



IOŚ-PIB

Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

Ekologiczna analiza wytwarzania i użytkowania paliw silnikowych produkowanych w biorafineriach

Dr Paulina Grzelak

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Chłopek

Dr hab. inż. Krystian Szczepański, prof. IOŚ-PIB

YSA 2023 - VII Young Scientists Academy





Plan wystąpienia

1. Definicja biorafinerii.
2. Paliwo EtG (Ethanol to Gasoline) i proces jego wytwarzania.
3. Surowiec do produkcji EtG.
4. Badania empiryczne: paliwo EtG (hamownia podwoziowa).
5. Zmniejszenie emisji dwutlenku węgla poprzez zastosowanie paliwa EtG.
6. Podsumowanie i wnioski.

Definicja biorafinerii



Zintegrowany „bioprzemysł”, stosujący różnorodne techniki w celu uzyskania produktów, takich jak substancje chemiczne, paliwa pochodzenia biologicznego, żywność, składniki paszowe, biomateriały (włącznie z włóknami) oraz energię użyteczną, skupiając się na maksymalizacji wartości dodanej, przy uwzględnieniu trzech filarów zrównoważoności, jakimi są środowisko, gospodarka i społeczeństwo.

Na podstawie definicji Międzynarodowej Agencji Energii – *International Energy Agency IEA*



Paliwo i proces jego wytwarzania (1)



- Paliwo BIO (EtG) o właściwościach benzyny – w jednej z pierwszych biorafinerii w Polsce.
- Paliwo ze źródeł odnawialnych (etanol pozyskiwany z biomasy).
- Surowiec – odpady spożywcze (np. z odpadowego pieczywa), kwalifikowane jako surowiec o małym ryzyku pośredniej zmiany użytkowania gruntów (ILUC).
- Proces produkcji paliwa charakteryzuje się małym zapotrzebowaniem na zewnętrzne źródła energii.
- Paliwo EtG spełnia kryteria zrównoważonego rozwoju –
– może być wytwarzane z odpadów i pozostałości.
- Jego zastosowanie umożliwia wykonanie Narodowego Celu Wskaźnikowego (NCW) i Narodowego Celu Redukcyjnego (NCR) w paliwach benzynowych na poziomie przewidzianym dyrektywami UE na lata 2020 – 2030, lub większym.



Paliwo i proces jego wytwarzania (2)



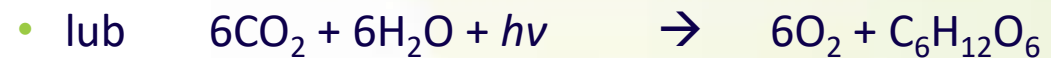
- Małe zapotrzebowanie energetyczne → znaczące ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i poprawienie wskaźników procesu technologicznego pod względem ekonomicznym.
- Główny produkt procesu – biowęglowodory ciekłe.
- Paliwo EtG może być dodawane do paliw konwencjonalnych w dowolnych proporcjach, przekraczając tym samym techniczne ograniczenia dotychczas stosowanego jako biokomponent bioetanolu.
- Paliwo EtG spełnia wymagania jakościowe określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 grudnia 2010 r. i może być dodawane do benzyny jako biokomponent, przeznaczony do wytwarzania paliw ciekłych stosowanych do silników o zapłonie iskrowym, w proporcji nawet do 85% V/V.
- Paliwo EtG ma skład chemiczny tożsamy ze składem chemicznym benzyny, więc jego dodatek zapewnia utrzymanie wysokiej jakości paliwa finalnego.



Pochodzenie surowca



- Surowiec jest wytworzony w całości z biomasy odpadowej, która jest poddana procesowi fermentacji.
- Do instalacji biomasa trafia pod postacią alkoholu etylowego.
- Biomasa powstaje w reakcji fotosyntezy, w wyniku której w chlorofilu dwutlenek węgla łączy się z wodą w węglowodany (cukry) przetwarzając w ten sposób energię promieniowania słonecznego ($h\nu$) w energię wiązań chemicznych (Q). Energia promieniowania słonecznego stanowi odnawialne źródło energii.



Etanol jako surowiec



- Możliwość użycia do procesu surowca jakim jest alkohol surowy (nieoczyszczony), produkowany w gorzelnii – jest to istotne ze względu na fakt, że proces odwadniania spirytusu surowego w celu otrzymania bioetanolu wymaga bardzo dużych nakładów energii,



- a tym samym **zwiększa znacznie emisję dwutlenku węgla** do środowiska.
- Bardzo istotne jest to, że etanol w tej instalacji może być produkowany przede wszystkim z odpadów – w tym wypadku odpadów piekarniczych i cukierniczych, a więc z odpadów drugiej generacji.

Parametry paliwa EtG wytwarzanego w instalacji firmy Ekobenz



| Parametr | Jednostka | Wynik |
|--|-------------------|---------------------|
| Gęstość w temperaturze 15 °C | kg/m ³ | 761,1 |
| Wygląd | - | Jasne i przejrzyste |
| Prężność par (równoważnik ciśnienia pary suchej) | kPa | 57,0 |
| Skład frakcyjny, temperatura początku destylacji | °C | 30,3 |
| oddestylowuje do 70% | % (V/V) | 23,8 |
| oddestylowuje do 100% | % (V/V) | 40,8 |
| oddestylowuje do 150% | % (V/V) | 69,1 |
| Skład frakcyjny, temperatura końca destylacji | °C | 206,7 |
| Pozostałość po destylacji | % (V/V) | 1,1 |
| N-parafiny | % (V/V) | 11,44 |
| I-parafiny | % (V/V) | 32,59 |
| Olefiny | % (V/V) | 1,95 |
| Nafteny | % (V/V) | 7,60 |
| Węglowodory aromatyczne | % (V/V) | 41,84 |
| Wielopierścieniowe węglowodory | % (V/V) | 0,31 |
| Nie określone | % (V/V) | 4,27 |
| Pochodne tlenowe | % (V/V) | 0,00 |
| Tlen | % (m/m) | 0,00 |
| Benzen | % (V/V) | 0,30 |



Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (*Ethanol to Gasoline*)

- Badania porównawcze paliwa BIO (EtG) z benzyną konwencjonalną w zakresie emisji związków szkodliwych dla zdrowia organizmów żywych, gazów cieplarnianych i eksploatacyjnego zużycia paliwa.
- OBIEKT BADAŃ:

| | |
|--------------------------------------|----------------------|
| Marka i model | Hyundai i30 |
| Numer VIN | TMAH281CAMJ085654 |
| Typ silnika | G4LG |
| Objętość skokowa silnika | 1498 cm ³ |
| Moc znamionowa | 80,9 kW |
| Liczba cylindrów | 4 |
| Kategoria pojazdu | M1 |
| Poziom emisji przy zasilaniu benzyną | Euro 6AP |
| Wskazanie drogomierza | 8 624 km |

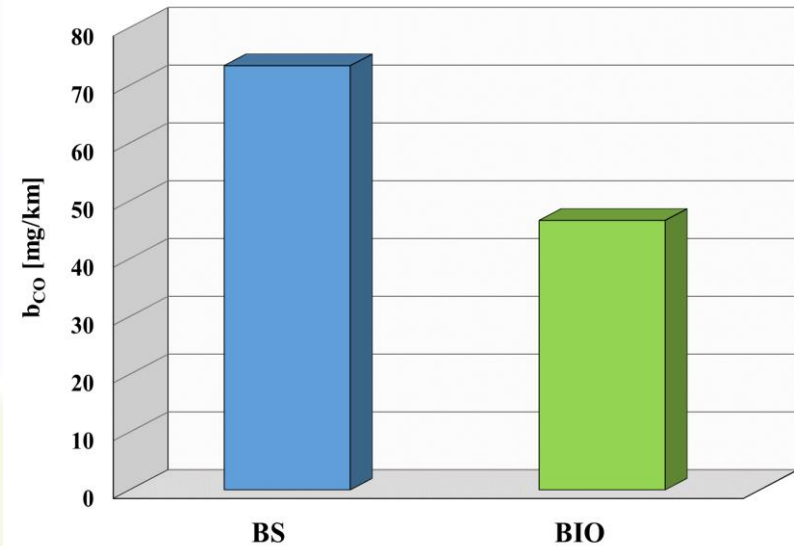
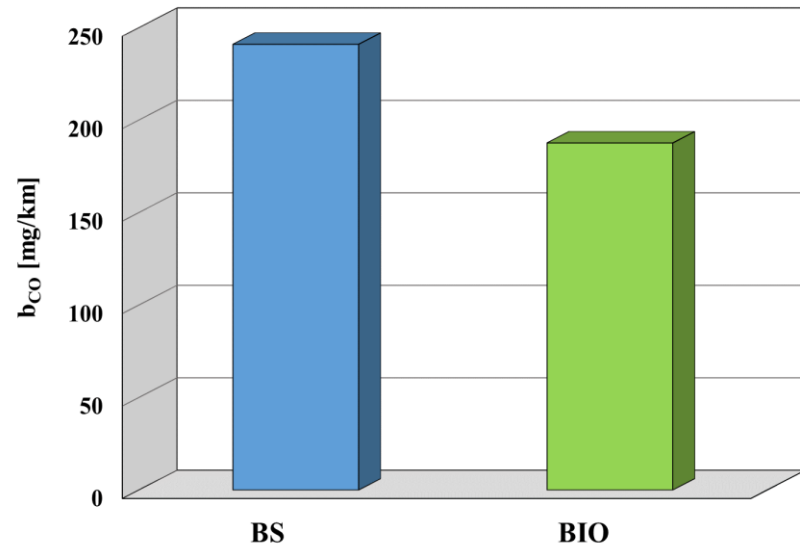


Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (*Ethanol to Gasoline*)

- Pomiar emisji zanieczyszczeń z układu wylotowego samochodu Hyundai i30 wykonano w teście WLTP (typu 1 zgodnie z załącznikiem XXI do Rozporządzenia Komisji (UE) 2017/1151 ostatnio zmienionego Rozporządzeniem Komisji (UE) 2018/1832).
- Badania emisji zanieczyszczeń z układu wylotowego wykonano przy zasilaniu benzyną handlową, oraz paliwem EtG (wzbogaconym o dodatek 12% eteru etylo-tertbutylowego ETBE).



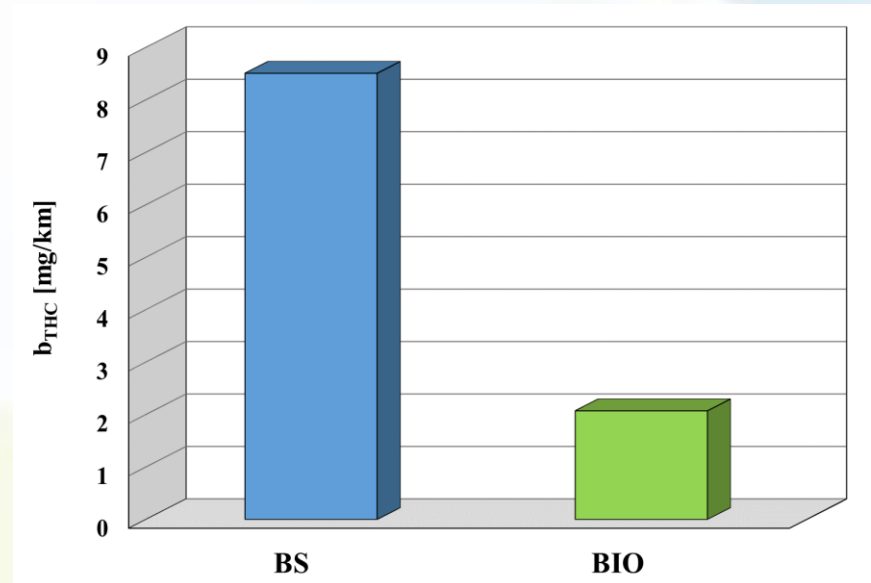
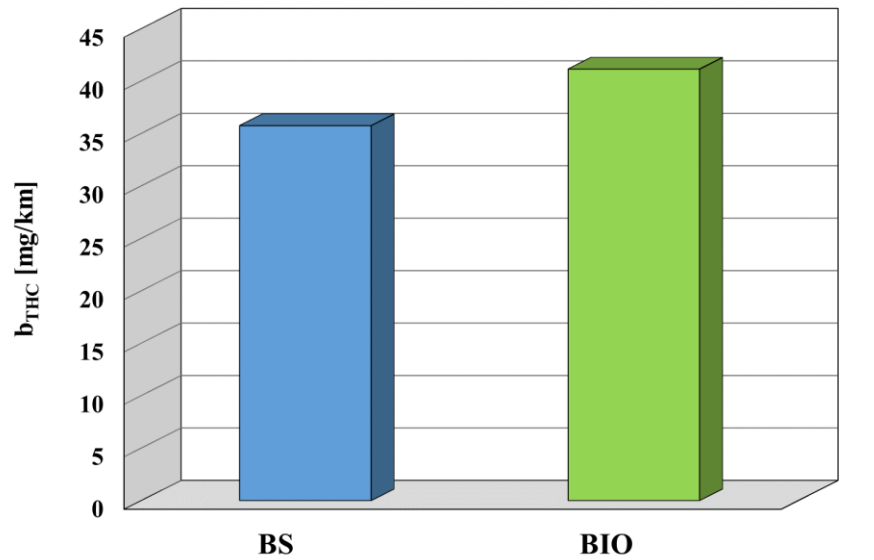
Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (emisja drogowa tlenku węgla)



- Emisja drogowa **tlenku węgla** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



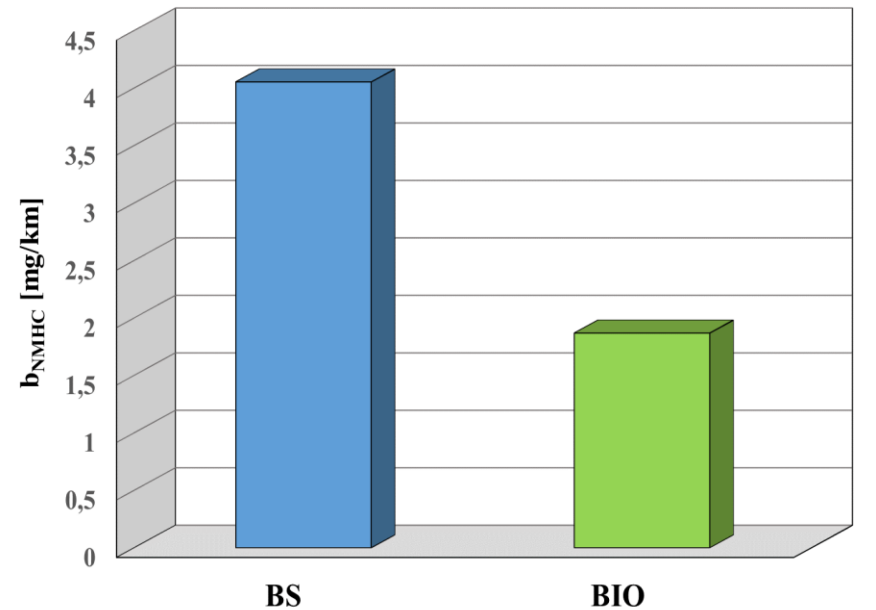
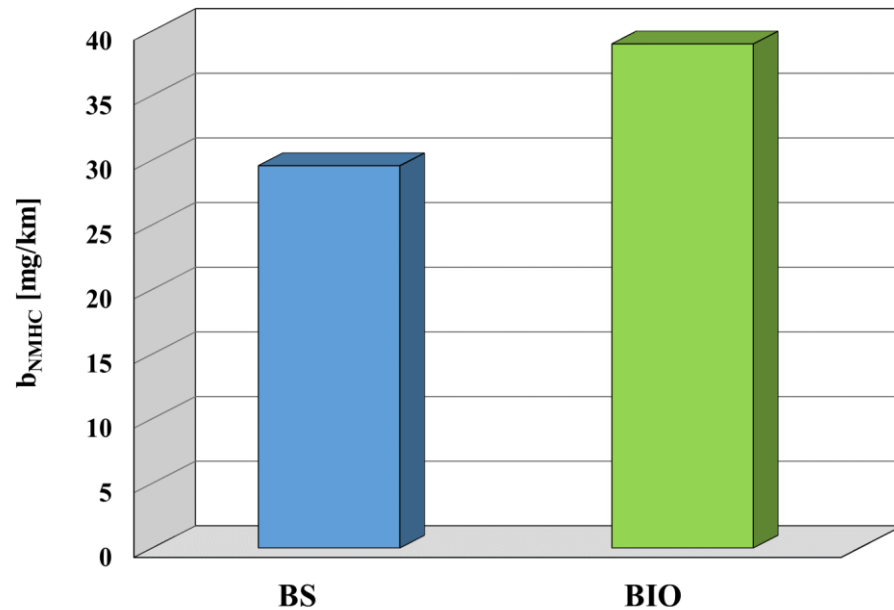
Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (emisja drogowa węglowodorów)



- Emisja drogowa **węglowodorów** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



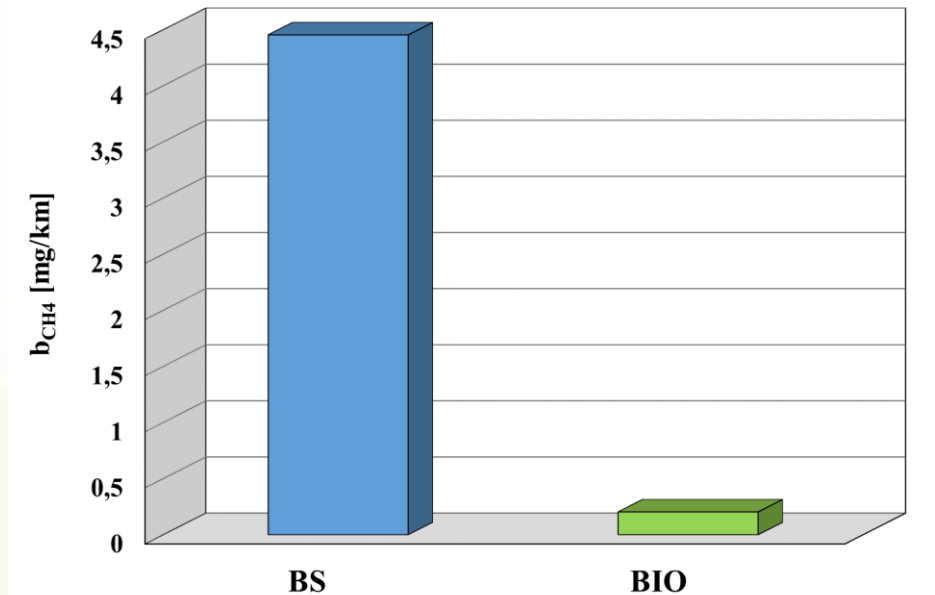
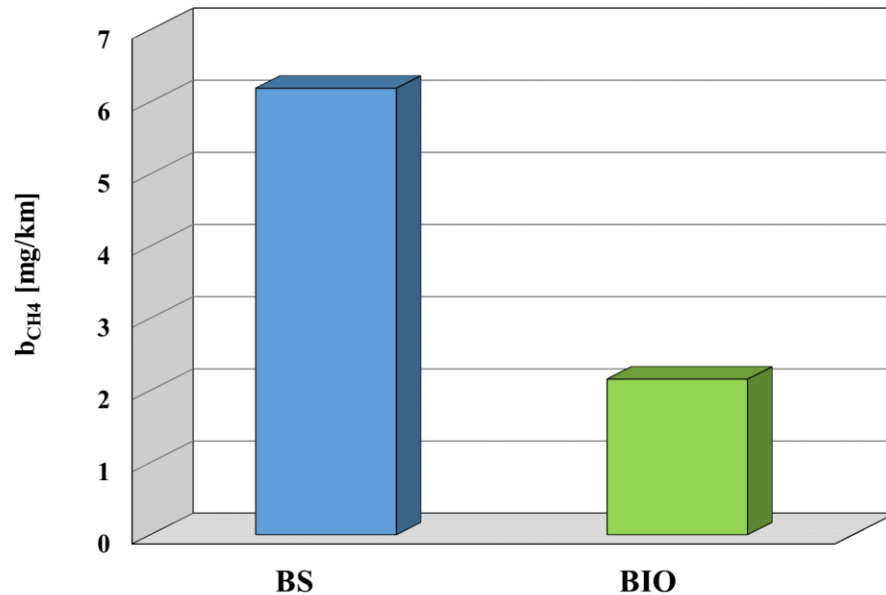
Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (emisja drogowa niemetanowych węglowodorów)



- Emisja drogowa **niemetanowych węglowodorów** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



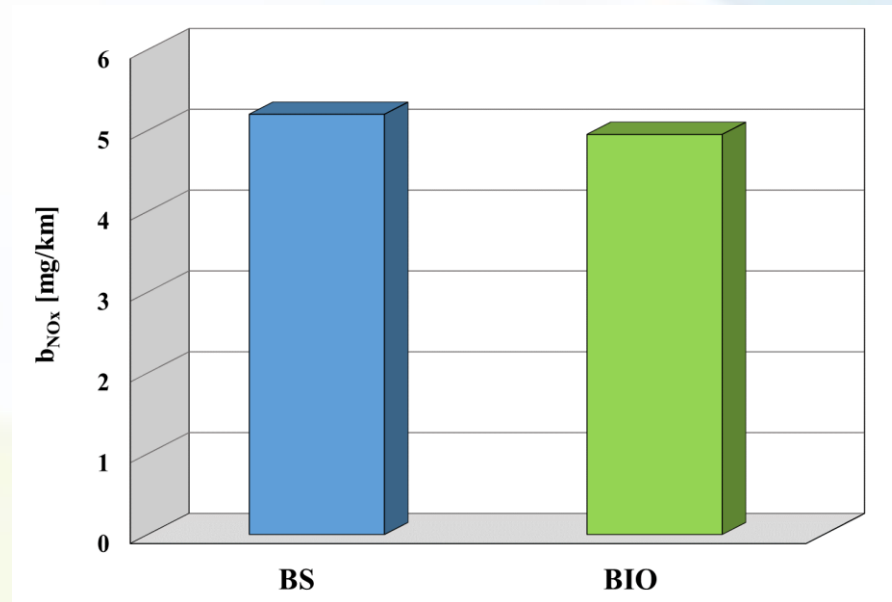
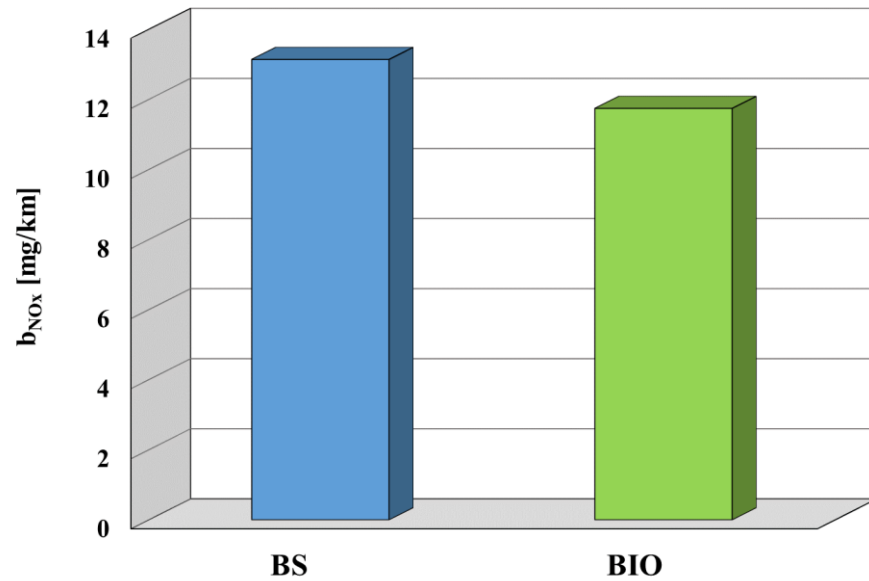
Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (emisja drogowa metanu)



- Emisja drogowa **metanu** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek górny) i nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



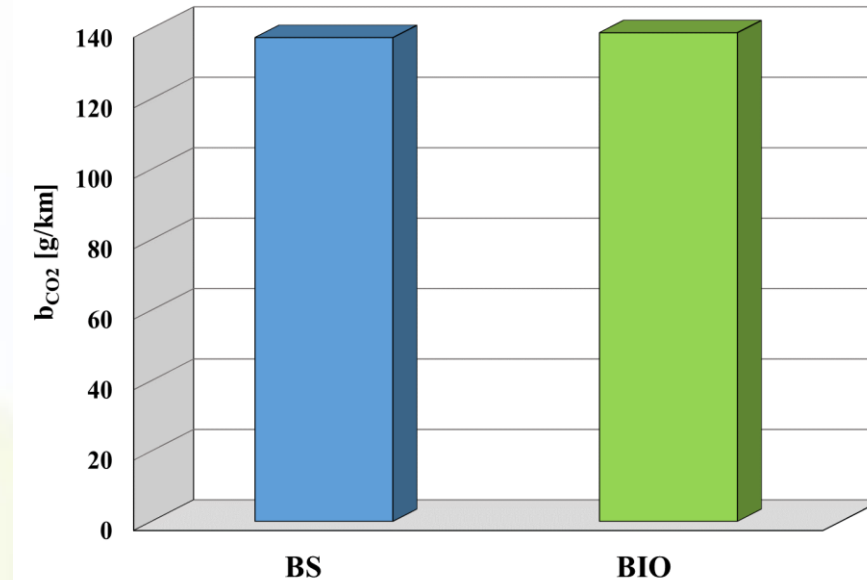
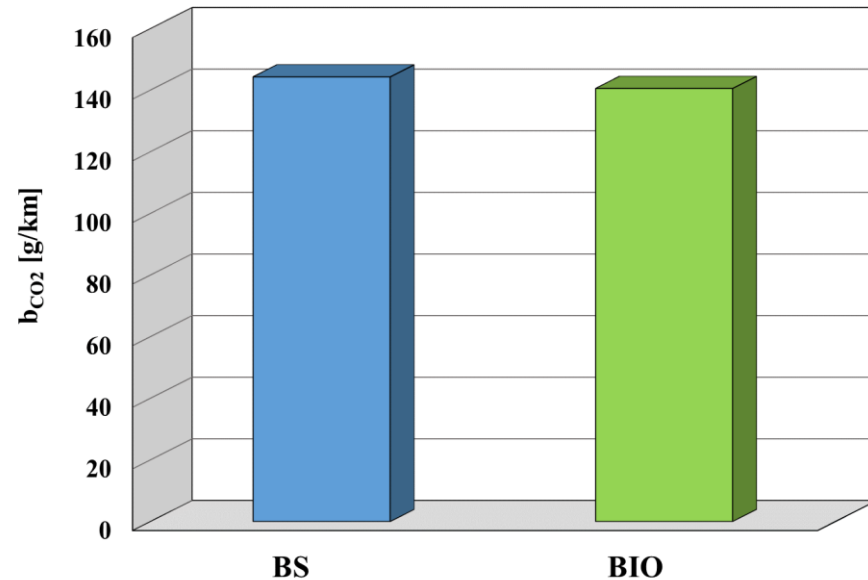
Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (emisja drogowa tlenków azotu)



- Emisja drogowa **tlenków azotu** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



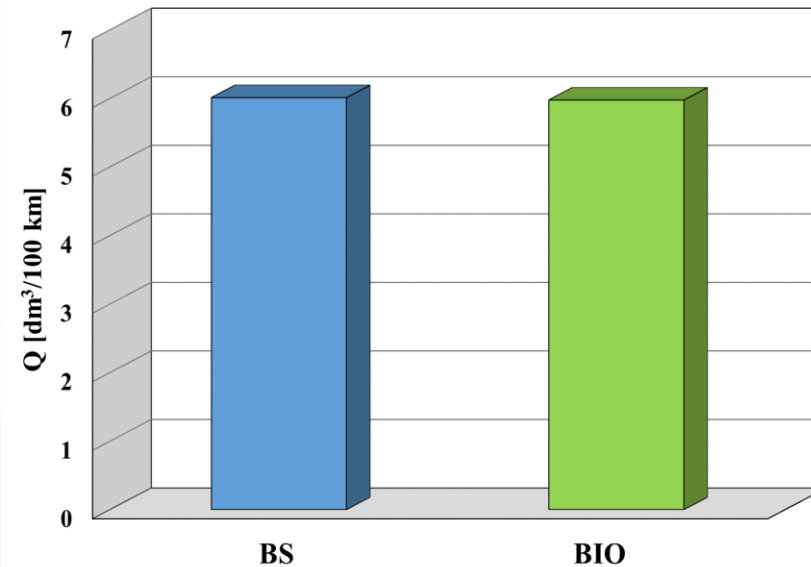
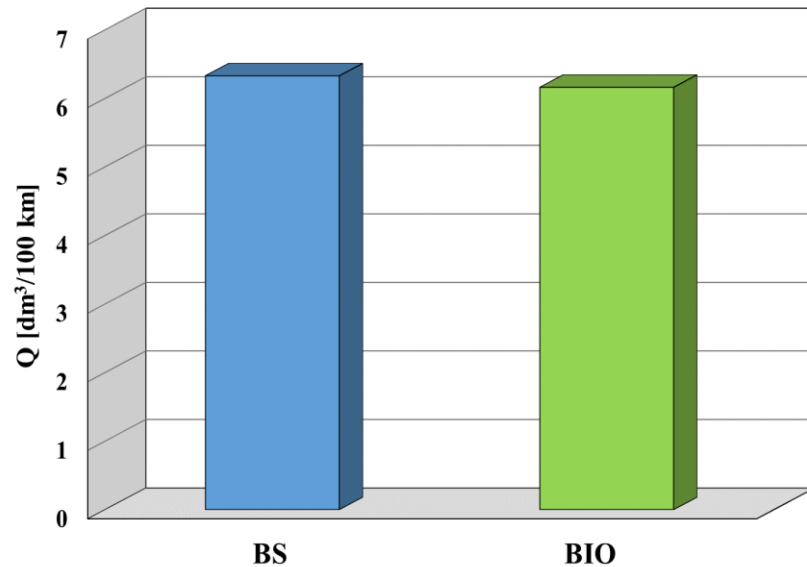
Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (emisja drogowa dwutlenku węgla)



- Emisja drogowa **dwutlenku węgla** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (eksploatacyjne zużycie paliwa)



- **Eksploatacyjne zużycie paliwa** w teście WLTP przy zasilaniu samochodu benzyną silnikową – BS i paliwem BIO przy rozruchu nie nagrzanego silnika (rysunek po lewej stronie) i nagrzanego silnika (rysunek po prawej stronie)



Badania empiryczne samochodu osobowego zasilanego paliwem EtG (wnioski)

- Emisja drogowa tlenu węgla jest znacznie mniejsza dla paliwa EtG, szczególnie przy rozruchu nagranego silnika.
- Emisja drogowa tlenków azotu jest nieznacznie mniejsza dla paliwa EtG, szczególnie mała jest różnica przy rozruchu nagranego silnika.
- Emisja drogowa związków organicznych, tj. zarówno węglowodorów całkowitych (THC) jak i węglowodorów niemietanowych przy rozruchu nie nagranego silnika jest większa dla paliwa EtG, natomiast przy rozruchu nagranego silnika jest znacznie mniejsza dla paliwa EtG.
- Emisja drogowa metanu jest dla paliwa EtG znacznie mniejsza, a przy rozruchu nagranego silnika jest wręcz śladowa.
- Emisja drogowa dwutlenku węgla dla obydwu paliw jest bardzo zbliżona.

Paliwo EtG z odpadów a emisja dwutlenku węgla



- Przy wykorzystaniu etanolu wytworzonego z odpadów spożywczych (food waste) zmniejszenie emisji dwutlenku węgla sięga nawet 70% względem referencyjnej instalacji rafinerii ropy naftowej.

| Lp. | Źródła emisji | Energetyczny wskaźnik emisji gazów cieplarnianych | Stosunek energetycznego wskaźnika emisji gazów cieplarnianych dla EtG i energetycznego wskaźnika emisji gazów cieplarnianych dla benzyny ropopochodnej (83,8 g CO _{2eq} /MJ) |
|-----|--|---|---|
| | | g _{CO2eq} /MJ | % |
| 1 | Surowiec (etanol z odpadów żywnościowych) i straty procesowe | 20,96 | 25,012 |
| 2 | Transport i dystrybucja | 3,53 | 4,212 |
| | | Wartość wskaźnika | 29,22 |
| | | Wartość zmniejszenia wskaźnika | 70,78 |

Podsumowanie (1)



- Produkty analizowanej biorafinerii nie pochodzą z ropy naftowej → bezpieczeństwo energetyczne.
- Surowiec – jego wykorzystywanie nie wiąże się z wyczerpywaniem kopalnych złóż → korzyść środowiskowa względem instalacji referencyjnej.
- Paliwo EtG może być produkowane z surowców odpadowych → korzyść dla środowiska i zróżnicowanie dostaw źródeł energii.
- Paliwo EtG charakteryzuje się graniczną zawartością benzenu, siarki i azotu, małą zawartością zanieczyszczeń mechanicznych, a zawartość pierwiastków, tj. żelaza, potasu, manganu, magnezu, fosforu, ołowiu, sodu, krzemu i glinu wynosi poniżej granicy oznaczalności metody badawczej → znaczne zmniejszenie wpływu na środowisko związane z eutrofizacją i zakwaszeniem.

Podsumowanie (2)



- Zastosowanie paliwa EtG przyczynia się do skutecznego zwiększania zawartości biokomponentów w paliwie finalnym → wzrost zapotrzebowania na alkohol, który jest surowcem do produkcji generuje wzrost produkcji roślinnej korzystnej dla rolnictwa z powodu płodozmianu.
- Paliwo EtG to nie jedyny produkt omawianej instalacji biorafineryjnej. W tym procesie otrzymuje się zarazem biopropan i biobutan, które również mogą być wykorzystane w sektorze transportowym jako biokomponenty lub biopaliwa samoistne.



MISJA

IOŚ-PIB dąży do zapewnienia równowagi środowiska naturalnego, stanowiącego podstawę dynamicznej gospodarki i zdrowego społeczeństwa w Polsce, poprzez wspieranie krajowych i lokalnych organów ochrony środowiska i zainteresowanych podmiotów w ich działaniach na rzecz ochrony i zarządzania zasobami naturalnymi, tak aby mogły zaspokoić potrzeby obecnych i przyszłych pokoleń.



WIZJA

IOŚ-PIB jako profesjonalna i otwarta na współpracę jednostka naukowo-badawcza, zajmująca kluczową pozycję wśród instytucji krajowych działających w obszarze ochrony środowiska.



IOŚ-PIB

Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

Dziękujemy za uwagę

