



Usługa badawcza polegająca na przeprowadzeniu analizy klimatu dla województwa śląskiego

Raport wynikowy

Gliwice 2022



Śląskie.

Projekt zintegrowany LIFE EKOMALOPOLSKA „Wdrażanie Regionalnego Planu Działań dla Klimatu i Energii dla województwa małopolskiego” (LIFE-IP EKOMALOPOLSKA/ LIFE19 IPC/PL/000005) dofinansowany z programu LIFE Unii Europejskiej i Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Cel badania

Celem głównym badania było pozyskanie kompleksowej wiedzy o zmianach klimatu zachodzących na obszarze województwa śląskiego. Podstawą analizy było przedstawienie szczegółowej informacji o źródłach emisji CO₂ w województwie śląskim i wskazanie tych sektorów, które są najbardziej emisyjne

Badanie składało się z dwóch części:

- BADANIE 1 – bilans emisji i pochłaniania CO₂ na obszarze województwa,
- BADANIE 2 – szczegółowa analiza emisji i redukcji w wytypowanych najbardziej emisyjnych sektorach.

Celem szczegółowym badania było zmapowanie wyników badań naukowych pozwalających na zobrazowanie zagrożeń związanych ze zmianami klimatu i emisjami CO₂ oraz wskazanie działań i środków, które będą najbardziej skuteczne w ograniczaniu negatywnych konsekwencji zmian klimatu.

Wprowadzenie

Województwo śląskie stanowi obszar Polski o wysokiej gęstości zaludnienia, urbanizacji i industrializacji. Ponadto dostępność transportowa województwa w układzie krajowym i międzynarodowym jest bardzo wysoka, co wynika z położenia w obszarze węzłowym dwóch głównych transeuropejskich korytarzy transportowych. Związane jest to z jedną z wyższych w skali kraju emisji CO₂ do atmosfery w porównaniu do pozostałych województw. Dodatkowo na terenie województwa działa kilka dużych elektrowni, co tym samym przekłada się na fakt, iż wielkości emisji CO₂ na terenie województwa w latach 1990–2020 w 64% pochodzi właśnie z energetyki. Wcześniej wspomniany transport odpowiada za 19% całkowitej emisji, a znaczna industrializacja i obecność przemysłu ciężkiego odpowiada za 16% całkowitej emisji CO₂. Z przeprowadzonych analiz jednoznacznie wynika, że najbardziej emisyjnym sektorem jest sektor produkcji energii, w którym to największą emisyjnością odznacza się energetyka zawodowa oraz wytwarzanie ciepła i prądu, które są odpowiedzialne za 72% emisji w tym sektorze. Stanowi to 46% całkowitej emisji CO₂ w województwie śląskim. Ponadto w skład sektora energii wchodzi ciepłownia, sektor usług i instytucje publiczne oraz sektor komunalno-bytowy o udziałach odpowiednio 6%, 4% i 19%, co odpowiada 4%, 2% i 12% całkowitej emisji dla województwa.

Działania podejmowane w województwie śląskim przez ostatnie trzy dekady w ramach m.in. przeciwdziałania zmianom klimatu przyczyniły się do obniżenia emisji CO₂ o 60%. Redukcja emisyjności na przestrzeni 1990–2020 obserwowana była w przypadku niemalże wszystkich sektorów gospodarki, za wyjątkiem transportu.

W odniesieniu do planów redukcji emisji CO₂ ze źródeł zlokalizowanych na terenie województwa należy przyjąć, że istnieje potencjał do redukcji emisji z terenu województwa w perspektywie kolejnych dziesięcioleci. Szczególnie dotyczy to sektorów najbardziej emisyjnych, a także tych które mogą zwiększać wielkość emisji jak np.: transport. Dlatego też wskazano trzy sektory gospodarki, dla których zaproponowano działania mające na celu przyszłe ograniczenie emisji CO₂. Zasadniczym kryterium wyboru sektorów była wielkość emisji CO₂ oraz przewidywany potencjał do jej zmian. Tymi sektorami są: **sektor energii**, **sektor komunalno-bytowy** oraz **sektor transportu**. Dla tych trzech sektorów

przeprowadzono analizę zmian emisji CO₂, zaproponowano wykorzystanie najbardziej efektywnych technologii umożliwiających redukcję i pochłaniania emisji CO₂ w danym sektorze oraz wskazano działania, które powinny zostać natychmiast zaprzestane.

Sektor energii

Energetyka zawodowa jest sektorem emitującym największą ilość CO₂ w województwie śląskim. Jest również sektorem, w którym w warunkach krajowych osiągnięcie scenariusza neutralności jest najtrudniejsze i jednocześnie najbardziej kosztowne. Jednakże biorąc pod uwagę stale rosnące ceny paliw stałych, jak również prognozowane wzrosty cen uprawnień do emisji, koszty dalszego uzależnienia od spalania węgla mogą być wyższe niżeli inwestycje w dywersyfikację i zwiększenie ilości energii pozyskiwanej z jej alternatywnych źródeł. Postępująca dekarbonizacja polskiego sektora elektroenergetycznego, w perspektywie 2050 r., prowadzi do przemodelowania obecnie istniejącego miksu energetycznego. Całkowitej zmianie będzie musiała ulec struktura mocy i produkcji energii elektrycznej. Do dominujących technologii należeć będą elektrownie wiatrowe i słoneczne. Dodatkowo elektrownie, które będą współspalać biomasę oraz konwencjonalne paliwa stałe będą musiały wprowadzić systemy głębokiego oczyszczania spalin oraz technologie CCS (ang. Carbon Capture and Storage) lub CCU (ang. Carbon Capture and Utilization).

W Polsce od wielu lat widoczne jest stale rosnące zainteresowanie biomasą zarówno w skali makro i mikro. Zarówno ciepłownictwo jak i energetyka zawodowa dostrzega w biomasie możliwość obniżenia kosztów wynikających ze stale rosnących opłat za emisję CO₂, wynikających z regulacji UE, których wartość w sierpniu 2022 r. doszła do niemalże 100 EUR/t CO₂. Zgodnie z opinią analityków do 2050 r. biomasa będzie odgrywać istotną rolę w drodze do osiągnięcia neutralności klimatycznej. Zgodnie z prognozami McKinsey obniżenie emisyjności sektora energii może wymagać wdrożenia rozwiązań wykorzystujących w dwóch trzecich kogenerację z biomasy oraz z odpadów. Jednakże ze względu na ograniczone zasoby biomasy konieczne będzie również wprowadzenie w elektrowniach technologii pogłębionego oczyszczania spalin połączonych z wychwytem CO₂ np. z wykorzystaniem instalacji aminowych.

Miks energetyczny proponowany dla całego kraju, opiera się na wielu zróżnicowanych źródłach energii, tj. fotowoltaice, lądowych i morskich farmach wiatrowych, gazie, atomie, biomasie i wodorze. Jednak scenariusz wybrany dla województwa śląskiego, będzie częściowo ograniczony głównie ze względu na warunki geograficzne. Jednymi ze źródeł energii w miksie energetycznym województwa powinny stać się w większej ilości fotowoltaika oraz lądowe farmy wiatrowe sprzężone z produkcją wodoru. Takie rozwiązanie nie tylko pozwoliłoby zwiększyć ilość OZE, ale również stać się systemem magazynowania energii.

Ponadto miks energetyczny w obecnej formie powinien zostać zmodyfikowany przez częściowe zastępowanie węgla kamiennego biomasą. Należy jednak zwrócić uwagę na obecne możliwości istniejących bloków energetycznych.

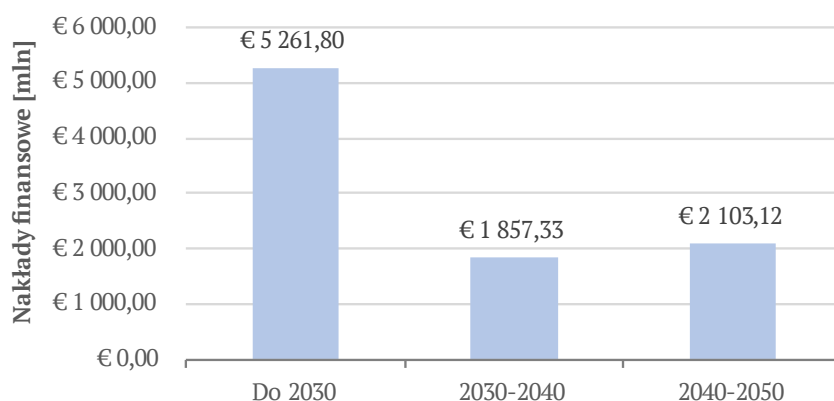
W ramach przeprowadzonej analizy wytypowano działania, które powinny zostać natychmiast zaprzestane, tak aby nie pogłębiać obecnego stanu emisji CO₂. Do tych działań należą:

- zaprzestanie magazynowania odpadów komunalnych i odpadów zielonych na składowiskach i ich wykorzystanie w sektorze energii oraz
- zaprzestanie marnowania energii (STOP marnowaniu energii).

Dodatkowo wskazano działania, które mogą pozwolić na obniżenie emisji CO₂, w tym:

- zidentyfikowanie obszarów odpowiednich dla energii odnawialnej w planie miejscowym;
- rozpoczęcie działań wymiany źródeł energii na źródła energii odnawialnej, takie jak energia słoneczna, fotowoltaiczna lub pompy ciepła;
- przełączenie oświetlenia ulicznego na dobrze zaprojektowane i dobrze zamontowane światła LED;
- zwiększenie ilości produkcji biogazu;
- rozwój sieci ciepłowniczych;
- polityka zero odpadów składowanych na wysypiskach lub spalanych celem maksymalizacji recyklingu, kompostowania lub wykorzystywania do wytwarzania biogazu.

Bazując na emisji CO₂ z 2020 roku, która wynosiła około 39 mln ton można stwierdzić, że działania przeprowadzone do roku 2030 pozwolą na uzyskanie poziomu emisji CO₂ niższego o prawie 40% w porównaniu ze scenariuszem neutralności (NEU). W roku 2040 uzyskany poziom redukcji może zapewnić poziom emisji CO₂ nawet o 30% niższy niż prognozowany w scenariuszu neutralności. Niestety utrzymanie tempa redukcji na realistycznym poziomie nie pozwoli na uzyskanie neutralności klimatycznej w roku 2050. Należy podkreślić, że działania województwa śląskiego bez zmiany systemu produkcji energii elektrycznej w kraju nie zapewni poziomu Net zero, jak pokazano na poniższym rysunku 1.



Rys. 1. Sumaryczne szacowane nakłady finansowe związane z wdrożeniem działania na terenie województwa śląskiego w sektorze energii

Sektor komunalno-bytowy

Sektor komunalno-bytowy w przeciągu kolejnych trzech dekad będzie musiał podlegać transformacji tak, aby wspierać szeroko rozumiany sektor energii i wspomagać dalsze obniżanie emisji CO₂. Najbardziej istotnymi elementami, które będą mogły mieć wpływ na obniżenie emisji w tym sektorze będzie zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) do 40% w 2030 r. Istotne będą działania na rzecz efektywności energetycznej oraz zmiana struktury zapotrzebowania na paliwa w tym sektorze. Te działania będą musiały

zostać skorelowane z głęboką termomodernizacją budynków oraz nowoczesnymi technologiami takimi jak: pompy ciepła, kolektory słoneczne i inne. Ponadto zastosowanie technologii elektrogrzewnictwa, biogazowni, magazynów ciepła będzie stanowiło uzupełnienie procesu dekarbonizacji w sektorze komunalno-bytowym.

Aby możliwe było obniżenie emisji CO₂ oraz wzrost jego pochłaniania w niniejszym sektorze można zastosować te metody redukcji oraz pochłaniania CO₂, których wykorzystanie będzie charakteryzować się najwyższą efektywnością. Na podstawie przeprowadzonych analiz można zaproponować trzy metody redukcji i pochłaniania CO₂ w niniejszym sektorze, tj: ekologiczne budownictwo, zalesianie, ponowne zalesianie i gospodarka leśna, wykorzystanie karbonizatu z biomasy. Metody te zostały wybrane ze względu na możliwość zaobserwowania pomiędzy nimi synergii. Wzrost ilości zalesienia i związany z nim wzrost ilości sekwestrowanego CO₂ w biomase może być wspierany poprzez wykorzystanie biomasy na cele budownictwa ekologicznego. Takie podejście nie tylko zagwarantuje wzrost ilości pochłanianego CO₂, ale również wydłuży czas, w którym będzie on związany w postaci drewna. Podobną synergię można zauważyć w przypadku wykorzystania karbonizatu z biomasy między innymi jako materiału do produkcji magazynów energii opartych na technologii (*ang.* phase-change material – PCM).

Podobnie jak w przypadku sektora energii również i w przypadku sektora komunalno-bytowego wytypowano działania, które powinny zostać natychmiast zaprzestane, tak aby nie pogłębiać obecnego stanu emisji CO₂. Do tych działań należą:

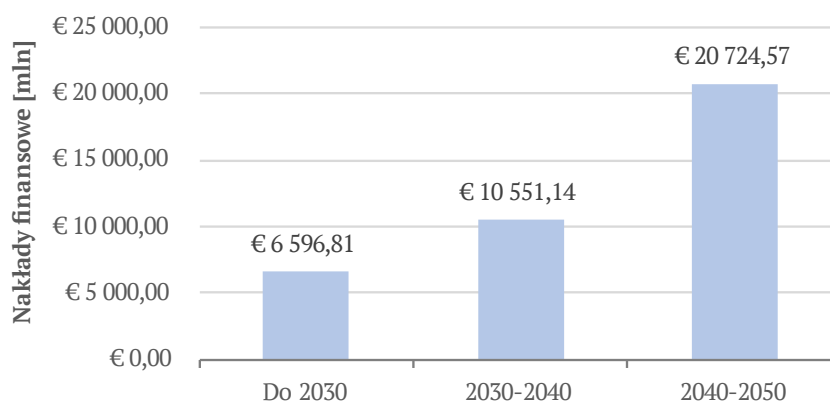
- zaprzestanie uporczywej betonizacji;
- zaprzestanie finansowania wymiany źródeł ciepła zasilanych paliwami kopalnymi bez względu na typ urządzenia grzewczego;
- zaprzestanie w instytucjach użytku publicznego użytkowania sprzętów RTV AGD o klasie energetycznej niższej niż trzy najwyższe klasy dostępne dla danego segmentu;
- zaprzestanie użytkowania oświetlenia konwencjonalnego w instytucjach użytku publicznego;
- zaprzestanie użytkowania oświetlenia konwencjonalnego wzdłuż dróg;
- zakaz wydawania pozwoleń na budowę dla nowych budynków o efektywności energetycznej powyżej 150 kWh/(m²·rok);
- zakaz niszczenia, palenia bądź wyrzucania (wysyłania na wysypiska) niesprzedanych produktów/towarów spożywczych i niespożywczych (zakaz dotyczyć powinien m.in. tekstyliów, mebli, elektroniki czy artykułów do higieny i pielęgnacji) oraz wspomaganie ich redystrybucji w skali regionalnej.

Ponadto wskazano działania, które mogą pozwolić na obniżenie emisji CO₂, w tym:

- egzekwowanie minimalnych standardów efektywności energetycznej zgodnej z obowiązującymi standardami i wytycznymi w prywatnym sektorze najmu;
- wykorzystywanie uprawnień do egzekwowania wyższych standardów niż obecne normy krajowe dla nowych budynków;
- modernizacja nieruchomości należących do miasta;
- egzekwowanie standardów budowlanych;
- przyjęcie polityki dotyczącej gospodarki odpadowej o obiegu zamkniętym;
- zero odpadów składowanych na wysypiskach lub spalanych celem maksymalizacji recyklingu, kompostowania lub wykorzystywania do wytwarzania biogazu;

- wykorzystanie gruntów komunalnych do zwiększenia sekwestracji węgla poprzez np. sadzenie drzew;
- wprowadzenie na większą skalę zielonej infrastruktury.

Zidentyfikowany potencjał redukcji emisji CO₂ może być zrealizowany przede wszystkim poprzez oszczędności energii oraz szeroko pojętą poprawę efektywności jej wykorzystania. W szczególności należy rozważyć możliwość zwiększenia skali produkcji energii elektrycznej w skojarzeniu z produkcją ciepła sieciowego np. z odpadów komunalnych czy z odpadów biodegradowalnych i osadów ściekowych. Szczególną promocją należy objąć wszelkie formy oszczędności energii na poziomie jej końcowego wykorzystania. Wszelkie działania zmierzające do ograniczenia emisji CO₂ w sektorze komunalno-bytowym będą wiązać się z kosztami, które w ramach badań oszacowano i przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Sumaryczne szacowane nakłady finansowe związane z wdrożeniem działania na terenie województwa śląskiego w sektorze komunalno-bytowym

Sektor transportu

Jak wspomniano na początku dostępność infrastruktury drogowej w województwie śląskim jest bardzo wysoka w stosunku do całego kraju, co wynika z położenia w obszarze węzłowym dwóch głównych transeuropejskich korytarzy transportowych. W województwie śląskim średnie natężenie ruchu na drogach krajowych było najwyższe w kraju i wynosiło 22 619 pojazdów na dobę, w tym na trasach międzynarodowych wynosiło ono aż 38 931 pojazdów na dobę. Dane te zostały dostarczone w wyniku przeprowadzonego badania natężenia ruchu wykonanego w 2020 r. przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Średnie natężenie dla kraju wynosiło 13 574 pojazdów na dobę, zatem świadczy to o bardzo dużym obciążeniu ruchem sieci transportowej na terenie województwa śląskiego.

Z tak dużym natężeniem ruchu związana jest wyższa emisja CO₂ generowana przez sektor transportu. Aby możliwe było obniżenie tej emisji należy podjąć stanowcze kroki w kierunku zwiększenia dostępności zarówno pojazdów zero-emisyjnych jak i infrastruktury np. generowania i produkcji wodoru oraz energii elektrycznej z odnawialnych źródeł. Biorąc pod uwagę działania jakie mogą zostać podjęte przez województwo śląskie w niniejszym opracowaniu zaproponowano wykorzystanie rozwiązań opartych na zero-emisyjnym transporcie zbiorowym opartym na paliwie gazowym, którym jest „zielony” wodór. Wodór ten generowany jest na drodze elektrolizy wykorzystującej OZE tj. energia słoneczna czy energia wiatrowa. Produkcja wodoru jest ponadto metodą przechowywania energii wytwarzanej

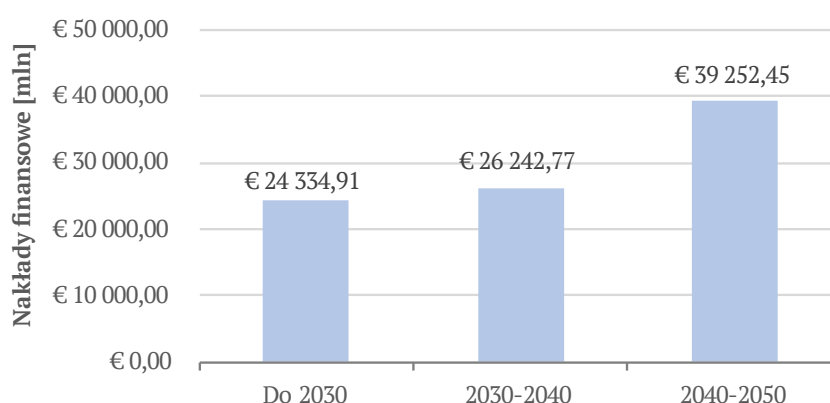
z wykorzystaniem źródeł alternatywnych. Ponadto obecnie prowadzone są zaawansowane badania, w ramach których opracowuje się nowe konstrukcje silników spalinowych lub modyfikowane są już istniejące rozwiązania, tak aby możliwe było zasilanie ich gazowym wodorem bez konieczności wykorzystania ogniw paliwowych. Wykorzystanie wodoru jako paliwa gazowego między innymi w komunikacji miejskiej (zastępując jeden autobus autobusem wodorowym) pozwala ograniczyć roczną emisję CO₂ o około 80 ton oraz roczną emisję NO_x o około 32 kg.

W sektorze transportu zostały, podobnie jak w dwóch poprzednich przypadkach, określone działania, które powinny zostać natychmiast zaprzestane. Do tych działań należą:

- zakaz poruszania się samochodów o napędzie spalinowym w centrach miast;
- zakaz prowadzenia usług transportu osobowego z wykorzystaniem pojazdów o napędzie spalinowym w centrach miast;
- rezygnacja z transportu indywidualnego na poczet transportu publicznego;
- zaprzestanie użytkowania oświetlenia konwencjonalnego wzdłuż dróg.

Oprócz wyżej wymienionych działań jakie należy natychmiast zaprzestać celem redukcji emisji CO₂ można zaproponować następujące aktywności wspierające:

- zastąpienie działań zmierzających do zwiększenia przepustowości dróg w miastach oraz pomiędzy miastami metropolii dla samochodów osobowych na rzecz zwiększenia ilości i przepustowości dróg dla komunikacji zbiorowej;
- wprowadzenie opłat za parkowanie w strefie niskiej emisji;
- wprowadzenie różnicowej opłaty za parkowanie;
- włączenie obszarów ograniczenia korzystania z samochodów do planu miejscowego;
- inwestowanie w aktywną infrastrukturę turystyczną i wysokiej jakości zero-emisyjnego transportu publicznego;
- wymóg stosowania autobusów zero-emisyjnych;
- zwiększenie dostępności do ładowania pojazdów elektrycznych.



Rys. 3. Sumaryczne szacowane nakłady finansowe związane z wdrożeniem działania na terenie województwa śląskiego w sektorze transportu

W 2020 roku na terenie województwa śląskiego kursowało łącznie 12 010 autobusów. Tak znacząca ilość autobusów, które będą musiały podlegać wymianie na zero-emisyjne będzie wiązać się ze znaczącymi kosztami. Koszty te będą wynikać zarówno z kosztów zakupu samych autobusów, jak również budowy lokalnych instalacji do produkcji wodoru. Zgodnie z dostępnymi danymi koszt jednego autobusu napędzanego wodorem waha się od 0,3 mln EUR

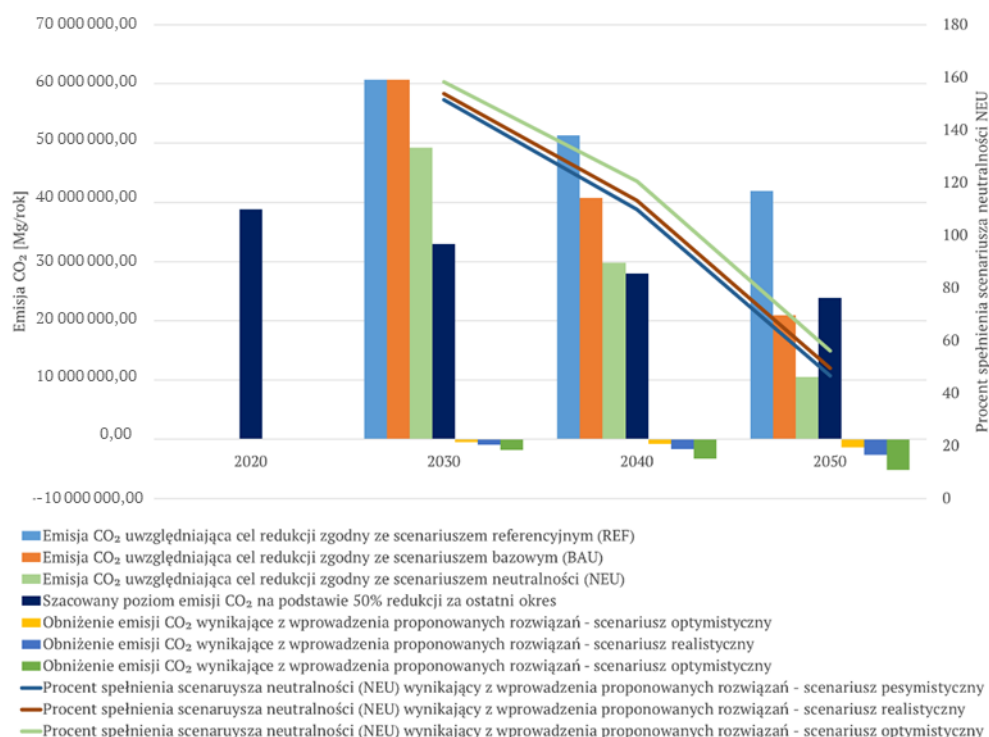
do 0,4 mln EUR. W zależności od wielkości instalacji produkcji wodoru oraz jej wydajności koszt budowy instalacji może wynosić około 40 mln EUR dla instalacji o wydajności 10 000 kg/dobę. Biorąc pod uwagę te czynniki możliwe było oszacowanie kosztów związanych z wprowadzeniem autobusów wodorowych na terenie województwa śląskiego do 2050 r.

Scenariusze redukcji i pochłaniania emisji CO₂

W ramach przeprowadzonych analiz zaproponowano trzy scenariusze wykorzystujące wcześniej przedstawione technologie i kierunki redukcji emisji CO₂. Zakładając, że w kolejnych dziesięcioleciach emisja CO₂ będzie spadać o około 15% oraz zostaną wdrożone zaproponowane w niniejszym badaniu scenariusze, to będzie można przewidywać, że emisja CO₂ na terenie województwa śląskiego będzie spełniać scenariusz neutralności w około 150% i 115% odpowiednio w 2030 r. i 2040 r; jednak nie pozwoli to w pełni osiągnąć scenariusza neutralności zakładanego na 2050 r., a osiągnąć jedynie następujące poziomy (rysunek 4):

- 46,6% zakładając scenariusz pesymistyczny;
- 49,5% zakładając scenariusz realistyczny;
- 56,2% zakładając scenariusz optymistyczny.

Zmiany dokonywane w energetyce będą przyczyniać się do największej redukcji CO₂ w województwie śląskim. Aby zwiększyć tą intensywność oprócz wykorzystywania biomasy istotnym będzie wspomniana wcześniej głębsza dywersyfikacja źródeł energii poprzez budowę farm wiatrowych oraz fotowoltaicznych połączonych z magazynami energii poprzez produkcję wodoru.



Rys. 4. Emisja CO₂ w województwie śląskim w latach 2030–2050 w zależności od przyjętych scenariuszy wraz z szacowanym procentowym poziomem spełnienia scenariusza neutralności (NEU)

Podsumowanie

Sytuacja gospodarcza w Polsce ma istotny wpływ na tempo zachodzących zmian we wszystkich analizowanych sektorach, tj. energii, komunalno-bytowym i transportu. W zastosowanym scenariuszu neutralności średnie tempo wzrostu PKB wynosi około 0,2 p.p., prognozuje się wzrost z 634 do 861 mld EUR między rokiem 2030, a 2050. Paliwa stałe są nośnikami energii, dla których uzyskuje się najtańsze jednostkowe koszty energii, jednak presja na dekarbonizację będzie skutkowałą wzrostem cen energii elektrycznej, ciepła sieciowego oraz paliw. Wiąże się to ze wzrostem cen uprawnień do emisji CO₂ w systemie ETS z aktualnego poziomu około 80 EUR do 575 EUR w roku 2050.

Będzie to kolejny impuls do szybkiej rozbudowy OZE oraz wdrożenia technologii wychwytu i zagospodarowania CO₂, szczególnie w sektorze energii. Całkowitej zmianie ulegnie struktura mocy i produkcji energii elektrycznej. Przewiduje się, że dominującymi technologiami w polskim systemie energetycznym staną się elektrownie wiatrowe i słoneczne. Natomiast w sektorze komunalno-bytowym największe środki zostaną przekazane na pompy ciepła, kolektory słoneczne oraz kotły na pellet. Spośród szczegółowych rozwiązań zaproponowanych do wdrożenia w województwie śląskim największym potencjałem redukcji w sektorze energii charakteryzuje się zamiana udziału węgla kamiennego na biomasę w energetyce zawodowej, której łączny koszt na lata 2023–2050 szacuje się na 4,5 mld EUR. W sektorze komunalno-bytowym do 2030 roku największy potencjał redukcji wykazuje termomodernizacja budynków, jednak najwyższe koszty będą związane z budownictwem ekologicznym, na które należałoby przeznaczyć około 31 mld EUR. W sektorze transportu drogowego największy potencjał redukcji znajduje się w energooszczędnym oświetleniu ulic. W perspektywie najbliższych lat inwestycja w energooszczędne oświetlenie przyniesie szybki i wymierny efekt. Największym wyzwaniem finansowym będą autobusy zasilane wodorem. Szacuje się, że łączny koszt tego działania przekroczy 55 mld EUR.