu ili neposredno ispod površine tla, kao i u vodenoj i vazdušnoj sredini. Okeani i druga vodna tela podržavaju visoke populacije organizama. Neki oblici života postoje i na velikim dubinama na dnu okeana. Biosfera je uključena u litosferu, hidrosferu i atmosferu u biogeohemijskim ciklusima, kao što su na primer ciklusi kruženja azota i ugljenika. Ljudskim aktivnostima, antroposfera je razvila snažnu interakciju sa ostalim sferama životne sredine. Postoje mnogi primeri ovih interakcija. Kultivacijom velikih površina tla za domaće useve, ljudi menjaju litosferu i utiču na vrste organizama koje žive u biosferi. Ljudi preusmeravaju vodu iz svog prirodnog toka, koriste je za svoje potrebe, ponekad je kontaminiraju, a zatim je vraćaju nazad u hidrosferu. Emisije čestica koje dospevaju u atmosferu, a potiču od ljudskih aktivnosti utiču na vidljivost i druge karakteristike atmosfere. Emisija velikih količina ugljendioksida u atmosferu sagorevanjem fosilnih goriva može da modifikuje karakteristike apsorbovanja toplote u atmosferi u velikoj meri što utiče na globalno zagrevanje.

## ***1.2. Održivost i održivi razvoj***

Koncept održivog razvoja može se operacionalizovati na različite načine. U teoriji i praksi se uglavnom prepoznaju četiri pristupa u ostvarivanju koncepta održivog razvoja:

1. održavanje nepromenjenog obima potrošnje;
1. održavanje nepromenjenih zaliha prirodnih resursa;
2. utvrđivanje standarda bezbednog minimuma, i
3. primena operativnih ekoloških principa.

S obzirom na postavljeno istraživačko pitanje u radu – odnos održivog razvoja i zaštite životne sredine, u okviru ovog odeljka biće sagledan četvrti pristup – primena operativnih ekoloških principa. Četvrti pristup polazi od toga da ekološki principi treba da budu vodilja društvu u njegovom kretanju u pravcu održivog razvoja. Savremenom čoveku je praktično nemoguće da izbegne uticaj na životnu sredinu, ali se taj uticaj može svesti na najmanju moguću meru uz pridržavanje određenih načela koja čine politiku održivog razvoja. Pridržavanje ovih principa omogućuje razvoj ljudskog društva uz očuvanje životne sredine. U te principe, pre svega, spadaju:

1. integrisanost;

2. predostrožnost;
3. obnovljivost resursa i
4. preventivno delovanje.

Princip integrisanosti, kao najsveobuhvatniji princip, odnosi se na donošenje političkih odluka u svim domenima odlučivanja, a zasnivase na tri nivoa brige o životnoj sredini, i to na nivou društva, privrede ili proizvoda. Na nivou društva ovaj princip sprovodi se u politici, prilikom donošenja odluka, uz ograničenja pravnim sredstvima. Na ovom nivou u brigu o životnoj sredini uključuje se javnost, odnosno celokupno stanovništvo, što se postiže razvijanjem javne svesti i sticanjem odgovarajućeg znanja o svim aspektima zaštite životne sredine. Na nivou privrede, on podrazumeva uvođenje zakonskih obaveza pravnim subjektima u cilju odgovornog upravljanja svim vrstama otpada i integrisanog rešavanja problema otpada. Na nivou proizvoda stvara se, kao preventivna mera, zakonska obaveza proizvođača da unapred definiše uticaj proizvoda na životnu sredinu i to integralno u čitavom životnom ciklusu proizvoda, odnosno od eksploatacije sirovina i proizvodnje do generisanja otpada<sup>16</sup>.

Princip predostrožnosti podrazumeva da svaka aktivnost mora da bude sprovedena uz naučne dokaze o njenom uticaju na životnu sredinu, kao na primer, definisanje proizvoda zasnovanih na genetički modifikovanim organizmima.

Princip obnovljivosti resursa se obično svodi na očuvanje prirodnog fonda nekog resursa – sirovine ili energije. Ovaj princip podrazumeva povećanje efikasnosti korišćenja resursa, smanjenje gubitaka i povećanje reciklabilnosti. Sa aspekta ovog principa, svi resursi su podeljeni na obnovljive i neobnovljive.

Princip preventivnog delovanja je glavni metod i pristup u integraciji politike životne sredine u druge politike i odlučivanja i univerzalna tehnika za sprovođenje svih principa održivog razvoja. Svi ovi principi, kao i glavni, minimizacija uticaja na sredinu, inkorporirani su ili se inkorporiraju u regulative Evropske Unije. Integrisanost je jedan od najsveobuhvatnijih principa održivog razvoja i on se, pre svega, odnosi na donošenje političkih odluka u svim segmentima odlučivanja. Ipak, odlučivanje se može razmatrati na tri nivoa primene, odnosno na nivou društva, privrede i proizvoda. Na nivou društva ovaj princip se sprovodi u domenu odlučivanja, odnosno u politici, što je najviše sankcionisano pravnim sredstvima. Dodatnu značajnu komponentu, u ovom smislu, predstavlja uključivanje celokupnog stanovništva u brigu o životnoj sredini. To se postiže razvijanjem javne svesti o problemima životne sredine i konkretnim rešenjima tih problema, odnosno edukacijom stanovništva u tom domenu od brige, recimo, o kućnom otpadu do brige o izduvnim gasovima automobila. Na nivou privrede

primena principa integrisanosti obično podrazumeva uvođenje pravnih obaveza privrednim subjektima da odgovorno upravljaju otpadom i emisijama (u atmosferu, vodu i zemljište) i stvaranje integrisane mreže punktova za rešavanje problema otpada. U tom kontekstu je i propisano obeležavanje proizvoda, naročito u vezi sa sadržajem štetnih supstanci. O otpadu se vodi računa već tokom proizvodnje (na samom izvoru), a ne samo po isteku korišćenja proizvoda što je dugo bila uobičajena praksa. Na nivou proizvoda princip integrisanosti je često inkorporiran posredno. Osnovna logika ovog nivoa brige o sredini je da se, prilikom definisanja proizvoda, preventivno definiše i njegov uticaj na životnu sredinu, i to integralno – od proizvodnje (i resursa koji se za proizvodnju koriste) do otpada koji se stvara prilikom proizvodnje, transporta i korišćenja. Praktični oblici ovog principa uključuju i usmeravanje pažnje na proizvod, odnosno grupisanje proizvoda u domenu rešavanja otpada, alii jasnu deklaraciju o energiji za njegovu proizvodnju. Princip predostrožnosti podstiče političke aktere da donose odluke u oblasti zaštite životne sredine i u situacijama kada postoje nedvosmisleni naučni dokazi o štetnosti ili razmerama šetnog delovanja neke aktivnosti na ljude ili ekosisteme. To znači da ponekad prednost treba dati principu predostrožnosti umesto preovlađujućem principu poznatom kao: „čekaj i vidi” (wait and see, engl.). Legislativa o genetski modifikovanim organizmima (Genetically Modified Organism- GMO) predstavlja noviji primer primene principa predostrožnosti. Zapravo, cela GMO legislativa je i stvorena zbog činjenice da nauci nije poznat uticaj novostvorenih (genetički modifikovanih) vrsta na biodiverzitet srodnih vrsta, kao ni sa tim povezan opšti uticaj na životnu sredinu. Princip obnovljivosti resursa se zapravo često svodi na očuvanje (konzervaciju) prirodnog fonda nekog resursa, bilo da je reč o energiji ili sirovini. Ovaj princip je sadržan u velikom broju aktivnosti, od povećanja efikasnosti iskorišćenja resursa, do povećanja ušteda smanjenjem gubitaka ili, recimo, povećanja reciklabilnosti. Bitno je razlikovati dva osnovna tipa resursa iscrpljive i neiscrpiljive, a u okviru prvih, obnovljive od neobnovljivih. Od neobnovljivih resursa, za čovečanstvo su najkorisniji potrošni resursi, u prvom redu fosilna goriva<sup>17</sup>.

Princip preventivnog delovanja je univerzalni pristup za sprovođenje svih principa održivosti, a zastupljen je u celokupnoj politici Evropske Unije u oblasti zaštite životne sredine. Preventivno delovanje je glavni metod i pristup u integraciji politike životne sredine u druge politike i odlučivanje. Čitav sistem integrisanog rešavanja problema otpada je rezultat primene upravo ovog principa. Osim toga, integrisana politika proizvoda (Integrated Product Policy -IPP) je jedan od novijih primera preventivnog delovanja.<sup>18</sup>

### **1.3. Indikatori održivog razvoja**

Indikatori održivog razvoja su pokazatelji stanja i promena u pojedinim domenima. Prema Komisiji Ujedinjenih nacija za održivi razvoj (The United Nations Commission on Sustainable Development - CSD), indikatori održivog razvoja (ukupno ih ima 57) grupisani su u 15 tema i 38 podtema i podeljeni su u četiri osnovne grupe:

1. ekološki indikatori (kao što su specifične emisije sumpordioksida  $SO_2$ );
2. socijalni indikatori (kao što su indikator uticaja na zdravlje, indikator prihvatljivosti sa stanovišta potrošača);
3. ekonomski indikatori (kao što su godišnja potrošnja energije po stanovniku, udeo potrošnje energije iz obnovljivih izvora, nastajanje opasnog otpada);
4. institucionalni indikatori (kao što su broj telefonskih linija ili broj internet pretplatnika na 1000 stanovnika, izdaci na istraživanje i razvoj kao procena bruto nacionalnog dohotka)<sup>19</sup>.

Životne zajednice (fitobentos, zoobentos) korišćene su skoro ceo vek kao indikatori zdravlja životne sredine i pokazali su se kao koristan element kako bi opisali ekološki status određenog geografskog područja. Bentos je ekološka grupa organizama, koja sve svoje životne aktivnosti ostvaruje na dnu vodenih ekosistema. Oni čine životne zajednice rečnog, jezerskog ili morskog dna, jer su vezani za podlogu ili se kreću po dnu. Pošto se bentos mora i okeana prostire na velikim površinama i ima posebne karakteristike životnih zajednica, smatra se akvatičnim biomom. Pošto se bentos mora i okeana prostire na velikim površinama i ima posebne karakteristike životnih zajednica, smatra se akvatičnim biomom. Ove zajednice koje su bogate vrstama koje su pretežno stacionarne i relativno dugo žive sasvim tačno predstavljaju stepen poremećaja i na taj način se često koriste u proceni uticaja na životnu sredinu. Broj vrsta i indeks raznovrsnosti zajednica su u širokoj upotrebi i testirani su u različitim okruženjima duž Mediterana. U Libiji većina podataka ne postoji ni na nacionalnom ni na regionalnom nivou.

Biodiverzitet se može podeliti u tri osnovne kategorije: genetski, raznolikost vrsta i raznovrsnost ekosistema. Za analiziranje raznolikosti vrsta možemo uzeti u obzir i broj gajenih i broj prirodnih vrsta, biljnog ili životinjskog sveta.

Evaluacija održivosti u pogledu zemljišta uključuje mnoge aspekte / indikatore (tabela 1.): organske materije u zemljištu (Soil Organic Matter -SOM), kiselost zemljišta, biološku aktivnost zemljišta, strukturu zemljišta, eroziju i dezertifikaciju. Ova pitanja zavise od klime i vegetacije, topografije, strukture zemljišta, zemljišnog pokrivača i upotrebe zemljišta.

Eksploatacija podzemnih i površinskih voda za navodnjavanje je ogroman ekološki problem ne samo u regionu Mediterana, već i u Libiji. Duboki bunari za navodnjavanje eksploatišu se u mnogim oblastima, posebno u ravnici i okolnim brdima. Uticaj na klimu poljoprivrednim metodama uključuju uglavnom upotrebu đubriva (posebno upotrebu azotnog đubriva) i poljoprivrednih mašina koje se odnose na emisije gasova staklene bašte: ugljen dioksida (SO<sub>2</sub>), azot suboksida (N<sub>2</sub>O), metana (CH<sub>4</sub>) i amonijaka (NH<sub>3</sub>).

#### ***1.4. Definicija i vrste otpada***

Zakon br. 15 iz 2003. je osnovni zakon o zaštiti i unapređenju životne sredine u Libiji. Zakon određuje dužnosti javnih ustanova i druge srodne institucije u cilju očuvanja životne sredine u sledećim oblastima: Zagađenje vazduha (Članovi 10-17), Zaštita morskog sveta i bogatstva (Članovi 18-38); Zaštita izvora vode (Članovi 39-47), Zaštita prehrambenih proizvoda (članovi 48-50), Higijena životne sredine (Član 51), Zaštita od životinjskih bolesti (Član 52), Zaštita tla i biljaka (čl. 53-55); Zaštita divljači Član 56-57), Biološka sigurnost (Članovi 58-63). U Libiji je početkom osamdesetih godina prošlog veka došlo do usvajanja velikog broja ekoloških zakona i uredbi, od kojih su najvažniji: Zakon o zaštiti životne sredine br. 7 (1982), Zakon o zaštiti atmosfere (1992) i Zakon o prevozu opasnih materija (2005). Ovi pravni instrumenti obuhvataju upravljanje komunalnim otpadom i kontrolu zagađenja, a ne uključuju podatke o upravljanju svim vrstama otpada, kao na primer medicinskim otpadom. Uz to nema jasno definisanih propisa o pravilnom upravljanju medicinskim otpadom u Libiji. U nekoliko nekoliko godina, Uprava za životnu sredinu u Libije je u saradnji sa Ministarstvom zdravlja kreirala propise i uputstva za upravljanje medicinskim otpadom, ali sve je još uvek u razvoju, pa ne postoje dovoljne informacije o proizvodnji (količinama i sastavu), medicinskog otpada. U Libiji još nije objavljeno istraživanje koje opisuje stavove o reciklaži otpada. Malo je objavljenih radova o upravljanju komunalnim otpadom u Libiji. Prema Etriki, J i Deutz, P, (2012) nacionalna vlada i opština Tripoli su izrazili interesovanje za promociju reciklaže. Prema njihovom istraživanju samo jedna trećina prikupljenog otpada šalje se u objekte za sortiranje otpada<sup>20</sup>. Međutim, razdvajanje otpada radi se ručno. Trenutno u Libiji nema postrojenja za preradu otpada. Otpad se izvozi u susedne zemlje Tunis i Egipat. Tripoli ima jednu fabriku za kompostiranje koja radi od 1980. godine, ali zahvaljujući neefikasnom procesu razdvajanja, kompost je često zagađen staklom i plastikom, što ograničava potencijalno tržište<sup>21</sup>. Prema Sawalem i sar. (2009) 24% prosečnog komunalnog otpada je plastika, 20% papir i 38% organske materije<sup>22</sup>. Do sličnih rezultata su došli Tudor T, i sar.

(2007). Procena je da potencijalnog otpada za reciklažu u Tripoliju ima između 44 i 74%, u zavisnosti od toga da li je organski otpad uključen ili ne. Plastika i papir su bez sumnje materijali koji mogu da se recikliraju. Najpre moraju da se odrede karakteristike otpadnih voda kako bi se rešio problem upravljanja otpadom vodom u Libiji. Poznato je da su informacije o količini i sastavu otpada važne za efikasno planiranje infrastrukture za rukovanje kućnim otpadom. Procena je obavljena u 150 libijskih porodica u kojima živi 947 osoba. Problem je u tome što se u Tripoliju ne koristi dovoljno dobro upravljanje komunalnim otpadom, a postoji i manji broj sanitarnih deponija. Karakterizacija otpada je tehnika koja se koristi za definisanje karaktera ili sastava materijala sadržanih u tokovima otpada. Karakteristike čvrstog otpada su posebno važne da bi integrisani sistemi upravljanja čvrstim otpadom bili uspešni<sup>23</sup>. U Libiji nije bilo istraživanja fokusiranih na razumevanje karaktera i sastava čvrstog i plastičnog otpada. Prema Brunneru i Ernst (1986) i Martin i sar. (1995), najtačnije metode za karakterizaciju sastava otpada sastoji se od sakupljanja otpada na izvoru i kategorizaciji uzorka odnosno vrste materijala<sup>24,25</sup>. Saleh (2005) sumira komponente čvrstog otpada u Libiji u tri grupe: 1. otpad iz domaćinstava, 2. industrijski otpad, uključujući sav otpad proizveden industrijskim i komercijalnim aktivnostima, zapaljive supstance i 3. hemijski otpad iz farmi, bolnica, klinika, apoteka i laboratorija<sup>26</sup>. Priroda otpada nastalih u Libiji ukazuje na neke varijacije tokom godišnjih doba. Opšta agencija za životnu sredinu Libije procenila je godišnje količine otpada u Libiji u 2002. godini na 300.000 tona za organski otpad i 230.000 tona za opasan otpad<sup>27</sup>. Sa druge strane, Hamad i sar. (2014) su kategorisali čvrst otpad u sedam grupa: 1. biorazgradivi otpad, 2. otpad koji može da se reciklira, 3. inertni otpad, 4. kompozitni otpad, 5. plastični otpad, 6. opasan kućni otpad i 7. toksični otpad<sup>28</sup>. U poslednje četiri decenije, upravljanje čvrstim otpadom u Libiji bilo je u nadležnosti različitih organa. Do kraja sedamdesetih godina odlaganje otpada su obavljale privatne kompanije koje su rukovodile sakupljanjem i konačnim odlaganjem čvrstog otpada, sve dok se takva preduzeća nisu nacionalizovala i stavila pod kontrolu opštinskih vlasti. Posle toga, odgovornost za upravljanje otpadom prebačen je na Agenciju za zaštitu životne sredine i Generalni narodni odbor za stanovanje, komunalne usluge i Organ za zaštitu životne sredine, koji se kasnije pripojio sa Odeljenjem za održavanje (ranije Generalna kompanija za čistoću) i bio je zadužen za čišćenje ulica, parkova i održavanje zemljišta, čišćenje plaža, i prikupljanje, transfer i odlaganje prikupljenog otpada. Narodni sekretarijat i Komitet za komunalne usluge stambenog zbrinjavanja i životne sredine su odgovorni za sakupljanje, transport i odlaganje otpada. Od nedavno su lokalne vlasti odgovorne za sakupljanje i odlaganje otpada. Pored

toga, opštine moraju da izveštavaju o količini recikliranog čvrstog otpada, sastavu i drugim ključnim indikatorima Ministarstvo zaštite životne sredine. Opšta uprava za životnu sredinu (EGA) je najodgovornija za zaštitu životne sredine u Libiji. Osnovana je 1982. godine kao zamena za Tehnički centar za zaštitu životne sredine. Generalni narodni odbor za zdravlje i životnu sredinu uspostavio je EGA Rezolucijom br. 263 iz 2000. godine kao nezavisnu instituciju. Odredbe ovog zakona naknadno su usaglašene sa Rezolucijom Br. 15 iz 2003. godine. Regionalno, EGA ima sedam ogranaka, od kojih svaki ima odgovornost za posebnu zonu u zemlji. Generalno, Libija pati od neefikasnog sistema upravljanje čvrstim komunalnim otpadom i nedostatak sanitarnih deponija. Efikasnost sakupljanje čvrstog otpada je vrlo niska (Evropska komisija, 2009)<sup>29</sup>. Urbani čvrsti otpad se odbacuje i spaljuje na praznim parcelama unutar gradskih granica, što stvara zdravstvene probleme stanovnicima gradova u Libiji. Većina prikupljenog otpada se deponuje bez razmišljanja o negativnim uticajima takvog odlaganja. Saleh (2005) je objavio da se svi tipovi otpada pomešaju bez ikakvog oblika segregacije, tretmana ili recikliranja (npr. materijali kao što su plastika, papir i staklo se kolektivno deponuju, ne odvajaju se niti recikliraju da bi se smanjila količina otpada i povećala ekonomska efikasnost)<sup>30</sup>. U poslednje vreme, Libija je naročito aktivna u zakonodavstvu zaštite životne sredine u odnosu na afričke standarde, ali nije preduzeta značajnija akcija za promovisanje održivog upravljanja otpadom, kao što ne postoji ni nacionalno koordinisana strategija upravljanja otpadom. Drugim rečima ne postoje poseban zakon osim Zakona br. 11 iz 1971. godine u kome se pominju samo neke procedure (npr. otkrivanje neeksplozivnih bombi i priprema timova za uklanjanje ruševina zgrada). Postoji i Odluka br. 184 iz 2012. godine o naknadi građanima u slučaju prirodnih nepogoda i nesreća. Libija nema jasnu strategiju za suočavanje sa problemima velikih količina otpada, a posebno onog koji je nastao usled sukoba u zemlji. Elzahari i sar. (2013) u svojoj studiji "Materijali za reciklažu iz oštećenih zgrada" procenjuju da oko 45.000 stambenih jedinica zahteva obnovu nakon sukoba u Libiji 2011. godine<sup>31</sup>. Nakon ovog velikog uništavanje zgrada i infrastrukture, stvorilo je više od 80 miliona tona otpada, što je više od količine koja se godišnje generiše u 15 evropskih zemalja. Od 1963. godine u Libiji postoji funkcionalni plan tretmana, kao i održavanja postrojenja za preradu otpadnih voda. Veći deo tretirane otpadne vode koristio se za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Međutim, tokom poslednjih 30 godina došlo je do velikih promena, značajno se povećao broj stanovnika u Libiji, a došlo je i do veće urbanizacije libijskih gradova duž obale Sredozemlja. Od 1970-ih, Libija je usvojila i strategiju za smanjenje ekoloških problema uzrokovanih tretmanom



otpadnih voda, jer prečišćavanje otpadnih voda značajno doprinosi smanjenju količine raspoložive vode. Stoga se traže alternative za obezbeđivanje dodatnih količina vode za navodnjavanje parkova, javnih bašti, industrijsko hlađenje, protivpožarne svrhe, za pranje ulica itd. Rešenja u ovim oblastima mogle bi znatno da smanje potražnju za pitkom vodom, pre svega zato što su vodni resursi u Libiji vrlo ograničeni. Na osnovu trenutnih trendova potražnje za vodom, buduće snabdevanje bi moglo da dovede do povećanja cene vode jer potražnja za vodom u Libiji prevazilazi kapacitete koji potiču iz konvencionalnih vodnih resursa (uglavnom dubokih bunara ili postrojenja za desalinizaciju morske vode). Postoji i potreba za integrisanim upravljanjem vodnim resursima sa fokusom na nekonvencionalne vodne resurse kao alternativu konvencionalnom snabdevanju, posebno tretmanom i ponovnom upotrebom otpadnih voda. U Libiji je zagađenje vazduha regulisano članovima 10-17 Zakona br. 15 iz 2003. godine kojima je propisano da vozila moraju da prođu testove unutrašnjeg sagorevanja i kvaliteta goriva. Ispitivanja sastava izduvnih gasova ne postoje, kao ni monitoring.



*Slika 2. Primer neadekvatnog odlaganja otpada<sup>32</sup>*

U Libiji, kao i u mnogim zemljama u razvoju, postoji malo informacija o proizvodnji, rukovanju i odlaganju medicinskog otpada. Ova činjenica otežava razvoj i implementaciju šeme upravljanja medicinskim otpadom. Prema istraživanju Sawalem M.i sar. u četrnaest različitih zdravstvenih ustanova u tri grada, Tripoli, Misurata i Sirt, sve locirane u severozapadnom delu Libije, bolnice nisu imale smernice za odvojeno sakupljanje i klasifikaciju otpada, niti metode za njegovo skladištenje i odlaganje<sup>33</sup>. Ovaj nedostatak ukazuje na potrebu uspostavljanja adekvatne strategije upravljanja medicinskim otpadom za poboljšanje i kontrolu postojeće situacije. Istim istraživanjem utvrđeno je da je stopa

generisanja otpada u proseku iznosi 1,3 kg / pacijent / dan, koja se sastoji od 72% opšteg zdravstvenog otpada (neopasnog) i 28% opasnog otpada. Prosečni sastav otpada bio je: 38% organski, 24% plastični i 20% papirni. Ljudski ostaci i patološki elementi sadržali su 26% komponenti opasnog otpada.

## 2. Hemija i zagađenje životne sredine

Praksa zelene hemije mora da bude zasnovana na hemiji životne sredine. Ova važna grana hemijske nauke definisana je kao proučavanje izvora, reakcija, transporta, efekata i hemijskih reakcija u vodi, zemljištu, vazduhu i životnom okruženju, kao i efekata tehnologije na životnu sredinu. Na primer, dva sastojka potrebna za formiranje fotohemijskih oksida i ugljovodonika, koji se emituju u atmosferu korišćenjem motornih vozila i transportuju strujanjem vazduha (vetrovima) predstavljaju efekte tehnologije na životnu sredinu. U atmosferi, energija sunčeve svetlosti utiče na fotohemijske reakcije. Pojavljuju se razni štetni efekti, kao što su čestice koje smanjuju vidljivost u atmosferi ili ozon, što može da bude opasno po zdravlje ljudi kada se inhalira ili toksično za biljke. Azotovi oksidi razgrađuju ozon do molekularnog kiseonika (u zavisnosti od uslova reakcije). Azot monoksid učestvuje u stvaranju ozona, ali u troposferi (gde nije poželjan), a halogenovani ugljovodonici (npr. sa hlorom ili fluorom) se razgrađuju, dolazi do stvaranja slobodnog halogena (radikala) koji takođe razgrađuju ozon do molekularnog kiseonika<sup>34</sup>. Proizvodi fotohemijskog smoga završavaju na tlu, deponuju se na površinama biljaka ili na vodenim površinama. Slika 1. koja pokazuje pet sfera životne sredine može da pruži ideju o složenosti hemije životne sredine kao discipline. Ogromne količine materije i energije se neprekidno razmenjuju između ovih pet sfera. Pored varijabilnih tokova supstanci koje su dobijene kao nus-proizvodi raznih procesa, postoje varijacije i u temperaturi, intenzitetu sunčevog zračenja i drugim faktorima u okviru navedenih sfera, a sve to utiče na uslove hemijskih reakcija koje se dalje odvijaju u životnoj sredini<sup>35</sup>.

Hemija životne sredine razvila se kao odgovor na probleme u vezi sa zagađenjem životne sredine. Savremeni ekološki pokret potiče tek posle izdanja knjige Rachel Carson "Silent Spring" iz 1962. godine, iako se svest o hemijskom zagađenju značajno povećala dve decenije nakon Drugog svetskog rata. Glavna tema ove knjige bila je koncentracija Dihlorodifeniltrihloretan - DDT i drugih, uglavnom, pesticidnih hemikalija koje su dospele u lanac ishrane, što je uzrokovalo da ptice na kraju lanca proizvode jaja sa mekanim ljuskama.

Dokazano je da takve supstance koje štete populaciji ptica mogu da nanese štetu i ljudima. Učinjeni su ozbiljni naponi za kontrolu zagađenja zasnovani na principima komande i kontrole, koji određuje maksimalne nivoe koncentracije supstanci koje mogu da dospeju u atmosferu ili vodu. Ograničene količine ili koncentracije zagađujućih supstanci koje se mogu ispuštati u tokove otpada. Napori u cilju smanjenja zagađenja rezultirali su primenom različitih tehnologija za uklanjanje ili neutralisanje zagađujućih supstanci u potencijalnim tokovima otpada i opasnim gasovima. Ove mere su takozvane mere na završetku cevi. Kao rezultat, razvijene su brojne tehnike, kao što su hemijska precipitacija zagađujućih materija, neutralizacija kiselih zagađivača, čišćenje gasova i imobilizacija otpada, kako bi se izbegla pojava zagađivača na kraju ciklusa proizvodnje<sup>36</sup>.

### ***2.1. Zelena hemija***

Ograničenja komandnog i kontrolnog sistema za zaštitu životne sredine postale su očiglednije kada je sistem postao uspešniji. U industrijalizovanim društvima sa dobrim i adekvatno sprovedenim propisima, ranije su primenjivane većinom jednostavne i jeftine mere za smanjenje zagađenja životne sredine i izlaganje štetnim hemikalijama. Međutim, danas samo malo povećanje nivoa zaštite životne sredine zahteva relativno velike investicije i napore. Zelena hemija može da se definiše kao praksa hemijske nauke i proizvodnje na način koji je održiv, siguran, koji ne zagađuje životnu sredinu, a koji podrazumeva korišćenje minimalnih količina materijala i energije, dok proizvodi malo ili nimalo otpadnog materijala. Praksa zelene hemije počinje sa prepoznavanjem da proizvodnja, prerada, upotreba i eventualno odlaganje hemijskih proizvoda mogu da uzrokuju štetu kada se izvršavaju nepravilno. U ostvarivanju svojih ciljeva, zelena hemija i zeleni hemijski inženjering mogu da modifikuju ili potpuno redizajniraju hemijske proizvode i procese u cilju minimiziranja iz procesa nastalog otpada ili sprečavanje stvaranja opasnih materija. Ona preduzeća koja praktikuju zelenu hemiju prepoznaju se kao odgovorna za bilo kakve efekte na živi svet koji mogu da imaju hemikalije ili hemijski procesi. Zelena hemija se brzo razvija u oblasti hemije i daleko je od ekonomske regresije i profita, sve dok štiti ljudsko zdravlje i životnu sredinu. U suštini, ona koristi ogromno hemijsko znanje i primenjuje ga na proizvodnju, upotrebu i krajnje odlaganje hemikalija na način koji minimizira potrošnju materijala, izlaganje živih organizama uključujući i ljude hemikalijama, toksičnim supstancama, kao i oštećenje životne sredine. Zelena hemija radi na način koji je ekonomski izvodljiv i ekonomičan. U jednom smislu, zelena hemija je najefikasnija moguća praksa hemije, a kada se uzmu u obzir svi troškovi

hemijske prakse predstavlja najjeftinije rešenje, ako uključimo potencijalne opasnosti i štetu za životnu sredinu<sup>37</sup>.

Za zelenu hemiju može da se kaže da je to održiva hemija. Postoji nekoliko važnih aspekata u kojima je zelena hemija održiva<sup>38</sup>:

1. ekonomski aspekt: na visokom nivou sofisticiranosti zelena hemija obično košta manje u strogo ekonomskom smislu nego hemija koja se obično praktikuje;
2. aspekt materijala: efikasnim korišćenjem materijala, maksimalnim recikliranjem i minimalnom upotrebom sirovina, zelena hemija je održiva u pogledu materijala;
3. aspekt otpada: smanjujući otpad što je više moguće ili njegovo potpuno eliminisanje iz proizvodnje, zelena hemija je održiva u pogledu otpada.

## **2.2. Sintetička hemija**

Sintetička hemija je grana hemijske nauke uključena u razvoj sredstava za izradu novih hemikalija i razvijanje poboljšanih načina sintetizacije hemikalija. Ključni aspekt zelene hemije je uključivanje sintetičke hemije u praksu hemije životne sredine. Sintetički hemičari, čiji je glavni cilj uvek bio da naprave nove supstance da bi ih učinili boljim, pojavili su se relativno kasno u praksi hemije životne sredine. Pre nego što su pitanja zaštite životne sredine i zdravstvene sigurnosti došli do izražaja, ekonomski aspekti proizvodnje i distribucije hemikalija bili su relativno jednostavni. Ekonomski faktori uključivali su troškove sirovine, energetske zahteve i proizvode koji su mogli da se prodaju. Sada, međutim, ovi troškovi moraju da uključuju druge troškove koji proizilaze iz usaglašenosti propisa, odgovornosti, tretmana otpadnih voda i troškova odlaganja i prerade otpada. Eliminisanje ili značajno smanjivanje upotrebe toksičnih ili opasnih sirovina, upotreba katalizatora i stvaranje opasnih intermedijara i nuspojava je danas sve važnije. Zelena hemija eliminiše ili značajno smanjuje dodatne troškove koji su povezani sa ispunjavanjem zahteva koji se tiču zdravstvene bezbednosti i zaštite životne sredine u odnosu na konvencionalnu proizvodnju hemikalija. Tradicionalno, sintetički hemičari koriste prinos, definisan kao procenat stepena do kojeg se hemijska reakcija, odnosno sinteza odvija do završetka kako bi se izmerio njen uspeh. Na primer, ako hemijska reakcija pokazuje da treba proizvoditi 100 grama proizvoda, ali proizvede se samo 85 grama, prinos je 85%. Sinteza sa visokim prinosom može da generiše značajne količine beskorisnih nuspojava ukoliko to predstavlja deo datog procesa. Umesto prinosa, zelena hemija stavlja naglasak na atomsku ekonomiju, deo reaktantnog materijala

koji zapravo završava u finalnom proizvodu. Sa 100% ekonomije atoma, sve materije koje ulaze u proces sinteze ugrađuju se u proizvod. Za efikasno korišćenje sirovina, poželjno je da postoji stopostotni atomski ekonomski proces<sup>39</sup>. Prevencija nastajanja otpada je sigurno bolja varijanta nego tretiranje ili eliminacija nastalog otpada. U ranijem period hemijske proizvodnje direktni troškovi povezani sa proizvodnjom velikih količina otpada bili su veoma niski, jer je otpad jednostavno emitovan u vodene tokove, na zemlju ili u vazduh. Od pojave međunarodnih zakona o životnoj sredini posle 1970. godine, troškovi za tretman otpada su se stalno povećavali. Kompanija iz SAD General Electric se složila da potroši desetina miliona dolara za uklanjanje PCB (polychlorinated biphenyl -  $C_{12}H_{10-x}Cl_x$ ) iz reke Hadson koji predstavlja odbačeni otpad iz dela kompanije koji se bavi proizvodnjom električne opreme. Kompanija DuPont iz SAD je platila 600 miliona dolara kao poravnanzjeza štetu po životnu sredinu prouzrokovanu proizvodnjom materijala Teflon i Gora-Tex. Čišćenje zagađujućih materija uključujući azbest, dioksine, ostatke proizvodnje pesticida, perhlorati žive koštale su na stotine miliona dolara. Od čisto ekonomskog stava, pristup zelene hemije kojim se izbjegavaju ovakvi troškovi su veoma atraktivni, pored velikih ekoloških prednosti. Do 2000. godineu SAD, troškovi usklađenosti sa propisima u vezi sa zaštitom životne sredine i zdravljem na radu su porasli na cifru sličnu onoj za istraživanje i razvoj industrijeSAD u celini. Troškovi kao što su inženjerska kontrola, usklađenost sa propisima, zaštita osoblja, prečišćavanje otpadnih voda i sigurno odlaganje opasnog otpada, koji su bili vredni za društvo i životnu sredinu, postali su i veliki deo ukupnih troškova poslovanja. Kompanije u SAD danas moraju da uzmu u obzir sve troškove emisije, uklanjanja otpada, čišćenja životne sredine i zaštite osoblja, a ovi troškovi se ne dodaju na troškove finalnog proizvoda<sup>40</sup>.

Opasne hemikalije i hemijski otpad su problem javnog zdravlja na globalnom nivou. Zabeleženi su slučajevi da su deca koja su rođena pre pojave zagađenja, bila izložena tom zagađenju preko svoje majke. Pedijatri primećuju nečujnu pandemiju bolesti i invalidnosti koja je povezana sa izloženošću toksičnosti i zagađenju tokom detinjstva, od kojih se mnoga ne manifestuju godinama, pa i decenijama. Zdravstveni efekti povezani sa hemijskom ekspozicijom uključuju oštećenja organa, kancer, astmu, dijabetes i druge urođene poremećaje. UNEP-ov (UNEP - United Nations Environment Programme) "Global Chemical Outlook" pominje da opasne hemikalije imaju i štetne efekte na životnu sredinu. Na primer, efekti opasnih hemikalija na vodene organizme uključuju poremećaje reprodukcije, imunološku disfunkciju, oštećenje ćelijskih struktura i DNK (DNK - Dezoksiribonukleinska kiselina) i grube deformacije.

Nažalost, štete povezane sa opasnim hemikalijama predstavljaju troškove koje stvara industrija, a prenosi ih na javnost i životnu okolinu. Kao što je primećeno od strane UNEP, većina troškova koji se odnose na zdravlje ljudi povezana je sa proizvodnjom, potrošnjom i odlaganjem hemikalija, a koje ne snosi njihov proizvođač, niti deli lanac vrednosti. Šteta po ljudsko zdravlje i životnu sredinu je rezultat propusta kojima je potrebna hitna korekcija. Troškovi eksternalizovani od hemijske industrije u svetu su ogromni. Konzervativne procene ovih eksternalizovanih troškova uključuju 90 milijardi dolara za zdravstvene troškove nastale usled nepravilne upotrebe pesticida u podsaharskoj Africi za period od 2005. do 2020. godine. S druge strane, procenjeno je da 157 milijardi dolara predstavlja srednji godišnji zdravstveni trošak za bolesti povezane sa endokrinim poremećajima usled korišćenja hemikalija u Evropskoj Uniji<sup>4142</sup>. Ove bolesti uključuju pridruženu intelektualnu invalidnost, autizam, poremećaj hiperaktivnosti, gojaznost, dijabetes, kriptorhidizam, mušku neplodnost i smrtne ishode koji su povezani sa smanjenjem količine testosterona. Šira analiza bi najverovatnije ukazala i na veće procene troškova. Dalje, 236 milijardi dolara godišnje iznose troškovi zagađenja vezanih za proizvodnju i upotrebu isparljivih organskih jedinjenja u svetu<sup>43</sup>. Ovaj iznos je i potcenjen, pošto isključuje oštećenja većine prirodnih resursa, kao i zagađivanje vode i promenu korišćenja zemljišta i otpad u zemljama koje nisu članice OECD (OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development). Oko 977 milijardi dolara godišnje iznose troškovi vezani za izloženost hemikalijama u detinjstvu u zemljama sa niskim i srednjim prihodima. Ovaj iznos predstavlja oko 1,2% globalnog BDP-a (BDP – Bruto društveni proizvod) u 2011. godini. Hemija koja smanjuje rizike izloženosti hemikalijama ima ključnu ulogu u pomaganju u internalizaciji troškova proizvodnje, upotrebe i odlaganja hemikalija.

### ***2.3. Osnovni principi zelene hemije***

Jedan od glavnih pristupa u zaštiti životne sredine je prevenacija nastanka otpada. Primenjeno na zelenu hemiju, ovo osnovno pravilo znači da je sprečavanje nastanka otpada mnogo bolje od čišćenja otpada. Nepoštovanje ovog jednostavnog pravila rezultiralo je nastajanjem većeg broja lokacija na kojima se odlaže opasan otpad koji danas izaziva velike probleme širom sveta. Jedan od najefikasnijih načina sprečavanja stvaranja otpada je da svi materijali uključeni u pravljenje nekog proizvoda budu inkorporirani u finalni proizvod. Dakle, praksa zelene hemije u velikoj meri podrazumeva uvođenje svih sirovina u proizvod, ako je to moguće. Ista ideja odnosi se i na hemijske procese. U tom smislu, koncept ekonomije atoma

je ključna komponenta zelene hemije. Treba izbegavati upotrebu ili generisanje supstanci koje predstavljaju opasnost za ljude i životnu sredinu. Takve supstance uključuju toksične hemikalije koje predstavljaju opasnost po zdravlje radnika. One uključuju supstance koje će verovatno postati zagađivači vazduha ili vode i štetiti životnoj sredini ili organizmima u okruženju. Ovde je veza između zelene hemije i hemije životne sredine naročito jaka. Hemijski proizvodi treba da budu što efikasniji usvojoj nameni, ali uz minimalnu toksičnost. Praksa zelene hemije podstakla je značajan napredak u dizajniranju hemikalija i novim pristupima upotrebe hemikalija, tako da se efikasnost hemikalija zadržava ili poboljšava, dok se toksičnost smanjuje. Hemijska sinteza, kao i mnoge proizvodne operacije, koriste pomoćne supstance koje nisu deo finalnog proizvoda. U hemijskoj sintezi, takva supstanca je rastvarač u kome se dešavaju hemijske reakcije. Drugi primer su supstance koje se koriste za izdvajanje finalnog proizvoda (na primer ekstrakcija). Budući da ovakva jedinjenja mogu da završe kao otpad ili u slučaju nekih toksičnih rastvarača predstavljaju opasnosti po zdravlje, korišćenje pomoćnih supstanci treba svesti na najmanju moguću meru, a poželjno je da se oni u potpunosti izbegnu. Iskorišćenje energije predstavlja ekonomske i ekološke troškove u gotovo svim procesima sinteze i proizvodnje svakog proizvoda. U širem smislu, upotreba energenata, kao što su na primer fosilna goriva koja se isumpavaju ili iskopavaju iz zemlje, ima značajan potencijal da ošteti životnu sredinu. Stoga, energetske zahteve treba minimizirati. Jedan način na koji se to može učiniti je korišćenje procesa koji se javljaju blizu ambijentalnih uslova, umesto na povišenim temperaturama ili pritisku. Jedan uspešan pristup bio bi korišćenje bioloških procesa, koji zbog uslova pod kojima rastu neki organizmi, moraju da se odvijaju na umerenim temperaturama i u odsustvu toksičnih supstanci. S druge strane, gde god je moguće, obnovljive sirovine treba koristiti umesto neobnovljivih sirovina. Primena biomase je danas favorizovana u biotehnološkim procesima. Za iscrpljive sirovine, reciklažu treba praktikovati u najvećoj mogućoj meri. U sintezi organskih jedinjenja često je neophodno modifikovati ili zaštititi grupe organskog molekula tokom sinteze što često dovodi do stvaranja nusprodukata koji nisu inkorporirani u konačni proizvod. Na primer, to se dešava kada je zaštitna grupa vezana za određeni deo molekula i uklanja se kada više nije potrebna zaštita molekulske grupe. Pošto ovi procesi generišu nusprodukte koji mogu zahtevati odlaganje, korišćenje zaštitnih grupa u sintezi hemikalija bi trebalo izbeći što je više moguće. Reagensi bi trebalo da budu što je moguće selektivniji za njihovu specifičnu funkciju. Ovo se ponekad izražava kao preferencija za selektivne katalitičke reagense preko neselektivnih stehiometrijskih reagensa. Proizvodi koji moraju biti raspoređeni u životnu

sredinu treba da budu dizajnirani da se brzo transformišu u bezopasne proizvode. Jedan od najstarijih, ali i jedan od najboljih primeraja modifikacija surfaktanta u deterdžentima za domaćinstva 15 ili 20 godina nakon što su uvedeni u široku potrošnju kako bi se dobio proizvod koji je biorazgradiv<sup>44</sup>. Loše biorazgradivi surfaktant koji je u početku korišćen izazvao je teške probleme pojave pene u postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, kao i kontaminaciju voda. Da bi se rešio ovaj problem izvršena je hemijska modifikacija i proizvedena je biorazgradiva zamena. Precizna ilirealna kontrola hemijskih procesa je neophodna da bi postojao efikasan i siguran rad sa minimalnom proizvodnjom otpada. Ovaj cilj je postao mnogo dostupniji sa modernim kompjuterizovanim kontrolama procesa. Međutim, potrebno je znati tačne koncentracije jedinjenja u sistemu koje se mere kontinuirano. Dakle, uspešna praksa zelene hemije zahteva odgovarajuće tehnike praćenja u realnom vremenu, u kombinaciji sa procesnom kontrolom<sup>45</sup>.

Nesreće, kao što su eksplozije i požari, predstavljaju glavnu opasnost u hemijskoj industriji. Ne samo da su ovi incidenti potencijalno opasni po kompaniju, već imaju tendenciju širenja toksičnih supstanci u životnu sredinu i povećavanje izloženosti ljudi i drugih organizama supstancama nastalim prilikom nesreća ove vrste. Iz tog razloga, najbolje je izbeći korišćenje ili stvaranje supstanci koje su zapaljive, u reakcionom putu dovode do stvaranja visokih pritisaka ili da na neki drugi način izazivaju nepredviđene akcidente u proizvodnom procesu i životnoj sredini. Dakle, pristup zelene hemije se fokusira na smanjenje rizika minimizacijom ili eliminisanjem opasnosti. Hemikalije sa opasnim svojstvima se zamenjuju bezbednijim hemikalijama. Takođe, ove opasne hemikalije mogu da se eliminišu i povećanjem prinosa reakcije, kada je to moguće. Povećavanjem prinosa reakcije, smanjuje se i količina otpada, što doprinosi manjim troškovima, ali i manjim rizicima po životnu sredinu. Preventivni pristup zelene hemije znači da se ona ne bavi ublažavanjem i otklanjanjem štetnih uticaja nastalih prilikom procesa proizvodnje, pakovanja, skladištenja, stavljanja u promet i korišćenja hemikalija i proizvoda. Sprečavanje štetnih uticaja je svakako lakše i jeftinije od ublažavanja posledica koje nastaju nakon upotrebe hemikalija. Zelena hemija je posvećena obezbeđivanju alternativnih proizvoda koji su razvijeni u skladu sa zaštitom zdravlja radnika, potrošača i javnosti. Mnogo toga se još može uraditi da se nađu bezbednije zamene za prioritete hemikalije. Obuhvatanje širokog opsega zdravstvenih efekata i efekata na životnu sredinu kako bi se pronašle bezbednije alternative i smanjio potencijal neželjenih posledica predstavlja tzv. procenu alternativa. Identifikacijom i procenom bezbednijih alternativa industrija se može podstaći na njihovu implementaciju. Ovo podrazumeva i komplementarnu



regulatornu akciju. Svakako, koncept zelene hemije može primeniti inovativna naučna dostignuća za rešavanje pitanja negativnih efekata na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Njeni principi mogu biti podeljeni u dve grupe, na one koji utiču na smanjenje rizika i na one koji utiču na smanjenje tzv. ekološkog otiska. Principi zelene hemije koji utiču na smanjenje rizika su<sup>46</sup>:

1. upotreba bezbednijih hemikalija ili upotreba hemikalija koje imaju najniže nivoe toksičnosti, odnosno koje su najmanje opasne;
2. razvoj manje opasnih sintetičkih metoda gde god je to izvodljivo; potrebno je koristiti sintetičke ili biosintetičke metode koje ne predstavljaju ili predstavljaju minimalnu opasnost po zdravlje ljudi i životnu sredinu;
3. upotreba bezbednijih rastvarača i reakcionih uslova, potraga za najnovijim informacijama o tzv. zelenim rastvaračima koji će optimizovati proces i omogućiti bezbedniju sredinu za rad;
4. sprečavanje akcidenata izborom supstanci koje će smanjiti mogućnost eksplozije, požara ili izlivanja hemikalija u životnu sredinu.

Principi zelene hemije koji utiču na smanjenje ekološkog otiska su:<sup>47</sup>

1. smanjenje otpada i prevencija, odnosno razvoj sintetičkih tehnika koje smanjuju i sprečavaju stvaranje otpada.
2. upotreba katalizatora s obzirom da oni povećavaju broj efikasnih sudara, katalitičke reakcije mogu da koriste manje količine reaktanata,
3. atomska ekonomičnost pošto efikasan hemijski proces osigurava iskorišćenje maksimalne količine polaznog materijala u finalnom proizvodu,
4. iskorišćavanje hemikalija koje su dizajnirane za degradaciju s obzirom da korišćenje hemikalija koje su biorazgradive smanjuje uticaj na životnu sredinu;
5. uspostavljanje kontrole tokom procesa radi prevencije zagađenja, kako bi se izbeglo formiranje štetnih supstanci treba primeniti trenutnu analizu i monitoring procesa tokom sinteze;
6. upotreba obnovljivih sirovina kad god je tehnički i ekonomski moguće;
7. energetska efikasnost; ostvarivanje ekonomskog i ekološkog uticaja upotrebe energije u hemijskom procesu.

#### **2.4. Politika zbrinjavanja hemijskog otpada u državi Libiji**

Pravilno upravljanje hemijskim otpadom zahteva učešće raznih aktera i zainteresovanih strana. Uloga vlade je da obezbedi platformu za sve učesnike i zainteresovane strane, kako bi mogli da ispune svoju ulogu u upravljanju hemijskim otpadom kroz seriju mera podrške sistemu. Ključni akteri i zainteresovane strane, posebno proizvođači otpada, moraju da angažuju kvalifikovanu radnu snagu za upravljanje hemijskim otpadom koji proizvode. Sva preduzeća moraju da imaju, kao apsolutni minimum, najmanje jedno stručno lice odgovorno za upravljanje hemijskim otpadom u preduzeću. Uz lice odgovorno za upravljanje hemijskim otpadom, svakom preduzeću je potrebno osoblje koje će se baviti hemijskim otpadom od trenutka njegove proizvodnje do konačnog uklanjanja iz objekta preduzeća. Kao podrška zaposlenima odgovornim za upravljanje hemijskim otpadom, razvijeni su različiti kursevi za obuku. Ovo podrazumeva obuku tehničara za rukovanje hemijski otpad i menadžere za hemijski otpad, kao i kurseve za obnovu znanja kroz koje stručnost i usavršavanje navedenih lica mogu da se konsoliduju i ažuriraju<sup>48</sup>.

Kao deo politike vlade države Libije, od svakog preduzeća se očekuje da ima najmanje jednog zaposlenog koji je uspešno završio kurs za tehničara za hemijski otpad ili menadžera za hemijski otpad.<sup>49</sup> Preduzeća koja rade kao centar za tretman otpada moraju da imaju kvalifikovane tehničare za hemijski otpad, koji se upućuju na pohađanje kurseva za obnovu znanja najmanje jednom u svake dve godine. Kursevi moraju da budu akreditovani, na primer, od strane Zdravstvenog saveta države ili Instituta za unapređenje obrazovanja i znanja, dok se za lica koja su pohađala studije pri ustanovama za više stručno obrazovanje iz oblasti zaštite životne sredine smatra da su stekla potrebnu kvalifikaciju<sup>50</sup>.

Svest o zaštiti životne sredine, javnom zdravlju i bezbednosti i zdravlju na radu, među radnicima i opštom populacijom, jedan je od preduslova za pravilno upravljanje hemijskim otpadom. Kada je reč o svesti zaposlenih, zadatak svih radnika je informisanje o mogućim negativnim uticajima koje hemijski otpad može da proizvede ukoliko se ne zbrine na pravilan način, kao i informisanje o pravilnoj proceduri odlaganja svih vrsta otpada. Vlada države Libije trebalo bi da ispita da li je moguće da se u uputstva koja se izdaju zajedno sa hemijskim proizvodima uvrsti i poruka o pravilnom načinu odlaganja eventualnog viška datih proizvoda ili proizvođačiji je rok trajanja istekao. Za potrebe postizanja bolje informisanosti svih zaposlenih, preduzeća moraju da organizuju internu obuku u oblasti zaštite od hemijskog i drugih vrsta otpada, kao i upoznavanje sa planom odlaganja pomenutih vrsta otpada, unutrašnjim politikama i procedurama preduzeća. Uvođenje novih zaposlenih u posao

podrazumeva i njihovo detaljno upoznavanje sa svim ovim pitanjima. Zaposleni koji se bave upravljanjem otpadom izloženi su povećanom riziku, pa preduzeća novim zaposlenim radnicima moraju da isplate dodatna sredstva kao nadoknadu za potencijalni rizik u određenom delu zarade<sup>51</sup>.

Država Libija bi trebalo da smanji upotrebu resursa i ohrabri praktičnu primenu hijerarhije upravljanja otpadom. Međutim, zbog prirode hemijskog otpada, politika vlade nije usmerena ka ponovnoj upotrebi, reciklaži i povraćaju vrednosti iz hemijskog otpada, osim povraćaja vrednosti kroz proizvodnju nekih vidova energije.<sup>52</sup> Smanjenje proizvodnje hemijskog otpada na najmanju moguću meru i smanjenje opasnosti od hemijskog otpada su važni ciljevi države Libije.<sup>53</sup> Stoga je potrebno da se stimuliše davanje prednosti proizvodima koji promovišu zaštitu životne sredine, kao i zamena opasnih hemikalija manje opasnim ili neopasnim. Drugi ciljevi koje je potrebno realizovati u kratkoročnom periodu obuhvataju u državi Libiji:

1. sav hemijski i drugi otpad proizveden u državi trebalo bi da se tretira;
2. sav neopasan i opasan hemijski otpad proizveden u državi trebalo bi da se sakuplja i odlaže ukoliko ne može da se tretira;
3. kapaciteti za tretman hemijskog otpada trebalo bi da se obezbeđuju uz učešće privatnog sektora.

Glavni ciljevi koje je potrebno realizovati na duži rok podrazumevaju zamenu aktuelnog decentralizovanog sistema upravljanja hemijskim otpadom zasnovanog na nivou okruga centralizovanim sistemom koji će omogućiti uštede na osnovu ekonomije razmere, odnosno tretmana na veliko uz istovremenu primenu najbolje odabrane tehnologije koja donosi najviše prednosti i stvaranje sinergije sa upravljanjem otpadom iz drugih privrednih sektora u državi Libiji. Plan upravljanja hemijskim otpadom države Libije trebalo bi da sadrži<sup>54</sup>:

1. podatke o vrsti, količini i poreklu otpada koji se stvara;
2. tokove kretanja medicinskog otpada unutar zdravstvene službe u kojoj nastaje;
3. mogućnosti za minimizaciju, ponovno iskorišćenje medicinskog otpada i reciklažu;
4. broj, obaveze i odgovornosti osoblja angažovanog u postupku upravljanja hemijskim otpadom;
5. operativne procedure upravljanja hemijskim otpadom prema mestu nastanka;
6. raspored kesa i kontejnera za odlaganje medicinskog otpada;
7. postupanje sa otpadom na mestu nastanka, prevoz unutar zdravstvene službe, način i uslove skladištenja;
8. identifikaciju metoda tretmana i konačno odlaganje otpada;

9. vođenje i čuvanje dokumentacije i evidencije;
10. mere prevencije od povreda oštrim predmetima i nastanka infekcija;
11. mere zaštite zdravlja i bezbednosti radnika angažovanih u postupku upravljanja hemijskim otpadom (opremljenost radnom odećom, obučom i zaštitnim rukavicama u skladu sa propisima kojima se uređuje bezbednost i zdravlje na radu);
12. mere zaštite od požara i eksplozija;
13. uslove zaštite životne sredine utvrđene u skladu sa posebnim propisima;
14. način postupanja u akcidentnim situacijama;
15. program obuke osoblja za upravljanje hemijskim otpadom;
16. procena troškova upravljanja hemijskim otpadom na godišnjem nivou.

Upravljanje hemijskim otpadom u bilo kojoj zdravstenoj ustanovi, pogotovo u Kliničkom centru Tripoli, Libija, koji predstavlja zdravstvenu ustanovu koja ima nacionalni karakter i veoma je važna da posluži kao primer manjim zdravstvenim ustanovama koje postoje na lokalnom nivou<sup>55</sup>.

## **2.5. *Primena zelene hemije i njene prednosti***

Koristi zelene hemije mogu da budu različite. Upotreba zelene hemije raste ubrzano u ovoj deceniji, pri čemu nudi značajne direktne uštede u sirovinama, dužini procesa proizvodnje i količini iskorišćene energije. Osim toga, zelena hemija donosi i mnoge indirektno uštede, koje se uočavaju kroz smanjenje ili eliminisanje uticaja na životnu sredinu i negativnih uticaja na zdravlje ljudi, kao i kroz generisanje manje količine otpada, što smanjuje izdatke za tretman i odlaganje otpada. U poređenju sa konvencionalnim polaznim sirovinama, od kojih mnoge potiču od naftnih derivata, nove obnovljive sirovine imaju umanjenu emisiju gasova sa efektom staklene baste, kao i manju toksičnost<sup>56</sup>. Dok za potrošače izbor „zelenijih“ proizvoda često znači i veću cenu, u industriji je „zeleno“ jeftinije. Uključivanje zelenog inženjerstva u industrijske procese može dovesti do veoma velikih koristi. U prilog tome govori studija slučaja o zelenom inženjerstvu koja je sprovedena 2011. godine. Perhloroetilen je toksični rastvarač koji se uobičajeno koristi pri hemijskom čišćenju. S druge strane procesi na bazi vode, takozvano „vlažno čišćenje“, su identifikovani kao obećavajuće alternative koje daju jednaki rezultat, a predstavljaju manju opasnost. Primer malog biznisa „AceCleaners“ u Masačusetsu gde je instalirana oprema za vlažno čišćenje i gde je zamenjena opremom kojoj je korišćen perhloroetilen, pokazuje koristi koje nosi zeleno inženjerstvo. Ova firma je ostvarila uštedu od 1800 dolara godišnje od čega je 15 % samo smanjenje računa za električnu

energiju.<sup>57</sup> Druge koristi su uključivale smanjenje potencijalnih šteta po životnu sredinu, smanjenje odgovornosti za javno zdravlje i zadovoljstvo zaposlenih s obzirom na poboljšanje kvaliteta vazduha na radnom mestu, kao i odobravanje korisnika usled primene ekološkog postupka čišćenja<sup>58</sup>.

Razumevanje zelene hemije sa različitih aspekata može biti moćan alat za one koji se bave analizama poslovanja. Postavlja se pitanje zašto bi neka kompanija želela da analizira i zameni postojeće proizvode kad svi oni već ispunjavaju svoje zadatke i donose profit? Ova promena podrazumeva da kompanija mora da poremeti svoje procedure i procese i da proceni uticaj korišćenja novih hemikalija u svojim operativnim procedurama. Primena ovih promena značila bi rizik. Međutim, slične zabrinutosti su se javile i prilikom uvođenja energetske efikasnosti u javnom i privatnom sektoru. Kako bi se povećala efikasnost pozitivni ishodi koji nisu odmah merljivi često zahtevaju troškove. Proizvodnja novih supstanci i drugih proizvoda koji su bolji po životnu sredinu i koji su ekonomski održivi definitivno je na uzlaznoj putanji. Širom sveta, hemijska industrija se pokazala kao jedna od ključnih pokretačkih faktora u ovoj deceniji. Ova industrija već sada donosi preko 760 milijardi američkih dolara u SAD, jedna je od vodećih izvoznih sektora koja donosi godišnji profit od 200 milijardi dolara. Potražnja za „zelenijim“ proizvodima raste ubrzano. Godine 2011. sprovedena je anketa među 500 menadžera koji su imali uticaj na izbor i upotrebu plastike u šest većih industrija: potrošački proizvodi, pakovanje, automobilska industrija, medicinska oprema, elektrotehnika i građevina. Anketa je takođe uključivala 1000 potrošača iz SAD i Evrope. Ključna otkrića pokazala su porast u razvoju i upotrebi zelene hemije. Naime, 80% rukovodioca videla su zelenu hemiju kao važan trend, dok se 90 % potrošača saglasilo. U sličnoj anketi 2007. godine samo jedan od tri potrošača izjavio je da bi razmotrio kupovinu „zelenijih proizvoda“. Ovaj odnos se povećao na četiri od pet potrošača u kratkom periodu od pet godina. Izveštaj je takođe pokazao da bi većina ispitanih potrošača platila do 5% više za zelenije proizvode, dok je manja grupa rekla da bi platila čak i 20 - 30% više<sup>59</sup>.

Upotreba zelene hemije takođe doprinosi povećanju bezbednosti radnih mesta za industrijske radnike, smanjenju rizika za zajednice u velikoj meri i bezbednijim proizvodima za potrošače. Takođe, pošto su svi procesi u zelenoj hemiji više efikasni, kompanije troše manje polaznih sirovina i koriste manje energije čime štede novac. Što se više zna o uticaju hemijske strukture na toksičnost, to je više opcija za dizajn bezbednijih hemikalija. Naučnici takođe sada imaju pristup mnogim stručnim izvorima informacija kako bi odredili potencijalnu opasnost hemikalija koje koriste. „Zeleni“ hemičari su obučeni da koriste ove informacije

prilikom molekularnog dizajna i da na taj način izbegnu ili smanje toksične osobine proizvoda. Najbolji način je da se ukaže na one koristi koje su od značaja za zdravlje ljudi, životnu sredinu, ali i industriju. Primena zelene hemije za zdravlje ljudi ima sledeće koristi<sup>60</sup>:

1. čistiji vazduh: manja emisija isparljivih supstanci sa opasnim svojstvima u vazduh, koje mogu dovesti do bolesti,
2. čistija voda: manje ispuštanje opasnog otpada u vodene recipijente, što može da obezbedi čistiju vodu koja dalje može da se koristi u preradi za dobijanje pijaće vode,
3. povećana bezbednost za radnike u hemijskoj industriji, upotreba manje toksičnih materijala, manje lične zaštitne opreme i smanjenje potencijala za akcidente,
4. bezbedniji proizvodi za opštu upotrebu su dostupni potrošačima,
5. bezbednija hrana; eliminacija perzistentnih, toksičnih hemikalija koje se mogu naći u lancu ishrane,
6. manja izloženost toksičnim hemikalijama poput endokrinih disruptora.

Primena zelene hemije za životnu sredinu ima sledeće koristi:

1. mnoge hemikalije mogu da dospeju u životnu sredinu nenamernim ispuštanjem prilikom upotrebe ili odlaganja, ali se zelene hemikalije razlažu,
2. biljke i životinje su manje izložene toksičnim hemikalijama u prirodi,
3. smanjuje se potencijal za globalno zagrevanje, oštećenje ozonskog omotača ili formiranje smoga,
4. manje deponija, naročito deponija opasnog otpada.

Primena zelene hemije za privredu i poslovanje ima sledeće koristi:

1. viši prinosi hemijskih reakcija, korišćenje manjih količina sirovina kako bi se dobila ista količina proizvoda,
2. brža proizvodnja proizvoda, povećanje kapaciteta fabrike i smanjena upotreba energije i vode,
3. smanjena količina otpada, eliminacija skupih remedijacija, odlaganja opasnog otpada i sl.,
4. smanjena upotreba naftnih derivata, manja potrošnja prirodnih resursa uz istovremeno smanjenje štetnih dejstava njihovim korišćenjem, kao i variranje cena,
5. poboljšanje konkurentnosti proizvođača hemijskih proizvoda.

### 3. Rezultati istraživanja

#### 3.1. Opšti podaci o državi Libiji

Država Libija se odlikuje posebnim geografskim položajem. S jedne strane, ona predstavlja strateški ulaz na Afrički kontinent, a sa druge glavnu kapiju ka Evropi putem Sredozemnog mora. Libija je veza između zemalja u pojasu Sahare i Evrope. Libija je tokom dugog vremenskog perioda u istoriji obavljala trgovinske i ekonomske poslove između naroda u pojasu Sredozemnog mora i saharskih država. Ovakav položaj Libiji pruža sposobnost da igra važnu ulogu u trgovini. Ona zauzima središnji položaj na severu Afrike, prostirući se između 9° i 25° istočne geografske dužine i 18° i 33° severne geografske širine. Na jugu pokriva ogroman deo Sahare. Na istoku se graniči sa Egiptom i Sudanom, na jugu sa Čadom i Nigerom, a na zapadu sa Alžirom i Tunisom, granicama kroz pustinju, čija dužina ukupno iznosi 4065 kvadratnih kilometara. Libija, takođe, izlazi na more. Dužina morske obale iznosi nešto više od 1900 kilometara, od Bir al-Ramla do Aždira<sup>61</sup>. Geografski položaj Libije utiče i na migracije i povezivanje ljudi u svakom obliku, a njen naftni sektor privlači radnike iz celog sveta, a posebno iz neposrednog okruženja. Istorijsko-strateški ishod ovakvog položaja je rezultat istorijskog nasleđa u sferi povezivanja i tranzita među svim afričkim zemljama. Libijska ekonomija zavisi pre svega od prihoda od naftnog sektora, koji doprinose oko 90% prihodu od izvoza, a predstavljaju i četvrtinu BDP-a i 60% zarada u javnom sektoru.<sup>62</sup> Pad u svetskim cenama ugljovodonika tokom čitave 2009. godine je smanjio prihode od poreza libijske vlade i ograničio privredni rast u Libiji u 2009. godini. Znatni prihodi iz energetskog sektora u kombinaciji sa malom populacijom daju Libiji jedan od najviših BDP-a po glavi stanovnika u Africi, ali malo od tog dohotka stiže do nižih klasa libijskog društva. Libijski zvaničnici poslednjih godina postigli su napredak u pogledu ekonomskih reformi kao deo šire kampanje za reintegraciju zemlje u međunarodnu zajednicu. Ovaj napor usledio je najpre nakon što su ukinute UN sankcije u septembru 2003. godine, jer je Libija najavila u decembru 2003. godine da će napustiti programe za izgradnju oružja za masovno uništenje. Sankcije UN protiv Libije ukinute su u septembru 2003. Proces ukidanja jednostranih sankcija SAD počeo je u proleće 2004. godine. Sve sankcije su uklonjene do juna 2006. godine, pomažući Libiji da privuče veće strane direktne investicije, posebno u energetskom sektoru. Nacionalna naftna kompanija postavila je cilj da skoro udvostruči proizvodnju nafte na 3 miliona barela dnevno do 2012. godine. Libija se danas suočava sa dugim putevima ka liberalizaciji socijalističke ekonomije, ali početni koraci, uključujući prijavljivanje za članstvo u Svetskoj trgovinskoj

organizaciji, smanjenje nekih subvencija i objavljivanje planova za privatizaciju, bili su osnova za prelazak u više tržišnu privredu. Svi ovi napori pali su u vodu 2011. godine i odloženi za neko buduće vreme. Industrija bez naftnih derivata i građevinarstva, čini tek nešto više od 20% BDP-a, a proistekla je iz prerade poljoprivrednih proizvoda i proizvodnje petrohemijske, gvožđa, čelika i aluminijuma<sup>63</sup>. Klimatski uslovi i siromašna zemljišta ozbiljno ograničavaju poljoprivrednu proizvodnju, a Libija uvozi oko 75% svoje hrane. Primarni vodni izvor vode u Libiji ostaje projekat Velike reke (mreža cevi kojom se sever Libije snabdeva vodom iz Sahare), ali se i u pogone za desalinizaciju morske vode investiraju značajna sredstva kako bi se zadovoljile sve veće potrebe za vodom zbog rastuće populacije, pre svega u gradovima na severu Libije. Svetska banka definiše Libiju kao „privredu srednjeg dohotka“, zajedno sa još sedam drugih afričkih zemalja<sup>64</sup>. Početkom osamdesetih godina prošlog veka, Libija je bila jedna od najbogatijih zemalja sveta, njen BDP *per capita* je bio veći nego u zemljama kao što su Italija, Singapur, Južna Koreja, Španija i Novi Zeland. Libija je bogata energetske resursima, sa jednom od najvećih dokazanih rezervi nafte u svetu (39,1 milijardi barela rezervi prema statistikama OPEC - Organization of the Petroleum Exporting Countries, Organizacija zemalja izvoznika nafte) i 1,500 milijardi m<sup>3</sup> rezervi gasa<sup>65</sup>. Libijska privreda je u velikoj meri zavisna od prihoda od nafte, ali postoje pokušaji da se ona diverzifikuje. Libija je počela da se posle ukidanja sankcija uključuje u međunarodne, političke i svetske ekonomske tokove, da usvaja reforme usmerene na tržište i da uvodi početnu liberalizaciju socijalističke ekonomije. Libija je prolazila kroz period povećanog privrednog razvoja krajem 2009. godine. Mnoge vladine industrije su privatizovane. Mnoge međunarodne naftne kompanije su se vratile u zemlju, uključujući i naftne gigante Shell i Exxon Mobil. Međutim, mnogi problemi i dalje utiču na ekonomiju Libije, jer je nezaposlenost najveća u regionu sa 30% prema najnovijim podacima<sup>66</sup>. Libija uvozi opremu za naftu i građevinarstvo, poljoprivrednu mehanizaciju i proizvode za široku potrošnju, kao i poljoprivredne proizvode. Većina uvoza zemlje dolazi iz Italije, Nemačke, Velike Britanije, Francuske i Južne Koreje. Izvozi se skoro samo nafta, i to najviše u Italiju, Nemačku, Španiju, Francusku, Tunis i Tursku<sup>67</sup>.

### **3.2. Ekološki problemi u Tripoliju, Libija**

Tripoli, kao najveći urbani centar i glavni grad države Libije, suočen je sa brojnim ekološkim problemima, mada slične probleme ima i drugi po veličini grad Bengazi. Intenzivna industrijalizacija i urbanizacija, kao i demografski razvoj Tripolija u drugoj polovini XX veka



izazvala je negativne uticaje na životnu sredinu i kvalitet života stanovnika, kako u samom gradu tako i u njegovoj okolini. Glavni problemi životne sredine u Tripoliju, koji decenijama prate razvoj grada obuhvataju neracionalno eksploatisanjeresursa (zemljišta, vode, energije i sl.), povećavanje saobraćajnih problema, zaostajanje razvoja komunalne infrastrukture, degradacija i zagađivanje zemljišta, zagađivanje vazduha i voda, rizici od prirodnih nepogoda i industrijskih udesa, uništavanje prirodnih i kulturnih dobara itd. Uzroci degradacije i zagađivanja životne sredine u Tripoliju mogu se razvrstati u šest glavnih kategorija:

1. saobraćaj (drumski, vazdušni i morski);
2. koncentrisani zagađivači (hemijska industrija);
3. vodosnabdevanje i kanalizacija;
4. stanovanje;
5. rukovanje čvrstim otpadom;
6. rasuti zagađivači (poljoprivreda, benzinske pumpe, hemijske radionice, skladišta;
7. hemikalija i goriva.

Povoljnosti koje nosi lokacija grada (klimatske i karakteristike terena) u mnogome su anulirane neodgovarajućim odnosom čoveka prema životnoj sredini. Iako teritorije velikih gradova najčešće predstavljaju ekološku celinu, pored prirodnih i stečenih nepovoljnosti od uticaja su i velike razlike pojedinih delova, sa karakteristikama od visoko urbane do ruralne sredine. Na teritoriji Tripolija prisutni su brojni sanitarno-higijenski problemi počev od elementarnih u oblasti stanovanja, snabdevanja vodom, uklanjanja otpadnih voda i komunalnog otpada, pa sve do savremenih ekoloških problema koji nastaju kao posledica dinamičnih procesa urbanizacije, industrijalizacije, razvoja saobraćaja i intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Poreklo zagađivača potiče iz različitih izvora, kao što su:

1. proizvodnja nafte i naftnih derivata;
2. hemijska industrija;
3. komunalne otpadne vode;
4. poljoprivreda;
5. građevinska industrija.

### **3.3. Rezultati i diskusija**

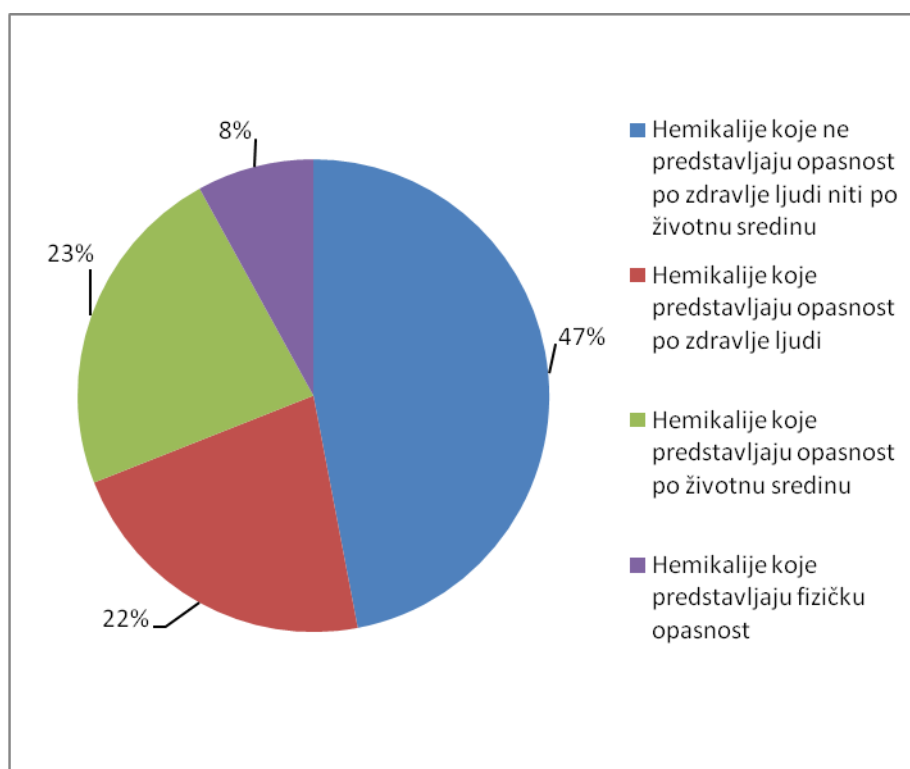
Za analizu i prikaze načina upotrebe hemikalija, količine hemikalija, raspodele i učestalosti određenih svojstava opasnosti, sektora industrija u kojima se koriste hemikalije (naftna,

metaloprerađivačka, petrohemijska, industrija proizvodnje deterdženata, itd.) prikupljeni su sledeći kvantitativni podaci:

1. ukupne količine proizvedenih i uvezenih hemikalija na godišnjem nivou;
2. količina proizvedenih i uvezenih hemikalija prema opasnim svojstvima na godišnjem nivou;
3. pojedinačne količine hemikalija prema vrsti opasnih svojstava na godišnjem nivou;
4. sektori industrije u kojima se hemikalije najčešće koriste na godišnjem nivou; količine hemikalija iskorišćenih u industriji boja i lakova u periodu od 2010. do 2014. godine;
5. količine iskorišćenih hemikalija u proizvodnji detergenata u periodu od 2010. do 2013. godine.

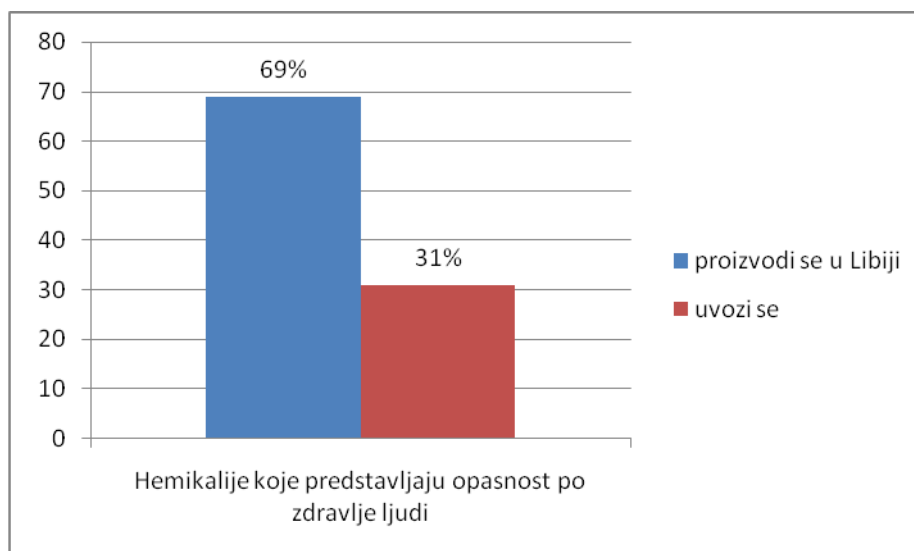
### ***3.3.1. Odnos proizvedenih i uvezenih hemikalija i raspodela količina prema svojstvima***

Godišnje se na teritoriji Libije proizvede i uveze 42365 vrsta hemikalija u količini od 103.543.535,822 tona<sup>68</sup>.

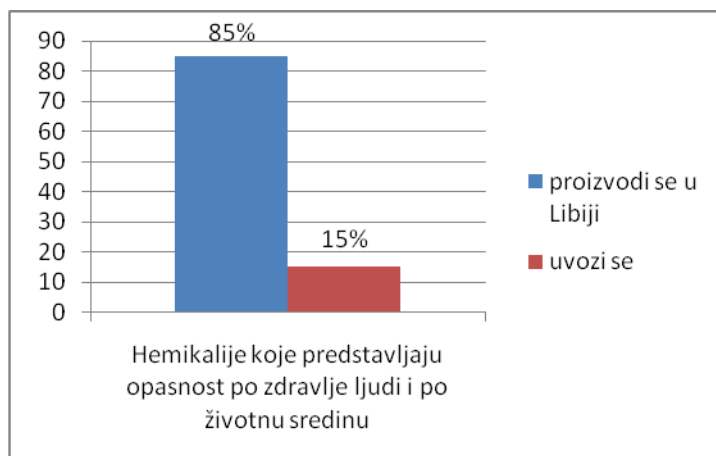


*Slika 3. Prikaz raspodele količina hemikalija prema opasnim svojstvima koje se stavljaju u promet na godišnjem nivou*

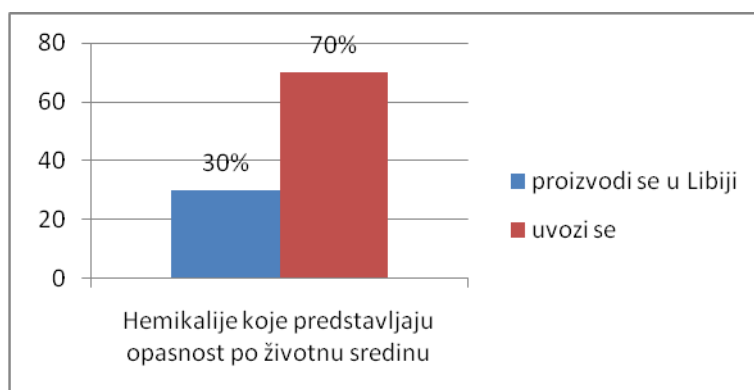
Od ove količine samo 10 % hemikalija nema opasna svojstva, dok 90% ima. Od toga 33% čine hemikalije koje predstavljaju fizičku opasnost. Toksikološka i ekotoksikološka svojstva ima 67% hemikalija, od čega veći deo hemikalija ima toksikološka svojstva i to 48% odnosno 7.075.939,369 tona stavljenih u promet na godišnjem nivou (Slika 3). Od ukupne količine hemikalija manji deo se proizvodi u Libiji i to 21.356.761,210 tona dok se ostatak od 82.186.774,61 tona uvozi na godišnjem nivou<sup>69</sup>. Kada se posmatra raspodela količina proizvedenih i uvezenih hemikalija prema njihovim opasnim svojstvima, zaključuje se da se čak 68% od ukupne količine hemikalija koje imaju negativne efekte po zdravlje ljudi proizvodi u Libiji, dok se ostatak uvozi. Takođe, kada se govori o akutnim i hroničnim efektima na životnu sredinu, dolazi se do podatka da se samo 15% ovih hemikalija uvozi, dok se ostatak od 85% proizvodi u Libiji. Odnos količina proizvedenih i uvezenih hemikalija koje predstavljaju fizičku opasnost je drugačiji. Podaci pokazuju da se manji deo, odnosno 29% ovih hemikalija proizvodi u Libiji, dok se veći deo od 71% uvozi. Od ukupnih 10% hemikalija koje ne predstavljaju opasnost 30% hemikalija se proizvodi u Libiji, dok se veći deo ili 70% ovih hemikalija uvozi. Grafički prikaz odnosa količina proizvedenih i uvezenih hemikalija na godišnjem nivou i raspodela prema opasnim svojstvima dat je na Slikama 4, 5, 6 i 7.



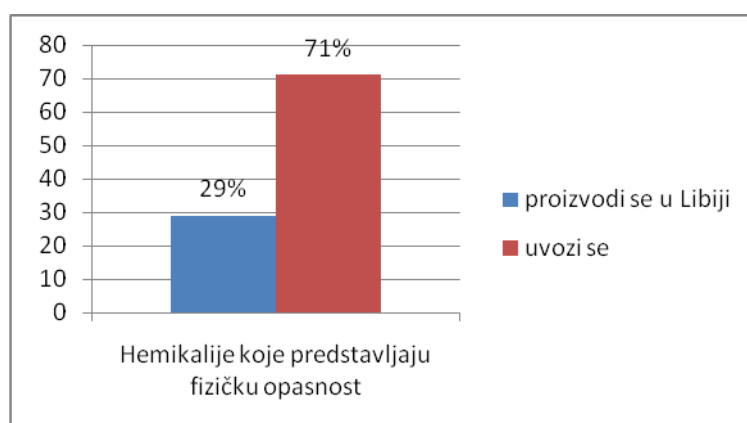
*Slika 4. Odnos količina hemikalija koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi proizvedenih i uvezenih*



*Slika 5. Odnos količina proizvedenih i uvezenih hemikalija koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi i po životnu sredinu*



*Slika 6. Odnos količina proizvedenih i uvezenih hemikalija hemikalija koje predstavljaju opasnost po životnu sredinu*



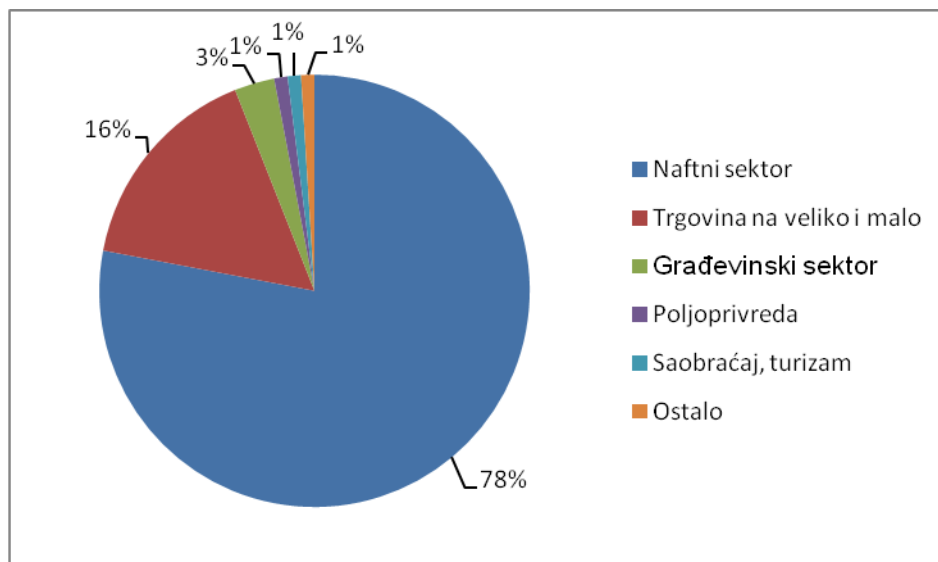
*Slika 7. Odnos količina proizvedenih i uvezenih hemikalija koje predstavljaju fizičku opasnost*

### ***3.3.2. Analiza sektora industrije u kojima se hemikalije koje su klasifikovane kao opasne najčešće koriste***

Analiza industrijskih sektora je urađena na osnovu podataka iz baze Ministarstva trgovine Libije, koji sadrže način upotrebe i količine hemikalija za sektor industrije u kome se hemikalija koristi. U naftnoj industriji se koristi najviše hemikalija čak 78% od ukupne količine hemikalija, što je i očekivano s obzirom da se velika količina nafte proizvodi u Libiji. Zatim, 16 % hemikalija se nalazi u prometu odnosno u trgovini na veliko i malo, te se može pretpostaviti da su to one hemikalije koje su namenjene za opštu ili profesionalnu upotrebu, odnosno hemikalije koje su dostupne potrošačima. Zatim, 3% hemikalija se koristi u građevinarstvu, a po 1% hemikalija se koristi u poljoprivredii u delatnostima povezanim sa saobraćajem, uslugama ishrane i turizma. Ostale delatnosti su zanemarljivo zastupljene (učestalost upotrebe hemikalija prikazana je na Slici 8).

U ovom poglavlju biće razmotreno pitanje odnosa upotrebe hemikalija koje imaju određena opasna svojstva i hemikalija bez opasnih svojstava, u onim industrijama gde je identifikovana njihova najveća upotreba i to u naftnoj industriji, u delatnostima povezanim sa trgovinom na veliko i malo, kao i u građevinskoj industriji. U naftnoj industriji se najviše koriste hemikalije koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi, i to one hemikalije koje su klasifikovane kao iritativne za oči, kožu i disajne puteve, zatim hemikalije koje su štetne i mogu izazvati dugotrajna oštećenja na organima, korozivne hemikalije, kao i hemikalije koje su toksične i imaju kancerogena i mutagena svojstva. Ukupan udeo ovih hemikalija koje imaju negativne akutne i hronične efekte po zdravlje ljudi je 67% od svih hemikalija koje se koriste u naftnoj industriji na godišnjem nivou. Hemikalije koje predstavljaju fizičku opasnost čine 14% od količine svih hemikalija koje se koriste, a hemikalije koje predstavljaju opasnost po životnu sredinu čine 9% od ukupne količine hemikalija koje se iskoriste u naftnoj industriji na godišnjem nivou. Podaci pokazuju da 19% hemikalija koje se koriste u naftnoj industriji nema opasna svojstva, a da se hemikalije u najvećoj količini koriste u sledećim industrijama:

1. proizvodnja nafte i derivata nafte,
2. proizvodnja boja i lakova,
3. proizvodnja detergenata i sredstava za čišćenje i poliranje,
4. proizvodnja farmaceutskih preparata,
5. proizvodnja metalnih proizvoda,
6. obrada i prevlačenje metala,
7. proizvodnja pesticida i hemikalija za poljoprivredu.

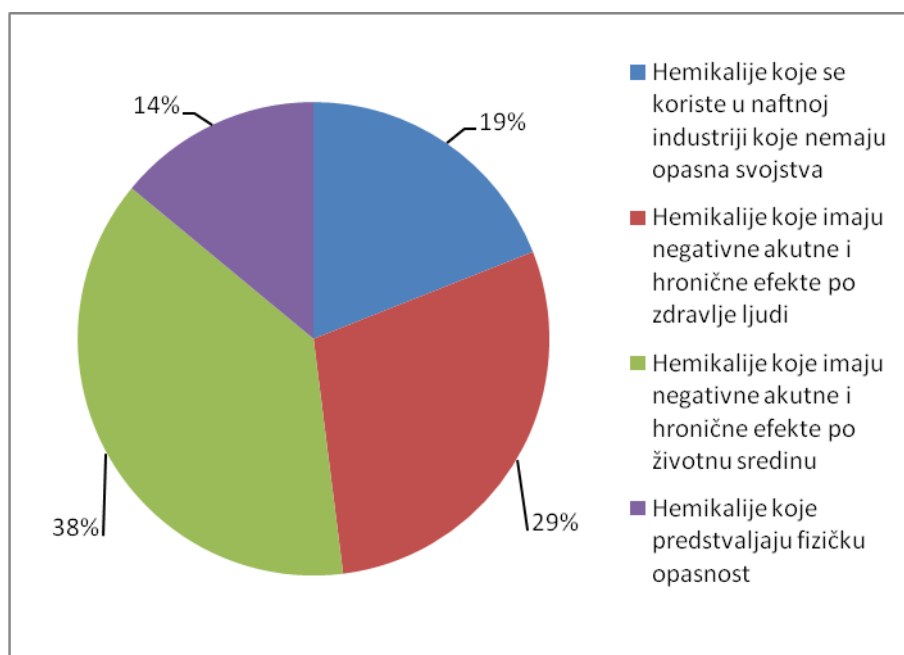


*Slika 8. Učestalost upotrebe hemikalija u određenim sektorima industrije*

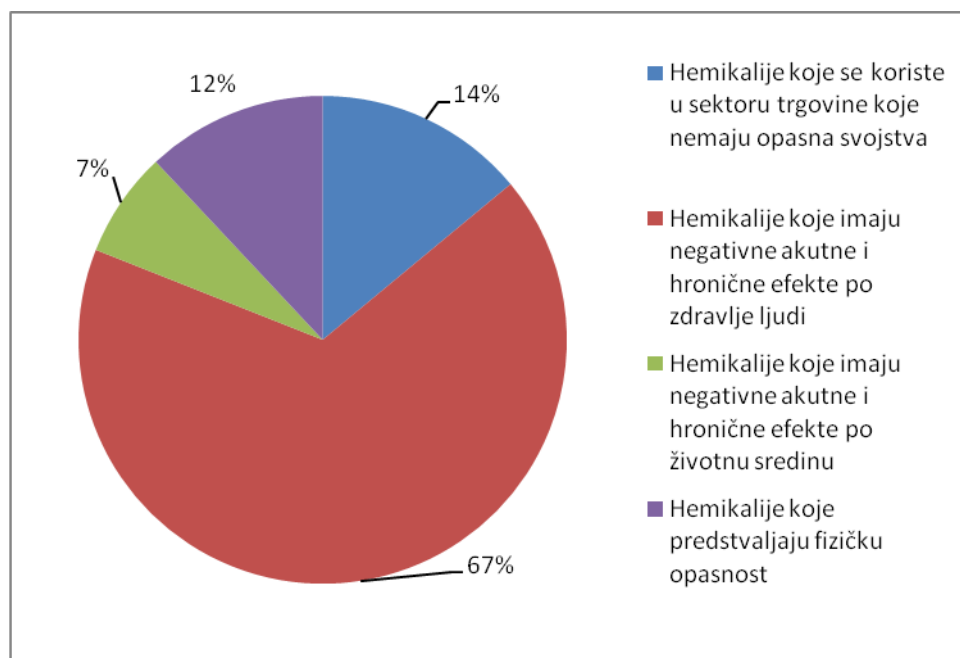
Kada se govori o hemikalijama koje su dostupne potrošačima u delatnostima povezanim sa trgovinom i koje su uglavnom namenjene za opštu ili profesionalnu upotrebu, odnos korišćenja hemikalija sa opasnim svojstvima i neopasnih hemikalija je malo drugačiji. Na godišnjem nivou, potrošači upotrebe 67% hemikalija koje imaju akutne i hronične posledice po zdravlje ljudi. Iritativne hemikalije, odnosno hemikalije koje izazivaju kratkotrajna oštećenja i dovode do iritacija disajnih puteva, kože ili očiju dominiraju u ovom odnosu. Ovakav odnos je posledica činjenice da su sredstva za održavanje domaćinstva koja se najčešće koriste, poput detergenata za veš, sredstava za uklanjanje kamenca, čišćenje šporeta i rerni, pranje prozora, kupatila, sudova i sl., uglavnom klasifikovana kao opasna, jer sadrže sastojke koji su klasifikovani kao opasni u koncentracijama koje utiču na ukupnu klasifikaciju smeša. Sa druge strane, potrošači godišnje upotrebe samo 14% hemikalija koje nemaju opasna svojstva.

Kada se govori o hemikalijama koje su dostupne potrošačima u delatnostima povezanim sa trgovinom i koje su uglavnom namenjene za opštu ili profesionalnu upotrebu, odnos korišćenja hemikalija sa opasnim svojstvima i neopasnih hemikalija je malo drugačiji. Na godišnjem nivou, potrošači upotrebe 67% hemikalija koje imaju akutne i hronične posledice po zdravlje ljudi. Iritativne hemikalije, odnosno hemikalije koje izazivaju kratkotrajna oštećenja i dovode do iritacija disajnih puteva, kože ili očiju dominiraju u ovom odnosu. Ovakav odnos je posledica činjenice da su sredstva za održavanje domaćinstva koja se najčešće koriste, poput detergenata za veš, sredstava za uklanjanje kamenca, čišćenje šporeta i rerni, pranje prozora, kupatila, sudova i sl., uglavnom klasifikovana kao opasna, jer sadrže

sastojke koji su klasifikovani kao opasni u koncentracijama koje utiču na ukupnu klasifikaciju smeša. Sa druge strane, potrošači godišnje upotrebe samo 14% hemikalija koje nemaju opasna svojstva.



*Slika 9. Raspodela količina hemikalija koje se koriste u naftnoj industriji prema opasnim svojstvima*



*Slika 10. Raspodela količina hemikalija koje se koriste u delatnostima povezanim sa trgovinom, prema opasnim svojstvima*

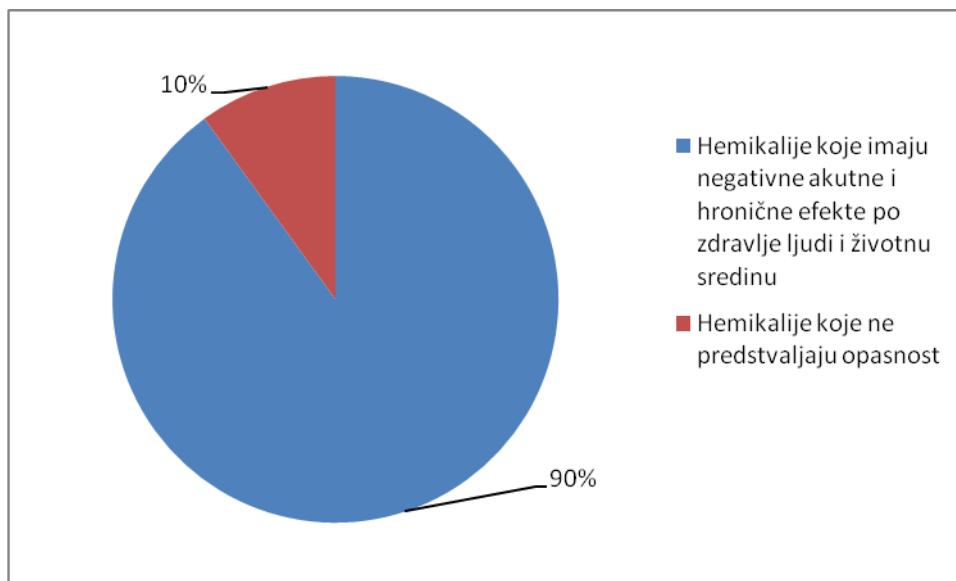
Hemikalije se u Libiji često koriste i u građevinskoj industriji i delatnostima koje su povezane sa ovim sektorom. U građevinskom sektoru, većina hemikalija koje se upotrebe na godišnjem nivou ima negativne efekte na zdravlje ljudi. Posledica ovakvog odnosa je upotreba velikih količina cementa i gipsa, kao najčešće korišćenih građevinskih materijala u Libiji. Cement je jako opasan i može da dovede do teških oštećenja očiju, može da izazove iritaciju kože ili alergijske reakcije na koži, kao i iritaciju respiratornih puteva. Procena opasnosti cementne prašine je još uvek u toku, ali se očekuje da će biti klasifikovana kao respiratorni senzibilizator i da će za ovu supstancu biti preduzete odgovarajuće mere za smanjenje i upravljanje rizikom. Zbog svega navedenog, sasvim je očekivano da čak 90% upotrebljenih hemikalija u građevinarstvu predstavlja opasnost po zdravlje ljudi, dok malo više od 10% ne predstavlja opasnost. Udeo hemikalija koje predstavljaju fizičku opasnost i opasnost po životnu sredinu manji je od 1%. Grafički prikaz ovih odnosa dat na Slici 11.

### ***3.3.3. Komparativna analiza upotrebe hemikalija***

Industrija boja, lakova i deterdženata u Libiji je identifikovana kao jedna od industrija u kojoj se koristi najviše hemikalija koje se mogu smatrati opasnim. Prema dostupnim podacima za analizu trenda korišćenja određenih hemikalija u ovoj industriji uzet je period 2007–2015. godina. Hemikalije su grupisane prema vrstama opasnosti kao i u prethodnim analizama. Kao relevantan podatak uzete su ukupne iskorišćene količine ovih hemikalija u procesu proizvodnje boja i lakova, u vremenskom intervalu od godinu dana, za pet uzastopnih godina. Kao početna godina uzeta je 2007. godina, zato što se od te godine prikupljaju podaci o hemikalijama. Završna godina je 2015. godina, jer podaci za 2016. i 2017. godinu nisu bili dostupni za analizu<sup>70</sup>. Podatke za 2011. godinu treba uzeti sa rezervom zbog političkih dešavanja u Libiji, kao i zbog građanskog rata.

Obrađeni podaci pokazuju da je trend korišćenja hemikalija koje imaju opasna svojstva ostao približno isti u odnosu na 2007. godinu, s tim što se u 2011. godini uočava drastičan pad u korišćenju svih hemikalija zbog ratnog stanja u Libiji. U 2012. godini, količina upotrebljenih hemikalija koje nisu opasne, raste za 50% u odnosu na 2010. godinu, dok je količina iskorišćenih hemikalija u 2017. godini veća za 25%. U 2013. i 2014. godini količina ovih hemikalija opada u odnosu na 2007. godinu i to za 20%, ali ostaje iznad vrednosti za 2012. godinu, i to za 9% u 2013., odnosno 4% u 2014. godini.





*Slika 11. Raspodela količina hemikalija koje se koriste u građevinskoj industriji prema opasnim svojstvima*

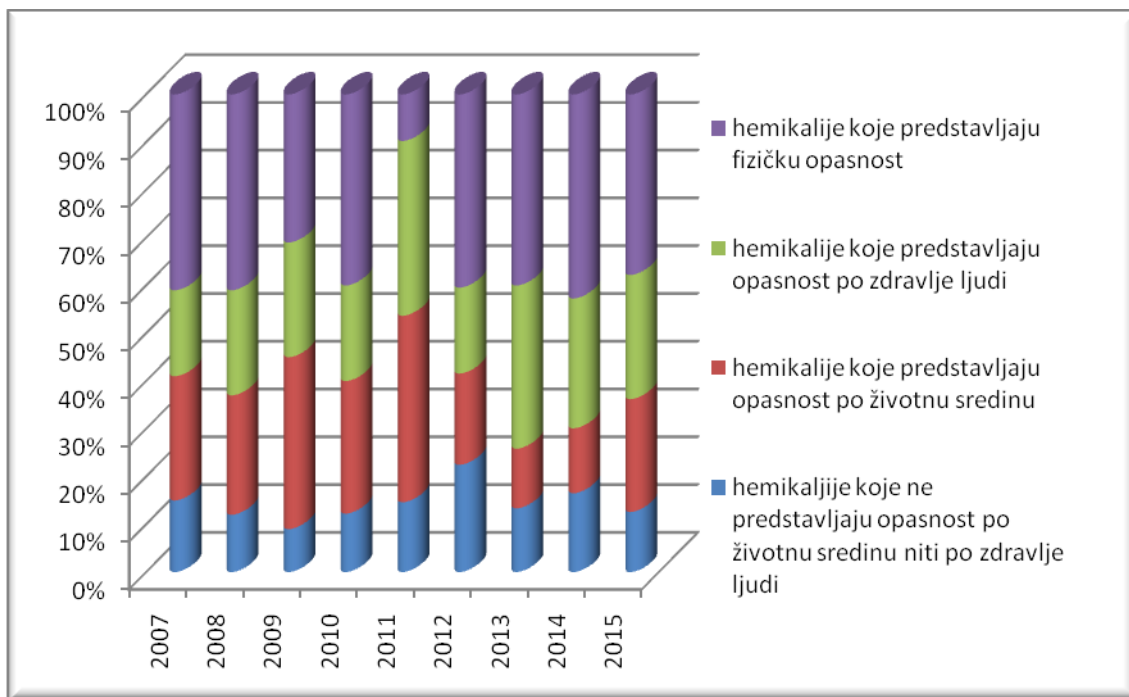
Hemikalije koje predstavljaju fizičku opasnost, a najčešće su to zapaljive hemikalije, koriste se ujednačeno u periodu od 2010. do 2017. godine, osim 2011. godine. dok se u 2014. godini uočava veliki rast u količini upotrebljenih hemikalija i to porast od 60% u odnosu na vrednosti iz prethodnih godina. Podaci o količinama upotrebljenih hemikalija koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi, pokazuju trend porasta upotrebe ovih hemikalija u industriji boja i lakova. Prvi porast se uočava u 2011. godini, kada postoji odstupanje od vrednosti u 2010. godini za skoro 50%. Zatim količina upotrebljenih hemikalija i dalje raste, te se u 2012. godini, uočava dodatni porast od 16% u odnosu na 2011. godinu, odnosno porast od 60% u odnosu na 2010. godinu. U 2013. godini, količina upotrebljenih hemikalija sa toksikološkim svojstvima malo opada i to za 19% u odnosu na 2012. godinu, dok je ta količina i dalje veća za 50% od količina koje su registrovane u 2010. godini. Najveći porast se uočava u 2014. godini kada je ukupna količina iskorišćenih hemikalija za 42% veća od količina u 2013. godini, dok je za skoro 70% veća od količina iskorišćenih u 2010. godini. Podaci o upotrebi hemikalija koje imaju negativne posledice po životnu sredinu pokazuju da u 2011., 2012. i 2013. godini, postoji ujednačen rast upotrebljenih količina u odnosu na vrednosti iz 2010. godine i to za 41%, 43% i 48%, respektivno. Zatim se u 2014. godini uočava pad u korišćenju ovih hemikalija i to za 25% u odnosu na 2013. godinu, dok su vrednosti i dalje veće od onih u 2010. godini za 30%.

**Tabela 1. Trend korišćenja hemikalija u proizvodnji boja i lakova u periodu od 2007. do 2015. godine**

Godina	Vrsta hemikalije (%)			
	hemikalije koje ne predstavljaju opasnost po životnu sredinu niti po zdravlje ljudi	hemikalije koje predstavljaju opasnost po životnu sredinu	hemikalije koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi	hemikalije koje predstavljaju fizičku opasnost
2007	15	26	18	41
2008	12	25	22	41
2009	9	36	24	31
2010	11	25	18	36
2011	6	16	15	4
2012	20	17	16	36
2013	16	15	41	48
2014	17	14	28	44
2015	16	30	33	48

Druga industrija koja je identifikovana kao ona u kojoj se koristi velika količina hemikalija je industrija proizvodnje detergenata. Kao relevantan podatak uzete su ukupne iskorišćene količine ovih hemikalija u procesu proizvodnje detergenata, u vremenskom intervalu od godinu dana, za tri uzastopne godine u odnosu na referentnu godinu. Kao referentna godina uzeta je 2007. godina, dok je poslednja godina za koju su podaci dostupni 2015. godina, pa je za poređenje uzet interval od tri uzastopne godine, od 2013. zaključno sa 2015. godinom. Obradeni podaci pokazuju da je trend korišćenja hemikalija koje nemaju opasna svojstva u porastu u odnosu na 2007. godinu, i to za 62% u 2013. godini, zatim za 71 % u 2014. godini , i za 52% u 2015. godini.

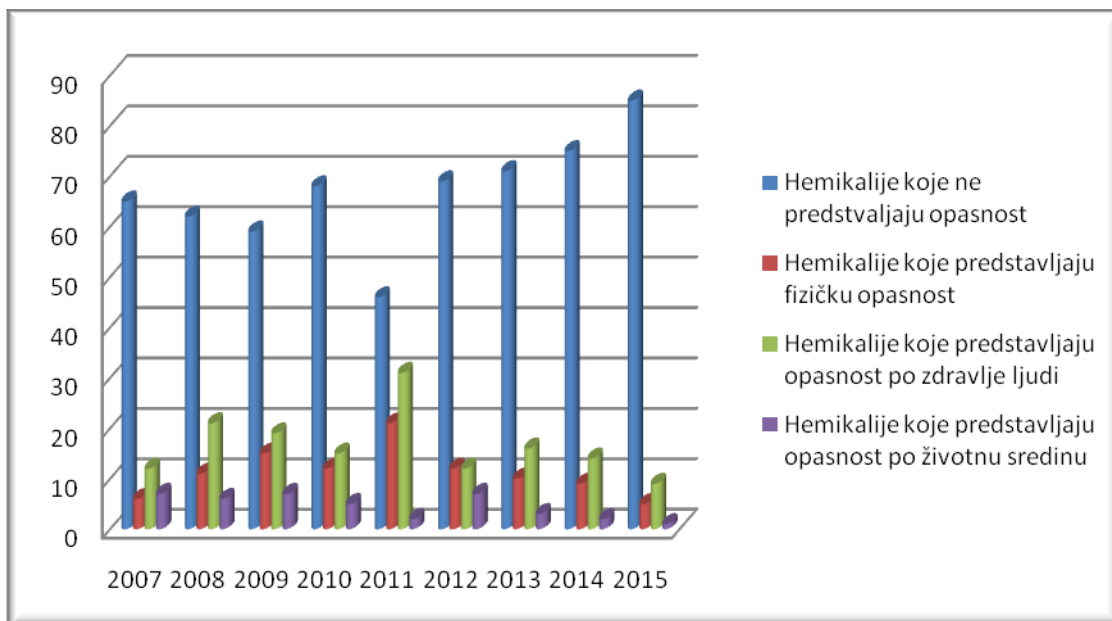
Hemikalije koje predstavljaju fizičku opasnost, a predstavljaju hemikalije sa oksidujućim svojstvima, koriste se u porastu u periodu od 2007. do 2013. godine, s tim što se 2012. godini uočava veliki rast u količini upotrebljenih hemikalija sa ovim svojstvima i to porast od 79% u odnosu na vrednosti iz prethodne godine. Količina ovih hemikalija u 2015. godini, se vraća na isti nivo kao u 2007. godini. Podaci o količinama upotrebljenih hemikalija koja predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi, pokazuju da je upotreba ovih hemikalija u industriji detergenata uglavnom ujednačena u ispitivanom periodu, sa trendom smanjenja u 2011. godini zbog već navedenih uzroka.



Slika 12. Trend korišćenja hemikalija u proizvodnji boja i lakova u periodu od 2007. do 2015. godine

Zatim količina upotrebljenih hemikalija blago raste u odnosu na odnosu na 2010. godinu, te se u 2012. godini, uočava porast od 12% u odnosu na 2010. godinu, ali ova količina i dalje ostaje ispod vrednosti uočenih u 2007. godini, za 15%. U 2015. godini, količina upotrebljenih hemikalija sa toksikološkim svojstvima značajno opada i to za 36% u odnosu na 2014. godinu, dok je ta količina manja za 28% od količina koje su registrovane u 2013. godini, a najveće smanjenje se uočava u odnosu na količine koje su iskorišćene u istom periodu u 2007. godini, i to smanjenje od 45%.

Podaci o upotrebi hemikalija koje imaju negativne posledice po životnu sredinu pokazuju da je u 2007. godini, korišćeno 6% više hemikalija nego u 2015. godini. U 2012. godini količina ovih hemikalija i dalje blago raste i to za 15% u odnosu na 2010. godinu, odnosno za 17% u odnosu na 2007. godinu. Podaci o iskorišćenim količinama u 2013. godini, ukazuju na pad u korišćenju ovih hemikalija i to za 39% u odnosu na 2012. godinu, odnosno za 27% u odnosu na 2010. godinu i za 23% u odnosu na 2007. godinu. Detaljan grafički prikaz odnosa količina hemikalija upotrebljenih u proizvodnji detergenata i raspodela prema njihovim svojstvima za period od 2007-2015. godine prikazan je na Slici 13.



Slika 13. Trend korišćenja hemikalija u proizvodnji detergenata u periodu od 2007. do 2015. godine

## Zaključak

Zelena hemija pruža ogromne izazove za industrijsku proizvodnju, kao i velike mogućnosti za otkrivanje i primenu alternativnih rešenja u cilju poboljšanja ekonomskog aspekta, proizvodnju ekološki pogodnih supstanci koje nisu štetne za životnu sredinu i ljude.

Na osnovu podataka o količinama hemikalija koje se na godišnjem nivou stavljaju u promet na tržištu države Libije i podataka o njihovoj toksičnosti, utvrđeno je da se u Libiji hemikalije koje su klasifikovane kao opasne više proizvode iz sopstvenih resursa nego što se uvoze. Naftna industrija je identifikovana kao sektor industrije kojikoristi najviše opasnih hemikalija koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi. Druge grane industrije u Libiji u kojima se koristi velika količina opasnih hemikalija su proizvodnja boja i lakova I proizvodnja degerdženata.

Analizom količina iskorišćenih hemikalija sa opasnim svojstvima u naftnoj industriji i uočenog negativnog trenda porasta korišćenja hemikalija koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi, nameće se zaključak da u Libiji nema pozitivnih pomaka ka korišćenju alternativnih bezbednijih hemikalija, ali i da su rizici kojima su izloženi najpre radnici u proizvodnji, zatim i krajnji korisnici proizvedenih hemikalija veliki. Primena zelene hemije najpre u naftnoj industriji u Libiji bila bi jedan od najboljih dopunskih pristupa za smanjenje rizika i uticaja koje hemikalije imaju na zdravlje ljudi i životnu sredinu uz prethodno bolje uspostavljanje regulatornih okvira. Dalje, principi zelene kao i principi zelenog inženjerstva pružili bi jedan potpuno novi pristup prilikom razvoja novih proizvoda, tehnoloških procesa i sistema. Ovi principi bi bili izvor održivog razvoja i inovativnih rešenja za ekološke problema u inustriji u Libiji. Uvođenjem i primenom zelene hemije ostvarile bi se sledeće koristi:

1. smanjenje korišćenja hemikalija koje predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi i životnu sredinu, što bi dovelo do smanjenja zakonskih obaveza i odgovornosti kompanija, pri čemu bi se poboljšala bezbednost i zdravlje na radu,
2. povećanje energetske efikasnosti kako tokom proizvodnje tako i kroz ceo životni ciklus proizvoda,
3. redukovanje uticaja naftnih derivata kroz povećanu energetska efikasnost u proizvodnji sirovina i razvoju novih obnovljivih sirovina na početku lanca snabdevanja,
4. smanjenje količine opasnog otpada i povećanje efikasnosti u upravljanju otpadom,

## 5. upotreba biorazgradivih materijala.

U kontekstu smanjenja rizika od hemikalija, promocija zelene hemije, njenih principa, kao i zelenog inženjerstva, kroz uvođenje podsticajnih programa države Libije i uvođenje finansijskih olakšica po modelima drugih država, trebalo bi da bude prioritet u narednim godinama.

## Reference

---

- <sup>1</sup>Green Chemistry. United States Environmental Protection Agency, dostupno na: <https://www.epa.gov/greenchemistry>
- <sup>2</sup>Sheldon, R. A., Arends, I. W. C. E., Hanefeld, U. (2007). Green Chemistry and Catalysis. doi:10.1002/9783527611003.
- <sup>3</sup>Clark, J. H., Luque, R., Matharu, A. S. (2012). Green Chemistry, Biofuels, and Biorefinery. Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering. 3: str. 183–207. doi:10.1146/annurev-chembioeng-062011-081014
- <sup>4</sup>Cernansky, R. (2015). Chemistry: Green refill. Nature. 519 (7543): str. 379.
- <sup>5</sup>Vert, M., Doi, Y., Hellwich, K.H., Hess, M., Hodge, P., Kubisa, P., Rinaudo, M., Schué, F. (2012). Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012)
- <sup>6</sup>Ibid
- <sup>7</sup>Woodhouse, E. i J., Breyman, S. (2005). Green chemistry as social movement?. Science, Technology, & Human Values. 30 (2): str. 199–222.
- <sup>8</sup>Anastas, P. T. i Warner, J. C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press: New York, str. 30.
- <sup>9</sup>Manahan S. (2005). Green Chemistry, ChemChar Research, Inc. dostupno na: <http://www.asdlib.org/onlineArticles/ecourseware/Manahan/GreenChem-2.pdf>
- <sup>10</sup>Allotrope in *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, Electronic/ version, <http://goldbook.iupac.org/A00243.htm>
- <sup>11</sup>Ibid
- <sup>12</sup>Izvor: Manahan S. (2005). Green Chemistry, ChemChar Research, Inc. dostupno na: <http://www.asdlib.org/onlineArticles/ecourseware/Manahan/GreenChem-2.pdf>
- <sup>13</sup>Gleick, P. H. (1996). Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, str. 817-823, dostupno na: <https://water.usgs.gov/edu/watercycleserbian.html>
- <sup>14</sup>Natural Mineral Waters [online], Beograd, <http://www.nmw.co.rs/nmw/index.php?page=16>
- <sup>15</sup>Andelković, T. (2010). Hemija životne sredine, Prirodno matematički fakultet, Niš
- <sup>16</sup>Maxime, D., Marcotte, M., Arcand, Y. (2006). Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. Journal of Cleaner Production, 14, str. 636-648.

- 
- <sup>17</sup>Wagner, M., Wellmer, F.W. (2009). A hierarchy of natural resources with respect to sustainable development—A basis for a natural resources efficiency indicator. In *Mining, Society and a Sustainable World*; Richards, J.P., Ed.; Springer: Heidelberg, Germany, str. 91-121.
- <sup>18</sup> European Commission, Integrated Product Policy (IPP) pilot project report on a tropical wood garden chair, dostupno na: [http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/final\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/final_report.pdf)
- <sup>19</sup> The United Nations Division for Sustainable Development, CSD Indicators of Sustainable Development, dostupno na: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/factsheet.pdf>
- <sup>20</sup> Etriki J., Deutz P. (2012). A new Beginning, CIWM The Journal for waste and resource management professionals, June, str. 46-48.
- <sup>21</sup> Ibid
- <sup>22</sup> Sawalem, M, Selic. E, Herbell, J-D. (2009). Hospital waste management in Libya: A case study. *Waste Management*, str. 1370-1375.
- <sup>23</sup> Sakai, S., Sawell, S. E., Chandler, A. J., Eighmy, T. T., Kosson, D. S., Vehlow, J., van der Sloot, H. A., Hartlén, J and Hjelm, O. (1996). World Trends in Municipal Solid Waste Management. *Waste Management* , 16(5/6), str. 341–350.
- <sup>24</sup> Brunner, P. H i Ernst, W.R . (1986). Alternative Methods for the Analysis of Municipal Solid Waste. *Waste Management & Research*, 4, str. 147-160.
- <sup>25</sup> Martin, J. H., Collins, J. H. i Diener, R. G. (1995). A Sampling Protocol for Composting, Recycling and Re-use of Municipal Solid Waste. *J. Air & Waste Manage. Assoc*, 4/5, str. 864–870.
- <sup>26</sup> Saleh, A. A. (2005). The suitability of the Libyan soils for use as engineered landfill liners unpublished A Doctoral Thesis, Loughborough University Institutional Repository
- <sup>27</sup> EGA 2002, The First National Report on the state of the Environment, Environmental General Authority, Tripoli, Libya, dostupno na: <http://environment.orq.lv>
- <sup>28</sup> Hamad, T.A., Agll, A.A., Hamad, Y.M. and Sheffield, J.W. (2014). Solid waste as renewable source of energy: current and future possibility in Libya. *Case Studies in Thermal Engineering* [online], 4, str. 44-52



- 
- <sup>29</sup> European Commission (2009) development solutions, MEC international limited and the University of Manchester Trade Sustainability Impact Assessment (SIA) of the EU- Libya Free Trade Agreement, Final report
- <sup>30</sup> Saleh, A. A. (2005). The suitability of the Libyan soils for use as engineered landfill liners unpublished A Doctoral Thesis, Loughborough University Institutional Repository
- <sup>31</sup> Elzahari, S. A., Ben Zara E., i Ghrooda, H. (2013). Recycle Material of the Damaged Buildings. 12th conference of the engineering construction, 16th-18th December 2013 University of Tripoli, Libya 2013.
- <sup>32</sup> Cheeseman C. (2018). Don't blame plastic blame poor waste management, Grantham Institute, dostupno na: <https://granthaminstitute.com/2018/02/19/dont-blame-plastic-blame-poor-waste-management/>
- <sup>33</sup> Sawalem, M, Selic. E, Herbell, J-D. (2009). Hospital waste management in Libya: A case study. Waste Management, str. 1370-1375.
- <sup>34</sup> Lide D. R. (2006). CRC Handbook of Chemistry and Physics (87th izd.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- <sup>35</sup> Ibid
- <sup>36</sup> McLaughlin, D. (2010). Fooling with Nature: Silent Spring Revisited. Frontline. PBS.
- <sup>37</sup> Milenović B., (2000). Ekološka ekonomija – teorija i primena, Niš, Fakultet zaštite na radu
- <sup>38</sup> Butler M., A Innes., L Kaatz Chary., O Krel. / LaTourelle A. (2015). Green Chemistry Guide, National Pollution Prevention Round Table, Los Angeles
- <sup>39</sup> Kirchof M. (2013). Green Chemistry: Principles and Practice, dostupno na: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/greenchemistry/education/summerschool/Kirchhoff%20Green%20Chemistry%20Principles%20and%20Practice2.pdf>
- <sup>40</sup> Waste Management in the United States, dostupno na: <https://www.statista.com/topics/2630/waste-management-in-the-united-states/>
- <sup>41</sup> National Center for Biotechnology Information, dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25742516>
- <sup>42</sup> Trasande L.i sar. (2015). Estimating Burden and Disease Costs of Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the European Union, dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/273147836\\_Estimating\\_Burden\\_and\\_Disease\\_Costs\\_of\\_Exposure\\_to\\_Endocrine-Disrupting\\_Chemicals\\_in\\_the\\_European\\_Union](https://www.researchgate.net/publication/273147836_Estimating_Burden_and_Disease_Costs_of_Exposure_to_Endocrine-Disrupting_Chemicals_in_the_European_Union)

---

<sup>43</sup>Ibid

<sup>44</sup>Rangel -Yagui C.O. i Pessoa A. (2005). Micellar solubilization of drugs. *J. Pharm. Pharm. Sci.*2005; 8: str. 147–163.

<sup>45</sup> Ivanković A. i sar. (2017). Review of 12 Principles of Green Chemistry in Practice, *International Journal of Sustainable and Green Energy*, 6(3): str. 39-48, dostupno na: <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ijrse.20170603.12.pdf>

<sup>46</sup>Ritter, S. K. (2001). Green Chemistry. *Chem. Eng. News*, 79 (29), 27-34

<sup>47</sup> Ibid

<sup>48</sup>Otman A. i Karlberg W. (2007). *The Libyan Economy*, Springer, Berlin, Heidelberg

<sup>49</sup> Libyan Health Law No. 106 of 1973

<sup>50</sup>Ibid

<sup>51</sup>Ibid

<sup>52</sup>Ibid

<sup>53</sup>Ibid

<sup>54</sup>Alhamroush A. i Altabet A. (2005). Hospital waste in Misurata: problems, effects and methods of disposal. Master.Thesis. Libya: Medical Technical College Alfath University, Libya (*PDF*) *Framework for anagement of Post-Conflict Waste in Libya*, dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/314101417\\_Framework\\_for\\_Management\\_of\\_Post-Conflict\\_Waste\\_in\\_Libya](https://www.researchgate.net/publication/314101417_Framework_for_Management_of_Post-Conflict_Waste_in_Libya)

<sup>55</sup>Benamer H. T. S. i Bakoush O. (2009). Medical education in Libya: The challenges. *Medical Teacher*. 31 (6): str. 493–496.

<sup>56</sup>Anastas P. i Warner J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press: New York.

<sup>57</sup> AceCleaners [online], dostupno na: <https://www.acecleaners.com/>

<sup>58</sup>Green Chemistry and Engineering: Towards a Sustainable Future, dostupno na: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/membership/acs/benefits/extra-insights/green-chemistry.pdf>

<sup>59</sup>Bonini S. i Oppenheimini J., (2008). *Helping Green Products Grow*, McKinseyQuarterly,

<sup>60</sup>Anastas P. i Warner J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press: New York.

<sup>61</sup> Index Mundi Factbook, Libya [online], dostupno na: <https://www.indexmundi.com/libya/>

<sup>62</sup> Ibid

---

<sup>63</sup>Ibid

<sup>64</sup> World Bank, The World Bank in Libya [online], dostupno na:

<http://www.worldbank.org/en/country/libya>

<sup>65</sup> Organization of the Petroleum Exporting Countries, Libya facts and figures, [online]

dostupno na: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/166.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/166.htm)

<sup>66</sup>Index Mundi Factbook, Libya [online], dostupno na: <https://www.indexmundi.com/libya/>

<sup>67</sup>Ibid

<sup>68</sup>Ministarstvo privrede Libije

<sup>69</sup>Ibid

<sup>70</sup>Ibid