# USMERITVE ZA UČITELJE – 1. DEL

## Sinteza biodizla iz rastlinskih olj

Ta učna enota je zasnovana kot eksperimentalno delo po korakih. Učenci bodo preko eksperimentalnega dela spoznali sintezo biodizla iz rastlinskih olj.   
  
STAROST UČENCEV

To eksperimentalno delo je primerno za učence v 9. razredu osnovne šole (14–15 let).

### PREDVIDEN ČAS IZVEDBE

90 min

### UČNI CILJI

Cilji so skladni z učnim načrtom za kemijo v osnovni šoli (Učni načrt za kemijo v osnovni šoli, 2011).  

Učenci/-ke:

* spoznajo nafto in zemeljski plin kot glavna vira organskih spojin (ogljikovodikov) in neobnovljiva vira energije;
* razmišljajo o zmanjšanju vplivov ogljikovodikov in njihovih derivatov na okolje;
* razumejo pomen oziroma vpliv organskih kisikovih spojin na življenje oziroma okolje;
* razvijajo eksperimentalno-raziskovalne spretnosti in veščine;
* razvijajo razumevanje soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi;
* razvijajo odgovoren odnos do uporabe snovi, sposobnost in pripravljenost za zavzeto, odgovorno in utemeljeno ravnanje za zdravje in v okolju (kemijska varnost);
* razvijajo kompleksno in kritično mišljenje pri iskanju, obdelavi in vrednotenju podatkov iz več virov (načrtno opazovanje, zapisovanje in uporaba opažanj/meritev kot vira podatkov).

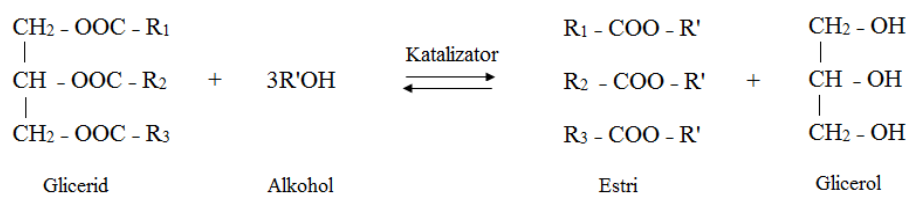
### uvod

Biogorivo je trdo, tekoče ali plinasto gorivo, pridobljeno iz sorazmerno nedavno odmrle biološke snovi, za razliko od fosilnih goriv, ki se pridobivajo iz davno odmrle biološke snovi.

Proizvodnja biogoriv iz rastlin, ki vsebujejo veliko:

* sladkorja (sladkorni trs, sladkorna pesa in sladki sirek) ali škroba (koruza) - iz njih se z alkoholnim vrenjem pridobiva t. i. bioetanol,
* rastlinskega olja (oljne ogrščice, sojinega, sončničnega, koruznega olja, ) - s predelavo olja v biodizel se oljem zmanjša viskoznost.

Biodizel je metilni ester maščobnih kislin, ki nastaja pri esterifikaciji trigliceridov rastlinskih olj z metanolom. Kot prej omenjeno pa ga lahko pripravimo iz različnih rastlinskih olj, živalskih maščob ali odpadnih kuhinjskih olj.



Slika 1: Shematski prikaz reakcije transesterifikacije med gliceridom in alkoholom, ob prisotnosti katalizatorja.

Postal je alternativno gorivo, ki se uporablja v dizelskih motorjih, saj so njegove osnovne značilnosti podobne kot pri fosilnem dizlu. Lahko se uporablja kot mešanica s fosilnim dizlom, v poljubnih razmerjih. Uporaba biodizla predstavlja številne prednosti, saj je biorazgradljivo, netoksično in naravi prijazno gorivo, poleg tega pri gorenju biodizla nastajajo tudi manjše koncentracije toplogrednih plinov.

### OCENA TVEGANJA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Navedite nevarne snovi** | **Piktogrami in stavki o nevarnosti** | **Previdnostni ukrepi** | **Podrobnejše informacije o snovi in ravnanju z njo** |
| metanol | GHS pictogram for flammable substances.GHS pictogram for toxic substances.GHS pictogram for serious health hazard.  **H225** Lahko vnetljiva tekočina in hlapi.  **H370** Škoduje organom (oko).  **H301 + H311 + H331** Strupeno v stiku s kožo ali pri vdihavanju. | **P210** Hraniti ločeno od vročine, isker, odprtega ognja, vročih površin. Kajenje prepovedano.  **P270** Ne jesti, piti ali kaditi med uporabo tega izdelka.  **P280** Nositi zaščitne rokavice/zaščito za oči.  **P303 + P361 + P353** PRI STIKU S KOŽO (ali lasmi): Takoj sleči vsa kontaminirana oblačila. Kožo izprati z vodo [ali prho].  **P304 + P340** PRI VDIHAVANJU: Prenesti osebo na svež zrak in jo pustiti v udobnem položaju, ki olajša dihanje.  **P308 + P311** Pri izpostavljenosti ali sumu izpostavljenosti: Pokličite CENTER ZA ZASTRUPITVE/zdravnika. |  |
| 9M kalijev hidroksid | GHS pictogram for health hazard.GHS pictogram for corrosive substances. **H290** Lahko je jedko za kovine.  **H302** Zdravju škodljivo pri zaužitju.  **314** Povzroča hude opekline kože in poškodbe oči. | **P280** Nositi zaščitne rokavice/zaščitno obleko/zaščito za oči/zaščito za obraz.  **P303 + P361 + P353** PRI STIKU S KOŽO (ali lasmi): Takoj sleči vsa kontaminirana oblačila. Kožo izprati z vodo [ali prho].  **P305 + P351 + P338** PRI STIKU Z OČMI: Previdno izprati z vodo nekaj minut. Odstranite kontaktne leče, če jih imate in če to lahko storite brez težav. Nadaljujte z izpiranjem.  **P310** Takoj pokličite zdravnika. |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ravnanje z odpadki in druge opombe** | Reakcijske produkte je treba odstraniti v skladu z navodili iz varnostnega lista in lokalnimi/regionalnimi/nacionalnimi/mednarodnimi predpisi.  Učenci morajo nositi osebno zaščitno opremo (rokavice, očala in laboratorijsko haljo). |
| **V nujnih primerih** | V nujnih primerih pokličite številko 112 ali osebnega zdravnika. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Datum izvedbe ocene tveganja** | 13-2-2023 | **Napisal/-a** | CheSSE | **Razred / predmet** | 9. razred / kemija |

#### Vprašanja za razmislek (primeri)

1. Kolikšen delež biodizla ste pridobili?

Odgovori bodo različni. Po izvedenem postopku naj bi bila prostornina sintetiziranega biodizla okoli 82 mL.

1. Kaj je biodizel?

Odgovori bodo različni. Biodizel je metilni ester maščobnih kislin, ki nastaja pri esterifikaciji trigliceridov rastlinskih olj z metanolom.

1. Navedite še druga olja, ki bi jih lahko uporabili pri sintezi biodizla.

Uporabili bi lahko različna rastlinska olja, živalske maščobe ali odpadna kuhinjska olja.

1. V postopku sinteze biodizla ste uporabili raztopino kalijevega hidroksida. Iz zapisa enačbe kemijske reakcije (Slika 1) poskušajte ugotoviti, kakšna je bila njegova vloga v poteku kemijske reakcije.

Raztopina kalijevega hidroksida je v postopku uporabljena kot katalizator.

1. Navedite vsaj tri dejavnike, ki so lahko vplivali na delež pridobljenega biodizla.

Odgovori bodo različni. Nekateri dejavniki, ki vplivajo na izkoristek sintetiziranega biodizla, so vrsta katalizatorja, razmerje med rastlinskim oljem in alkoholom, uporabljeno rastlinsko olje, temperatura, čistost reaktantov itd.

### ReZULTATI IN RAZPRAVA (PRIMER)

Učenci organizirajo, interpretirajo in predstavijo rezultate eksperimentalnega dela s pomočjo tabel, grafov in/ali diagramov ter predstavijo ugotovitve vrednotenja eksperimenta z metriko zelene kemije (Delovni list za učence – 2. del).

Table 1: Rezultati sinteze biodizla po izbranem postopku sinteze iz uporabljenega sončničnega olja.

|  | **Volumen reagentov [mL]** | **Volumen biodizla [mL]** | **Volumen glicerola [mL]** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 paralelka | 116,0 | 94,0 | 7,2 |
| 2 paralelka | 116,0 | 95,0 | 7,0 |
| 3 paralelka | 116,0 | 94,0 | 7,1 |
| Povprečje | 116,0 | 94,3 | 7,1 |

Iz Tabele 1 je razvidno, da je bil povprečni izkoristek biodizla iz odpadnega sončničnega olja 94,3 mL. Vrednotenje sinteze biodizla iz uporabljenega rastlinskega (sončničnega) olja z metriko zelene kemije je pokazalo, da so bili v največji meri upoštevani principi 1, 6, 7 in 8.

### ZAKLJUČEK (primer)

V zaključku učenci povzamejo in ovrednotijo rezultate eksperimentalnega dela.

Odpadno sončnično olje, ki ni več namenjeno za uporabo v prehrani ljudi in se lahko uporabi za proizvodnjo biodizla. Stroški proizvodnje biodizla iz rastlinskega olja so v primerjavi s proizvodnjo konvencionalnih fosilnih goriv višji. Stroške proizvodnje biodizla je možno zmanjšati z uporabo odpadnega namesto svežega rastlinskega olja.

# Usmeritve za učitelja – 2. del

**Vrednotenje eksperimentalnega dela z metriko zelene kemije**

Ovrednotite eksperimentalno delo *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj* z metriko zelene kemije. Pri tej aktivnosti boste: 

1. identificirali morebitne nevarne lastnosti snovi pri eksperimentalnem delu s pomočjo varnostnih listov in spoznali pomen stavkov o nevarnostih (H-stavki) in previdnostnih stavkov (P-stavki);
2. preučili izpolnjevanje principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu;
3. izdelali zeleno zvezdo, s katero boste predstavili rezultate izpolnjevanja principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu.

Sledite navodilom in si pri aktivnosti pomagajte tudi s prilogami 1-4.

### 1. IDENTIFIKACIJA MOREBITNIH NEVARNIH LASTNOSTI SNOVI PRI EKSPERIMENTALNEM DELU (PRIMER)

* V prvi stolpec Tabele 1 zapišite vse snovi, s katerimi se srečate tekom eksperimentalnega dela.
* Za vsako snov poiščite varnostni list in v drugi stolpec Tabele 1 zapišite kode stavkov o nevarnosti.
* S pomočjo Priloge 2 "Kriteriji za razvrščanje nevarnih lastnosti snovi (KRNS)” pridobite točke (T), ki se nanašajo na morebitne nevarnosti za zdravje, okolje in fizikalne nevarnosti vsake od snovi pri eksperimentalnem delu. Točke zapišite v ustrezen stolpec v Tabeli 1 (tretji/četrti/peti). V kolikor določena snov ni nevarna, zanjo zapišite točko 1.

Tabela 1: Nevarne lastnosti snovi pri eksperimentalnem delu *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj*.

|  | Koda stavka o nevarnosti | KRNS [T]\* povezani z  določeno vrsto nevarnosti | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nevarnosti za zdravje | Nevarnosti za okolje | | Fizikalne nevarnosti |
| **Reagenti** | | | | | | |
| rastlinsko (sončnično) olje |  | 1 | 1 | 1 | |
| metanol  (CAS 67-56-1) | H225, H301, H331, H311, H370 | 3 | 1 | 3 | |
| **Topila in pomožne snovi** | | | | | | |
| 9M kalijev hidroksid (CAS 1310-58-3) | H290, H302, H314 | 3 | 1 | 2 | |
| voda |  | 1 | 1 | 1 | |
| **Produkti** | | | | | | |
| biodizel |  | 1 | 1 | 1 | |
| **Odpadki** | | | | | | |
| glicerol |  | 1 | 1 | 1 | |
| kalijev hidroksid (razredčena raztopina) | H290, H302, H314 | 1 | 1 | 1 | |
| metanol  (CAS 67-56-1) | H225, H301, H331, H311, H370 | 3 | 1 | 2 | |
| voda |  | 1 | 1 | 1 | |

\* Točke (T), dodeljene za določeno vrsto nevarnosti lahko znašajo od 1 (najmanjša nevarnost) do 3 (največja nevarnost).

### 2. IZPOLNJEVANJE PRINCIPOV ZELENE KEMIJE PRI EKSPERIMENTALNEM DELU (PRIMER)

1. Pri izpolnjevanju Tabele 2 si pomagajte s Prilogo 4 “Kriteriji izpolnjevanja principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu (KPZK)”.
2. Določite smiselno število principov zelene kemije, ki jih boste upoštevali pri vrednotenju eksperimentalnega dela z vidika zelene kemije (npr. 6 ali 10 principov).
3. Število doseženih točk (T) pri izpolnjevanju principov zelene kemije pridobite s pomočjo Prilog 2-4. Za vsak princip je mogoče zbrati 1 (dosežen princip) do 3 (nedosežen princip) točke. Kjer točk ni mogoče ali ni smiselno določiti, zapišite X.

Tabela 2: Izpolnjevanje principov zelene kemije za izdelavo zelene zvezde eksperimentalnega dela *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 12 principov zelene kemije | KPZK [T] | Opis (izbirno) |
| P1 – Preprečevanje nastajanja odpadkov | 3 | glicerol, razredčena raztopina KOH, presežek metanola |
| P2 – Atomska ekonomičnost\* | 1 | presežek metanola (> 10 %) in nastanek strankega produkta (glicerola) |
| P3 – Varnejša kemijska sinteza\* | 1 | uporaba KOH |
| P4 – Izbor sinteznih strategij za zmanjšanje toksičnosti vseh uporabljenih snovi \*\* |  |  |
| P5 – Uporaba bolj varnih topil in pomožnih snovi | 1 | uporaba KOH |
| P6 – Večja energetska učinkovitost | 3 | sobna temperatura in tlak |
| P7 – Uporaba obnovljivih surovin in materialov | 2 | rastlinsko olje in biodizel |
| P8 – Izogibanje dodatnim pretvorbam\* | 3 | ena stopnja |
| P9 – Uporaba katalizatorjev\* | 1 | uporaba KOH |
| P10 – Uporaba snovi, ki se po uporabi razgradijo | 1 | snovi niso biorazgradljive |
| P11 – Analiza v realnem času za preprečevanje onesnaževanja\*\* |  |  |
| P12 – Zmanjšati možnost nesreč | 1 | metanol, razredčena raztopina KOH |

\* Izpolniti pri upoštevanju 10 ali 12 principov.   
\*\* Izpolniti pri upoštevanju 12 principov.

### 3. IZDELAVA ZELENE ZVEZDE (PRIMER)

Z izdelavo zelene zvezde predstavite rezultate vrednotenja eksperimentalnega dela s principi zelene kemije (nanašajoč se na aktivnost pri 2. točki ''Izpolnjevanje principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu'').

1. V kolikor izpolnjujete ta delovni list v tiskani obliki, ustrezno pobarvajte krake zvezde na sliki 1. Krak zvezde, ki ustreza določenemu principu zelene kemije (npr. P1, P2, P3 itd.), obarvajte glede na podatke zbrane v Tabeli 2.
2. V kolikor izpolnjujete ta delovni list v elektronski obliki, si lahko pri izdelavi zelene zvezde pomagate s Prilogo 1 (Excel datoteko) in izdelano sliko zelene zvezde nato vstavite v ta Wordov dokument.
   * Odprite prilogo 1 (Excel dokument) in izberite zavihek “Zelena zvezda (10 principov)”.
   * Podatke zbrane v Tabeli 2 vstavite v ustrezna polja, ki so obarvana zeleno.
   * Kopirajte sliko zelene zvezde in jo zamenjajte s spodnjo sliko.

|  |
| --- |
| A radar chart of greenness assessment of the experimental work based on 10 green chemistry principles. |

Slika 1: Zelena zvezda eksperimentalnega dela *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj*.

### 4. RAZMISLEK O REZULTATIH VREDNOTENJA EKSPERIMENTALNEGA DELA Z UPORABO ZELENE METRIKE

Ali bi lahko metanol nadomestili z drugim alkoholom? Ali bi lahko uporabili drug katalizator z manj nevarnimi lastnostmi?

### 

### VIRI

Konda, M. (2017). Vključevanje goriv prihodnosti v pouk kemije [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta]. PeFprints. http://pefprints.pef.uni-lj.si/id/eprint/3071

Program osnovna šola kemija. Učni načrt. (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN\_kemija.pdf

Ribeiro, M. G. T., Costa, D. A. in Machado, A. A. (2010). “Green Star”: a holistic Green Chemistry metric for evaluation of teaching laboratory experiments. *Green Chemistry Letters and Reviews, 3*(2), 149-159. https://doi.org/10.1080/17518251003623376

Ribeiro, M. G. T. in Machado, A. A. (2014). *Green star construction*. http://educa.fc.up.pt/documentosQV/EV/Construction%20of%20Green%20Star\_6\_points\_GSAI.xlsx

Ryan, M. A. in Tinnesand, M. (2002). *Introduction to green chemistry: Instructional activities for introductory chemistry.* American Chemical Society.