

### **Cel prowadzonych badań / hipoteza badawcza**

W projekcie zaproponowano poprawę procesu spalania odpadów komunalnych poprzez zastosowanie wysokiej czystości tlenu jako utleniacza. W rezultacie, temperatura procesu będzie podniesiona, a tym samym zużycie wspomagającego paliwa kopalnego może zostać wyeliminowane. Poza tym, oczekuje się, że większa zawartość tlenu i wysoka temperatura zintensyfikują utlenianie złożonych węglowodorów, np. dioksyn i furanów, a dzięki usunięciu z utleniacza azotu, strumień spalin ulegnie znacznej redukcji, więc ich oczyszczanie będzie łatwiejsze i bardziej ekonomiczne. Najistotniejszą zaletą proponowanej technologii jest to, że produkowane spaliny składają się głównie z dwutlenku węgla i pary wodnej, a więc po wykropleniu wody generowany gaz jest praktycznie gotowy do sekwestracji i składowania (*ang. carbon capture and storage*). Ponadto, uwzględniając, że ponad połowa węgla zawartego w odpadach komunalnych jest pochodzenia biologicznego, zastosowanie technologii CCS w spalarni odpadów może spowodować, że w całym cyklu, emisja CO<sub>2</sub> będzie ujemna (*ang. bio-energy carbon capture and storage*). Jednak główną trudnością, która może pojawić się podczas spalania tlenowego jest topnienie popiołu spowodowane podwyższoną temperaturą. W związku z tym, aby obniżyć temperaturę w złożu, planuje się użyć recykulowanych spalin, składających się głównie z dwutlenku węgla i pary wodnej.

Innowacyjność opisywanej technologii stoi w kontraście z ograniczoną wiedzą na jej temat. Z przeglądu literatury wynika, że do procesów szczególnie mało poznanych należą zjawiska zachodzące w warstwie nieruchomej spalanego paliwa w atmosferze O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O. Zatem głównym celem projektu jest uzyskanie podstawowej wiedzy na temat konwersji odpadów w warunkach oxy-spalania i weryfikacja następujących hipotez: a) współspalanie biomasy z tworzywami sztucznymi w obecności H<sub>2</sub>O i CO<sub>2</sub> może poprawić konwersję ciężkich węglowodorów poprzez wzmożony krawing, a tym samym sprzyjać produkcji CO, H<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>; b) obecność pary wodnej aktywuje koksik, a tym samym wzrasta rola karbonizatu w przemianie ciężkich węglowodorów uwalnianych podczas pirolizy; c) stosując rozcieńczony O<sub>2</sub> przez CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O możliwe jest obniżenie temperatury złoża (poniżej temperatury topnienia popiołu), przy jednoczesnym osiągnięciu wysokiej temperatury powyżej złoża, gdzie wprowadza się mniej rozcieńczony tlen; d) ponieważ odpady komunalne zawierają biogeniczny węgiel, emisja dwutlenku węgla w całym cyklu jest ujemna.

### **Zastosowana metoda badawcza / metodyka**

Aby zweryfikować pierwszą i drugą hipotezę, planuje się wykonać kampanię eksperymentalną na unikalnym stanowisku laboratoryjnym, które składa się z kwarcowego reaktora rurowego zamkniętego w piecu elektrycznym i połączonego z butlami gazowymi (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O), co pozwala na uzyskanie różnych atmosfer. Następnie, zastosować szereg technik analitycznych, takich jak termogravimetria (TGA), chromatografia gazowa (GC), spektrofotometria w podczerwieni z transformacją fourierowską (FTIR) oraz analiza porowatości koksików. Co więcej, podczas badań użyte zostaną różne rodzaje odpadów, jako indywidualne materiały oraz ich mieszaniny, aby ustalić efekt interakcji pomiędzy poszczególnymi frakcjami. Dodatkowo, planuje się opracować matematyczny model oxy-spalania odpadów, który będzie opisywał między innymi takie zjawiska jak suszenie paliwa, ulatnianie części lotnych oraz wypalenie koksiku. Planuje się, że piroliza oraz wypalenie koksiku zostaną uwzględnione za pomocą stałych kinetycznych globalnych reakcji. W ramach realizacji projektu planowane jest również wykonanie badań doświadczalnych procesu spalania tlenowego odpadów na instalacji znajdującej się w jednym z największych instytutów badawczych w Norwegii. Zbadany zostanie przede wszystkim wpływ atmosfery na proces oraz produkty końcowe, a otrzymane dane zostaną wykorzystane do walidacji modelu matematycznego. Te działania mają na celu weryfikację trzeciej hipotezy badawczej. W ostatnim etapie pracy, planuje się wykorzystać analizę Life-Cycle-Assessment do określenia wpływu opisywanej technologii na środowisko w pełnym cyklu życia oxy-spalarni oraz weryfikację czwartej hipotezy badawczej.

### **Wpływ rezultatów**

Podstawowym efektem projektu jest poszerzenie podstawowych wiadomości z zakresu spalania tlenowego odpadów komunalnych w palenisku rusztowych. Po drugie, dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod instrumentalnych, wiedza na temat konwersji pojedynczych odpadów i ich mieszanek pod wpływem różnych atmosfer zostanie pogłębiona. Szczególna uwaga zostanie również poświęcona problemowi topnienia popiołu, który może pojawić się podczas procesu.

Uzyskane wyniki zostaną skompilowane i przedstawione na międzynarodowych konferencjach poświęconych m.in. technologii wychwytywania i składowania dwutlenku węgla, gospodarce odpadami komunalnymi, a także spalaniu. Oprócz tego, wyniki badań zostaną opublikowane w recenzowanych czasopismach. W dalszej perspektywie, wyniki projektu przyczynią się do rozwoju technologii spalania tlenowego odpadów komunalnych, która odpowiada na obecną potrzebę zrównoważonego rozwoju.