

DROGA DO SAMOWYSTARCZALOŚCI ENERGETYCZNEJ DO 2050 ROKU DLA METROPOLII GZM

Barbara Grzebulska, Barbara Massalska, Piotr Ostanek, Karolina Zubel, Patrycja Romaniuk

Coach: Adam Błazowski

Pioneers into Practice 2020 • listopad 2020

Spis treści

1. WSTĘP	3
1.1. Uwarunkowania prawne z dziedziny zmian klimatu	4
2. METODOLOGIA	8
3. PRZYKŁADY DOBRYCH PRAKTYK W INNYCH KRAJACH	11
3.1. Kopenhaga – światowy lider zielonej zmiany	11
3.2. Amsterdam – inkluzyjna transformacja	13
3.3. Helsinki – transformacja zainicjowana przez i dla mieszkańców	15
4. OPRACOWANIE WYBRANYCH RAPORTÓW	18
4.1. Wstęp oraz uzasadnienie wyboru poszczególnych raportów	18
4.2. Sektor energetyczny	21
4.3. Sektor przemysłowy	26
4.4. Sektor transportu	35
4.5. Budynki	37
4.6. Sektor rolniczy	40
4.7. Społeczeństwo	41
4.8. Finanse	43
5. PROPONOWANE KIERUNKI DZIAŁAŃ DLA GZM	46
5.1. Samowystarczalność energetyczna GZM, a polityki krajowe i unijne	46
5.2. Wnioski dla GZM z przykładów dobrych praktyk	46
5.3. Proponowane w literaturze kierunki działań, a realia GZM	47
5.3.1. Sektor energetyczny	47
5.3.1.1. Energia wiatrowa	48
5.3.1.2. Energia słoneczna	51
5.3.1.3. Energia geotermalna	53
5.3.1.4. Energia z biomasy	55
5.3.1.5. Hydroenergetyka	56

5.3.1.6.	Energia wodorowa	59
5.3.1.7.	Energia jądrowa	59
5.3.1.8.	Gaz ziemny jako paliwo przejściowe	60
5.3.1.9.	Zastosowanie CCS w energetyce	61
5.3.2.	Sektor przemysłowy	61
5.3.2.1.	Klasyfikacja przemysłowa	62
5.3.3.	Sektor transportu	62
5.3.3.1.	Alternatywne środki transportu publicznego	63
5.3.3.2.	Low-Emission Zones vs. Zero-Emission Zones	64
5.3.4.	Budynki	65
5.3.4.1.	OZE w prywatnych budynkach mieszkalnych	65
5.3.4.2.	Building management systems	65
5.3.4.3.	Efektywność energetyczna budynków	66
5.3.5.	Rolnictwo	67
5.3.6.	Spółeczeństwo	68
5.3.6.1.	Wygaszanie zatrudnienia w górnictwie	69
5.3.6.2.	Proekologiczne społeczeństwo	70
5.3.7.	Finanse	71
5.4.	Przykładowy scenariusz interwencji w system	72
6.	PODSUMOWANIE	76
7.	REKOMENDACJE	77
7.1.	Rekomendacje dla władz lokalnych, regionalnych i GZM mające na celu zapewnienie samowystarczalności energetycznej do 2050 roku	77
7.2.	W jaki sposób władze lokalne, regionalne i GZM mogą zostać wsparte w dążeniu do samowystarczalności energetycznej przez władze krajowe i unijne?	78
7.3.	W jaki sposób sektor prywatny może wspomóc GZM w dążeniu do samowystarczalności energetycznej regionu?	78
8.	LITERATURA	79

1. Wstęp

Ścisła współpraca władz lokalnych, administracji publicznej, inwestorów biznesowych, środowiska akademickiego oraz organizacji non-profit jest niezbędna, a zarazem kluczowa dla działań mających na celu złagodzenie coraz silniej odczuwanych skutków zmian klimatu. Celem organizacji European Institute of Innovation and Technology Climate Knowledge and Innovation Community (EIT Climate-KIC), wspieranej przez należący do Unii Europejskiej (UE) Europejski Instytut Innowacji i Technologii (EIT) jest budowanie międzynarodowej platformy, która łączy przedstawicieli powyższych dziedzin, by jak najefektywniej identyfikować i wspierać wdrażanie innowacji, które pomogą Europejczykom łagodzić i adaptować się do skutków zmian klimatu. Do szerokiego spektrum działań, jakich podejmuje się EIT Climate-KIC należy m.in. nawiązywanie współpracy z interesariuszami, których cechuje otwarte i innowacyjne podejście do rozwiązywania problemów wynikających ze zmian klimatu. Podjęta w 2020 roku współpraca EIT Climate-KIC z Urzędem Metropolitalnym Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (dalej w tekście również jako GZM lub Metropolia GZM) to krok w stronę zrealizowania celu, jakim jest osiągnięcie neutralności klimatycznej obszaru metropolitalnego do 2050 roku. Zgodnie z założeniami współpracy, EIT Climate-KIC ma zapewnić pomoc ekspertów podczas przygotowywania strategii, planowania projektów oraz pozyskiwania finansowania, które wspomogą Metropolię GZM w drodze do osiągnięcia tego ambitnego celu.

Pioneers into Practice to organizowany przez EIT Climate-KIC program mobilności zawodowej skierowany do profesjonalistów związanych zawodowo z działaniami w dziedzinie zmian klimatycznych, który edukuje uczestników w zakresie innowacji systemowych, a następnie stawia przed nimi realne wyzwania, z którymi mierzą się lokalni partnerzy EIT Climate-KIC. W ramach edycji programu z 2020 roku, GZM wciela się w rolę właściciela wyzwania, które polega na określeniu kierunku działań, które mogą doprowadzić do osiągnięcia samowystarczalności energetycznej GZM do roku 2050. Osiągnięcie samowystarczalności energetycznej stanowi część strategii prowadzącej do neutralności klimatycznej obszaru GZM, zatem istotnym aspektem planu działań jest dążenie do całkowitej rezygnacji lub znacznej redukcji udziału wysokoemisyjnych źródeł energii na rzecz źródeł odnawialnych oraz rozwój energetyki rozproszonej.

Samowystarczalność energetyczna zostaje osiągnięta, gdy na danym obszarze produkuje się taką ilość energii, by 100% zaspokajała ona zapotrzebowanie energetyczne mieszkańców określonego terenu. Planując przyszłą sieć energetyczną należy wziąć pod uwagę predykcje dotyczące wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną w kolejnych latach, co jest związane ze znaczną elektryfikacją sektorów gospodarki takich jak transport czy przemysł. Ponadto, silnie rozwinięte na terenie GZM górnictwo węglowe dostarcza szeregu dodatkowych wyzwań i konieczność zaplanowania i przeprowadzenia sprawiedliwej dla całego regionu transformacji. Osiągnięcie samowystarczalności energetycznej przy jednoczesnym dążeniu do neutralności klimatycznej, stanowi niebagatelne wyzwanie dla GZM, które wymaga złożonej strategii działań mających wpływ na całokształt systemu gospodarczo-społecznego. Zmianom muszą poddać się bowiem nie tylko poszczególne sektory gospodarki, lecz również całe społeczeństwo.

Niniejszy raport skierowany jest przede wszystkim do instytucji publicznych szczebla krajowego, regionalnego i lokalnego, ale również do inwestorów oraz firm, których celem jest praktykowanie zrównoważonego rozwoju i niskoemisyjności, przy jednoczesnym stymulowaniu ich wzrostu. Autorzy dokonali analizy przykładów dobrych praktyk z innych krajów oraz opracowali pięć wybranych raportów poruszających tematykę neutralności klimatycznej oraz idącej za tym transformacji energetycznej Polski i Śląska. Sugerowane w raportach scenariusze pozwoliły skonfrontować spójność ukierunkowania strategii GZM w stronę samowystarczalności energetycznej zarówno z polityką krajową, jak i europejską. Autorzy podjęli krytyczną analizę wybranych, proponowanych w raportach rozwiązań bazując na swojej ekspertyzie, jak i pogłębionej analizie danych i źródeł (zarówno pierwotnych, jak i wtórnych). Przede wszystkim zaś, rozwiązania te skonfrontowano z realiami panującymi w GZM. Końcowa część raportu zawiera przykłady działań mogących przybliżyć GZM do samowystarczalności

energetycznej, przy jednoczesnym założeniu dążności do neutralności klimatycznej oraz wysokich standardów ekologicznych, co udało się zsyntetyzować przy użyciu narzędzi Innowacji Systemowych (ang. *System Innovations*). Raport, oprócz Podsumowania, kończą Rekomendacje dla władz krajowych, lokalnych i sektora prywatnego.

1.1. Uwarunkowania prawne z dziedziny zmian klimatu

Aby skutecznie przeciwdziałać zmianom klimatu a zarazem wzmacniać bezpieczeństwo energetyczne, paralelnie wdrażać należy zarówno polityki krajowe, jak i międzynarodowe – zarówno w zakresie dyplomacji klimatycznej (np. porozumienia wielostronne, takie jak porozumienie paryskie czy protokół z Kioto), jak i trwałej współpracy regionalnej. Takie holistyczne podejście do budowania adaptacji klimatycznej jest już obecne wszędzie na świecie. Ostatnie wydarzenia pokazują, że są regiony (np. Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia), które chcą wyznaczać kierunki i dawać przykład innym. Aby to osiągnąć, UE i jej państwa członkowskie wraz z innymi krajami i organizacjami na świecie podejmują na mocy Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu¹ (ang. *United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*), tzw. **Konwencji Klimatycznej**, wysiłki na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatu.

Konwencja Klimatyczna, którą przyjęto w 1992 r., jest najważniejszym międzynarodowym traktatem dotyczącym zwalczania zmian klimatycznych. Jej celem jest zapobieganie niebezpiecznemu wpływowi działalności człowieka na klimat na Ziemi. UE i jej państwa członkowskie znalazły się wśród 197 krajów, które podpisały konwencję klimatyczną. Zarówno państwa dobrze rozwinięte, jak i państwa rozwijające się, podpisując Konwencję przyjęły na siebie szereg zobowiązań, do których należą:

- publikowanie raportów o antropogenicznych (przekształconych w skutek działalności człowieka) emisjach gazów cieplarnianych;
- formułowanie i wdrażanie krajowych i regionalnych programów redukcji emisji gazów cieplarnianych;
- popieranie transferu technologii pozwalających zapobiegać emisjom;
- popieranie zrównoważonego zarządzania;
- współpraca w zakresie badań naukowych związanych ze zmianami klimatu.

Państwa rozwinięte dodatkowo zobowiązały się do redukcji emisji gazów cieplarnianych do poziomu z roku 1990. Najbogatsze państwa zadeklarowały, iż zapewnią nowe fundusze, które pomogą państwom rozwijającym się wywiązać się ze zobowiązań wynikających z Konwencji. Państwa te będą także umożliwiać dostęp do nieszkodliwych dla środowiska technologii.

Kluczowym uzupełnieniem Konwencji Klimatycznej jest **Protokół z Kioto**². O ile głównym celem Konwencji była stabilizacja koncentracji gazów cieplarnianych, o tyle już sam Protokół jest dużym krokiem w walce z globalnym ociepleniem, gdyż zawiera cele wiążące i ilościowe, które umożliwiają ograniczenie i redukcję tych gazów w sposób bardziej stanowczy i efektywny. Do roku 2020 jest jedynym na świecie prawnie wiążącym instrumentem służącym zmniejszeniu emisji gazów cieplarnianych. Protokół ratyfikowały 192 kraje będące stronami Konwencji Klimatycznej, w tym UE i jej państwa członkowskie. Jednak Protokół z Kioto obowiązuje tylko w odniesieniu do ok. **12% światowych emisji**, ponieważ wiele podmiotów emitujących duże ilości gazów cieplarnianych nie jest nim objętych. Dlatego przewidziano dwa etapy pośrednie:

1. etap (2008-2012): kraje uprzemysłowione zobowiązały się do zmniejszenia emisji średnio o 5% poniżej poziomów z roku 1990. UE i jej państwa członkowskie wypełniły swoje zobowiązania wynikające z pierwszego okresu rozliczeniowego protokołu z Kioto. W całym okresie całkowite emisje w UE, bez Cypru i Malty, które

¹ Tekst Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu: <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19960530238/O/D19960238.pdf>

² Tekst protokołu z Kioto: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

nie mają celów, wyniosły 23,5 giga ton ekwiwalentu CO₂. Odpowiada to redukcji na rynku UE o około 19% poniżej roku bazowego w latach 2008–2012

2. etap (2013-2020): strony, które opowiedziały się za wprowadzeniem tego etapu, zobowiązały się do zmniejszenia emisji średnio o 18% poniżej poziomów z roku 1990. W tym okresie UE, inne kraje europejskie i Australia zgodziły się na dalsze ograniczenia emisji. Ze swojej strony kraje UE (wraz z Islandią) zgodziły się osiągnąć - wspólnie - cel redukcji o 20% w porównaniu z 1990 r. (Zgodnie z własnym celem UE wynoszącym 20% do 2020 r.). Są na dobrej drodze, aby to zrobić.

Ustanowienie UNFCCC i Protokołu z Kioto umożliwiły organizację pierwszego w historii światowego, prawnie wiążącego porozumienia w sprawie klimatu, którym jest **Porozumienie klimatyczne z Paryża**³ (tzw. porozumienie paryskie), które strony UNFCCC przyjęły w grudniu 2015 r. W porozumieniu tym określono ogólnosiwiatowy plan działania, który ma nas uchronić przed groźbą daleko posuniętej zmiany klimatu dzięki ograniczeniu globalnego ocieplenia do wartości poniżej 2°C oraz dążeniu do utrzymania go na poziomie 1,5°C. Przed podpisaniem porozumienia paryskiego, UNFCCC bacznie analizowało niezliczoną ilość opinii specjalistów i niezależnych instytutów. Fundamentem zwracającym uwagę na problem ocieplenia klimatu przed podpisaniem porozumienia, były również raporty Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC). Warto wspomnieć, że publikacje stworzone przez IPCC są opracowywane w sposób bardzo rygorystyczny naukowo⁴, przez co są w znacznej mierze popierane przez środowisko naukowe. Dopiero tak skonsolidowany światowy autorytet naukowy umożliwił wprowadzenie skutecznej zmiany na najwyższych szczeblach polityki. Poza wyżej wspomnianymi ograniczeniami ocieplenia, samo porozumienie paryskie ma również na celu poprawę zdolności krajów do radzenia sobie ze skutkami zmian klimatu i udzielenie im wsparcia. Porozumienie paryskie jest pomostem łączącym dzisiejszą politykę krajową z neutralnością klimatyczną, która jest celem wyznaczonym na koniec bieżącego stulecia. W porozumieniu paryskim rządy osiągnęły porozumienie w kwestii:

- długoterminowego celu, jakim jest utrzymanie wzrostu średniej temperatury na świecie znacznie niższego niż 2°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej;
- dążenia do tego, by ograniczyć wzrost temperatury do 1,5°C, gdyż znacznie obniżyłoby to ryzyko i skutki zmiany klimatu;
- konieczności jak najszybszego osiągnięcia w skali świata punktu zwrotnego maksymalnego poziomu emisji – przy założeniu, że krajom rozwijającym się zajmie to dłużej;
- doprowadzenia do szybkiej redukcji emisji zgodnie z najnowszymi dostępnymi informacjami naukowymi, aby osiągnąć równowagę między emisjami i pochłanianiem gazów cieplarnianych w drugiej połowie XXI wieku.

Jako wkład własny w realizację celów porozumienia zaangażowane rządy przedłożyły, ustalone na poziomie krajowym, obszerne plany działania w dziedzinie klimatu. Wprawdzie nie są one jeszcze wystarczające, aby osiągnąć uzgodnione w porozumieniu paryskim cele, lecz wytyczają one drogę do podejmowania kolejnych działań. Wspomniane strony ustaliły, że w zakresie przejrzystości i śledzenia postępów będą:

- spotykać się co 5 lat, aby ocenić wspólne postępy w realizacji długoterminowych celów oraz informować strony o zakresie aktualizacji i zwiększenia ustalonych na poziomie krajowym wkładów;

3

Tekst

Porozumienia

paryskiego:

https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf

⁴ Przystępnie przedstawiony opis procesu tworzenia raportów IPCC można znaleźć na stronie internetowej organizacji Union of Concerned Scientists: "The IPCC: Who Are They and Why Do Their Climate Reports Matter?" <https://www.ucsusa.org/resources/ipcc-who-are-they>

- zdawać sprawozdania – zarówno sobie nawzajem, jak i opinii publicznej – o działaniach, jakie podejmują na rzecz klimatu;
- śledzić postępy w realizacji podjętych w ramach porozumienia zobowiązań przy pomocy systemu gwarantującego przejrzystość i rozliczalność.

W zakresie przystosowania się do zmian klimatu strony zdecydowały, że będą:

- optymalizować zdolność społeczeństw do radzenia sobie ze skutkami zmian klimatu;
- udzielać krajom rozwijającym się stałego i zwiększonego wsparcia międzynarodowego, aby umożliwić im przystosowanie się do zmian klimatu.

Ponadto, w porozumieniu paryskim uznano:

- znaczenie ostrzegania o możliwych stratach i szkodach związanych z niekorzystnym wpływem zmian klimatu oraz znaczenie minimalizowania ich i reagowania na nie;
- potrzebę współpracy i lepszego zrozumienia, działania i wsparcia w różnych obszarach, takich jak systemy wczesnego ostrzegania, gotowość na wypadek sytuacji wyjątkowych oraz ubezpieczenie od ryzyka.

W porozumieniu podkreślona została istotna rola różnego rodzaju zainteresowanych stron, w tym m. in.: **miast, władz niższego szczebla, społeczeństwa obywatelskiego i sektora prywatnego**, w przeciwdziałaniu zmianom klimatu. Strony te wezwano do:

- wzmożenia wysiłków i wspierania działań służących zmniejszeniu emisji;
- budowania odporności na niekorzystne skutki zmian klimatu i zmniejszania podatności na zagrożenia związane ze zmianami klimatu;
- podtrzymywania i propagowania współpracy na poziomie regionalnym i międzynarodowym.

Ustalono również, że UE i inne kraje rozwinięte będą nadal wspierać działania na rzecz klimatu, które zmierzają do ograniczenia emisji, oraz budować odporność na skutki zmian klimatu w krajach rozwijających się. Pozostałe państwa zachęca się do udzielania wsparcia lub kontynuacji takiego wsparcia na zasadzie dobrowolnej, a kraje rozwinięte mają zamiar nadal przeznaczać na ten wspólny cel 100 mld USD rocznie do 2020 r. i przedłużyć to rozwiązanie do roku 2025. Po tym okresie zostanie wyznaczony nowy, ambitniejszy cel.

Zgodnie z porozumieniem paryskim, w ramach szerszej polityki klimatyczno-energetycznej do roku 2030, ustalony na poziomie krajowym wkład UE zakłada ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 40% do 2030 roku w stosunku do poziomu z 1990 roku. Wszystkie kluczowe przepisy unijne zmierzające do osiągnięcia tego celu przyjęto przed końcem 2018 roku.

Unia Europejska prowadzi podejmowanym na arenie międzynarodowej działaniom na rzecz walki ze zmianami klimatu. Odegrała ona zasadniczą rolę w wynegocjowaniu porozumienia paryskiego oraz zajmuje pozycję światowego lidera w przeciwdziałaniu zmianom klimatu. Aby utrzymać pozycję światowego lidera na rzecz walki ze zmianami klimatu, UE stworzyła własną strategię na lata 2021-2027. **Europejski Zielony Ład** (ang. *EU Green Deal*) to pierwsza tak kompleksowa strategia Unii Europejskiej dotycząca ochrony środowiska oraz przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. Tym samym Europa do 2050 r. aspiruje do bycia pierwszym kontynentem neutralnym klimatycznie. Jest to plan ambitny, ale możliwy do zrealizowania, pod warunkiem pełnego zaangażowania wszystkich państw członkowskich w jego realizację. Głównym celem, obok neutralności klimatycznej, jest przede wszystkim ochrona życia ludzkiego oraz zwierząt i roślin, przy jednoczesnym wsparciu transformacji energetycznej na rzecz "czystych technologii" - takich rozwiązań, które w znaczący sposób zmniejszają presję na środowisko przyrodnicze. Główne założenia Europejskiego Zielonego Ładu:

- uchwalenie wiążącego celu neutralności klimatycznej do 2050 roku. Oznacza to, że do połowy wieku unijna gospodarka ma emitować tylko tyle gazów cieplarnianych, ile jest w stanie pochłonąć (m. in. przez lasy lub technologię przechwytywania emisji CO₂);
- zmiana celów krótkoterminowych EU – cel redukcji emisji do 2030 roku obecnie wynosi 40% w porównaniu z poziomem w 1990 roku, w którym wynosił 25%, ale planuje się jego zwiększenie do 50% lub 55%;
- kontynuacja dotychczasowej struktury polityki klimatycznej UE. Korekta czeka przede wszystkim europejski system handlu emisjami (ang. *EU Emissions Trading System* - EU ETS), który ma objąć nowe sektory (transport i budownictwo np. ogrzewanie) i w którym mają być ograniczone darmowe pozwolenia na emisje dla lotnictwa;
- propozycja podatku od importu emisji CO₂, aby chronić konkurencyjność unijnej gospodarki (ta propozycja będzie najtrudniejsza do wprowadzenia ze względu na wyzwania techniczne z tym związane oraz na politykę międzynarodową);
- elementem Zielonego Ładu ma być Fundusz Sprawiedliwej Transformacji (ang. *Just Transition Fund*) dla regionów najbardziej dotkniętych negatywnymi skutkami dekarbonizacji (trwa spór o jego wysokość oraz źródła finansowania);
- Komisja Europejska chce zdobyć bilion euro na cele klimatyczne w ciągu dekady. W tym celu będzie próbowała zmobilizować kapitał prywatny i angażować Europejski Bank Inwestycyjny (uzyskanie tej kwoty będzie jednak bardzo trudne);
- poza polityką stricte klimatyczną Zielony Ład to również propozycje dotyczące rolnictwa, gospodarki o obiegu zamkniętym, bioróżnorodności i zwalczania zanieczyszczeń.

Na uwagę zasługuje również koncepcja **Unii Energetycznej**, której nadrzędnym celem jest doprowadzenie do uwspólnotowienia europejskiego rynku energii. Może się więc okazać, że import energii z innych części kraju, a nawet z innego państwa członkowskiego, którego sprzyjające warunki naturalne determinują niskie ceny energii, będzie bardziej korzystny cenowo niż produkcja energii na własnym, mniej „uprzywilejowanym geograficznie” terenie. Komisja Europejska w raporcie opublikowanym w październiku 2020 na temat stanu tej inicjatywy ujawniła⁵, że UE zaleciła 27 państwom członkowskim przeznaczenie co najmniej 37% swoich wydatków z budżetu na odbudowę po pandemii Covid-19 na inwestycje związane ze zmianami klimatu. Odnosząc się do sprawozdania rocznej strategii zrównoważonego wzrostu gospodarczego na 2021 rok – pośród typowej dla UE mnogości innych dokumentów legislacyjnych, w 23-stronicowym przeglądzie dotyczącym energii – Komisja wskazała, że odnawialne źródła energii i wodór, energia i efektywne gospodarowanie zasobami oraz zrównoważony transport to kluczowe obszary jej polityki. Uwzględnienie tych obszarów w swoich budżetach może oznaczać, że takie wydatki mogą być postrzegane bardziej przychylnie podczas dystrybucji środków z funduszy naprawczych. Między innym z tego wynika wybór sektorów szczególnego zainteresowania, którego w niniejszym opracowaniu dokonali Autorzy.

⁵ https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/energy-union/fifth-report-state-energy-union_en

2. Metodologia

Przedstawione we wstępie zadanie jest niezwykle ambitne. Dlatego też już samo opracowanie koncepcji jego realizacji, tego, w jaki sposób można do niego podejść systemowo w sposób stanowiący realną wartość dla GZM, stanowiło ogromne wyzwanie dla Autorów niniejszego opracowania. Jednym z celów programu *Pioneers into Practice* jest praktyczna nauka tzw. *System Innovations* – umiejętności projektowania i wdrażania innowacji systemowych, czyli takich, które raz (mimo iż definicja „raz” może być bardzo szeroka) wdrożone, spowodują trwałą zmianę w systemie będącym przedmiotem naszego zainteresowania. W tym przypadku systemem jest obszar Metropolii – z jej uwarunkowaniami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi. Chcąc dokonać świadomej zmiany systemowej, należy spojrzeć na te uwarunkowania jak na „naczynia połączone”, między którymi zachodzą relacje przyczynowo–skutkowe, czy występują sprzężenia zwrotne – pozytywne lub negatywne – lub też pojawiają się nieprzewidziane na początku konsekwencje. Przykładem może tu być budowanie nowych dróg jako sposób na usprawnienie ruchu drogowego. W końcu drogi w dłuższej perspektywie czasowej przyczyniają się do zwiększenia problemu korkujących się miast i coraz to większych zanieczyszczeń w tkance miejskiej⁶. W przypadku wysiłków nad transformacją regionalną, takim przykładem może być rozpowszechnione podejście „technokratyczne” – skupiające się na nowych inwestycjach, w minimalnym stopniu biorąc pod uwagę m. in. kulturę i tradycje regionu. Metropolia od pokoleń jest regionem górniczym i „odejście od węgla” stanowiłoby ogromną zmianę w tożsamości jej mieszkańców; zaś ich akceptacja dla transformacji energetycznej bądź jej brak, może ją skutecznie powstrzymać lub przyspieszyć.

Poddając analizie dostępne opracowania na temat neutralności klimatycznej czy transformacji energetycznej (temat samowystarczalności energetycznej w zasadzie nie jest poruszany) Polski czy obszaru Metropolii, można odnieść wrażenie, że perspektywa systemowa jest w nich uwzględniona w ograniczonym stopniu, mimo oczywistej ogromnej wartości dodanej, którą stanowi. Dlatego też Autorzy niniejszego raportu mają nadzieję, że uda im się poszerzyć problematykę transformacji energetycznej GZM o ową perspektywę. Poniżej przedstawione zostały założenia metodyczne opracowania niniejszego raportu.

Punktem wyjścia było dla Autorów założenie, że istnieje duża liczba analiz, które w bezpośredni lub (częściej) pośredni sposób dostarczają „twardych danych” oraz ich interpretacji, nakreślając nam kształt „systemu”, czyli nie tylko GZM i jej uwarunkowań środowiskowych, społecznych i ekonomicznych, ale także, między innymi, przykładów podobnych strategii i podejmowanych działań w innych regionach, czy chociażby parametrów i możliwości technologicznych rozwiązań, które wdrożone na terenie Metropolii, mogłyby przyczynić się do osiągnięcia celu, jakim jest samowystarczalność energetyczna Metropolii do 2050 roku. Dlatego też, Autorzy za niezbędne uznali wybranie i pokazanie w opracowaniu kluczowych, potencjalnie przydatnych dla Metropolii:

- Przykładów miast (przykłady obejmujące całe metropolie, które udało nam się znaleźć, znajdują się już na wyższym poziomie zaawansowania w procesie dążenia do neutralności klimatycznej), które wdrażają w życie podobne ambicje i mogą stanowić inspirację dla Metropolii (Rozdział 3);
- Analiz opracowanych przez inne instytucje, które dostarczają informacji stanowiących potencjalnie cenne podwaliny pod opracowanie wstępnego planu działań w kierunku samowystarczalności energetycznej Metropolii (Rozdział 4). Autorzy opracowania wybrali pięć analiz (każda osoba z zespołu opracowała jedną analizę), zaś wybór konkretnych raportów uzasadniony został w Rozdziale 4, który je omawia. W swoim wyborze Autorzy wzięli również pod uwagę zasoby czasowe, którymi dysponowali, objętość oraz własne doświadczenia i kompetencje, które, mimo iż szerokie, nie obejmują części wysokospecjalistycznych zagadnień z zakresu holistycznej transformacji energetycznej.

⁶ <https://thesystemsthinker.com/systems-thinking-at-bmw-clearing-up-germanys-traffic-jam/>

Autorzy zdecydowali się na następujący schemat opracowania wybranych analiz: każda z nich została opracowana pod kątem następujących tematów: Transport, Przemysł, Energetyka, Budownictwo, Rolnictwo, Społeczeństwo, Finanse. Takie podejście umożliwiło uzyskanie przekrojowej wiedzy w każdym z tych tematów, w zakresie potencjalnie istotnym dla Metropolii. Przyjęto założenie, że każda z wymienionych gałęzi jest istotna dla problematyki neutralności klimatycznej oraz samowystarczalności energetycznej danego miasta czy regionu. Oczywiście nie jest to zamknięty katalog tematów i z pewnością da się zidentyfikować kolejne; jednakże, w opinii Autorów, te są niezbędne do wzięcia pod uwagę przy opracowywaniu strategii i planu działań w kierunku neutralności klimatycznej i samowystarczalności energetycznej Metropolii. Dlatego też, zasadne jest potraktowanie niniejszego opracowania jako pewnego rodzaju punktu wyjścia i wskazania możliwych kierunków dla dalszych, bardziej szczegółowych rozważań.

Ambicją Autorów było również przyjrzenie się danym opracowanym na podstawie powyższego przeglądu literatury przez wspomniany wyżej pryzmat "systemowy": czy uda się zidentyfikować między innymi zależności i sprzężenia zwrotne pomiędzy opisywanymi zjawiskami, o których literatura źródłowa nie wspomina, bądź wspomina jedynie w bardzo wąskim zakresie? Czy dzięki temu uda się wnieść mającą praktyczne zastosowanie nową jakość do myślenia o zagadnieniach samowystarczalności energetycznej Metropolii? Przykład zastosowania tego podejścia przedstawiono w Rozdziale 5.

Samo myślenie systemowe jest odrębną dziedziną nauki, dysponującą wieloma podejściami i zestawami narzędzi. Autorzy w swojej pracy skorzystali z następujących podejść:

a) klasycznej już koncepcji Donelli Meadows pt. „Places to intervene in a system”⁷, pokazującej działania na rzecz zmiany systemowej w określonej hierarchii – przy czym należy pamiętać i nieustannie brać pod uwagę, iż działania najłatwiejsze do wdrożenia jednocześnie są najmniej skuteczne - i vice versa. Poniżej przedstawiamy tę koncepcję, która stanowiła jeden z pryzmatów naszej analizy, wyłuszczając te aspekty, które stanowiły trzon naszych rozważań (przede wszystkim w Rozdziałach 3 i 5).

MIEJSCA INTERWENCJI W SYSTEM (w kolejności rosnącej skuteczności)

12. Stałe, parametry, liczby (np. dotacje, podatki, normy).

11. Wielkości buforów i innych zasobów stabilizujących w stosunku do ich przepływów.

10. Struktura zasobów i przepływów materiałowych (m.in. sieci transportowe, struktury wieku ludności).

9. Długości opóźnień w zależności od tempa zmian systemowych.

8. Siła negatywnych pętli sprzężenia zwrotnego w stosunku do skutków, z którymi próbują sobie poradzić.

7. Zysk związany z tworzeniem pozytywnych pętli sprzężenia zwrotnego.

6. Struktura przepływu informacji (kto ma i nie ma dostępu do informacji).

5. Zasady systemu (np. zachęty, kary, ograniczenia).

4. Możliwość dodawania, zmieniania, rozwijania lub samoorganizowania struktury systemu.

3. Cele systemu.

2. Sposób myślenia lub paradygmat, z którego powstaje system - jego cele, struktura, zasady, opóźnienia, parametry.

1. Moc przekraczania paradygmatów.

⁷ http://donellameadows.org/wp-content/userfiles/Leverage_Points.pdf

b) Zestawu narzędzi opracowanych przez EIT Climate-KIC, stanowiących podstawę merytoryczną programu *Pioneers into Practice*, pt. „Visual toolbox for system innovation. A resource book for practitioners to map, analyse and facilitate sustainability transitions” (szczegóły zostały przedstawione w Rozdziale 5).

Analizę zamykają opracowane na podstawie całości pracy, rekomendacje dla decydentów – na poziomie władz lokalnych i Metropolii, na poziomie władz krajowych i instytucji UE, a także sektora prywatnego i instytucji finansowych, jakże nieodzownych w procesie regionalnej transformacji. Przy ich opracowaniu Autorom przyświecało założenie, że powinny zawierać jedynie absolutnie kluczowe wnioski i sugestie, tak aby można było się z nimi zapoznać w każdym momencie, bez potrzeby czytania całego raportu.

Autorzy wyrażają nadzieję, iż całość pracy przyczyni się do skutecznej transformacji GZM w kierunku neutralności klimatycznej, m. in. poprzez osiągnięcie samowystarczalności energetycznej.

3. Przykłady dobrych praktyk w innych krajach

Celem niniejszego rozdziału jest prezentacja dobrych praktyk z innych europejskich metropolii, których wysiłki mające na celu osiągnięcie samowystarczalności energetycznej – głównie poprzez inwestycje w energetykę rozproszoną na szczeblu lokalnym – możemy ocenić przynajmniej jako połowicznie zaawansowane. Zaprezentowane poniżej trzy przykłady studiów przypadku zostały wybrane spośród siedmiu pierwotnie analizowanych. Wyboru dokonano podczas spotkania roboczego zespołu projektowego, z którego wnioski przedstawiono następnie reprezentantom GZM. Podczas tegoż spotkania uzgodniono, że cechą wspólną wszystkich trzech studiów przypadku powinno być powiązanie „najlepszych praktyk” z tymi uznanymi przez Autorów raportu za kluczowe w przypadku transformacji przed jaką staje GZM. Każdy ze studiów przypadków odnosi się więc do trzech z siedmiu (energetyka, przemysł, transport, budynki, rolnictwo, społeczeństwo, finanse) sektorów, które z uwagi na ciekawe rozwiązania, mogą stać się inspiracją dla GZM. Warto jednak pamiętać, że wymienione przez Autorów miasta, tj.: Kopenhaga, Amsterdam i Helsinki, wybrane zostały z uwagi na kompleksowość ww. rozwiązań i holistyczne podejście we wdrażaniu działań mających na celu dekarbonizację (np. poprzez współpracę władz regionalnych z krajowymi, czy inicjowanie partnerstw z sektorem prywatnym).

Analizę przeprowadzono na podstawie dostępnych danych źródłowych, w tym, przede wszystkim: miejskich strategii i tzw. „roadmaps”, w których opisane zostały poszczególne kroki ułatwiające uzyskanie neutralności klimatycznej; informacje opublikowane na stronach internetowych miast; przegląd literatury pomocniczej; a także wywiady udzielone przez urzędników wdrażających konkretne rozwiązania europejskim czasopismom specjalistycznym. Niemniej, pamiętać należy, że punktem wyjścia do analizy dobrych praktyk innych z innych miast europejskich były lokalne strategie, które każde z miast opublikowało i uchwaliło jako wiążący dokument (dlatego też każdorazowo przypisy dolne do konkretnych liczby czy statystyk nie są podawane – chyba, że informacja pochodzi z innego źródła niż miejska strategia, do zapoznania się z którymi Autorzy serdecznie namawiają; wszelkie niezbędne informacje znajdują się w bibliografii).

3.1. Kopenhaga – światowy lider zielonej zmiany

W 2013 roku władze lokalne Kopenhagi postawiły sobie za cel uczynienie ze swojego miasta pierwszej na świecie stolicy neutralnej klimatycznie, zmniejszając emisyjność poszczególnych sektorów w miarę przechodzenia na energię odnawialną i produkcję wystarczającej ilości dodatkowej „zielonej” energii, tak aby zrównoważyć pozostałe emisje. Co ważne, miasto planuje osiągnąć cel do 2025 roku – jako pierwsze na świecie.

Pomimo tego, że władze lokalne podeszły do tematu dekarbonizacji bardzo kompleksowo i zielona transformacja obejmuje wszystkie sektory współtożsame z tymi wybranymi jako kluczowe dla transformacji GZM, na szczególne uznanie zasługują trzy z nich. Poniżej zaprezentowano dobre praktyki w następujących dziedzinach: energetyka, transport i społeczeństwo.

Energetyka

Aby zmniejszyć ślad węglowy związany ze zużyciem energii elektrycznej, Kopenhaga systematycznie inwestuje w energię odnawialną. Do tej pory miasto zainstalowało 62 potężne turbiny wiatrowe o łącznej mocy 158 MW, a do 2025 roku planuje mieć moc zainstalowaną o wartości 460 MW. Niedaleko centrum miasta znajduje się ogromna elektrownia, która zamienia śmieci komunalne w ciepło i energię elektryczną, importując śmieci nawet z Wielkiej Brytanii (elektrownia służy również jako stok narciarski, aby przynosić dodatkowe dochody). Inna fabryka wykorzystuje obecnie palety drzewne (zamiast węgla) do produkcji ciepła - chociaż neutralność klimatyczna tej praktyki jest dyskutowana⁸ i nie jest rozwiązaniem długoterminowym, władze planują badania nad innowacyjnością i ewentualną likwidacją szkodliwości tego systemu. Miasto zamierza również wykorzystać energię geotermalną, choć aktualnie geotermia testowana jest wyłącznie w skali pilotażowej. Inną kluczową częścią planu dojścia do

⁸ <https://www.paperadvance.com/bioeconomy/biomass/the-dutch-have-decided-burning-biomass-is-not-sustainable.html>

neutralności klimatycznej jest zwiększenie efektywności energetycznej budynków. Działania te obejmują zarówno modernizację starych budynków (kompleksowa termomodernizacja), jak i właściwe projektowanie nowych. W tym celu, w testowej dzielnicy Nordhavn budynki są wypełnione czujnikami, których naukowcy używają do gromadzenia danych, które mają pomóc w lepszym zrozumieniu sposobu wykorzystania energii i efektywnego zarządzania nią.

Transport

We wspomnianym już Nordhavn, dawnym obszarze przemysłowym, który stał się w dzielnicą modnych biur i budynków mieszkalnych, powstała koncepcja miasta „łatwo dostępnego”. W praktyce oznacza to nową wizję transportu – wizję „miasta pięciominutowego”, które jest zaplanowane w taki sposób, że spacer z mieszkania do przedszkola, szkoły czy do sklepu spożywczego zajmuje około pięciu minut, co docelowo ma zdecydowanie zmniejszyć ruch samochodowy. Również dostępność urzędów ma być zaplanowana w taki sposób, aby każdy z mieszkańców mógł do nich dotrzeć spacerem, rowerem lub ewentualnie metrem. Burmistrz miasta – Frank Jensen zamierza bowiem całkowicie wyłączyć ruch samochodowy na niektórych obszarach miejskich, a transport publiczny w pełni zelektryfikować⁹. W 2017 roku Jensen zaproponował wprowadzenie zakazu wjazdu do miasta nowych samochodów z silnikiem diesla, choć pierwotnie nie mógł uzyskać potrzebnego wsparcia ze strony rządu krajowego. Po ostatnich wyborach krajowych, w których władzę przejęła bardziej liberalna partia, jest większa szansa, że może to nastąpić. *„Poprzedni rząd nie był ambitny, jeśli chodzi o zieloną agendę, ale naprawdę nie mogę się doczekać współpracy z nowym rządem socjaldemokratycznym”* – powiedział Jensen w jednym z wywiadów. *„Myślę, że możemy wspólnie realizować ekologiczną agendę, a nowy rząd wyznaczył bardzo ambitne cele”*. Nowy rząd rozważa teraz również zwolnienie użytkowników transportu publicznego w największych miastach w kraju – w tym pociągów dojeżdżających do Kopenhagi – z jakichkolwiek opłat za przejazd, ponieważ osoby dojeżdżające do pracy z obrzeży częściej jeżdżą samochodem niż osoby mieszkające w centrum miasta¹⁰.

Miasto jest również znane ze swojego przywiązania do rowerów: po kryzysie naftowym w latach siedemdziesiątych rząd zakwestionował planowanie urbanistyczne skoncentrowane na ruchu samochodowym. W efekcie zaczęto inwestować w lepszą infrastrukturę rowerową, a ludzie przesiadli się z samochodów na rowery. Według miejskiej strategii dekarbonizacji, w 1970 roku około 10% mieszkańców miasta dojeżdżało do pracy na rowerze; ta liczba wynosi teraz 62%. Infrastruktura stale się poprawia o czym świadczą m.in.: 12 nowych mostów rowerowych (i dla pieszych) zbudowanych w ciągu ostatniej dekady oraz rozszerzająca się sieć autostrad rowerowych wyposażonych w narzędzia, takie jak stacje naprawcze i sygnalizacje świetlne, zaprojektowane w celu przyspieszenia podróży. Ścieżki rowerowe są bezpieczne, oddzielone od jezdni krawężnikiem, a zielone światła pozwalają na szybszy przepływ rowerzystów.

Spółeczeństwo

Co ważne w przypadku Kopenhagi – miasto dąży do osiągnięcia neutralności klimatycznej kontynuując rozwój w tradycyjnych kategoriach ekonomicznych. Niektórzy komentatorzy twierdzą, że aby powstrzymać globalną katastrofę, nie potrzeba nic oprócz całkowitego przemysłenia gospodarki wolnorynkowej i struktur korporacyjnych. Ograniczenie emisji CO₂ w duńskiej stolicy nastąpiło wraz z 25% wzrostem lokalnej gospodarki w ciągu dwóch dekad. Doświadczenia Kopenhagi mogą być zatem wzorem dla innych miast i metropolii świata.

Według Franka Jensena, burmistrza miasta, troskę o zrównoważony rozwój miasta można przypisać wieloletnim tradycjom politycznym. *„Dbanie o środowisko i ogólnie branie odpowiedzialności za społeczeństwo było integralną częścią wychowania wielu Duńczyków. (...) Co więcej, istnieje ogólna*

⁹ <https://www.fastcompany.com/90392020/how-copenhagen-plans-to-reach-carbon-neutral-status-in-just-six-years>

¹⁰ Ibidem

świadomość, że zmiany klimatyczne wymagają natychmiastowych, ambitnych i zbiorowych działań”¹¹. Ankieta przeprowadzona w 2018 roku przez think tank Concito wykazała, że działania skoncentrowane na klimacie rzeczywiście są priorytetem dla wyborców¹².

Jensen wyraźnie podkreśla kooperacyjny charakter planów jakie miasto sporządza dla konkretnych dzielnic i w porozumieniu z różnymi interesariuszami twierdząc, że wizje muszą być zakorzenione w codziennym życiu ludzi, aby były politycznie wykonalne. Rzeczywiście, zaangażowanie tak wielu interesariuszy i umożliwienie im aktywnego pomagania w kształtowaniu zarówno celów, jak i środków, było do tej pory kluczem do sukcesu planu i jego dobrej woli. *„Jest tak ważne, aby pamiętać, że my [władze] nie możemy tego zrobić sami”* - mówi Jørgen Abildgaard, dyrektor wykonawczy programu klimatycznego w Kopenhadze¹³.

Wiele firm na całym świecie zazwyczaj niechętnie podchodziło do kwestii zrównoważonego rozwoju, gdy skutkiem może być spadek zysków lub niedogodności, ale nie w Kopenhadze. Martin Manthorpe, dyrektor ds. Strategii, rozwoju biznesowego i spraw publicznych w NCC, jednej z największych skandynawskich grup budowlanych i przemysłowych, został zatrudniony przez Abildgaard na początku w celu reprezentowania przemysłu w miejskim panelu klimatycznym i ułatwiania dyskusji z szerszą społecznością biznesową.

Ponadto, wiele dużych duńskich firm jest nadal ostatecznie własnością rodzinną, więc kultura skłania się bardziej w kierunku myślenia długoterminowego¹⁴. Zdaniem burmistrza miasta to naturalne, że biznes zajmuje się kwestiami zrównoważonego rozwoju, nawet jeśli oznacza to ogromne koszty w perspektywie krótko- i średnioterminowej: *“aby prowadzić odpowiedzialny, długoterminowy biznes, musisz postrzegać siebie jako część większej układanki, która nazywa się ‘społeczeństwo’”*¹⁵. I to właśnie kwestia świadomości powoduje, że Kopenhaga ma szansę stać się pierwszą neutralną klimatycznie metropolią na świecie.

3.2. Amsterdam – inkluzywna transformacja

Aby wnieść rzeczywisty wkład w realizację celów klimatycznych porozumienia paryskiego, miasto zamierza zmniejszyć emisję dwutlenku węgla o 55% w 2030 roku i o 95% do 2050 roku w porównaniu z rokiem referencyjnym (1990). Celem jest stopniowe wycofanie gazu ziemnego do 2040 roku i zaprzestanie wszelkich emisji dwutlenku węgla z pojazdów na drogach Amsterdamu do roku 2030. Miasto ma być znacząco bardziej neutralne dla klimatu do 2030 roku, kiedy to będzie zużywać o 50% mniej nowych surowców, a do 2050 roku będzie mieć w pełni obiegową gospodarkę. Ponadto miasto zamierza stać się „przystosowane do klimatu”, czyli zaprojektowane w taki sposób, który pozwoli dobrze radzić sobie ze skutkami zmian klimatycznych. Ciekawe rozwiązania można znaleźć w odniesieniu do: przemysłu, budynków, inwestycji.

Przemysł

Amsterdam ma stosunkowo niewielki sektor przemysłowy. Większość przemysłu znajduje się w porcie morskim, który jest znany na całym świecie ze względu na swoją ładunkowość (4. w Europie). Z tego względu władze miejskie skoncentrowały tam wiele ze swoich działań. Oprócz europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji (ETS) przedsiębiorstwa przemysłowe będą podlegać krajowemu podatkowi od emisji dwutlenku węgla już od 2021 roku, gdyż dysponują ograniczonymi instrumentami zarządzania redukcją zużycia energii i emisji CO₂ w przemyśle jako takim, za to mają ogromne możliwości kształtowania lokalnej polityki podatkowej. Chociaż głównym aktorem jest tutaj rząd

¹¹ <https://www.theguardian.com/cities/2019/oct/11/inside-copenhagens-race-to-be-the-first-carbon-neutral-city>

¹² Ibidem

¹³ Ibidem

¹⁴ Ibidem

¹⁵ Ibidem

centralny, możliwości władz lokalnych obejmują dyskusję, współpracę oraz, w niektórych przypadkach, egzekwowanie (np. ustalanie składek podatków lokalnych, zgodnie z klasyczną koncepcją interwencji w system Donelli Meadows).

Co zatem robią/planują zrobić władze lokalne, aby ograniczyć emisyjność w przemyśle?

TERAZ: w Amsterdamie jest czternaście przedsiębiorstw przemysłowych, których roczna emisja dwutlenku węgla przekracza 1 kt na firmę. Razem emitują 275 kt CO₂ rocznie.

Do 2030: emisje dwutlenku węgla z przemysłu w Amsterdamie zostaną zmniejszone co najmniej o połowę, zgodnie z krajowym planem klimatycznym.

Do 2050: przemysł przestawi się wyłącznie na zrównoważone źródła energii, co będzie częścią roli portu jako centrum zrównoważonej energii i surowców.

Również rząd centralny odgrywa ważną rolę w przemyśle. Środki przez niego egzekwowane obejmują i będą obejmować:

- Skuteczne wdrażanie ustawy o zarządzaniu środowiskiem we współpracy z Regionalną Agencją Środowiska;
- Wspólnie z Prowincją Noord-Holland i Regionalną Agencją Środowiska prowadzenie konsultacji z największymi przemysłowymi emiterami w zakresie oszczędzania energii i redukcji CO₂;
- W ramach strategii portowej na lata 2021–2025, wzywając port w Amsterdamie do sporządzenia wykresów zużycia energii przez klientów i zachęcając te firmy do przejścia z paliw kopalnych na zrównoważone alternatywy;
- Wezwanie portu w Amsterdamie do zarządzania polityką lokalizacji zgodnie z celami zrównoważonego rozwoju.

Efektywność energetyczna budynków mieszkalnych

Władze lokalne są zdania, że ogrzanie sektora mieszkaniowego jest równie istotne w procesie zmniejszania, czy też optymalizacji zużycia energii elektrycznej. Mieszkalnictwo odpowiada za ponad 50% z 690 kt emisji dwutlenku węgla w środowisku zabudowanym i co najmniej 14% wszystkich emisji Amsterdamu. Obecnie w Amsterdamie jest około 441 000 domów, z czego aż 42% należy do wspólnot/spółdzielni/korporacji mieszkaniowych, które zostały zaangażowane w promowanie termomodernizacji wśród „swoich” mieszkańców.

Co zatem robią/planują zrobić władze lokalne, aby ograniczyć emisyjność w sektorze budownictwa mieszkaniowego?

TERAZ: budynki mieszkalne emitują obecnie 690 kt CO₂.

Do 2030: władze lokalne będą dążyć do sytuacji, w której wszyscy właściciele domów, w tym wszystkie stowarzyszenia właścicieli domów (odpowiedniki polskich spółdzielni i wspólnot), otrzymają porady i podejmą działania mające na celu przeprowadzenie kompletnej termomodernizacji budynku. Stowarzyszenia mieszkaniowe zwiększą swoje wysiłki w celu zmniejszenia emisji CO₂.

Do 2050: wszyscy właściciele domów, w tym wszystkie stowarzyszenia właścicieli i lokatorów, będą zobowiązani do przeprowadzenia kompleksowej termomodernizacji, tak aby ich domy stały się energooszczędne i wolne od gazu ziemnego (który jest uważany za paliwo przejściowe).

Inwestycje

Przekształcenie Amsterdamu w miasto neutralne klimatycznie będzie wymagało inwestycji na niespotykaną dotąd skalę. Za zapewnienie odpowiednich funduszy odpowiedzialny będzie zarówno

rząd, władze lokalne, jak i społeczeństwo (sektor prywatny). Co jednak istotne – udział budżetów gminnych w transformacji będzie stopniowo rósł – w 2020 roku gminy przedstawiły bowiem bardziej szczegółowe przeglądy możliwości finansowania, z których wynika ich coraz to większe zaangażowanie.

Zadanie na przyszłość nie jest opcjonalne; však regulacje coraz częściej przekształcają dobrowolne działania w działania obligatoryjne. Weźmy na przykład obowiązkowe kryteria efektywności energetycznej dla firm (głównie sektora przemysłowego), strefy ekologiczne (nisko- i zeroemisyjne) dla pojazdów zanieczyszczających środowisko oraz normy dotyczące budownictwa mieszkaniowego neutralnego energetycznie. Od 2021 roku Ustawa o środowisku i planowaniu (*Omgevingsplan*) zapewni gminom więcej możliwości sterowania, w tym w planie środowiskowym. Miasto chce bowiem być w światowej czołówce w dziedzinie przeciwdziałania zmianom klimatu.

Szereg krajowych i unijnych warunków dotyczących finansowania, prawa i regulacji, systemu podatkowego oraz swobody decyzyjnej dla lokalnej polityki i rozważań – wszystko to będzie miało kluczowe znaczenie dla lokalnego wdrożenia Krajowego porozumienia klimatycznego, własnych celów w zakresie redukcji emisji dwutlenku węgla i stworzenie miasta wolnego od gazu ziemnego.

Podejmowane działania z zakresu inwestycji:

- Niepotrzebne i restrykcyjne zasady w Amsterdamie (lub wewnętrzne procesy i procedury), które opóźniają lub blokują zrównoważone przedsięwzięcia (najczęściej są to bariery regulacyjne), zostaną uproszczone, dostosowane lub nawet zniesione;
- Do końca 2020 roku wprowadzony zostanie „zielony dywan”, ułatwiający instalację paneli słonecznych na zabudkach i na obszarach chronionych. Podejście to można w przyszłości rozszerzyć na inne sektory;
- Wymiana doświadczeń i szczegółowe plany za pośrednictwem platformy internetowej *New Amsterdam Climate* w celu zwiększenia zrównoważonego rozwoju.

3.3. Helsinki – transformacja zainicjowana przez i dla mieszkańców

Władze Helsinek są zdecydowane na wdrożenie radykalnych działań mających na celu łagodzenie zmian klimatycznych. Celem strategii miejskiej na lata 2017–2021 jest uczynienie miasta neutralnym klimatycznie do 2035 roku. Podobnie jak w przypadku pozostałych dwóch ww. miast, cel ten zostanie osiągnięty poprzez zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 80%. Pozostałe 20% zostanie zrekompensowane przez działania offsetowe wdrażane poza terytorium ścisłego centrum miasta. Największe źródła emisji gazów cieplarnianych w Helsinkach to kolejno: ogrzewanie budynków; zużycie energii elektrycznej (przemysł) i transport. Jednakże, z uwagi na to, że cele klimatyczne wpływają nie tylko na organizację miasta, ale także na mieszkańców i organizacje w nim działające, Helsinki wykreowały swój plan działania (*“roadmap”*) w modelu partycypacyjnym – za opracowanie planu odpowiadała grupa robocza powołana przez Dyrektora Urzędu Miasta, która zakończyła swe prace 28 lutego 2018 roku, jednakże, wszystkie dokumenty są dostępne (pierwotnie dostępna była również możliwość komentowania propozycji przez wszystkich zainteresowanych) na stronie internetowej¹⁶.

Plan zawiera sugestie dotyczące działań ograniczających emisje z podziałem na sektory, zebrane w oparciu o informacje pozyskane podczas dziewięciu tematycznych warsztatów zorganizowanych przez władze miejskie. Sugestie zostały zredagowane w ostatecznej formie przez grupę sterującą i niezależnych ekspertów. W planie odnotowano łącznie 147 działań: 30 działań dla ruchu drogowego i transportu oraz 57 dla budownictwa. Dodatkowe 60 działań związanych jest z konsumpcją,

¹⁶ www.stadinitilmasto.fi

zamówieniami publicznymi, współdzieleniem i gospodarką o obiegu zamkniętym, redukcją śladu węglowego mieszkańców oraz rozwojem biznesu *Smart & Clean*.

Przeprowadzono również wstępne szacunki wpływu redukcji emisji i kosztów działań związanych z transportem miejskim i budownictwem. W miarę postępów w realizacji planu zostaną określone również koszty i inne efekty pośrednie. Plan działania przedstawia bowiem nie tylko aktualne działania proklimatyczne Helsinek, ale także prognozy na 2030 i 2035 rok. Ponadto działania niezbędne do osiągnięcia celu redukcji emisji są zdefiniowane dla różnych sektorów. Najciekawsze rozwiązania dotyczą sektora transportowego, budownictwa, jak i kategorii „zielone i przedsiębiorcze społeczeństwo”.

Transport

Celem wyznaczonym przez rząd Finlandii jest zmniejszenie emisji pochodzących ze spalin o 50% w latach 2005-2030 (gdzie 2005 to rok referencyjny). Mając na uwadze powyższe, Helsinki od lat ograniczają „emisję drogową” i to szybciej niż zakłada cel krajowy. Jako miasto, które stale się zagęszcza i ma dobre połączenia komunikacyjne, Helsinki mają bowiem dobre warunki do redukcji tego typu emisji. Ponadto, w mieście jest też więcej samochodów elektrycznych niż w pozostałych częściach Finlandii (a coraz większa część miks energetycznego kraju pochodzi ze źródeł odnawialnych). Według raportu stworzonego na potrzeby miejskiej strategii dekarbonizacji, 69-% redukcja emisji z ruchu ulicznego zostanie osiągnięta do 2035 roku właśnie. Będzie to jednak wymagało intensyfikacji działań, które miasto musi podjąć, również we współpracy z innymi interesariuszami. Cele redukcji emisji w ruchu drogowym można osiągnąć bowiem wyłącznie przy założeniu, że wszystkie działania redukcyjne określone w niniejszym planie zostaną wdrożone (jak np. wzrost opłat za parkowanie; minimalizacja emisji pochodzących z ruchu ciężarowego, czy znaczny wzrost taboru samochodów elektrycznych) i to wdrożone bez zbędnej zwłoki. Przy ograniczaniu emisji drogowych za najskuteczniejszą metodę uznano bowiem redukcję emisji powodowanych przez samochody osobowe i ciężarowe, co można osiągnąć poprzez ograniczenie transportu samochodowego i radykalne zmniejszenie norm emisyjności przypadających na dany pojazd osobowy czy ciężarowy. To skutecznie zniechęci mieszkańców do inwestowania w transport prywatny, tym samym zwiększając atrakcyjność miejskiej komunikacji publicznej.

Budownictwo

Budownictwo jest kolejnym sektorem powodującym znaczne zanieczyszczenia, ponieważ większość emisji w Helsinkach pochodzi z ogrzewania budynków (niesprzyjające warunki klimatyczne, a w efekcie konieczność ogrzewania mieszkań i miejsc pracy przez znaczną część roku) i zużycia energii elektrycznej. W związku z tym cel redukcji emisji w przypadku zużycia energii w budynkach wynosi aż 82% (1990–2035). Aby osiągnąć tak znaczącą redukcję konieczne jest podjęcie działań zarówno w odniesieniu do istniejących budynków, jak i podczas budowy nowych mieszkań i biurów. W miejskiej strategii stwierdza się, że już sama poprawa efektywności energetycznej budynków poprzez ich kompleksową termomodernizację w dużej mierze wystarczaby do zrekompensowania konieczności budowy dodatkowych zeroemisyjnych konstrukcji w związku z przewidywanym w mieście wzrostem liczby ludności. Większość potencjału wynika z bardziej efektywnego zużycia ciepła. Niezwykły potencjał ma również odnawialna produkcja ciepła i energii elektrycznej na małą skalę (mikroinstalacje).

Miejska strategia podkreśla, że znaczna liczba działań ograniczających emisje w budownictwie będzie w dłuższej perspektywie opłacalna finansowo dla właścicieli budynków. Wszak działania w zakresie efektywności energetycznej i wzrost produkcji rozproszonej energii odnawialnej byłyby w dużej mierze opłacalne dla wielu mieszkańców miasta, nawet przy obecnych cenach energii. Rentowność produkcji na małą skalę zależy bowiem od tego, jaka część produkcji może zostać wykorzystana lokalnie (tj. w tych konkretnych nieruchomościach) bez konieczności bycia transportowaną do innych części miasta.

Spółeczeństwo

Jak stwierdzono w miejskiej strategii, „projekty związane z redukcją emisji i gospodarką o obiegu zamkniętym będą realizowane w Helsinkach we współpracy ze społecznością biznesową i mieszkańcami. Helsinki chcą stać się miastem, w którym powstają pionierskie innowacje, które będą generować nowy

potencjał eksportowy miasta”. Dlatego też, władze miejskie wyznaczyły sobie ambitny cel – bycie najlepszym (na płaszczyźnie regulacyjnej, finansowej, itp.) obszarem do testowania rozwiązań w kategorii *Smart & Clean* dla innowatorów energetycznych i klimatycznych. Nowe rozwiązania miejskie, poprawiające jakość życia mieszkańców i redukujące emisje mają stać się globalną „wizytówką” miasta, która docelowo zwiększy jego międzynarodową atrakcyjność. Cele długoterminowe są następujące:

- pionierstwo w ekologicznym środowisku zabudowanym, gdzie mieszkańcy spędzają większą część swojego czasu;
- bycie globalnym liderem w przestrzeganiu zasad i promowaniu idei gospodarki o obiegu zamkniętym;
- posiadanie najmądrzejszych na świecie miejskich rozwiązań energetycznych wynalezionych przez i dla ludzi;
- posiadanie najbardziej atrakcyjnego bezemisyjnego transportu na świecie;
- najbardziej zasobooszczędni mieszkańcy.

Helsinki postawiły sobie również za cel bycie światowym pionierem w cyfryzacji, tak aby ułatwić swoim mieszkańcom np. sprzedaż wyprodukowanej w mikroinstalacjach energii do sieci. Rozwiązania, jakie umożliwia cyfryzacja, muszą być jednak połączone z obecną infrastrukturą miejską, co z kolei przyspieszy przejście na bezemisyjną i w pełni obiegową gospodarkę. Przewidywanie zmian i zarządzanie nimi jest jednak możliwe: zapewni miastu, działającym w nim firmom, ale przede wszystkim mieszkańcom, możliwość budowania ich upragnionej przyszłości i przygotowania się na zieloną i zdigitalizowaną transformację.

4. Opracowanie wybranych raportów

Celem niniejszego rozdziału jest analiza (ang. *literature review*) pięciu raportów, które zdaniem Autorów w najbardziej kompleksowy sposób skupiają się na tematyce transformacji energetycznej Polski, a gdzie to możliwe – regionów górniczych, w tym przede wszystkim miast i gmin wchodzących w skład Metropolii. Publikacje opracowane poniżej zostały wyselekcjonowane przez Autorów i przedstawicieli GZM, tak aby w jak najpełniejszy sposób poruszały aspekty kluczowe dla samowystarczalności energetycznej oraz neutralności klimatycznej. Wybrane raporty są pośród najświeższych pozycji z dziedziny i różnią się między sobą pod względem zakresu, skali oraz różnorodności poruszanej tematyki. Aby ułatwić porównanie pomiędzy raportami dokonano podziału na kluczowe dla samowystarczalności energetycznej sektory gospodarki: energetykę, przemysł, transport, budynki, rolnictwo, społeczeństwo oraz finanse. Każdy podrozdział zawiera syntezę z każdego wybranego raportu dla poszczególnego sektora, co pozwala podkreślić ich wspólne mianowniki, ale również i różnice oraz to w jaki sposób się komplementują. Podobny, sektorowy podział zachowano również w kolejnym rozdziale raportu (Rozdział 5) zawierającym proponowane kierunki działań dla GZM, oparte na analizie wybranych opracowań (Rozdział 4) i przykładach dobrych praktyk z innych europejskich metropolii (Rozdział 3), uzupełnione o odrębne pozycje literaturowe oraz własną ekspertyzę Autorów. Wyselekcjonowane przez Autorów opracowania to:

Raport 1: Wetmańska, Z., Śniegocki, A., Bukowski, M. (2018) Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. *Raport WWF Polska & WiseEuropa*.

dalej: **Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)**

Raport 2: Engel, H., Purta, H., Speelman, E., Szarek, G., van der Pluijm, P. (2020) Neutralna emisyjnie Polska 2050. Jak wyzwanie zmienić w szansę. *McKinsey & Company*.

dalej: **Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)**

Raport 3: Qvist, S., Gładysz, P., Bartela, Ł., Sowizdżał, A. (2020) Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. *Energies* 2020, 13, x: for peer review.

dalej: **Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)**

Raport 4: Błocka, M., Śniegocki, A., Porębna, K., Wetmańska, Z., Bukowski, M. (2019) New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. *WiseEuropa*.

dalej: **New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)**

Raport 5: Alves Dias, P., Kanellopoulos, K., Medarac, H., Kapetaki, Z., Miranda Barbosa, E., Shortall, R., Czako, V., Telsnig, T., Vasquez Hernandez, C., Lacal Arantegui, R., Nijs, W., Gonzales Aparicio, I., Trombetti, M., Mandras, G., Peteves, E., Tzimas, E. (2020) EU coal regions: opportunities and challenges ahead. *Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018*, ISBN 978-92-79-89884-6, DOI:10.2760/064809, JRC11259.

dalej: **EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)**

4.1. Wstęp oraz uzasadnienie wyboru poszczególnych raportów

Raport 1: Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)

Zgodnie z niniejszą publikacją, znalezienie nowej podstawy dla gospodarki regionu śląskiego jest koniecznością w dobie wyczerpujących się, łatwo dostępnych zasobów węgla, wzrostu kosztów pracy, szkód w środowisku naturalnym i pojawiających się nowych technologii. Raport stara się wskazać, jakie

kierunki zmian są konieczne, aby region będący ostatnim dużym zagłębiem wydobywania węgla kamiennego UE zrestrukturyzował się w sprawiedliwej transformacji.

Raport mówi o trzech wyzwaniach stojących przed Śląskiem: ekonomicznym, co oznacza dalszy rozwój konkurencyjnej bazy przemysłowej oraz usług rynkowych, który jest konieczny do zrównania poziomu PKB per capita regionu z wysoko rozwiniętymi państwami europejskimi. Kolejne wyzwanie mówi o poprawie jakości życia mieszkańców, co wiąże się z poprawą jakości powietrza, a także wsparcia obszarów cechujących się wysokim bezrobociem, ubóstwem, nasiloną przestępczością oraz zdekapitalizowaną infrastrukturą mieszkaniową i transportową. Ostatnim wyzwaniem jest powstrzymanie spadku liczby mieszkańców regionu oraz procesu szybkiego starzenia się ludności.

Raport 2: Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)

Raport „Neutralna emisyjnie Polska 2050”, wydany przez największą w Polsce firmę doradztwa strategicznego - McKinsey & Company, nakreśla strategię oraz dostarcza obszerną bazę wiedzy przeznaczoną dla firm, inwestorów oraz instytucji publicznych, których celem jest praktykowanie zrównoważonego rozwoju i niskoemisyjności, przy jednoczesnym stymulowaniu ich wzrostu. Ten teoretyczny scenariusz zakłada systemowe podejście dla kluczowych sektorów, które stanowią dźwignię dla dekarbonizacji Polski. Założeniem nakreślonej strategii jest podejmowanie racjonalnych ekonomicznie decyzji, a wybór czystych technologii zależy od niższych kosztów ich posiadania względem zastępowanych technologii. Autorzy dołożyli starań, aby model ten dostosowany był do warunków technologicznych i gospodarczych panujących w Polsce, a zastosowane w modelowaniach dane pochodzą z ogólnodostępnych źródeł. Dostarczony przez Autorów scenariusz stanowi cenną pozycję literaturową, która w pewnym stopniu umożliwi przewidzenie przemian, jakie mogą dokonać się w Polsce wskutek podejmowania działań nad neutralnością emisyjną kraju. Mimo że zaproponowany w raporcie model dotyczy skali państwa, proponowane w nim kierunki działań, w każdym z omawianych sektorów, powinny poprzez analogię znaleźć swoje zastosowanie w działaniach dążących do samowystarczalności energetycznej oraz neutralności klimatycznej obszaru GZM. Ponadto raport ten zaopatrzony jest w przejrzyste i informatywne figury, które zasługują na dodatkową uwagę czytelnika.

Raport 3: Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)

Polski miks energetyczny jest wyjątkowy w skali Europy, gdyż opiera się przede wszystkim na rodzimym węglu zarówno do produkcji energii elektrycznej, jak i ogrzewania. Energia otrzymywana z węgla stanowi blisko 80% rocznej produkcji energii elektrycznej i 70% mocy wytwórczej, a także ponad połowę całkowitych dostaw ciepła. Jednocześnie, zaostrzające się przepisy dotyczące emisji zanieczyszczeń, a także polityka klimatyczna związana z ograniczaniem i ustalaniem cen emisji CO₂ w ramach Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (ang. *European Union Emissions Trading System* - EU ETS) sprawiają, że przyszłe funkcjonowanie elektrowni węglowych jest wysoce nieopłacalne i niepewne. Zasadniczo we wszystkich proponowanych planach dekarbonizacji dla Polski, w których emisje z sektora elektroenergetycznego mają zostać zredukowane do niemal zera, zakłada się zamknięcie wszystkich kopalń węgla oraz pozbycie się wszelkich urządzeń związanych z energetyką węglową w Polsce, a także wygaszenie wszystkich miejsc pracy związanych z sektorem węglowym przed rokiem 2050.

Niniejsze opracowanie w jakościowy sposób poszerza spektrum dostępnych opcji dotyczących dekarbonizacji Polski, z uwagi na liczbę przeprowadzonych przez Autorów wywiadów i otrzymanych kwestionariuszy. Spośród 303 „przebadanych” bloków węglowych o łącznej mocy zainstalowanej 33,3 GWe (Gigawatów elektrycznych; 1 GWe = 10⁹W), pogłębionej analizie dotyczącej dekarbonizacji poddano aż 55 jednostek, stanowiących nieco ponad połowę tej mocy (16,9 GWe). W oparciu o szczegółowe dane dotyczące mocy wytwórczych, infrastruktury, a także kwestie regulacyjne, Autorzy szacują, że w celu spełnienia celów klimatycznych i środowiskowych, druga połowa, czyli około 248 starszych i mniejszych jednostek o łącznej mocy wytwórczej około 16,5 GWe, powinna zostać w najbliższej przyszłości wycofana z eksploatacji, a ich produkcja energii elektrycznej i ciepła zastąpiona kombinacją nowych, czystych technologii – np. energii wiatrowej, słonecznej, geotermalnej i jądrowej. Co równie ważne – choć niniejszy raport koncentruje się na Polsce jako studium przypadku dla nowego

podejścia do dekarbonizacji, większość proponowanych metod może mieć zastosowanie na całym świecie z uwagi na wiążące cele klimatyczne wynikające m.in. z porozumienia paryskiego.

Raport 4: New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)

Omawiany raport przedstawia kluczowe elementy proponowanego nowego rozdziału dla polskiej polityki klimatycznej z uwzględnieniem strategicznych sektorów gospodarki. Twórcy skupiają się na stworzeniu spójnej długofalowej wizji przejścia Polski na gospodarkę zeroemisyjną do 2050 roku, która powinna również służyć jako punkt odniesienia dla celów średniookresowych i bieżących zmian prawnych. Narzucają potrzebę wypracowania bardziej ambitnej perspektywy na 2030 r. niż przyjętej w Krajowym planie na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 (KPEiK).

Zaprezentowana taktyka przełożyłaby się na spójny zestaw interwencji sektorowych z zapewnionym finansowaniem i nadzorem nad wdrożeniami etapowymi:

- Sektor energetyczny to wycofanie z węgla, poprzez wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce z nowoczesnych, wykonalnych ścieżek w kierunku niemal zerowej emisji dwutlenku węgla;
- Sektor budowlany to przygotowanie kompleksowej strategii modernizacji budynków mieszkalnych i komercyjnych, która połączyłaby pilne działania ograniczające zanieczyszczenie powietrza (normy paliwowe, wymiana źródeł ciepła) ze stopniowymi inwestycjami w głęboką modernizację energetyczną i eliminację paliw kopalnych jako źródła ciepła;
- Sektor transportowy to zapewnienie terminowego uruchomienia infrastruktury dla elektromobilności i paliw alternatywnych przy odpowiednim finansowaniu rozwoju transportu publicznego (zarówno w miastach, jak i między miastami), aby umożliwić trwałe odwrócenie wzrostowego trendu w wykorzystaniu paliw ropopochodnych;
- Sektor przemysłowy to stworzenie strategii niskoemisyjnej transformacji dla polskiego przemysłu oraz zapewnienie korzystnych ram regulacyjnych dla wczesnego wdrażania przełomowych innowacji procesowych w całym kraju;
- Sektor finansowy to wdrażanie zasad zrównoważonego finansowania oraz monitorowanie narażenia polskich instytucji finansowych na ryzyka klimatyczne, w tym ryzyko inwestowania w aktywa wysokoemisyjne.

Raport 5: EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)

Plany osiągnięcia samowystarczalności energetycznej GZM do 2050 r. wpisują się w szerszy kontekst celu osiągnięcia do tego czasu przez Metropolię neutralności klimatycznej¹⁷. Cel ten wymaga transformacji energetycznej, obejmującej stopniowe odchodzenie od paliw kopalnych, w tym węgla - zaś województwo śląskie jest największym "węglo-zależnym" pracodawcą w całej Europie. To oznacza konieczność bardzo starannego zaplanowania działań restrukturyzacyjnych.

Raport koncentruje się na kwestiach związanych z nieuchronnym w skali Europy odchodzeniem od energetyki węglowej, jego konsekwencjach w sferze zatrudnienia oraz możliwych scenariuszach restrukturyzacji zawodowej a także przekształcania kopalń, terenów pokopalnianych oraz zamykanych elektrowni węglowych w obiekty o innym przeznaczeniu, w oparciu o studia przypadków regionów lub obszarów, które już dokonały takiej transformacji, na różną, choć zazwyczaj niewielką, skalę. Rozwój regionalny oparty na starannie zaplanowanym procesie restrukturyzacji, w którym energia odnawialna odgrywa kluczową rolę, może stworzyć nowe możliwości zatrudnienia.

¹⁷ <https://metropoliagzm.pl/2020/06/16/neutralnosc-klimatyczna-w-metropolii-gzm-bedzie-wspolpracowac-z-eit-climate-kic/>

4.2. Sektor energetyczny

Raport 1: **Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska.** (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)

Możliwe są dwa zasadniczo różne kierunki rozwoju energetyki. W przypadku utrzymania dotychczasowego kierunku rozwoju systemu może nastąpić powolny rozwój energetyki rozproszonej, utrzymanie konwencjonalnych technologii węglowych w elektroenergetyce i ciepłownictwie. Natomiast, w przypadku jakościowej transformacji systemu spójnej z potrzebami modernizacyjnymi nastąpi połączenie rozwoju inteligentnych sieci¹⁸ z technologiami energetyki rozproszonej¹⁹, w tym OZE, zarządzanie popytem i magazynowanie energii.

W obu scenariuszach skuteczna polityka rozwoju GZM powinna uwzględniać nieuchronność schyłku górnictwa węgla kamiennego. Trendy i prognozy opłacalności wydobycia w górnos Śląskich kopalniach wskazują, że do 2050 roku w regionie zaniknie wydobycie węgla energetycznego. Rozbudowa łańcucha dostaw w regionie o niskoemisyjne technologie produkcji energii ze źródeł odnawialnych i rozproszonych będzie wymagać mobilizacji poprzez sprzyjające otoczenie regulacyjne.

Raport 2: **Neutralna emisyjnie Polska 2050** (McKinsey & Company, 2020)

Istotne zmiany jakie przewidują Autorzy dla sektora energetycznego wpłyną bezpośrednio na ilość gazów cieplarnianych generowanych przez wszystkie pozostałe sektory gospodarki. Według przewidywań, planowana zgodnie ze scenariuszem dla dekarbonizacji Polski do 2050 r., wzmożona elektryfikacja poszczególnych gałęzi gospodarki oraz ogólny rozwój gospodarczy kraju powoduje dwukrotny względem 2020 r. wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną (Rys. 9, przedstawiony w raporcie McKinsey & Company, 2020). Dekarbonizacja systemu energetycznego wymagałaby dwóch krytycznych zmian – zmniejszenia o 95% obecnego udziału energetyki węglowej oraz zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych tak by stanowił on 80% całkowitego miks energetyczny.

Struktura obecnego miks energetyczny w Polsce oraz jego przewidywane przez Autorów zmiany na przestrzeni kolejnych pięcioleci widoczne są w Fig. 2 (przedstawionym w raporcie McKinsey & Company). Mimo kluczowej roli jaką gra węgiel w dzisiejszym mikse energetycznym (77% wg. danych z 2018 r.), według prognoz, jego udział będzie stopniowo malał. Zastosowanie alternatywnych technologii grzewczych w gospodarstwach domowych oraz zmiany w sposobie pozyskiwania ciepła w procesach przemysłowych dodatkowo obniży zapotrzebowanie na węgiel. Wprowadzane podatki węglowe, ograniczenie w źródłach finansowania wysokoemisyjnych technologii, rosnące koszty pracy oraz miarowe wyczerpywanie się zasobów spowoduje, że produkcja energii z węgla stanie się mniej opłacalna względem cen instalacji służących do pobierania energii z odnawialnych źródeł. W ciągu najbliższej dekady plany rządowe zakładają 20% spadek udziału energii z węgla. W przedstawionym scenariuszu przewiduje się, że do 2030 r. to przede wszystkim gaz ziemny kompensował będzie malejący udział energii uzyskiwanej ze spalania węgla, zaś po 2030 r. udział gazu ziemnego w mikse energetycznym będzie malał na rzecz odnawialnych źródeł energii. Po 2040 r. popyt na gaz może dalej obniżać transformacja w zakresie ogrzewania budynków z systemów gazowych na pompy ciepła. Głównym źródłem energii po 2030 r. ma być energia wiatrowa, przy czym w 2050 r. około 30% tej energii zapewniłyby instalacje morskie. Według Autorów raportu, na przestrzeni tych 30 lat, udział energetyki słonecznej będzie miarowo wzrastał by, w 2050 r., stanowić około 13% miks energetyczny. Zgodnie z planami rządu uruchomione zostaną elektrownie atomowe, które według scenariusza pokrywać będą 13% zapotrzebowania na energię w 2050 r. Wśród pozostałych źródeł energii budujących strukturę miks energetyczny w Polsce wymieniona jest biomasa oraz energetyka wodna. Ważnym aspektem stosowania energii pochodzącej z gazu lub węgla w procesie dekarbonizacji kraju jest połączenie ich z rozwijaną obecnie technologią CCS (ang. Carbon Capture Storage), polegająca na wychwytywaniu

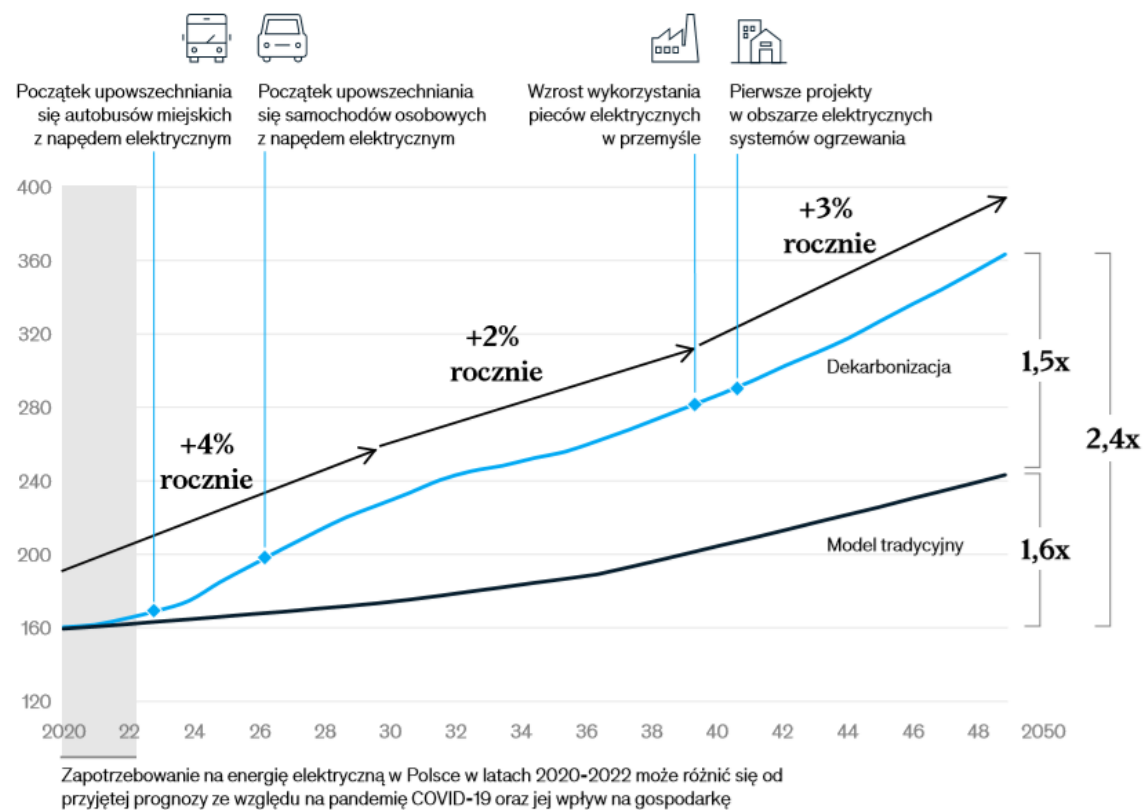
¹⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Inteligentna_sie%C4%87_energetyczna

¹⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Generacja_rozproszona

CO₂ produkowanego w elektrowniach, a następnie dalsze wykorzystanie lub magazynowanie go w obrębie odpowiednich skał.

Potencjalny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do 2050 r.

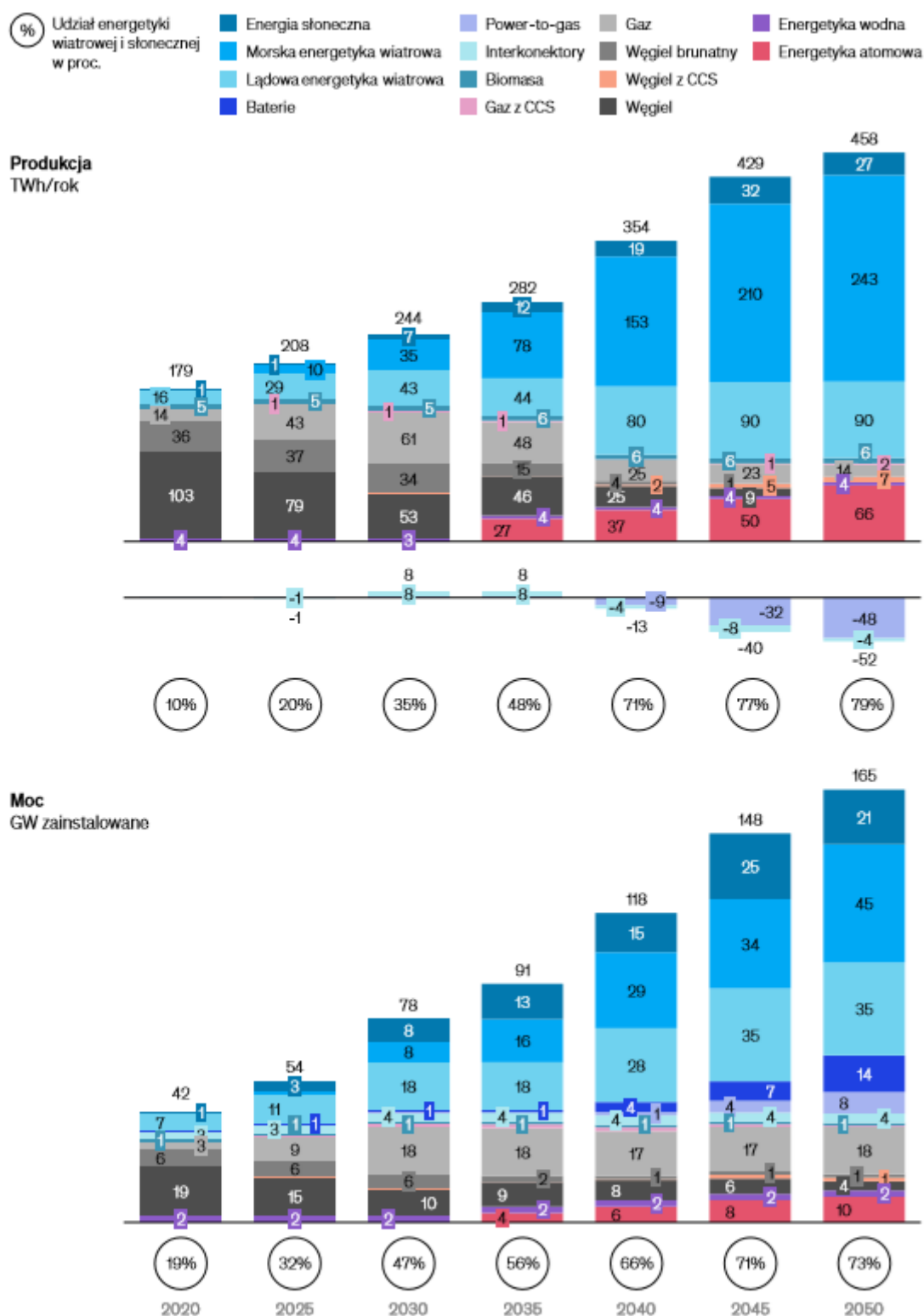
% rocznie



Źródło: Narzędzie McKinsey & Company Decarbonization Pathway Optimizer; Global Energy Perspective; Plan Zrównoważonego Rozwoju McKinsey & Company

Fig. 1. Potencjalny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do 2050 roku (McKinsey & Company, 2020)

Potencjalna struktura mixu energetycznego w Polsce i przewidywane moce wytwórcze



Zródło: Model elastyczności energetycznej McKinsey & Company, październik 2019 r.

Fig. 2. Potencjalna struktura mixu energetycznego w Polsce i przewidywane moce wytwórcze (McKinsey & Company, 2020)

Raport 3: **Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland.** (Qvist et al., 2020)

Raport poświęcony jest polskiej transformacji energetycznej, a jego nadrzędnym celem jest próba znalezienia „idealnego scenariusza”, który będzie służył jej kompleksowej dekarbonizacji.

I tak, Autorzy przy każdej okazji podkreślają, że przyszłość polskiego węgla jest niepewna, z uwagi na naciski ekonomiczne i środowiskowe. Stale zaostrzające się przepisy dotyczące zanieczyszczenia powietrza i ustalania cen emisji CO₂, które wszak podnoszą koszty wydobycia. Od 1 stycznia 2020 r. na polskim rynku mocy obowiązują unijne limity emisji CO₂ na poziomie 550 g CO₂ / kWh dla nowych jednostek. Od lipca 2025 r. ten sam limit dotyczyć już będzie istniejących elektrowni, co przestanie być opłacalne dla którejkolwiek z nich.

W tym duchu, Autorzy stawiają tezę, że aby przyszedł, w pełni zdekarbonizowany, polski system elektroenergetyczny był zarówno opłacalny, jak i niezawodny, będzie wymagał połączenia nowych dyspozycyjnych niskoemisyjnych mocy produkcyjnych, a także nowych odnawialnych źródeł energii, takich jak energia z wiatru i słońca, oraz zwiększonych zdolności przesyłowych z systemami elektroenergetycznymi krajów sąsiednich. Do około połowy zdolności produkcyjnej obecnej polskiej „floty węglowej” można by zabezpieczyć i zdekarbonizować za pomocą połączenia trzech metod modernizacji:

- sekwestracji dwutlenku węgla (CCS);
- konwersji z wytwarzania energii z węgla kamiennym na wytwarzanie energii z biomasy;
- dodanie wysokotemperaturowych małych modułowych źródeł ciepła do reaktorów jądrowych.

Wdrożenie któregośkolwiek z powyższych rozwiązań wydaje się być znacznie bardziej opłacalne jako projekt modernizacji niż jako projekt „od podstaw”. Zdolność ta mogłaby następnie stanowić większość wymaganej trwałej, dyspozycyjnej, niskoemisyjnej infrastruktury energetycznej wymaganej dla przyszłej polskiej sieci energetycznej.

Raport 4: **New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy.** (WiseEuropa, 2019)

Według twórców raportu „Nowy rozdział. Przekształcenie Polski w kierunku gospodarki zeroemisyjnej.”, na polską energetykę największy wpływ mają czynniki strategiczne, które są stymulowane polityką zagraniczną jak i uwarunkowaniami wewnętrznymi naszego kraju.

Czynniki zewnętrzne i ich następstwa

Polska energetyka podlega dwóm przeciwstawnym naciskom. Pierwszą wywierają czynniki zewnętrzne: gwałtowny spadek kosztów energii odnawialnej i globalne działania klimatyczne, które powodują m.in. rosnące ceny uprawnień do emisji CO₂. Te trendy silnie sprzyjają rozwojowi mocy wiatrowej i fotowoltaicznej: umożliwiają nawet umiarkowane ceny CO₂ (ok. 20-30 EUR / t) dla firm energetycznych, które mogą zwiększyć swoją rentowność poprzez dodanie zielonych inwestycji do swojego portfela. Wyniki aukcji OZE (odnawialne źródła energii) 2018 w Polsce pokazały, że lądowe farmy wiatrowe są w stanie wytwarzać energię elektryczną po znacznie niższej cenie niż elektrownie węglowe czy obecna hurtowa cena energii elektrycznej. Należy się spodziewać, że koszty instalacji fotowoltaiki i morskiej energii wiatrowej spadną, europejskie ceny uprawnień do emisji CO₂(EUA) wzrosną, OZE staną się jeszcze bardziej konkurencyjne. Jednocześnie zmiana ta będzie silnym bodźcem do restrukturyzacji technologicznej floty elektrociepłowni, gdyż znaczna podaż energii z wiatrowych OZE doprowadzi do ograniczenia wydajności mocy pobieranej z elektrowni konwencjonalnych. Takie działania sprzyjają inwestycjom w elektrownie gazowe, które charakteryzują się stosunkowo niską kapitałochłonnością i kosztami stałymi.

Czynniki wewnętrzne i ich następstwa

Drugą grupą czynników wpływających na polską energetykę są procesy wewnętrzne, takie jak krajowa polityka energetyczno-klimatyczna. Przyjęte stanowisko rządowo-polityczne ogranicza rozwój technologii niskoemisyjnych przez prywatnych inwestorów, wymuszając jednocześnie kontrolę ze strony państwa. Nadzór zachodzi poprzez grupy energetyczne, które angażują się w inwestycje nieefektywne ekonomicznie. Pomimo rosnącej konkurencji, przewagi odnawialnych źródeł energii i pilnej potrzeby dekarbonizacji całego sektora oraz w obliczu gwałtownego wzrostu kosztów CO₂, rządowe plany wciąż dążą do utrzymania znaczącej roli węgla w produkcji energii w kraju.

Np. rozwój tańszych i łatwo skalowalnych źródeł wiatrowych był utrudniony przepisami, na przykład poprzez narzucanie inwestorom nierealistycznych wymagań przestrzennych (np. „Prawo odległościowe”²⁰) oraz jednostronne wycofanie się państwa z istniejącego systemu wsparcia. Nie tylko te zmiany położyły kres projektom odnawialnym, które były już na zaawansowanym etapie rozwoju, ale też wstrzymanie prac nad nowymi, powodując długi siedmioletni przestój dla technologii wiatrowych w Polskiej energetyce. W pewnym sensie można to uznać za punkt kulminacyjny straconej dekady na modernizację technologiczną polskiego miksu energetycznego.

Polityka krajowa winna jest również zaniedbaniom i złym działaniom wobec konwencjonalnych elektrociepłowni. Po 2010 roku było oddanych kilka dużych elektrowni węglowych, które generują znaczne koszty (straty) dla firm zaangażowanych w ich budowę oraz znacznie zwiększając ryzyko braku skutecznego przejścia na gospodarkę niskoemisyjną w bliskiej przyszłości.

Najnowszą próbą promowania takich (źle zaplanowanych) inwestycji jest propozycja budowy elektrowni ultrakrytycznej (czyli takiej, która musi powstać, aby umożliwić wzrost gospodarczy z którym związany jest dalszy wzrost zapotrzebowania na prąd) opartej o węgiel w Ostrołęce. Polski rząd realizuje nieopłacalny projekt ekonomicznie, pomimo trudności w zabezpieczeniu wymaganego finansowania zewnętrznego. Sceptyczny sektor finansowy nie chce ryzykować, a negatywne opinie szeregu ekspertów (Carbon Tracker 2018, Hetmański 2018), kwestionują opłacalność ekonomiczną tego projektu.

Niespójność strategiczna

Konflikt między trendami światowymi a polityką krajową jest również widoczny w projekcie Polityka Energetyczna Polski do 2040r. (PEP 2040) oraz Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu do 2030 r. (KPEiK). Oba dokumenty akceptują ogólny kierunek polityki klimatyczno-energetycznej UE, uznając potrzebę dywersyfikacji krajowego koszyka energetycznego. Jednocześnie jednak plany działań obecnego rządu ponownie zmieniają wszelkie możliwe realistycznie próby restrukturyzacji polskiego systemu energetycznego na minus o około dekadę w przyszłość. Robiąc to, rządzący również porzucają najtańszą opcję technologiczną lądowej energetyki wiatrowej i chcą stworzyć ryzykowny operacyjnie program energii jądrowej jako kluczowy czynnik odpowiedzialny za doganianie większej liczby niskoemisyjnych systemów energetycznych w Zachodniej Europie. Co więcej, plany rządu na 2040 r. nie uwzględniają możliwości całkowitego wypierania węgla z rynku energetyki w kontekście szybko rosnącej emisji. KPEiK całkowicie pomija możliwość osiągnięcia niemal zerowej emisji CO₂ do 2050 r. oraz ryzyko gospodarcze związane z rezygnacją z tej możliwości (np. ze względu na konieczność zakupu dużych ilości uprawnień do emisji CO₂ za granicą i utratę inwestycji w przemyśle w sektorach energochłonnych ze względu na wysokie krajowe ceny energii).

Raport 5: EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)

Polska wytwarza około 80% energii elektrycznej z węgla kamiennego i brunatnego, zaś zdecydowana większość kopalń znajduje się na terenie województwa śląskiego - w tym GZM. Raport ujmuje to zagadnienie liczbowo przede wszystkim w odniesieniu do poziomu zatrudnienia. Z powodu różnorodnych czynników polityczno-ekonomiczno-społecznych, proces trwałego zamykania kopalń już trwa.

²⁰ <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20160000961/U/D20160961Lj.pdf>

Przykładowo, raport wymienia 13 kopalń, które zostały zamknięte pomiędzy 2015 a 2018 r. w regionie NUTS-22²¹, czyli województwie śląskim.

4.3. Sektor przemysłowy

Raport 1: **Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)**

Autorzy sugerują rozbudowę i dywersyfikację lokalnej bazy przemysłowej w oparciu o wysokowydajne, niskoemisyjne branże, takie jak przemysł maszynowy, elektrotechniczny i elektroniczny, chemiczny, farmaceutyczny, czy automotive, poprawę konkurencyjności uczelni wyższych oraz instytutów badawczych, szczególnie w obszarach wychodzących poza tradycyjne specjalizacje związane z przemysłem wydobywczym oraz energetyką konwencjonalną.

Obecnie na terenie GZM znajduje się dobrze rozwinięty przemysł samochodowy (w Tychach, Gliwicach). Autorzy raportu podkreślają, że ważne jest jednak nadążanie za zmianami technologicznymi (napęd hybrydowy, elektryczny lub wodorowy). Aby uniknąć strat w wyniku globalnej transformacji transportu, konieczne jest przeprofilowanie na czas lokalnej bazy produkcyjnej.

Raport 2: **Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)**

Według przytoczonych w raporcie danych, przemysł odpowiada za 22% generowanych w kraju gazów cieplarnianych. Wśród procesów przemysłowych odpowiedzialnych za największe emisje wymienia się produkcję paliw, cementu, chemikaliów, stali oraz żywności. Głównym źródłem gazów cieplarnianych w tym sektorze stanowi przede wszystkim produkcja ciepła, lecz pewna ich część jest produktem ubocznym procesu technologicznego. Autorzy przewidują, że możliwe jest zasadnicze ograniczenie emisji płynących z przemysłu do 2050 r., jeśli poprawiona zostanie efektywność energetyczna poszczególnych procesów technologicznych. Niezbędna jest też elektryfikacja procesu pozyskiwania ciepła oraz częściowe wykorzystanie biomasy oraz innych paliw alternatywnych (np. wodoru) do zastąpienia paliw kopalnych jako źródła ciepła w procesach przemysłowych. Model proponuje również zastosowanie technologii CCS do wychwytywania i wykorzystania produkowanych emisji. **Zastosowanie tej technologii jest warunkiem niezbędnym, aby przemysł w Polsce osiągnął neutralności klimatycznej.** Istnieje szereg wyzwań, które niesie za sobą wytyczona dla przemysłu ścieżka dekarbonizacji. Dekarbonizacja sektora przemysłowego wymaga bowiem zmian w całych procesach technologicznych, a niskoemisyjne technologie w wielu przypadkach nie są komercyjnie dostępne. Zmiany te wymagają z kolei dużych, kapitałochłonnych inwestycji.

Raport 3: **Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)**

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej przemysłu.

Raport 4: **New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)**

Z raportu o przekształceniu Polski w kierunku gospodarki niskoemisyjnej, dowiadujemy się jakie technologie umożliwią przekształcenie istniejącej gospodarki Polskiej na gospodarkę niskoemisyjną. W celu utrzymania wysokiego tempa industrializacji (około 5-7% rocznie w ciągu ostatnich dwóch dekad) i spełnienia celów klimatycznych Porozumienia paryskiego, nowe technologie produkcyjne będą musiały zostać wdrożone we wszystkich kluczowych gałęziach przemysłu ciężkiego. Przegląd dostępnych niskoemisyjnych technologii przemysłowych pokazuje, że jest kilka alternatywnych sposobów osiągnięcia głębokiej dekarbonizacji procesów przemysłowych. Wymagane inwestycje w bezemisyjną produkcję energii musiałyby wzrosnąć.

²¹ **Jednostki NUTS w Polsce** – system statystycznych jednostek terytorialnych w Polsce stanowiący część standardu NUTS, zintegrowany z innymi jednostkami tego typu w Unii Europejskiej.

Technologia	Przykładowy sposób użycia
Wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla lub jego wykorzystanie (CCS i CSU)	Wychwytywanie CO ₂ z procesów spalania paliw kopalnych w zakładach przemysłowych, m.in. ze strumieni technologicznych w produkcji stali, cementu, wodoru i amonu. Wychwycony CO ₂ można wykorzystać do produkcji chemikaliów, paliw, nawozów i innych produktów.
Wykorzystanie biomasy i odpadów	Zwiększone wykorzystanie biomasy i odpadów jako paliwa lub surowca w procesach produkcyjnych we wszystkich sektorach przemysłu.
Elektryfikacja źródeł ciepła i produkcja gazu syntetycznego	Wykorzystanie niskotemperaturowych systemów grzewczych zasilanych elektrycznie w przemyśle papierniczym czy spożywczym, systemy wysokotemperaturowe w produkcji szkła (fuzje elektryczne), ceramiki (piece elektryczne), żelaza i stali (zwiększone wykorzystanie elektrycznych piecy łukowych). Wykorzystanie energii elektrycznej w
Symbioza przemysłowa, tworzenie klastrów przemysłu ciężkiego	Potencjalne zastosowanie w przemyśle chemicznym i celulozowo-papierniczym, ale możliwe także w innych sektorach. Kolokacja produkcji w klastrach umożliwia bardziej optymalne wykorzystanie materiałów i energii poprzez wykorzystanie odpadów z jednego procesu jako surowca w innym.
Zastosowanie wodoru	Wodór stosowany jako surowiec do produkcji chemikaliów, zamiennik węgla w procesie stalowniczym oraz źródło energii w ogniowach paliwowych; wodór uzyskany w wyniku elektrolizy może stanowić bezemisyjne źródło energii.
Zastosowanie reaktorów wysoko temperaturowych (HTR)	Zastosowanie jako wysokotemperaturowe przemysłowe źródło ciepła, np. w branży chemicznej umożliwia znaczną redukcję emisji CO ₂ .

Tab.1 Potencjalne technologie do zastosowania w przemyśle niskoemisyjnym. (WiseEuropa, 2019)

CCS i CSU

Najbardziej konwencjonalna opcja polega na uzupełnieniu tradycyjnych systemów przemysłowych o technologie umożliwiające wychwytywanie dwutlenku węgla. Gaz ten można wychwytywać ze strumieni procesowych lub gazów spalinowych, sprężać, a następnie transportować statkiem lub rurociągiem do stałych miejsc składowania w formacjach geologicznych (CCS - Carbon Capture and Storage) lub wykorzystywać do produkcji chemikaliów, paliw, nawozów i innych produktów (CCU - Carbon Capture and Usage). Jest to proces energochłonny. W przeciwieństwie do inwestowania w środki na rzecz efektywności energetycznej lub źródła odnawialne, wychwytywanie CO₂ zwiększa zarówno nakłady inwestycyjne, jak i koszty operacyjne instalacji. Dlatego opalane węglem lub gazem elektrownie z instalacjami CCS przegrywają póki co w przetargach na działania w zakresie przyszłościowego miksu energetycznego z alternatywnymi technologiami niskoemisyjnymi, zwłaszcza ze źródłami odnawialnymi (które szybko stają się tańsze) i magazynowaniem energii. Niemniej jednak, CCS/CCU pozostają jednymi z kluczowych opcji możliwych, przyszłych scenariuszach dekarbonizacji przemysłu.

Wodór

Podobnym alternatywnym rozwiązaniem dla wykorzystania paliw kopalnych jest wodór otrzymywany metodą elektrolizy lub w wysokotemperaturowym procesie S-I. Ponieważ może być używany jednocześnie do magazynowania energii, do zasilania ogniw paliwowych (w sektorze transportu) i zastąpić węgiel redukcją rudy żelaza w procesie produkcji stali - opcja ta ma charakter wartości systemowej. Jednak nie wszystkie dostępne opcje (elektroliza, reforming gazu ziemnego - proces produkcji wodoru z metanu i pary wodnej, w niektórych przypadkach produkty uboczne procesów przemysłowych, (np. produkcji chloru) są równie atrakcyjne z punktu widzenia polityki klimatycznej. Aby osiągnąć głęboką redukcję emisji przemysłowych poprzez zastosowanie wodoru, emisje powstające podczas jego produkcji musiałyby zostać ograniczone (poprzez reforming gazu ziemnego z wykorzystaniem technologii CCS) lub wyeliminowane (drogą elektrolizy - czyli zmiany struktury chemicznej substancji, zachodzące pod wpływem przyłożonego do niej zewnętrznego napięcia elektrycznego - z wykorzystaniem energii elektrycznej o zerowej emisji dwutlenku węgla). Dodatkowe, duże zapotrzebowanie na energię elektryczną jest istotnym czynnikiem we wszystkich przypadkach, co oznacza potrzebę zbudowania nowych zdolności bezemisyjnych.

Reaktory wysokotemperaturowe

Ostatnia opcja technologiczna, dotychczas rzadko przywoływana w debacie europejskiej (ale badana m.in. w Japonii czy Chinach), to przemysłowe zastosowanie technologii jądrowych. Reaktory wysokotemperaturowe (HTR; ang. *high temperature reactors*) są jedną z możliwości zaspokojenia potrzeb grzewczych, na przykład w sektorze chemicznym. Ich wdrożenie oznaczałoby uniknięcie skoków zapotrzebowania na energię elektryczną i konieczności budowy infrastruktury CCS. Jednak ta technologia jest wciąż na wczesnym etapie rozwoju. Około tuzina takich reaktorów zostało do tej pory zbudowane, głównie w Chinach, i nie są jeszcze dostępne w handlu. Szersze zastosowanie HTR może spowodować podobne problemy, z którymi boryka się cała energetyka jądrowa. Te problemy to:

- utrudniona akceptacja społeczna
- rygorystyczne przepisy środowiskowe
- kapitałochłonność
- opóźnienia inwestycyjne i eskalacja kosztów.

Pomimo powyższych ryzyk warto zwrócić uwagę, że ścieżkę tę wybrał Oświęcimski Synthos Michała Sołowowa.²² Inwestycja ta, jeśli zostanie zrealizowana pozwoli na zdekarbonizowanie zakładów produkcyjnych jak również całego systemu ogrzewania miejskiego co przyniesie drastyczną redukcję emisji CO₂.

Innowacje organizacyjne

Najważniejsze innowacje organizacyjne to tworzenie klastrów zakładów przemysłowych, które umożliwiają wprowadzenie bardziej optymalnego wykorzystania materiałów i energii w celu uzupełnienia nowej produkcji technologicznej. Odpady z jednego procesu (w tym ciepło odpadowe) mogą być wykorzystywane jako surowiec w innym procesie prowadzącym do symbiozy przemysłowej. Tworzenie klastrów również ułatwia wdrażanie niskoemisyjnych technologii przemysłowych, takich jak CCS / CCU czy rozwiązania wodorowe. To jest stopniowa i długoterminowa strategia, która wymaga przede wszystkim podjęcia trudnego do oszacowania ryzyka uzależnienia się od przedsiębiorstwa partnerskiego, które w dłuższej perspektywie czasu może ograniczyć lub całkowicie zablokować produkcję poprzez odcięcie firmy od niezbędnych do produkcji komponentów.

Aglomeracje

Klastry organizacyjne to także wyzwanie dla miast, które działają dzięki jednemu dużemu zakładowi produkcyjnemu - jak w przypadku wielu średnich miast w Polsce. Z perspektywy miast i presji ekonomicznej do tworzenia klastrów przemysłowych, zielone technologie będą stanowić poważne zagrożenie w nadchodzących dziesięcioleciach. Bez technologii skutecznie dekarbonizujących poszczególne instalacje, mogą one doświadczyć trwałej utraty miejsc pracy i utraty dochodu lokalnych podatków. Te ośrodki tradycyjnego przemysłu, które nawiążą skoordynowaną współpracę z odpowiednimi sektorami zajmującymi się zielonymi technologiami na wczesnym etapie, mogą okazać się zwycięzcami. Jednym z takich przykładów jest Górny Śląsk, jeden z trzech największych węzłów przemysłu ciężkiego w Europie, obok Niemiec Zachodnich wraz z Beneluksem i Północnych Włoch (Strane Innovation, 2016).

²² <https://www.synthosgroup.com/en/synthos-group/news/news/synthos-green-energy-sa-rozpoczyna-dialog-regulacyjny-z-panstwowa-agencja-atomistyki-w-sprawie-reaktora-bwrx-300>

Raport 5: **EU coal regions: opportunities and challenges ahead** (Alves Dias et al., 2020)

Raport ten przedstawia m. in. 'strategie transformacji', zawierających oszacowanie potencjału różnych rozwiązań technologicznych, mogących przyczynić się do transformacji energetycznej regionów "wysokowęglowych" w kierunku niskoemisyjności. Wspomniane strategie transformacji streszczono poniżej:

CCS/CCU dla elektrowni węglowych

Zbadanie potencjalnej roli innowacyjnych rozwiązań technologicznych, takich jak wychwytywanie i składowanie CO₂ (CCS) i/lub wychwytywanie i wykorzystanie CO₂ (CCU), może stanowić jeden z mechanizmów transformacji regionów węglowych, ponieważ daje możliwość wykorzystania węgla do wytwarzania energii, z jednoczesnym wychwytem i trwałym magazynowaniem CO₂ powstałym podczas procesu wytwarzania energii. Czyste technologie węglowe zostały zidentyfikowane przez regiony europejskie jako priorytetowe Inteligentne Specjalizacje w strategiach rozwoju regionalnego. Warunkiem koniecznym dla wprowadzenia CCS jest jednak opłacalność komercyjna, a także społeczna i polityczna akceptacja tej technologii.

a. Obiekty „gotowe do wychwytywania CO₂”.

„Obiekt gotowy na CCS” (ang. *Carbon Capture and Storage Readiness* - CCS Ready lub CCSR) to wielkoskalowe przemysłowe źródło CO₂, tj. fabryka, instalacja, elektrownia, etc., które może i ma być w zamierzeniu wyposażone w technologię CCS, gdy zaistnieją niezbędne czynniki regulacyjne (odpowiednie prawo) i ekonomiczne (możliwość sfinansowania inwestycji w technologię CCS). Cel budowy nowych obiektów lub modyfikacji istniejących w kierunku statusu CCS Ready to zmniejszenie ryzyka zablokowania możliwości emitowania CO₂ przez dany obiekt (np. z powodu przyszłych regulacji prawnych, zbyt wysokich kosztów uprawnień do emisji, etc.) lub niemożności pełnego wykorzystania obiektów w przyszłości bez CCS. CCS Ready nie jest narzędziem ograniczania emisji CO₂, ale sposobem na łagodzenia skutków emisji CO₂ w przyszłości. Status CCSR przestaje obowiązywać w jurysdykcjach, w których niezbędne czynniki regulacyjne już istnieją lub gdy zostaną wprowadzone. (Global CCS Institute, 2010)

Zgodnie z art. 33. Dyrektywy CCS²³ (Dyrektywa 2009/31/WE), transponowanej do polskiego porządku prawnego w postaci nowelizacji Ustawy Prawo geologiczne i górnicze²⁴, państwa członkowskie muszą zapewnić, aby operatorzy wszystkich obiektów w których następuje proces spalania w celu wytworzenia energii o znamionowej mocy elektrycznej 300 MW (megawatów) lub większej ocenili, czy zapewnione są warunki: 1) dostępności odpowiednich składowisk; 2) ekonomicznej i technicznej dostępności urządzeń transportowych oraz 3) do możliwej modernizacji instalacji/obiektu pod kątem wychwytywania CO₂.

W krajach, w których można by wdrożyć CCS, miejsca pracy związane z elektrowniami mogą zostać zachowane i zwiększone o zadania związane z obsługą wychwytywania, transportu i składowania CO₂. Wstępna analiza wskazuje, że również w Polsce mogą powstać dodatkowe miejsca pracy dzięki wdrożeniu CCS w elektrowniach poszczególnych regionów. Na przykład dla woj. łódzkiego, wstępne szacunki wskazują na potencjał modernizacji wychwytywania CO₂ w ponad połowie mocy elektrowni węglowych. Zatem tylko w tym regionie liczba miejsc pracy utworzonych w wyniku wdrożenia CCS może mieścić się w przedziale od około 500 do prawie 1200 (dane szacunkowe).

Niemniej jednak CCS wiąże się z kosztami, które do tej pory były trudne do udźwignięcia. W zależności od rodzaju węgla, z którego korzysta elektrownia, CCS pociąga za sobą dodatkowy koszt wynoszący od 35% do około 70%.

²³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0031&from=HU>

²⁴ <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20111630981/U/D20110981Lj.pdf>

b. Ograniczenie skutków emisji CO₂ w budownictwie i przemyśle

Budownictwo i przemysł wymagają paliw kopalnych, głównie węgla, zarówno jako surowca, jak i źródła energii. Przejście na energię niskoemisyjną będzie miało znaczący wpływ na te gałęzie gospodarki. W dążeniu do ich niskoemisyjnej przyszłości konieczne byłyby drastyczne cięcia emisyjności w porównaniu z obecnymi poziomami, wymagające przełomowych poziomów finansowania i technologii, m. in. redukcji emisji o ponad 80%. CCS jest wskazana w Mapie Drogowej Komisji Europejskiej²⁵ jako kluczowa technologia pozwalająca na osiągnięcie większych redukcji emisji.

Technologie wychwytywania CO₂ są stosunkowo dojrzałe i można je już dziś powoli wdrażać w istniejących obiektach bez zakłócania obecnych procesów produkcyjnych i potencjalnie wspierać transformację regionów węglowych. Regiony, które prawdopodobnie ucierpią podczas przejścia na gospodarkę niskoemisyjną, mogą skorzystać na rozważeniu wsparcia takich działań i dywersyfikacji swoich gospodarek i rynków pracy. Może to być szczególnie istotne wówczas, gdy CCS spotyka się z krytyką opinii publicznej na poziomie krajowym (np. w przeszłości w Niemczech i Holandii).

Składowanie CO₂ i produkcja metanu z pokładów węgla

Według raportu, największy potencjał składowania CO₂ jest w Polsce i Danii - dlatego też może to być kierunek szczególnie pogłębionej analizy pod kątem celów neutralności klimatycznej oraz samowystarczalności energetycznej GZM.

a. Składowanie CO₂ na polach węglowych

Śląskie zagłębienie węglowe (NUTS-22) posiada szacowaną pojemność składowania 415 - 1254 mln ton CO₂.²⁶

b. Produkcja metanu z pokładów węgla

Złóża węgla można wykorzystać w działaniach prowadzących do pozyskania ulepszanego metanu z pokładów węgla (ang. *enhanced coal-bed methane* - ECBM), w którym wtryskiwany CO₂ wypiera uprzednio zaabsorbowany metan. W pokładach węgla znajduje się do 25 m³ metanu na tonę węgla²⁷ i zazwyczaj w tym procesie można odzyskać 50% metanu.

Wdrażanie rozwiązań CO₂-ECBM przyciągnęło uwagę projektów finansowanych przez UE. W Polsce opracowano projekty pilotażowe i testy demonstracyjne - na przykład RECO₂POL²⁸ (Kaniów, województwo śląskie), który obejmował zatłaczanie 760t CO₂ w 2005 r. i MOVECBM²⁹ w 2011 r. Obszary, które mogłyby zostać wykorzystane do projektów CO₂-ECBM w Polsce to zagłębła dolnośląskie i lubelskie.³⁰

Działania te, poza tym, że mają znaczenie dla klimatu, mogą również minimalizować potencjalne zagrożenia wynikające z niekontrolowanej emisji metanu, jego akumulacji i potencjału wybuchowego³¹. Ponadto wykorzystanie i handel odzyskanym metanem może pomóc w rozwiązywaniu problemu wysokich kosztów składowania CO₂.

c. Wdrożenie CCS a zatrudnienie

²⁵ https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en_0.pdf

²⁶ <http://www.geology.cz/geocapacity/publications>

²⁷ https://ieaghg.org/docs/General_Docs/Reports/2010-TR2.pdf

²⁸ <https://cordis.europa.eu/project/id/ENK5-CT-2001-00539/pl>

²⁹ <https://cordis.europa.eu/project/id/38967>

³⁰ <http://www.geology.cz/geocapacity/publications>

³¹ Backhaus, C., Mróz, A., Willenbrink, B., CHP with Coal Mine Gas from Abandoned Mines, 4th European Coal Conference, Ustroń, 26-28, September 2000

Dyrektywa CCS weszła w życie w kwietniu 2009 r. w celu ustanowienia ram prawnych dla bezpiecznego składowania CO₂, w oparciu o dostępność odpowiednich formacji geologicznych, okresu użytkowania składowisk oraz koncepcji planów monitorowania, które mają być aktualizowane co pięć lat, w odniesieniu do ryzyka wycieku, wszelkich zmian w ocenach, nowej wiedzy naukowej i/lub ulepszeń dostępnej technologii. Operator pozostaje odpowiedzialny za monitorowanie obiektu po jego zamknięciu. Obecnie 16 państw członkowskich posiada przepisy wdrażające Dyrektywę CCS, ale tylko Polska wyznaczyła obszar składowania.

Jeśli chodzi o miejsca pracy, szacuje się, że w całej Europie może powstać około 330 000 miejsc pracy w łańcuchu dostaw, a mianowicie przy dostawie sprzętu CCS, eksploatacji i budowie instalacji do składowania CO₂.

Rekultywacja kopalń - potencjalne wykorzystanie terenów kopalni po ich zamknięciu

W UE przemysł wydobywczy podlega Dyrektywie w sprawie odpowiedzialności za środowisko (Dyrektywa 2004/35/WE)³², która opiera się na zasadzie „zanieczyszczający płaci”. Dyrektywa obowiązuje od 2004 r. i była stopniowo włączana do krajowych porządków prawnych do 2007 r.

Obecnie działania rekultywacyjne są częścią planów zamykania kopalń wymaganych przez agencje regulacyjne na poziomie krajowym. Stanowią one element procesu oceny oddziaływania na środowisko i są przedkładane do zatwierdzenia przed wydaniem praw górniczych.

Wiele projektów rekultywacyjnych wykorzystało tworzenie terenów rekreacyjnych i parków rozrywki jako sposób na ożywienie społeczno-ekonomicznych struktur regionu górniczego.

Najwyższym szczytem centralnej Polski jest Góra Kamieński³³, zbudowana z nadkładu z kopalni węgla brunatnego Bełchatów (nadal działającej). Kompleksowy plan rehabilitacji przekształcił tę przemysłową lokalizację w nowoczesny, letni i zimowy kurort turystyczny. Główną atrakcją jest stok narciarski o długości 760 m, a na terenie obiektu znajduje się również tor saneczkowy i kilka tras rowerowych.

W ten sposób zrehabilitowane kopalnie mogą stanowić atut dla rozwoju społeczno-gospodarczego regionów. Przy czym konieczne jest planowanie, aby przewidzieć i zidentyfikować optymalne rozwiązania. W każdej kopalni niezbędna jest długoterminowa i systemowa wizja kompleksowych, wzajemnie na siebie wpływających rozwiązań.

Ścisła współpraca między przedsiębiorstwami górniczymi, organami regulacyjnymi, planistami zagospodarowania przestrzennego, inwestorami, władzami regionalnymi/lokalnymi i obywatelami jest niezbędna do określenia najbardziej zrównoważonych zastosowań terenów pokopalnianych i maksymalizacji rozwoju społeczno-gospodarczego³⁴. Doświadczenia w Europie Środkowo-Wschodniej pokazują, że współpraca wielu ekspertów z wielu dyscyplin naukowych i obszarów specjalizacji, zaangażowanie społeczności lokalnych oraz istnienie odpowiednich ram prawnych są niezbędne dla rekultywacji i użytkowania terenów postgórniczych³⁵.

Przekształcenie kopalni węgla w odnawialne źródła energii

Przekształcenie kopalni na wytwarzanie energii odnawialnej może zapewnić wartość ekonomiczną i przyczynić się do bezpieczeństwa energetycznego po zamknięciu kopalni. Wiele projektów w zakresie energii odnawialnej jest już realizowanych lub zostało zaproponowanych w kopalniach węgla. Należy pamiętać o tym, aby zapewnić zgodność planowanych rozwiązań z lokalnymi warunkami.

³² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0035&from=PL>

³³ <http://www.gorakamiensk.info>

³⁴ <https://keep.eu/projects/1014/>

³⁵ <https://morawa.at/annotstream/9783865812940/PDF/Wirth-Peter/Post-Mining-Regions-in-Central-Europe.pdf>

a. Możliwości fotowoltaiki

Na terenach byłych kopalni, gdzie można wykluczyć inne bardziej wartościowe zastosowania społeczno-gospodarcze, a które posiadają korzystne nasłonecznienie, strategiczną możliwością jest produkcja energii fotowoltaicznej. Z jednej strony pozytywne postrzeganie odnawialnych źródeł energii przez społeczeństwo oznacza, że ta opcja prawdopodobnie zostanie przyjęta bez sprzeciwu. Ponadto, poza korzyściami dla bezpieczeństwa energetycznego, rozwiązanie to może również pomóc w tworzeniu nowych miejsc pracy i umożliwiać ponowne zatrudnienie, zwłaszcza na etapie budowy.

Kopalnie często obejmują rozległe obszary z płaskimi formami ukształtowanymi na nowo w wyniku działalności wydobywczej, a także sztuczne skarpy i grzbiety na wyższych wysokościach, utworzone przez nagromadzenie odpadów poflotacyjnych i innych odpadów kopalnianych. Rozwój takich projektów korzysta z istniejącej infrastruktury, która pozwala uniknąć dodatkowych kosztów kapitałowych oraz posiada niższe koszty transakcyjne gruntów na byłych obszarach górniczych, które mają stosunkowo niewielu właścicieli.

Przykładów przebudowy dawnych kopalni w celu wytwarzania energii słonecznej jest wiele, zwłaszcza w Niemczech. W 2004 roku dawna kopalnia węgla brunatnego Goettelborn³⁶ w Saarland (południowo-zachodnie Niemcy) została przekształcona w park fotowoltaiczny, stając się wówczas największym tego typu. Elektrownia słoneczna Geosol w Espenhain³⁷ została zbudowana w 2004 r. na terenie dawnej kopalni węgla brunatnego. Obiekt składa się z około 33 500 modułów słonecznych i wytwarza 5 MW.

b. Szanse w energetyce wiatrowej

Niektóre były kopalnie węgla znajdują się na obszarach o bardzo odpowiednich właściwościach do instalacji dużych farm wiatrowych:

- są umieszczane na obszarach o wysokiej szerokości geograficznej z silnymi wiatrami;
- obejmują one rozległe i otwarte obszary, co umożliwia realizację projektów wiatrowych na dużą skalę, zrealizowanych w jednej konkretnej lokalizacji;
- część infrastruktury byłych kopalń można ponownie wykorzystać na farmy wiatrowe, w tym linie przesyłowe energii i inną infrastrukturę (np. drogi). Zmniejsza to zarówno koszty likwidacji kopalni, jak i koszty inwestycyjne nowej farmy wiatrowej.

Pozytywny wpływ na lokalną gospodarkę ma również instalacja projektów energetyki wiatrowej na terenach pokopalnianych. Na etapie budowy i eksploatacji powstają nowe lokalne możliwości zatrudnienia. Na przykład farma wiatrowa Black Law³⁸ znajdująca się w Szkocji została rozbudowana z 54 do 88 turbin wiatrowych o mocy 187 MW (ScottishPower Renewables, 2017) - dzięki temu utworzono prawie 2000 miejsc pracy dla pracowników budowlanych i personelu wsparcia technicznego.

Tereny pokopalniane mogą stanowić wyzwanie konstrukcyjne dla turbin wiatrowych, natomiast elektrownie wiatrowe posadowione na takich właśnie obszarach pokazują, że szereg rozwiązań technologicznych pozwala to wyzwanie pokonać. Przykładami mogą tu być Windpark Klettwitz³⁹ w Niemczech i farma wiatrowa Maesgwyn w Wielkiej Brytanii, które wykorzystały metodę zagęszczania dynamicznego, aby zwiększyć gęstość gruntu i rozwiązać jego niestabilność. Dodatkowo w Windpark Klettwitz zainstalowano specjalnie opracowane fundamenty rampowe. Należy jednak podkreślić, że

³⁶ <https://en.wikipedia.org/?curid=14683625>

³⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Solarkraftwerk_Espenhain

³⁸ https://www.scottishpowerrenewables.com/pages/black_law.aspx

³⁹ https://de.wikipedia.org/wiki/Windparks_in_Schippkau

proponowane przez Autorów raportu rozwiązania w zakresie energetyki wiatrowej realizowane mogą być jedynie na terenach byłych kopalni odkrywkowych węgla, których na obszarze GZM nie ma.

c. Potencjał zasobów wiatru i słońca

Raport podaje procentowe wartości potencjału energetycznego fotowoltaiki i energii wiatrowej dla poszczególnych regionów europejskich (NUTS). I tak dla regionu Górnego Śląska (NUTS PL22) potencjał ten został określony jako 11,95% dla energii słonecznej oraz 67,41% dla energii wiatrowej.

d. Produkcja energii geotermalnej w byłych kopalniach

Zamknięte i zalane kopalnie mają duży potencjał jako zasoby geotermalne, które można wykorzystać do wytwarzania energii na małą i średnią skalę oraz do celów grzewczych i chłodniczych. To wydajne, opłacalne rozwiązanie zostało wdrożone w wielu krajach na całym świecie (Ramos, Breede i Falcone, 2015)⁴⁰ i ma znaczący potencjał w Europie, w szczególności w zakresie ciepłownictwa i tworzenia zrównoważonych społeczności postgórnictwa.

Pomimo pozytywnych skutków społeczno-ekonomicznych, które można osiągnąć dzięki wykorzystaniu kopalń do pozyskiwania energii geotermalnej oraz dużej liczby zamkniętych kopalń, w Europie wykorzystano w ten sposób stosunkowo niewiele kopalń. Projekt REMINING-LOWEX⁴¹, finansowany w ramach 6. Programu Ramowego (SUSTDEV), miał na celu przekształcenie europejskich obszarów górniczych w zrównoważone społeczności poprzez integrację podaży i popytu, w oparciu o zasady niskiej egzergii⁴². W tym projekcie cztery społeczności lokalne (Heerlen w Holandii, Zagorje w Słowenii, Czeladź w Polsce i Chernomorec w Bułgarii) miały na celu zademonstrowanie wykorzystania lokalnych odnawialnych źródeł energii z wody w zamkniętych kopalniach do ogrzewania i chłodzenia budynków. Ich celem było stworzenie dwóch zrównoważonych społeczności górniczych (Heerlen i Zagorje) z 50% do 100% redukcją CO₂ i 60% odnawialnymi źródłami energii. Za najbardziej udany uznano projekt Heerlen, zlokalizowany w prowincji Limburg w Holandii.

Z kolei celem Glasgow Geothermal Energy Research Field uruchomionego w 2017 r. jest status światowej klasy ośrodka badawczego przyciągającego światowych naukowców i inżynierów do badania wykorzystania wód kopalnianych do produkcji energii geotermalnej.

Dostępne są również ogólnosiłowe przeglądy innych przypadków wykorzystania kopalń do energii geotermalnej - patrz przypisy ⁴³, ⁴⁴. Możliwość wykorzystania kopalń do odzyskiwania energii geotermalnej zależy od takich czynników jak historia kopalni, przepływ wody i powietrza, hydrologia, geologia i oczywiście otoczenie polityczne i regulacyjne (Malolepszy, Demollin-Schneiders i Bowers, 2005)⁴⁵.

Raport wspomina również, ale nie precyzuje potencjału dla Polski możliwości w elektrowniach wodnych i hydro elektrowniach szczytowo-pompowych. Jako kraje z potencjałem wskazane zostały Hiszpania i Niemcy.

Ponowne zatrudnienie i nowe umiejętności

W przypadku, gdy górnicy poszukują ponownego zatrudnienia w tym samym regionie, może to mieć miejsce w tym samym lub innych sektorach, z tym samym zestawem umiejętności lub zmodyfikowanym zestawem umiejętności. Nowe możliwości pracy mogą pojawić się na samych zlikwidowanych obiektach

⁴⁰ https://www.researchgate.net/publication/274245689_Geothermal_heat_recovery_from_abandoned_mines_a_systematic_review_of_projects_implemented_worldwide_and_a_methodology_for_screening_new_projects

⁴¹ <https://smartcities-infosystem.eu/sites-projects/projects/remining-lowex>

⁴² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Egzergia>

⁴³ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2a348f71-4479-11e9-a8ed-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-96311709>

⁴⁴ <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-015-4285-y>

⁴⁵ <https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2005/0254.pdf>

lub w całym regionie. Doświadczenia Europy Środkowej pokazują (w różnych sektorach górniczych), że liczba miejsc pracy tworzonych w niektórych typach sektorów postgórniczych (np. w turystyce i rekreacji, gastronomii, edukacji, budownictwie) jest zwykle mniejsza niż liczba utraconych miejsc pracy. Ponadto stwierdzono, że MŚP (Małe i Średnie Przedsiębiorstwa) odgrywają ważną rolę w działalności postgórniczej o charakterze sportowym, kulturalnym i turystycznym (Wirth, Černič Mali i Fischer, 2012)⁴⁶.

Zdolność regionu do przyciągania nowych gałęzi przemysłu zależy od warunków ramowych (np. położenie geograficzne, współpraca międzyregionalna, bariery administracyjne na poziomie krajowym, takie jak kwoty sieciowe dla OZE), a także od obecności długoterminowego planowania regionalnego. Przejście regionów węglowych na zrównoważoną energię można ułatwić za pomocą:

- przeprowadzenia ocen społecznych i ocen wrażliwości na zmiany istniejących kopalni węgla i konwencjonalnych elektrowni;
- wstępnego i kompleksowego planowania strategicznego;
- integrację technologii przyjaznych dla klimatu i odpornych na zmianę klimatu jako części rządowych strategii budowania potencjału;
- rozpoczęcia inkluzywnych procesów na poziomie społeczności w celu przewidywania przyszłości poza węglem;
- włączenia odchodzenia od węgla w politykach energetycznych i klimatycznych na szczeblu państwowym;
- zapewnienia wsparcia finansowego (np. poprzez rozważenie, jak najlepiej wykorzystać fundusze UE do wspierania transformacji społeczności górniczych)⁴⁷;
- otwarcia tymczasowych lokalnych centrów zasobów oferujących porady w zakresie możliwości zatrudnienia i szkoleń, a także usługi doradcze; takie rozwiązanie, zastosowane bezpośrednio po zamknięciu kopalni i elektrowni może zostać bardzo pozytywnie odebrane.

Kraj Saary i Zagłębie Ruhry w Niemczech są przykładem strategicznego podejścia do stopniowego procesu restrukturyzacji przemysłu, który rozpoczął się już w latach 50. i 60. XX wieku. Równolegle do wspierania i restrukturyzacji przemysłu hutniczego i metalowego powstawały inne branże (motoryzacja i turystyka). Silne inwestycje w badania i rozwój, tworzenie uniwersytetów i ośrodków badawczych (w dziedzinie informatyki, biotechnologii i medycyny), tworzenie parków technologicznych, wspieranie transferu technologii oraz ukierunkowane wsparcie dla małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) były kluczowymi elementami transformacji. Związki zawodowe odegrały ważną rolę w ułatwianiu negocjowanych wycofań z przemysłu węglowego. Strukturalna polityka regionalna oraz wykorzystanie europejskich funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności odegrały kluczową rolę. Regiony skorzystały również z pozytywnych czynników lokalizacyjnych: położenia w sercu Europy, potencjału współpracy z sąsiednimi regionami w krajach sąsiednich, a także dostępności dużych obszarów (połączenie idealne dla logistyki, sieci handlowych i firm transportowych). Ustanowiono plan świadczeń socjalnych, aby wspierać przejście do nowych miejsc pracy. Wprowadzono obfite wcześniejsze emerytury (od 45/49 lat). Wspierające polityki ramowe, takie jak elastyczność umów o pracę i proste procedury wydawania pozwoleń dla nowych przedsiębiorstw, umożliwiły zatrudnienie w branżach innych niż węglowe. Odzwierciedlając trudności związane z odejściem od węgla, pomimo stopniowego i kompleksowego

⁴⁶ <https://morawa.at/annotstream/9783865812940/PDF/Wirth-Peter/Post-Mining-Regions-in-Central-Europe.pdf>

⁴⁷ <https://bankwatch.org/project/just-transition>

podejścia do restrukturyzacji przemysłu, bezrobocie w Kraju Saary i Zagłębiu Ruhry jest nadal wyższe niż w sąsiednich regionach Niemiec.

4.4. Sektor transportu

Raport 1: **Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)**

Na terenie GZM transport publiczny zdominowany jest przez komunikację autobusową, przy zauważalnym niedorozwoju transportu szynowego. W porównaniu do innych województw, liczba miejsc w tramwajach w przeliczeniu na jednego mieszkańca województwa jest kilkakrotnie niższa niż m.in. w Małopolsce, Wielkopolsce, województwie łódzkim czy na Mazowszu. Trzeba podkreślić, że jest to dodatkowa przyczyna niskiej jakości powietrza, nakładająca się na zanieczyszczenia pochodzące z przemysłu i gospodarstw domowych.

Zdaniem Autorów raportu oznacza to konieczność zwiększenia nakładów publicznych na transport zbiorowy w GZM oraz pozostałych miastach regionu. Obecnie skala wydatków na ten cel i ich udział w budżetach miejskich w województwie śląskim kształtuje się poniżej poziomów odnotowywanych w największych polskich miastach.

Autorzy sugerują również, że większy nacisk powinien zostać położony na zwiększenie gęstości sieci ścieżek rowerowych oraz dostępności rowerów dla mieszkańców. Konieczne jest także zwiększenie częstotliwości kursowania transportu zbiorowego oraz zmiany prowadzące do rozwoju policentrycznego transportu (obecnie większość połączeń szynowych zbiega się w Katowicach). Miasta GZM potrzebują rozwoju nowych połączeń pomiędzy sobą (na przykład poprzez powstającą właśnie kolej metropolitalną). Innowacyjnym rozwiązaniem mogłyby być trolejbusy. Jest to transport oparty na energii elektrycznej, jednak nie rozwój sieci trakcyjnej jest tańszy niż rozwój torowisk szynowych. Dzięki temu umożliwi się podniesienie efektywności lokalnych rynków pracy, ograniczenie niedoborów siły roboczej oraz zmniejszenie znacznych różnic poziomu bezrobocia pomiędzy sąsiadującymi obszarami. Rekomendowane jest również rozwijanie szynowego transportu publicznego i zeroemisyjnego transportu drogowego w ramach Funduszu Niskoemisyjnego Transportu⁴⁸. Poza rozwojem regionalnego, spójnego systemu transportowego, konieczne jest również podniesienie jakości oferowanych usług w transporcie publicznym.

Autorzy zwracają uwagę, że pomimo iż region zyskał przewagę w dobrym skomunikowaniu z Czechami i zachodnią Polską (początek lat dwutysięcznych) musi zmierzyć się obecnie z widocznym niedoinwestowaniem kierunku północ – południe, a więc połączenia regionu z Czechami poprzez Bramę Morawską oraz linie Śląsk – centrum Polski – Bałtyk i Śląsk – Wielkopolska – Pomorze Zachodnie.

W przypadku utrzymania obecnego trendu powolnych zmian w transporcie, w GZM możemy się spodziewać równie powolnej rozbudowy infrastruktury zasilania pojazdów elektrycznych. Jednakże w celu zmiany jakościowej, spójnej z potrzebami modernizacji i rewitalizacji tkanki miast, konieczne jest przesunięcie mobilności w kierunku transportu publicznego – zeroemisyjnych autobusów oraz pojazdów szynowych, oraz ograniczanie ruchu konwencjonalnych, emisyjnych samochodów osobowych w miastach.

Na podstawie danych z uchwał budżetowych z 2018 roku różnych miast w Polsce (w tym miast należących do GZM), przeanalizowano wydatki na transport zbiorowy w stosunku do wydatków całłościowych budżetów miejskich i w przeliczeniu na mieszkańca. Okazało się, że miasta takie jak: Gliwice, Jastrzębie Zdrój, Ruda Śląska, Bytom, Zabrze czy Sosnowiec przeznaczają 4 - 7 razy mniej procent budżetu miasta na komunikację zbiorową niż Warszawa czy Poznań. Ponadto wszystkie wyżej wymienione miasta wydają na mieszkańca rocznie poniżej 400 złotych (jedynie Katowice przeznaczają ok. 600 zł / mieszkańca). Od tych mało spektakularnych statystyk odróżniają się w GZM jedynie Tychy, które przeznaczają 13% budżetu na transport zbiorowy.

⁴⁸ <https://www.gov.pl/web/klimat/fundusz-niskoemisyjnego-transportu>

Raport 2: **Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)**

Z danych z 2017 r. wynika, że sektor transportu odpowiada za ok. 15% całkowitych emisji gazów cieplarnianych, z czego 98% produkowanych jest przez transport drogowy. Według proponowanego w raporcie modelu, w latach 2020-2030, sektor transportu będzie przodował w zakresie dekarbonizacji. Na przestrzeni dekady koszty posiadania pojazdu z napędem elektrycznym powinny zrównać się z kosztami posiadania samochodu spalinowego. Ponadto, zastąpienie pojazdów z napędem spalinowym elektrycznymi pojazdami osobowymi oraz ciężarówkami i autobusami zasilanymi wodorem (pojazdy elektryczne z ogniwami paliwowymi) jest kluczowe dla dekarbonizacji sektora transportowego. Aby Polska mogła osiągnąć neutralność emisyjną do 2050 r. konieczna byłaby niemal całkowita redukcja ilości gazów cieplarnianych emitowanych przez ruch drogowy. Konieczne są również zmiany w zachowaniu użytkowników samochodów osobowych. Autorzy raportu zwracają uwagę na rosnące zainteresowanie alternatywnymi rozwiązaniami dla dotychczasowego sposobu przemieszczania się. Częstsze staje się współdzielenie pojazdów oraz, szczególnie w miastach, dzięki rozwiniętemu transportowi publicznemu, całkowita rezygnacja z posiadania pojazdów osobowych.

Raport 3: **Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)**

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej transportu.

Raport 4: **New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)**

Polski transport według raportu WiseEuropa to przede wszystkim wprowadzenie norm emisji, wsparcie rozwoju paliw alternatywnych oraz transportu publicznego, które umożliwią Polsce przestawienie się tak jak europejski transport na niskoemisyjną ścieżkę rozwoju. Ograniczone ulepszenia w stosunku do konwencjonalnego spalania silników i powolne zmiany zachowań, które były przedmiotem polityki w przeszłości, nie mogą zrównoważyć rosnącego popytu na usługi transportowe w UE. W konsekwencji przejście na pojazdy z napędem alternatywnym i rosnące znaczenie kolei oraz transportu publicznego mają decydujące znaczenie, jeśli Polska (Europa) ma zrealizować swoje długoterminowe cele klimatyczne i ograniczyć zależność od importowanej ropy.

Cele w transporcie - jakość powietrza, a przemysł motoryzacyjny

Ważnym motorem zmian w tym obszarze polityki jest niska jakość powietrza, w większości związana z emisjami z pojazdów w miastach UE. Z drugiej strony, z perspektywy polityki przemysłowej kluczowe jest tworzenie korzystnych warunków do zmiany oferty produktowej europejskiego przemysłu motoryzacyjnego, który jest obecnie zagrożony poprzez narastającą konkurencję związaną z szybkim postępem technologicznym w elektromobilności, jakiego dokonali Chińczycy, firmy japońskie i amerykańskie. Strategiczne działania KE wprowadzą konieczną zeroemisyjność dla wszystkich produktów motoryzacyjnych, ale zmiany będą wprowadzane stopniowo, aby jak najmniej ucierpieł przemysł i miejsca pracy.

Polska strategia

Polskie dokumenty strategiczne generalnie deklarują wsparcie dla rozwoju zrównoważonego transportu niskoemisyjnego. Niemniej jednak Polska należy do nielicznych krajów UE, które jeszcze nie wspierają rozwoju zrównoważonego transportu niskoemisyjnego. Polska nie wprowadziła żadnych rozwiązań fiskalnych, które odstraszają by systemowo od kupowania i używania najmniej wydajnych pojazdów. W większości krajów UE poziomy opodatkowania są powiązane z emisjami CO₂ z pojazdów (i odpowiednim zużyciem paliwa) lub zgodnością z normami środowiskowymi. Projekt KPEiK deklaruje redukcję emisji z samochodów osobowych i lekkich samochodów dostawczych o 15% w latach 2021-2025 i o 30% do 2030 r., ale bez szczegółowego określenia kursu działań zapewniających osiągnięcie tych celów. Jednocześnie prognozy towarzyszące KPEiK nie przewidują istotnych zmian w poziomie lub strukturze zużycia paliw w całym sektorze nawet do 2040 roku: zakładany wskaźnik elektryzowania transportu jest niski a i dodatkowo brakuje znaczącego wzrostu wykorzystania innych paliw alternatywnych. Jest to oczywiście niezgodne z scenariuszami zmian sektorowych przyjętych w innych

krajach europejskich (np. W Norwegii⁴⁹). Osiągnięcie głębokiego ograniczenia emisji w transporcie do 2050 r. wymaga przyspieszenia restrukturyzacji technicznej i organizacyjnej polskiej floty samochodowej już w najbliższej dekadzie, tak aby polska gospodarka mogła szybko zaprzestać importowania ropy w latach 30. i 40. XX wieku.

Elektromobilność

Rozwój elektromobilności prawdopodobnie będzie musiał zostać uzupełniony działaniami w sektorach trudnych do zelektryfikowania (lotnictwo, transport towarowy, transport długodystansowy), wymagający zastosowania silników hybrydowych, nowych sposobów wytwarzania biopaliw oraz - w dłuższej perspektywie - paliw syntetycznych i wodoru powstającego przy udziale wykorzystania energii elektrycznej o zerowej emisji CO₂. W perspektywie długoterminowej Polska przygotowuje się na kluczowe wyzwania dla polskiej polityki publicznej w latach 20. XXI wieku. Będą to szybkie zmiany technologiczne, które zaczną wpływać na rynek po 2025 r. W tym oczekuje się, że napędy elektryczne zyskają trwałą przewagę kosztową nad spalinowymi silnikami, przechodząc w ten sposób z niszowej rynkowej (mniej niż 10% sprzedaży pojazdów) do pozycji dominującej. W rezultacie, zamiast dotować zakupy nowych samochodów elektrycznych dla pasażerów, model Funduszu Transportowego Niskoemisyjnego (Low-Emission), powołany przez Ministerstwo Energii RP w celu wspierania projektów elektromobilności, powinien w międzyczasie skupić się na finansowaniu stacji ładowania pojazdów elektrycznych i elektryfikacji transportu.

Usługi

Działania rządu muszą mieć na celu stworzenie sprzyjającego środowiska dla sprawnej zmiany technologicznej w transporcie poprzez politykę ułatwiającą systemową zmianę popytu na usługi transportowe. W ostatnich dziesięcioleciach szczególne znaczenie transportu publicznego to transport kolejowy, autokarów i autobusów, które spadły w odniesieniu do usług transportowych jako całości. Co ważne, spadek dotyczył nie tylko udziału tych środków transportu w transporcie ogólnym, ale także ich całkowitej objętości. Jeszcze bardziej niepokojące jest to, że trend ten nie dotyczy całej UE: wykorzystanie transportu publicznego rośnie w wielu dużych krajach (m.in. Francja, Niemcy, Wielka Brytania i Rumunia). Malejące wykorzystywanie transportu publicznego w Polsce już nie jest spowodowany rosnącą zamożnością społeczeństwa, ale raczej błędami polityki publicznej (np. zmniejszaniem częstotliwości i sieci połączeń⁵⁰). To podkreśla pilną potrzebę zwiększenia finansowania dla rozwoju kolei (w tym kolei dużych prędkości) oraz infrastruktury miejskiej (sieci tramwajowych, metra, kolei podmiejskich, integracji różnych środków transportu poprzez dogodne połączenia) oraz obsługę przewozów autobusowych i autokarowych w obszary peryferyjne.

Raport 5: EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej transportu.

4.5. Budynki

Raport 1: Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)

Na terenie całego województwa śląskiego potrzebna jest głęboka termomodernizacja połączona z zastosowaniem zeroemisyjnych źródeł ciepła lub podłączaniem do niskoemisyjnych systemów ciepłowniczych. Kompleksowa rewitalizacja obszarów przemysłowych musi mieć na celu także ich zmiany w kierunku zerowej emisyjności, dobrego połączenia transportem zbiorowym i rowerowym oraz

⁴⁹ Raport Sektorowy. Sektor zielonych technologii w Norwegii, Polska Agencja Inwestycji i Handlu, Warszawa, październik 2018

⁵⁰ <https://www.forbes.pl/gospodarka/transport-publiczny-w-polsce-w-latach-1989-2018/6r7jjxw>

realizację kompleksowych inwestycji infrastrukturalnych spójnych z koncepcją smart, green city⁵¹ oraz Przemysłu 4.0⁵².

Raport 2: **Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)**

Ogrzewanie i klimatyzacja pomieszczeń oraz podgrzewanie wody jest głównym źródłem gazów cieplarnianych w sektorze mieszkaniowym. Autorzy raportu proponują dwie ścieżki dekarbonizacji obiektów budowlanych. Pierwsza z nich zakłada zmiany w obrębie zasilanego węglem systemu ciepłowniczego, z którego korzystają głównie mieszkania oraz obiekty komercyjne, a także wymianę systemów ogrzewania pozostałych gospodarstwach domowych. Pośród źródeł energii, które mogą zastąpić obecnie stosowane bojler, piec węglowy oraz piec gazowy wymienia się: biomasę, geotermalne pompy ciepła oraz piec elektryczny, dobrane w zależności od rodzaju i wielkości budynku, gęstości okolicznej zabudowy, możliwości budynku do założenia instalacji, wydajność energetyczna obiektu, etc. Druga ścieżka obejmuje działania mające na celu zwiększenie wydajności energetycznej budynków, co wiąże się przede wszystkim z udoskonalonymi systemami ich termoizolacji. Modernizacji powinny ulec przede wszystkim budynki, których zapotrzebowanie na ciepło przekracza 200 kWh/m². Strychy, ściany, okna i podłogi to typowe miejsca luk w izolacji i na tych elementach konstrukcji budynków powinno się dodatkowo skupić, aby zwiększyć jego wydajność energetyczną. Dobór optymalnych technologii powinien być przeprowadzany w sposób indywidualny dla danego obiektu. Z przytoczonych w raporcie danych wynika, że budynki generują obecnie 11% całkowitych emisji gazów cieplarnianych, a ich głównym źródłem jest spalanie węgla oraz gazu w systemach ogrzewania wody (61%) oraz pomieszczeń (35%) w obiektach komercyjnych oraz budynkach mieszkalnych, a aż 84% emisji generowanych przez budynki mieszkalne – zarówno jedno jak i wielorodzinne.

Raport 3: **Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)**

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej budynków.

Raport 4: **New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)**

Według Autorów raportu związanego z niskoemisyjnością w segmencie budowlanym największy wpływ mają: modernizacja budynków, jakość powietrza i jej skutki (brak ocieplenia budynków, co przekłada się na zwiększone palenie w piecach), polska polityka budowlana oraz przyszłe plany, które powinny być implementowane przy wykorzystaniu dobrych praktyk z UE oraz innych krajów walczących na rzecz klimatu.

Modernizacja budynków

Istniejąca ilość budynków mieszkaniowych stanowi duże wyzwanie dla europejskiej polityki klimatycznej. Biorąc pod uwagę specyfikę branży budowlanej, odpowiednia skala działań modernizacyjnych będzie wymagać znacznego zaangażowania sektora publicznego. W przypadku Polski sytuację dodatkowo komplikuje nakładający się problem bardzo złej jakości powietrza. Ze względu na kombinację czynników - uzależnienie od węgla kamiennego jako głównego źródła energii gospodarstwa domowego, przestarzałe systemy grzewcze w poszczególnych budynkach i ich niska sprawność – polskie plany modernizacji są bardzo kapitałochłonne. Polskie gospodarstwa domowe wydają obecnie dwa razy więcej na ogrzewanie, podobnie jak na energię elektryczną, a duża część społeczeństwa nadal zarabia znacznie mniej niż średnia UE. Wszystkie powyższe czynniki stawiają dekarbonizację zasobów mieszkaniowych na równi z restrukturyzacją sektora energetycznego pod kątem wyzwań krajowego porządku publicznego. O ile zaangażowanie sektora publicznego w modernizację nie jest w Polsce nowością, to dotychczas było ograniczone do współfinansowania działań podejmowanych przez wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe finansowane głównie z sektora bankowego w postaci kredytów, z kluczowym segmentem domów jednorodzinnych pozostawionych do niedawna bez pomocy

⁵¹ https://dbc.wroc.pl/Content/36867/PDF/Ryba_Czym_Jest_Koncepcja_Smart_City_2017.pdf

⁵² <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/tag/przemysl-4-0/>

państwa (co zmienił program rządowy „Czyste powietrze”⁵³ oraz termomodernizacyjna ulga podatkowa⁵⁴).

Jakość powietrza

Potrzeby zmian w modernizacji również segmentu domów jednorodzinnych pojawiły się w wyniku publikacji raportów o bardzo złej jakości powietrza w kraju w ostatnich sezonach grzewczych. Świadomość społeczna dotycząca zanieczyszczenia powietrza znacznie wzrosła dzięki działalności ekspertów i organizacji pozarządowych, osiągając masę krytyczną w 2017 r. W efekcie partie polityczne i administracja państwowa zostały zmuszone do podjęcia pracy – w toku - na opracowanie i wdrożenie kompleksowego pakietu polityki dotyczącej czystego powietrza⁵⁵. Jego regulacyjny zakres obejmuje wprowadzenie norm jakościowych dla paliw stałych i kotłów na paliwo stałe, zastępujących źródło ciepła w gospodarstwach domowych oraz zakrojony na szeroką skalę program modernizacji mieszkań. Jednak oficjalne uruchomienie takich inicjatyw nie oznacza ich faktycznej realizacji. Wręcz przeciwnie, bo praktyczne kroki rządu pozostawiają wiele do życzenia. Opór interesariuszy (opóźnione wdrażanie norm paliwowych), kwestie organizacyjne (ekstremalnie powolne zwiększanie dotacji programu) i politycznej inercji, która osłabiła wyniki programu (brak zobowiązań wymiany źródeł ciepła na bezemisyjne, brak sankcji za zanieczyszczenia), są głównymi przyczynami opóźnień.

Niespójność krajowej polityki budowlanej

Kolejną ważną wadą krajowej polityki budowlanej jest jej niestrategiczny charakter. Mimo że administracja publiczna z mniejszym lub większym skutkiem próbuje rozwiązać bieżące problemy (zanieczyszczenie powietrza), nie rozróżnia priorytetów krótko-, średnio- i długoterminowych. Polityka nie określa żadnych ilościowych celów redukcji emisji, ani nie określa wkładu każdego z proponowanych środków do ich spełnienia lub wskazuje odpowiednio długoterminowe źródła finansowania. Zamiast oferować kompleksową strategię krajową, która byłaby połączona z celami środowiskowymi, zdrowotnymi, społecznymi i klimatycznymi, programem „Czyste powietrze”, przyjęty przez rząd na początku 2017 roku dokument to nic innego jak ogólna lista wytycznych dla administracji publicznej⁵⁶. Brakuje mu spójności wewnętrznej, proponowane przez nią inicjatywy są niekompletne, jego realizacja jest niespójna i - w sumie - mało prawdopodobne jest osiągnięcie zamierzonego celu (tj. „czystego powietrza”).

Plan energetyczno-klimatyczny Polski do 2030 r. - niewystarczająca perspektywa unijna

Również prognozy NECP (National energy and climate plans) są dalekie ideałom i np. odbiegają od podejść politycznych przyjętych w innych krajach europejskich, które planują osiągnąć głęboką redukcję emisji gazów cieplarnianych (a czasem także zanieczyszczeń pyłowych) w sektorze budynków do 2050 r. poprzez połączenie programów modernizacji na dużą skalę z przesunięciami technicznymi źródeł ciepła. Realizacja takich planów w Polsce miałaby oznaczać z jednej strony osiągnięcie bardzo wysokich standardów energetycznych w większości budynków mieszkalnych, oraz z drugiej zastąpienie źródeł ciepła rozwiązaniami zeroemisyjnymi: pompy ciepła, systemy solarne (jako uzupełniające źródło ciepła), niskoemisyjne sieci ciepłownicze lub kotły na biomasę (w budynkach gdzie zastosowanie pomp ciepła lub miejskiego ogrzewania jest niewykonalne). W związku z tym podążając w ślady Danii, systemy ciepłownicze musiałyby zostać zrestrukturyzowane na ciepło odpadowe, spalanie biomasy lub biogazu lub technologie gazów niskoemisyjnych. Rozwój i wdrożenie takiej strategii oznaczałyby również, że pompy ciepła zasilane energią elektryczną ze źródeł odnawialnych lub energii jądrowej stanowiłyby

⁵³ <https://czystepowietrze.gov.pl/>

⁵⁴ <https://www.podatki.gov.pl/media/5262/obja%C5%9Bnienia-podatkowe-z-9-wrze%C5%9Bnia-2019-r-w-sprawie-ulgi-termomodernizacyjnej.pdf>

⁵⁵ <https://czystepowietrze.gov.pl/>

⁵⁶ <https://czystepowietrze.gov.pl/wp-content/uploads/2020/04/Program-Priorytetowy-Czyste-Powietrze.pdf>

prawie 50% zużycia energii w budownictwie w 2050 r. Na przestrzeni 20 lat węgiel w miksie energetycznym budynków zostałyby w ten sposób zmarginalizowany, a w bardziej ambitnym scenariuszu w głębokiej transformacji energetycznej wyeliminowałoby nawet ogrzewanie gazowe. Poważną wadą obecnego stanowiska politycznego w sektorze budownictwa jest nieudolne połączenie działań krótko-, średnio- i długoterminowych. Kolejnym brakującym elementem jest brak wprowadzenia i egzekwowania surowych norm dotyczących paliw stałych i źródeł ciepła. Takie regulacje szybko by wyeliminowały najbardziej problematyczne źródła emisji, jednocześnie wymuszając stosowanie wyższej jakości paliwa – to skutkowałoby poprawą rentowności inwestycji modernizacyjnych.

Dobre praktyki z EU

Doświadczenie europejskie pokazuje, że daleko idące zmiany koszyka energetycznego w budynkach są możliwe nawet w ciągu dekady. W związku z powyższym modernizacje energetyczne należy traktować jako długoterminowy proces, w którym kluczowa jest zarówno skala, jak i jakość działania. Przyspieszony program na dużą skalę obecnie forsowany przez rząd, który obejmuje płytka modernizację i wymianę źródła ciepła z konwencjonalnymi technologiami spowoduje jedynie marnowanie kapitału i eskalację kosztów przejścia (na pełny proces modernizacyjny) po 2030 roku. Nowoczesne stanowisko polityczne w sektorze budynków powinno uwzględniać różne horyzonty, możliwe zmiany infrastrukturalne i odpowiednio ukształtować obszary interwencji. Najważniejsze jest pilne działanie zwalczania zanieczyszczenia powietrza poprzez wprowadzanie i egzekwowanie surowych norm paliwowych, zmuszając właścicieli domów do zastąpienia źródeł ciepła w ciągu dziesięciu lat i promowanie głębokich modernizacji energetycznych, a nie rozciąganie procesu ponad 20-30 lat.

Raport 5: EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej budynków.

4.6. Sektor rolniczy

Raport 1: Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)

Analizowana publikacja nie wspomina szerzej na temat rolnictwa. Zauważa jedynie, iż od lat 90. XX w. systematycznie spada liczba osób zatrudnionych w rolnictwie na całym Górnym Śląsku.

Raport 2: Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)

Wśród dominujących źródeł gazów cieplarnianych w rolnictwie (75% całkowitych emisji pochodzących z rolnictwa) wymienia się użycie nieorganicznych nawozów sztucznych, zabiegi uprawowe oraz fermentację jelitową u bydła. Pozostałe emisje generuje użycie maszyn rolniczych. Generowanymi przez rolnictwo gazami cieplarnianymi są w głównej mierze tlenki azotu oraz metan, a w drugiej kolejności dwutlenek węgla. Sektor rolniczy w Polsce jest odpowiedzialny za 11% emisji gazów cieplarnianych i zaprezentowany w raporcie model sugeruje trzy ścieżki jego dekarbonizacji. Pierwsza z nich zakłada zmianę paliw stosowanych w maszynach rolniczych (np. domieszka amoniaku do diesla) oraz wprowadzenie maszyn o napędzie elektrycznym. Kolejnym sposobem na obniżenie emisji w sektorze jest dokonanie zmian w sposobie użytkowania gruntów. Autorzy proponują zastąpienie silnych nawozów syntetycznych nawozami naturalnymi o spowolnionym działaniu lub posiadającymi w swoim składzie stabilizatory azotu. Obniżyć emisję może również ograniczenie orania pól, tzw. rolnictwo bezorkowe. Trzecia ścieżka dotyczy fermentacji jelitowej bydła, która jest najcięższa do regulacji. Autorzy zaznaczają, że na dzień dzisiejszy nie istnieje metoda skutecznego ograniczenia emisji metanu w hodowli bydła. Pewne spadki można osiągnąć dobierając odpowiednie pasze, lepsze monitorowanie stanu zdrowia zwierząt a także dobór odpowiednich ich ras.

Wyzwaniem dla dekarbonizacji sektora rolniczego w Polsce będzie przede wszystkim jego silne rozdrobnienie (duża liczba małych gospodarstw rolnych). Aby umożliwić dekarbonizację polskiej gospodarki do 2050 r. sektor rolniczy musi obniżyć ilość emisji o 44%. Do 2050 r. obniżenie pogłowia hodowanego bydła oraz związane z tym zmniejszenie powierzchni upraw może obniżyć ilość

generowanych gazów w sektorze rolniczym o 5%. Zastosowanie niskoemisyjnej uprawy gruntów oraz zastosowanie alternatywnych paliw dla maszyn rolniczych może obniżyć obecnie generowane emisje o kolejno 24% oraz 10%. Istotnymi dla dekarbonizacji sektora rolniczego są zmiany w nawykach żywieniowych oraz, drogą naczyni połączonych, w sektorze energetycznym, ciepłownictwie i przemyśle. Konieczne jest również zaangażowanie szerokiego grona ekspertów, którzy opracowaliby schematy dobrych, opartych o nowe technologie i nowoczesne procesy wytwarzania, praktyk w uprawie roli.

Autorzy tekstu poświęcają również część raportu na techniki stanowiące pochłaniacze CO₂. Zalesianie niskiej klasy gruntów rolnych oraz przywrócenie terenów podmokłych, które osuszono na potrzeby upraw, wymieniane są jako jedno z kilku istotnych źródeł emisji ujemnych, do których przyczynić mógłby się sektor rolniczy.

Raport 3: Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej rolnictwa.

Raport 4: New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej rolnictwa.

Raport 5: EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej rolnictwa.

4.7. Społeczeństwo

Raport 1: Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)

Przewidywane jest starzenie się społeczeństwa województwa śląskiego. Żeby podtrzymać rynek pracy, konieczne będzie zwiększenie napływu ludności z innych terenów Polski lub zagranicy. Duży wpływ na zmianę kierunku migracji ma rewitalizacja miast, niwelowanie szkód górniczych, a także rozbudowa regionalnego systemu transportu publicznego. Najważniejsze jest jednak kształtowanie możliwości zmiany branży zawodowej osób, które mogą stracić pracę w restrukturyzowanych branżach lub zamieszkujących problemowe obszary Metropolii. Natomiast środkiem do mobilizacji społeczeństwa do szkoleń i aktywizacji zawodowej powinna być transparentność co do planów restrukturyzacji górnictwa i usprawnienie obiegu informacji dotyczących popytu na pracę w nowych branżach.

Raport 2: Neutralna emisyjnie Polska 2050 (McKinsey & Company, 2020)

Według Autorów zmiany stylu życia i zachowań konsumentów może w podobnym stopniu lub nawet bardziej przyczynić się do ograniczenia emisji co zakładane w modelu zmiany biznesowe i technologiczne. Aspekty społeczno-kulturowe mają nieraz duży i bezpośredni wpływ na omawiane sektory gospodarki. Raport zawiera opisane pokrótce zmiany wzorców zachowań, które mogą przyczynić się pozytywnie do procesu dekarbonizacji (str. 28-29). Elementami życia codziennego o silnym wpływie na emisje gazów cieplarnianych jest: dieta, środek transportu, zużycie wody i energii w gospodarstwie domowym, źródło energii w mieszkaniu oraz sposób jego ocieplenia, a także różnego rodzaju codzienne decyzje konsumenckie. Z przytoczonych danych wynika, że różnica w śladzie węglowym między osobą prowadzącą nieekologiczny styl życia, a osobą proekologiczną może wynosić aż 49,2 ton CO₂ rocznie.

Autorzy raportu zaznaczają, że odejście od energii pochodzącej z węgla będzie dotyczyło kilku trudnych aspektów społeczno-ekonomicznych. Zarówno w scenariuszu uwzględniającym dekarbonizację, jak i w modelu tradycyjnym, ilość osób zatrudnionych w sektorze węglowym będzie maleć. Jednak, w początkowej fazie transformacji, do 2030 r. nie będzie to miało zasadniczego wpływu na zatrudnienie. Sugerowane jest odpowiednio wcześnie zaplanowanie programów dokształcających oraz

przekwalifikowujących dla pracowników związanych z sektorem górnictwem. Po 2030 r. duża część z nich mogłaby znaleźć zatrudnienie w rozwijających się branżach niskoemisyjnych.

Raport 3: Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. (Qvist et al., 2020)

Kwestie społeczne również zostały pominięte przez Autorów opracowania. Uwagę skupiono wyłącznie na statystykach dotyczących zatrudnienia w szeroko pojętym górnictwie. Z szacunków Autorów wynika, że ponad 90 000 osób pracuje aktualnie w kopalniach, a około 20 000 w elektrowniach węglowych. Pośrednio, dodając miejsca pracy w dostawach sprzętu węglowego, logistyce, usługach oraz badaniach i rozwoju, szacować więc można, że polski przemysł węglowy zapewnia łącznie około 140 000 miejsc pracy⁵⁷ (dodatkowo liczba zatrudnionych osób w tym sektorze ciągle spada⁵⁸).

Raport 4: New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)

Niniejszy raport nie przedstawia analizy dotyczącej zagadnień społeczeństwa.

Raport 5: EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)

Raport wyraźnie podkreśla potencjalny negatywny wpływ trwającego kurczenia się sektora węglowego na zatrudnienie i gospodarkę w regionach, w których prowadzona jest działalność wydobywczą węgla kamiennego i brunatnego oraz zlokalizowane są elektrownie węglowe. Dlatego należy podjąć wczesne działania prowadzące do stworzenia alternatywnych możliwości biznesowych w celu utrzymania lub zwiększenia regionalnego zatrudnienia i wspierania wzrostu gospodarczego.

Polska zatrudnia około połowy europejskiej siły roboczej związanej z węglem. Sześć z dwudziestu regionów węglowych Europy znajduje się w Polsce (w tym w województwie śląskim). Wiele z tych miejsc pracy przestanie istnieć w dekadzie 2020-2030. Według Autorów raportu, pierwsza fala wycofywania elektrowni węglowych z eksploatacji będzie miała miejsce w latach 2020-2025, napędzana przez konkurencję w świecie, który będzie coraz intensywniej dążył do ograniczenia emisji CO₂. Druga fala likwidacji nastąpi prawdopodobnie w latach 2025-2030. Polska znajduje się w gronie krajów, które najbardziej ucierpią pod względem spowodowanych tym zwolnień. Kopalnie węgla już obecnie są zamykane z powodu braku konkurencyjności. W latach 2014-2017 w Niemczech, Polsce, Czechach, Węgrzech, Rumunii, Słowacji, Słowenii i Wielkiej Brytanii zamknięto łącznie 27 kopalni, z czego znaczną część stanowiły kopalnie polskie, a szczególnie te zlokalizowane na Górnym Śląsku. Szacuje się, że w wyniku procesów transformacyjnych może on stracić nawet 41 000 miejsc pracy.

Zatrudnienie w sektorze wydobywania węgla i energetyki węglowej na poziomie krajowym waha się od około 350 we Włoszech do około 112 600 w Polsce, z czego województwo śląskie w Polsce (NUTS - PL22) zapewnia około 82 500 miejsc pracy związanych z wydobywaniem i przetwórstwem węgla (ang. *coal-related jobs*). Jest to również jeden z dwóch regionów o najwyższej produkcji w Europie i jeden z największych pod względem liczby przedsiębiorstw działających w górnictwie węgla. Polska posiada największą liczbę miejsc pracy w elektrowniach opalanych węglem (13 000) i zatrudnia ogółem prawie 100 000 osób przy wydobywaniu węgla - następujące po niej Niemcy zatrudniają 1/4 tej liczby, czyli 25 000 osób.

Zasadnicza konkluzja raportu brzmi: wycofanie aktywów węglowych powinno iść w parze ze strategicznie zaplanowanym i stopniowym procesem restrukturyzacji przemysłu, do czego niezbędna jest ścisła współpraca między przedsiębiorstwami, regulatorami, inwestorami, planistami zagospodarowania przestrzennego i społecznościami lokalnymi.

⁵⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020SC0520&from=EN>

⁵⁸ <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/pracujacy-zatrudnieni-wynagrodzenia-koszty-pracy/pracujacy-i-wynagrodzenia-w-gospodarce-narodowej-w-2017-r-dane-wstepne,17,1.html>

4.8. Finanse

Raport 1: **Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska.** (WWF Polska & WiseEuropa, 2018)

Autorzy raportu sugerują potrzebę przeznaczenia ogólnokrajowych środków publicznych pochodzących ze sprzedaży uprawnień w systemie EU ETS na współfinansowanie niskoemisyjnych inwestycji na Śląsku, w szczególności rewitalizację i głęboką termomodernizację istniejącej tkanki mieszkaniowej, rekultywację terenów pogórnich i poprzemysłowych, rozwój niskoemisyjnego ciepłownictwa oraz zeroemisyjnego transportu (transport szynowy, stopniowa elektryfikacja transportu drogowego).

Modernizacja tego regionu wymaga nie tylko zaangażowania środków publicznych, ale też mobilizacji prywatnych inwestycji. Wymagane jest wdrożenie regulacji akceptujących konieczność głębokiej redukcji emisji i zanieczyszczeń w elektroenergetyce, ciepłownictwie, budownictwie i transporcie, co przyczyni się do poprawy jakości powietrza.

Ze względu na koncentrację górnictwa węgla kamiennego na terenie GZM oraz zmaganie się jego kluczowych ośrodków miejskich z negatywnymi środowiskowymi i infrastrukturalnymi skutkami ciężkiego przemysłu, wskazane jest wsparcie procesów rozwojowych ze środków UE dedykowanych regionom węglowym w ramach kolejnej perspektywy finansowej po 2020 roku.

W celu efektywniejszej restrukturyzacji regionów węglowych, powołana została przez Komisję Europejską unijna platforma regionów węglowych (ang. *Platform for Coal Regions in Transition*). Obecnie ten projekt obejmuje regiony z Polski, Słowacji oraz Grecji. W przyszłości program ten ma wspierać dialog i sprawiedliwą transformację między wszystkimi europejskimi regionami górnymi i postgórnymi.

Raport 2: **Neutralna emisyjnie Polska 2050** (McKinsey & Company, 2020)

Zakładany w raporcie scenariusz uwzględnia przede wszystkim makroekonomiczne skutki dekarbonizacji. Według obliczeń dokonanych na potrzeby modelowania koszty inwestycji jakie poniesie Polska w ramach energetyki, przemysłu, budynków, transportu oraz rolnictwa wg. scenariusza business-as-usual w latach 2020-2050 r. wyniesie 1 200-1 300 mld euro. Całkowita dekarbonizacja tych sektorów wyniosłaby państwo dodatkowe 380 mld euro (13 mld euro/rok). Jednocześnie, Autorzy przewidują, że osiągnięcie neutralności emisyjnej pozwoliłoby Polsce osiągnąć PKB na poziomie średniej unijnej (ok. 22%).

W raporcie zawarty jest podzielony na pięciolecia opis przewidywanego w modelu przepływu pieniędzy w poszczególnych sektorach oraz przykłady typów rozwiązań w zakresie ich dekarbonizacji. Uwzględnione są zarówno koszty inwestycji wstępnych jak i dalsze nakłady operacyjne. Autorzy wymieniają również pięć branż, które mogą przyczynić się do wzrostu PKB oraz zapewnić dodatkowe miejsca pracy również osobom, które straciły źródło dochodu wskutek dekarbonizacji. Wśród tych branż wymienia się: produkcję komponentów pojazdów elektrycznych, morską energetykę wiatrową, produkcję pomp ciepła, produkcję elektrycznych maszyn rolniczych oraz działalność badawczo-rozwojową. Wśród dalszych konsekwencji dekarbonizacji wymienia się ograniczenie importu paliw, poprawiając bilans handlowy Polski oraz istotne zmiany w systemie podatkowym.

Raport 3: **Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland.** (Qvist et al., 2020)

Autorzy raportu kilkakrotnie odnoszą się do finansowych wyzwań transformacji, jedynie pobieżnie wspominając o ogromnej skali potrzebnych środków. Choć zapewnienie funduszy, które miałyby umożliwić uzyskanie samowystarczalności energetycznej nie jest oczywiście tematem przewodnim analizy, połączenie proponowanych rozwiązań z potencjalnymi możliwościami ich sfinansowania, byłoby z pewnością bardzo pomocne dla interesariuszy wdrażających konkretne rozwiązania na Śląsku.

Raport 4: **New Chapter. Shifting Poland towards net-zero economy. (WiseEuropa, 2019)**

Autorzy raportu WiseEuropa piszą jasno, że Polska dziś znajduje się na peryferiach światowej debaty o zrównoważonych finansach. Dyskutowanie na temat krajowej polityki klimatyczno-energetycznej od lat koncentruje się na ograniczonej liczbie problemów. W mniejszym stopniu omawia się transformację infrastruktury komunalnej i znaczenie przemysłu, które są niedoceniane. Konieczność włączenia koncepcji zrównoważonego finansowania do agendy krajowej jest motywowana zarówno pozytywnymi, jak i negatywnymi przesłankami.

Ramy regulacyjne dla zrównoważonego finansowania

W ostatnich latach rośnie liczba krajów, banków centralnych i organów regulacyjnych. Władze zobowiązały się do podjęcia działań umożliwiających przededefiniowanie celów i zasad funkcjonowania światowego sektora finansowego, tak aby mógł skutecznie wspierać paradygmat zmian obejmujący program klimatyczny i odpowiadający na wyzwania związane z wysokimi kosztami kapitału technologii niskoemisyjnych i związaną z tym koniecznością mobilizacji znacznych środków w stosunkowo krótkim czasie. Głównym celem planu Komisji Europejskiej jest stworzenie ram i korzystnych warunków dla instytucji sektora finansowego, które pozwolą na:

- przekierowanie kapitału publicznego i prywatnego w celu wspierania zrównoważonych inwestycji;
- określenie niezbędnych kroków, które powinny zostać podjęte przez instytucje i władze sektora finansowego, regulowanie go w celu zapewnienia stabilizacji systemu finansowego w obliczu zagrożeń wynikających ze zmian klimatu;
- uzyskanie większej przejrzystości na rynku finansowym.

Szybkie tempo działań i istotne zmiany, które już są wdrażane pozwalają na większą spójność między politykami sektorowymi a polityką energetyczno-klimatyczną.

Zrównoważone finanse w Polsce - transfer dobrych praktyk

a. Regulacje i konsekwentna integracja pojęcia zrównoważonego finansowania

Przedstawiona dywergencja założeń polityki energetycznej Polski do 2040 roku (PEP2040) pod koniec 2018 roku (Ministerstwo Energii 2018) z celami wyznaczonymi przez Komisję UE jest źródłem niepewności, co do tego jak polityka Polski ukierunkowana na rozwój sektora energetycznego będzie ewoluować. Brak realnych decyzji strategicznych w zakresie działań redukcyjnych widocznych w PEP2040 nie tylko przyniesie straty ekonomiczne, ale także znacząco utrudni finansowanie niskoemisyjnej transformacji polskiej gospodarki w przyszłości. Zaangażowanie sektora finansowego w transformację niskoemisyjną zależy zatem również od wykazania ambitnych działań jako część polityki klimatyczno-energetycznej. Precyzyjnie określone cele strategiczne na poziomie sektorowym a towarzyszące zmiany regulacyjne w sektorach niefinansowych pozwolą na lepsze zarządzanie nimi oczekiwania rynku finansowego, zapewniające jego długoterminowe zaangażowanie.

b. Analiza ryzyk finansowych

Konkurencyjność polskich instytucji sektora finansowego będzie w coraz większym stopniu zależała od efektywności analizy ryzyk finansowych związanych z czynnikami ESG (środowiskowe, społeczne i ładu korporacyjnego). Taka analiza nie jest jednak wspólnym elementem procesu podejmowania decyzji inwestycyjnych na poziomie spółek handlowych, choć jest to niezbędny krok do właściwej oceny wpływu transformacji niskoemisyjnej na aktywa węglowe lub inwestycje o wysokiej emisji w bilansie instytucji finansowych w sytuacji przedwczesnego wycofania się, w tzw. sprawą osieroconą, aktywa. W praktyce jednak brakuje w Polsce regulacji skierowanych do instytucji sektora finansowego zmuszającego je do ujawnienia swojej wrażliwości na zagrożenia klimatyczne umożliwiające weryfikację, czy odpowiednio uwzględnione ryzyko związane z czynnikami ESG. Polska wyraźnie pozostaje w tyle za innymi krajami

UE, gdyż takie regulacje zostały już wdrożone w ponad dziesięciu krajach europejskich. Obejmują między innymi obowiązek raportowania informacji niefinansowych przez fundusze emerytalne, czy nawet jak w przypadku Francji wymóg analizowania podatności na ryzyka klimatyczne i ocenianie dopasowania portfela inwestycyjnego z celami określonymi w porozumieniu paryskim przez inwestorów instytucjonalnych. Polscy interesariusze powinni również zwrócić uwagę na działania Komisji Europejskiej – w tym w szczególności zna raport Grupy Ekspertów Technicznych opublikowanego na początku 2019 r. Raport dotyczący ujawniania informacji niefinansowych zawiera zalecenia dotyczące aktualizacji aktualnych wytycznych Unii Europejskiej zgodnie z TCFD i uwzględnienie Propozycji Komisji dotyczące ustanowienia europejskiej taksonomii. Wskazują zalecenia nie tylko na potrzebę określenia, w jaki sposób firmy strategicznie reagują na zagrożenia związane ze zmianami klimatycznymi, ale także ujawniania informacji o wpływie działalności firm na środowisko. Polscy interesariusze powinni aktywnie brać udział w dobrowolnych inicjatywach globalnych (TCFD, PRI, CDP itp.), o uczestnictwo w inicjatywach UE oraz starać się zwiększyć przepływ informacji na poziomie krajowym. Brak obecności przedstawicieli krajowego sektora finansowego i tylko ograniczony udział przedstawicieli krajów Europy Środkowej i Wschodniej na arenie międzynarodowej uniemożliwiają uwzględnienie wyzwań stojących przed tą częścią Europy w debacie europejskiej.

c. Komercyjne korzyści ze zrównoważonego finansowania

Zmiany zachodzące w strukturze światowego i europejskiego systemu finansowego nie skutkują wyłącznie z przepisów bezpośrednio dotyczących sektora finansowego. W ciągu ostatnich kilku lat liczba globalnych funduszy bankowych, ubezpieczeniowych lub inwestycyjnych, które przyznały korzyści dla branży finansowej z aktywnego zaangażowania w finansowanie transformacji niskoemisyjnej znacznie wzrosła. Dotyczy to również podmiotów, które zaczynają rozumieć ryzyko straty w wyniku bezczynności w zakresie integracji środowiska, społeczeństwa i czynniki ładu korporacyjnego w relacjach z klientami. Akceptując regulacje i technologiczne zmiany, które są systematycznie wdrażane w gospodarce, instytucje finansowe mogą uzyskać przewagę konkurencyjną i zmaterializować korzyści z zaangażowania w finansowanie inwestycji, które wspierają zrównoważony rozwój, a jednocześnie minimalizują ryzyko utraty części środków w wyniku zaangażowania w działalność finansową zagrożoną przez zawsze ambitną politykę klimatyczną.

Raport 5: **EU coal regions: opportunities and challenges ahead (Alves Dias et al., 2020)**

Aktywnie zniechęcają do energetyki węglowej rygorystyczne wymogi emisyjne po 2020 r., wysokie ceny uprawnień do emisji CO₂ oraz prawdopodobne ograniczenia kwalifikowalności węgla do przyszłych mechanizmów wynagradzania mocy. W kilku państwach członkowskich Unii Europejskiej (jak również w innych krajach na całym świecie) rynki energetyczne występują w połączeniu z mechanizmami, które wynagradzają bezpośrednio zdolności wytwórcze (mechanizmy wynagradzania za utrzymanie mocy – CRM). Zostały one ustanowione w celu zapewnienia wystarczających zachęt, aby zabezpieczyć przyszłe zapotrzebowanie na energię elektryczną.

5. Proponowane kierunki działań dla GZM

Celem niniejszego rozdziału jest próba wskazania działań, które zdaniem zespołu badawczego pomogą GZM w zrealizowaniu obranego celu, mianowicie uzyskaniu samowystarczalności energetycznej do roku 2050.

W odróżnieniu od poprzednich rozdziałów, a przede wszystkim rozdziału poświęconego analizie raportów, w tej części opracowania Autorzy pokusili się o krytyczną analizę proponowanych przez innych rozwiązań bazując na swojej ekspertyzie, jak i pogłębionej analizie danych i źródeł (zarówno pierwotnych, jak i wtórnych). Przede wszystkim zaś, rozwiązania te skonfrontowano z realiami panującymi w Metropolii GZM.

5.1. Samowystarczalność energetyczna GZM, a polityki krajowe i unijne

Bez wątpienia, osiągnięcie samowystarczalności energetycznej idące w parze z dekarbonizacją przy jednoczesnym prognozowanym wzroście zapotrzebowania na energię elektryczną, tym bardziej w regionie, którego historia od wieków związana jest z wydobywaniem węgla, w perspektywie 30 lat jest zadaniem niezwykle trudnym. Co więcej, w związku z rozwojem Unii Energetycznej, może okazać się, że dążenie do samowystarczalności energetycznej konkretnego regionu wcale nie będzie konieczne i opłacalne w perspektywie długoterminowej, gdyż energia pochodząca z OZE z innych części Polski, czy "importowana" z państw członkowskich (np. Niemiec czy Czech), będzie po prostu tańsza z uwagi na bardziej sprzyjające warunki atmosferyczne tamże panujące czy korzystniejsze ukształtowanie terenu. Należy również zwrócić uwagę na tzw. niespójność strategiczną, o której Autorzy wspominali przy okazji analizy raportu nr 4. Największa ilość ludzi zatrudnionych w sektorze górniczym w Europie ma wpływ na polską politykę, a co za tym idzie, jej odmienne działania w porównaniu z oficjalnymi ustaleniami z UE i światowymi trendami. Pomimo deklaracji spójności strategicznej, Polska stara się wydłużyć ostateczne terminy obniżania emisji oraz całkowitej rezygnacji z węgla. Działania dotyczące kształtowania miksu energetycznego forsują nieodpowiedni model oparcia sektora energetycznego o problematyczną energię jądrową i rezygnację z najtańszej formy w postaci lądowej energii wiatrowej. Dziś już wiemy, że Polska całkowicie zrezygnuje z węgla w 2049 roku. Najbardziej odbije się to na terenach GZM, gdyż ponad 100 tysięcy ludzi z tych obszarów jest nadal zatrudnionych w sektorze wydobywczym. Ze względu na swoje położenie i zasługi energetyczne, GZM powinien zostać silnie wsparty finansowo i technicznie przez władze krajowe i unijne w trakcie rozdzielania środków z przeszłego Funduszu Sprawiedliwej Transformacji Regionów Węglowych. Jednakże, jeśli Komisji Europejskiej nie uda się uregulować wysyłania środków finansowych bezpośrednio do władz lokalnych i regionalnych, finansowanie to może stać pod znakiem zapytania, jeśli Polska jako kraj nie będzie wywiązywać się ze swoich zobowiązań klimatyczno-energetycznych wynikających z bycia państwem członkowskim UE, czy jak ostatnio coraz częściej przytaczaną paworządnością.

5.2. Wnioski dla GZM z przykładów dobrych praktyk

Analiza dobrych praktyk z krajów, a w zasadzie miast, które są już zaawansowane we wsparciu tworzenia

i wdrażania rozproszonych źródeł energii, wyraźnie wskazuje na konieczność rozpoczęcia jakiegokolwiek procesu transformacji od zatwierdzenia kompleksowego, podzielonego na poszczególne etapy planu dochodzenia do założonego celu (np. w formie *action plan'u*, *roadmapy*, tudzież po prostu szczegółowej strategii). Jest to nieuniknione z uwagi na liczne połączenia pomiędzy poszczególnymi sektorami gospodarki - zakładając, że transport, tak prywatny jak i zbiorowy, będzie się coraz bardziej elektryfikować (jak zakładają liczne analizy ekspertów⁵⁹), nieuniknionym jest uwzględnienie infrastruktury ładującej tak przy analizie zapotrzebowania na energię przez budynki mieszkalne, jak i

⁵⁹ np. Polis, and Rupprecht Consult - Forschung & Beratung GmbH (eds). 2019. Topic Guide: Electrification- planning for electric road transport in the SUMP context.

przemysłowe, co będzie wpływać nie tylko na ich emisyjność ale również znacząco podniesie koszty ewentualnej renowacji czy budowy. Ważną lekcją płynącą z analizy strategii krajów skandynawskich czy miasta Amsterdam jest to, że zrównoważony rozwój na szczeblu lokalnym może być i jest osiągniany metodą prób i błędów. Zrównoważony rozwój uwzględniający nisko-, a docelowo zeroemisyjność, to koncepcja, która zawsze będzie się rozwijać, ponieważ jest odzwierciedleniem naszych aspiracji i stanu naszej wiedzy. Żadne miasto, region czy kraj na świecie nie ma więc absolutnej miary zrównoważonego rozwoju, a tym samym jednego scenariusza dążenia do zeroemisyjności. Przedstawione poniżej proponowane kierunki działań powinny więc być wdrażane przez wszystkie zainteresowane strony po dogłębnych konsultacjach z mieszkańcami, a silosowe podejście polegające na traktowaniu poszczególnych kierunków jako oddzielnych bytów na zawsze zapomniane.

5.3. Proponowane w literaturze kierunki działań, a realia GZM

5.3.1. Sektor energetyczny

Polska jako strona porozumienia paryskiego, a także kraj członkowski UE zobowiązała się do osiągnięcia neutralności klimatycznej w drugiej połowie XXI wieku. Wydaje się więc, że nie ma odwrotu od gwałtownego rozwoju energetyki odnawialnej. Wielu ekspertów spodziewa się, że w ciągu kilku – kilkunastu lat dojdzie do przełomu technologicznego w magazynowaniu energii elektrycznej, dzięki któremu będzie można ją tanio przechowywać na przemysłową skalę. Jeśli rzeczywiście tak się stanie, GZM będzie mogła przestawić się na odnawialne źródła energii. Szkopuł w tym, że najpierw czeka nas okres przejściowy (do ok. 2030-35 roku) - okres transformacji energetycznej, wymagający gigantycznych inwestycji. To wszystko sprawi, że przynajmniej w jakimś okresie czasu, energia będzie droższa niż teraz. Oczywiście koszty można ograniczyć. W pierwszej kolejności, stawiając na energooszczędne rozwiązania. Tak, jak zrobiła to Dania, która dzięki temu przez wiele lat, mimo wzrostu gospodarczego, nie zwiększała zużycia energii.⁶⁰

W czasie tej transformacji, zamiast budować nowe bloki i elektrownie węglowe, warto rozważyć zastąpienie ich elektrociepłowniami, które są wydajniejsze energetycznie i oszczędniejsze, bo marnują mniej energii (sprawność energetyczna klasycznej elektrowni węglowej sięga dziś 45%, co oznacza, że aż 55% energii ze spalanego węgla jest marnowana). To samo dotyczy energetyki gazowej. Myśląc o dalszej przyszłości zaś, powinniśmy stawiać na te odnawialne źródła energii, które zapewniają ciągłe dostawy jak np. geotermię, czy pompy ciepła. Mamy ogromny potencjał ich rozwoju, ale wykorzystujemy go w bardzo niewielkim stopniu. Tymczasem, inwestując więcej w te technologie, nie tylko zmniejszyli byśmy koszty transformacji energetycznej, ale mielibyśmy też czystsze powietrze.

Jednocześnie, na pewno łatwiej sobie wyobrazić Śląsk bez górnictwa, niż Polskę bez węgla. W śląskiej mentalności polski system elektroenergetyczny nie ma alternatywy dla energetyki węglowej. A gdyby chciał ją stworzyć, to musi wydać około 300 mld euro⁶¹, których aktualnie nie ma. Śląsk bez górnictwa to natomiast, a może przede wszystkim – wyzwanie socjalne i społeczne, wynikające z faktu, że mielibyśmy do czynienia z redukcją miejsc pracy w samej branży o 80 tys., a w jej otoczeniu o kolejne 140-150 tys (szacunki oczywiście znacząco się różnią). Abstrahując od unijnych i światowych regulacji i postanowień klimatycznych, przewidywać jednak należy w ciągu 30 lat końca górnictwa na Śląsku za sprawą dwóch czynników. Po pierwsze: utrata konkurencyjności ze względu na wysokie koszty wydobycia surowca. Po drugie, z powodu pojawienia się alternatywy dla śląskiego węgla w Zagłębiu Lubelskim. Górnictwo uzyska tam prawdopodobnie dostęp do węgla energetycznego, o ile państwo nie będzie chciało poszerzać importu i będzie realizowało doktrynę bezpieczeństwa energetycznego ze

⁶⁰ <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/energetyczna-rewolucja-czekaja-nas-problemy-czy-swietlana-przyszlosc/>

⁶¹ <https://biznesalert.pl/raport-transformacja-energetyczna-unia-europejska-koszty-energetyka/>

szczególnym akcentem na suwerenność gospodarczą. Na Lubelszczyźnie bowiem geologia spowodowała, że ekonomia wydobywa jest dużo lepsza.

Jak więc będzie wyglądać droga pomiędzy rokiem 2020 a 2050 mająca na celu energetyczną transformację GZM?

5.3.1.1. Energia wiatrowa

Wspólnym mianownikiem omówionych raportów jest wskazanie na intensywnie rosnącą rolę produkcji energii z wiatru w sektorze energetycznym Polski. Jest to jedno z najszybciej rozwijających się odnawialnych źródeł energii. Według przewidywań raportu McKinsey & Company (2020), jeśli Polska podejmie się transformacji sektora energetycznego w kierunku zeroemisyjności, udział energetyki wiatrowej będzie stopniowo rósł, by po 2030 roku stanowił główny składnik miksu energetycznego kraju. Alves Dias et al. (2020) określają potencjał województwa śląskiego na 67,41% dla energii wiatrowej, zaś Autorzy raportu WiseEuropa (2019) zwracają uwagę na konkurencyjność cen energii pochodzącej z wiatru w porównaniu do cen energii wyprodukowanej z węgla.

Wybór lokalizacji dla elektrowni wiatrowej zależy od szeregu czynników prawnych, uwarunkowań infrastrukturalnych, środowiskowych, a przede wszystkim ukształtowania terenu (klasy szorstkości) oraz przestrzenno-czasowym rozkładu wiatru (wietrzności). Analizą powyższych czynników zajmują się zespoły projektowe, które wnikliwie weryfikują potencjalny obszar inwestycji (np. Stolińska, 2014). Pod względem ukształtowania terenu, doskonałym obszarem dla elektrowni wiatrowej jest płaski, otwarty teren, na którym średnia wysokość różnych obiektów nie przekracza 0,5 m (klasa szorstkości 0). Obecnie wykorzystywane prędkości wiatru, przy których turbina jest w stanie produkować energię elektryczną znajduje się w zakresie pomiędzy 4 a 25 m/s, choć niektóre instalacje są już w stanie funkcjonować przy prędkości 2 m/s. Z reguły produkcja energii z wiatru na skalę przemysłową wymaga średniej prędkości wiatru o wartości minimum 6 m/s, a za doskonałe warunki uznawane są te o średniej prędkości wiatru o wartości 7 m/s. Należy również zwrócić uwagę na to, że wiatr wieje z różną prędkością na różnych wysokościach, a obecnie najczęściej budowane są turbiny o wysokości ok. 80 m. Zatem, czytając mapy podczas rozważań nad lokalizacją dla elektrowni wiatrowej należy zwracać uwagę na wysokość z jakiej pochodzą dane na temat wietrzności. Ocena potencjału energetycznego wiatru danej lokacji jest pierwszym, niezbędnym krokiem w realizacji inwestycji. Określenie zasobu energetycznego danego obszaru wymaga obliczenia nie tylko średnich rocznych prędkości wiatru, ale przede wszystkim sezonowych zmian prędkości oraz liczbę dni wietrznych, które ocenia się na podstawie wieloletnich i znormalizowanych pomiarów. Polska charakteryzuje się dużą zmiennością przestrzenno-czasową wiatru. W okresie letnim prędkość wiatru może wynosić nawet 50% średnich prędkości rocznych, zaś zimą aż 150% (Lorenc, 1996; Soliński, 1999).

Opracowana na podstawie kilkudziesięciu punktów pomiarowych mapa stref energetycznych wiatru w Polsce (Fig. 3), która posłużyła do oceny zasobów wiatrowych Polski opiera się na pomiarach średnich prędkości wiatru gromadzonych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMiGW) w latach 1971-2000. Na mapie wyróżniono pięć stref wietrzności Polski od wybitnie korzystnych po wybitnie niekorzystne. Za całkowicie wyłączone z użytkowania uznano szczytowe partie gór. Według wydzielonych na mapie stref, najlepsze warunki dla elektrowni wiatrowych występują w północnej i środkowej części kraju. GZM sytuuje się zaś w obrębie obszaru uznanego za mało korzystny pod względem warunków wiatrowych. Mapa ta stanowi jeden z najczęściej przytaczanych źródeł informacji na temat zasobów energetycznych wiatru w Polsce. Niestety ze względu na niską gęstość punktów pomiarowych, ich niewłaściwe ułożenie, niskie maszty pomiarowe oraz przestarzałe narzędzia pomiarowe, które nie pozwalają na rejestrowanie pomiarów w sposób ciągły mapa ta stanowi

niedostateczne źródło informacji o zasobach wiatru dla rozważań nad usytuowaniem elektrowni wiatrowych.

Brak dostępu do szczegółowych danych skutkuje tym, że przed przystąpieniem do realizacji projektu w Polsce każdy potencjalny inwestor zleca indywidualnie badania kierunku i prędkości wiatru oraz kalkulację zasobów energii elektrycznej w danej lokalizacji, a ich pozyskiwanie może trwać nawet 10 lat. Analizie poddaje się również dokładnym pomiarom lokalną topografię by określić rzeźbę oraz klasę szorstkości terenu. Tego typu profesjonalne badania wykonano w wielu punktach kraju, lecz dane te nie są udostępniane przez wykonawców.

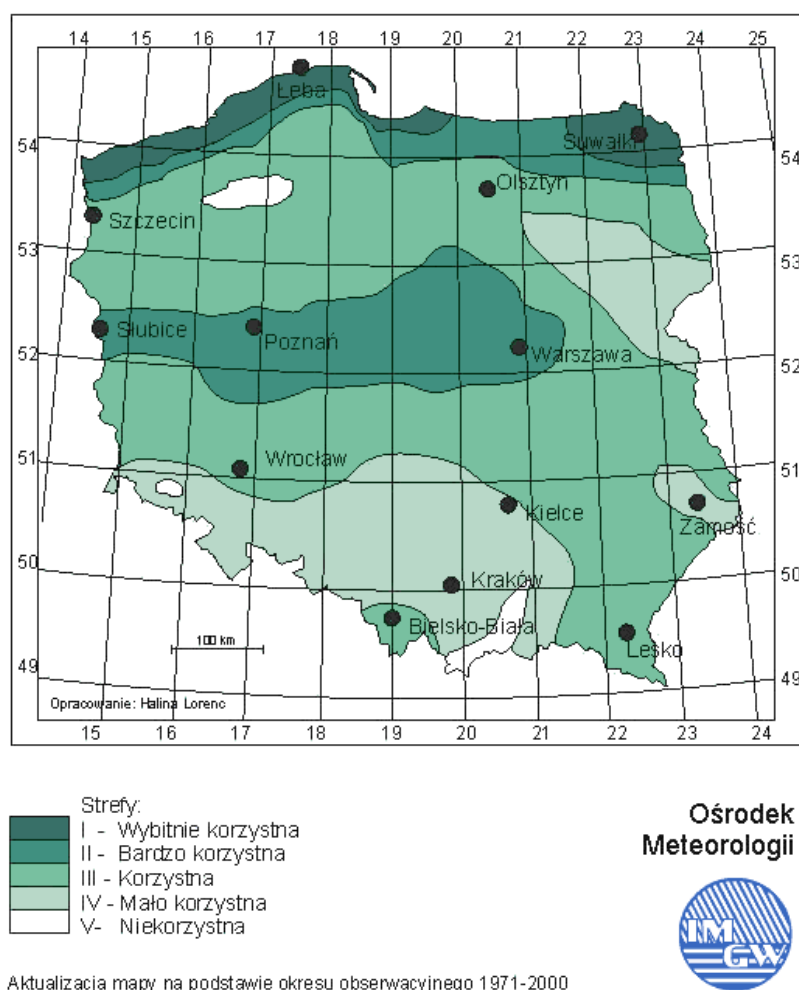


Fig. 3. Mapa stref energetycznych wiatru w Polsce w mezoskali, wydana przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Pośród ogólnodostępnych źródeł informacji na temat wiatru jest wydany przez Międzynarodową Agencję Energii Odnawialnej (IRENA) wraz z Duńskim Uniwersytetem Technicznym (DUT) Globalny Atlas Wiatru ⁶² (ang. *Global Wind Atlas*). Przeznaczeniem Globalnego Atlasu Wiatru jest ułatwienie

⁶² <https://globalwindatlas.info/>

decydom, inwestorom oraz zespołom projektowym identyfikację potencjalnych lokacji dla elektrowni wiatrowych. Mapa ta została wydana w 2015 roku (ostatnia aktualizacja została wprowadzona w 2019 roku) i uważana jest za najdokładniejsze tego typu narzędzie. Autorzy zapewniają, że pokazuje ona dane z dokładnością do około 1 km. Pokazuje ona warunki wietrzności występujące na kilku wysokościach, a możliwe do zobaczenia na mapie są nie tylko szczegółowe parametry wiatru, ale również szorstkość terenu. W Fig. 4. przedstawiono fragment mapy średnich rocznych prędkości wiatru na wysokości 100 m przybliżona na obszar GZM. Widoczna na mapie nieregularność barw obrazuje dużą zmienność średniej prędkości wiatru w obrębie samej Metropolii. Szczegółowość Globalnego Atlasu Wiatru poddaje wątpliwości mapę stref energetycznych wiatru w Polsce wydaną przez IMiGW, bowiem warunki wietrzności osiągnięte na niektórych obszarach GZM (a w szczególności na terenie gmin Zabrosławice, Tarnowskie góry, Świerkianice, Radzionków, Bobrowniki, Ożarówice, Siewierz, Dąbrowa Górnicza, Mieczęzyce, Psary, Gliwice oraz Mikołów) spełniają podstawowe kryteria wietrzności dla lokalizacji elektrowni wiatrowych o skali przemysłowej (średnia roczna prędkość wiatru powyżej 6 m/s na wysokości 100 m).

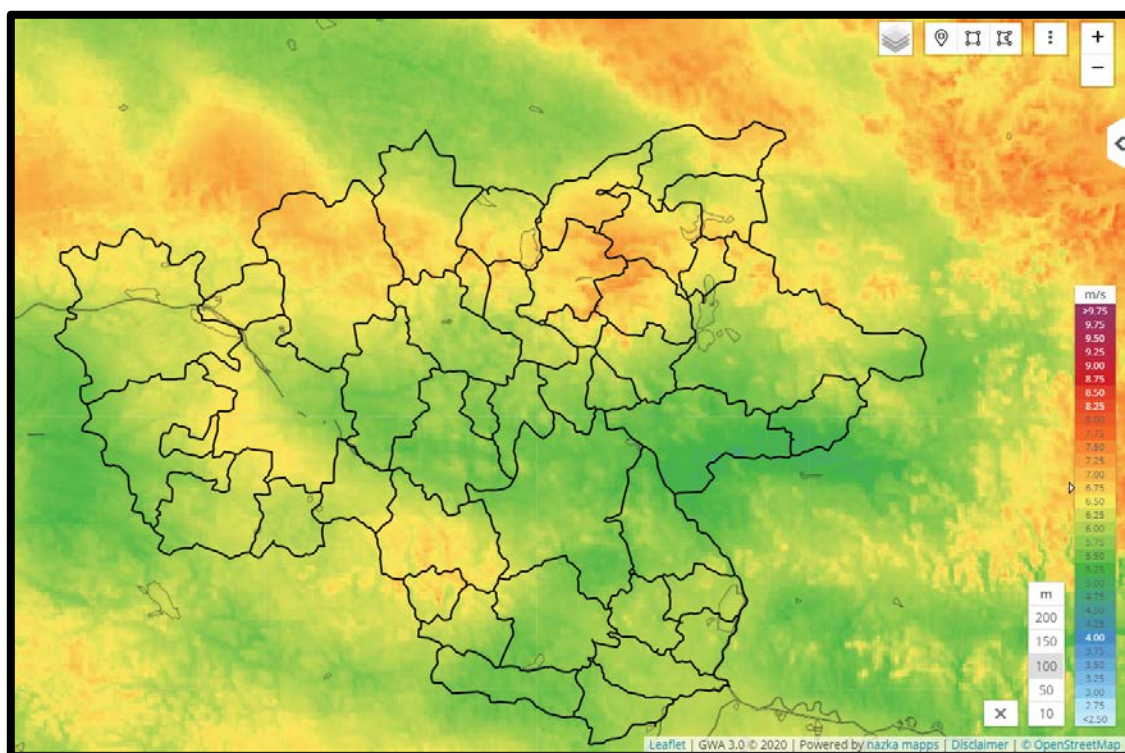


Fig. 4. Mapa prędkości wiatru na terenie GZM z danych udostępnionych przez *Global Wind Atlas*⁶³.

Przykładem na to jest obecnie budowany zespół elektrowni wiatrowych Wielowieś koło Gliwic, które według planów oddane zostaną do użytku na początku 2021 roku. Każda instalowana turbina posiada moc 3,3 MW, zatem łączna, niebagatelna moc farmy wiatrowej ma wynieść 66 MW. W przypadku elektrowni Wielowieś turbiny montowane są na wysokości 122 m (wraz z łopatką 190 m), co oznacza, że instalacje są wyższe od standardowych. Korzystniejsze parametry wiatru na wysokości ok. 100 m na obszarze GZM potwierdza Globalny Atlas Wiatru. Wybór lokalizacji elektrowni wiatrowej Wielowieś jest efektem 10 lat prac pomiarowych wykonanych za pomocą masztu o wysokości 80 m, które określiły średnią roczną prędkość wiatru na tym terenie na 7,2 m/s⁶⁴. Na ten moment jest to pierwsza i jedyna tego typu inwestycja realizowana na terenie GZM.

⁶³ Ibidem

⁶⁴ <https://zielonawielowies.pl/opis-projektu/>

Zmiana w obrębie miksu energetycznego funkcjonującego obecnie w GZM na taki, który spełniał będzie kryteria odnawialnych, bezemisyjnych i zapewniający samowystarczalność energetyczną Metropolii najprawdopodobniej będzie wymagał dalszych inwestycji związanych z energetyką wiatrową. Przytoczone dane oraz przykład z Wielowsi udowadniają, że rejon ten ma potencjał odnośnie pozyskiwania energii z wiatru, a obszary rolne gmin wchodzących w skład GZM dostarczają terenu, który może stanowić odpowiedni dla instalacji turbin. Uwzględniając niedostateczną ilość dostępnych danych oraz ilość czasu potrzebną na ich zebranie dobrym pomysłem byłoby stworzenie sieci masztów, które uzupełniłyby luki w danych i dostarczyły szczegółowych informacji na temat wietrzności w poszczególnych gminach z terenem uprawnym. Pomiary wietrzności musiałyby stanowić część szczegółowego studium przestrzennych uwarunkowań rozwoju energetyki wiatrowej na obszarze GZM. Doskonałym przykładem takiego opracowania jest przygotowane w 2010 roku przez Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne we Wrocławiu „Studium Przestrzennych Uwarunkowań Rozwoju Energetyki Wiatrowej w województwie dolnośląskim,” które dostarcza kompleksowej informacji na temat warunków prawnych, technicznych oraz przyrodniczo-przestrzennych dla rozwoju energetyki wiatrowej obszaru województwa dolnośląskiego. Dla przykładu, same ograniczenia kulturalno-środowiskowe dostarczają wyzwań przy doborze lokalizacji dla elektrowni wiatrowych, ponieważ ochronie ulegają stanowiska archeologiczne, zespoły przestrzenne i zabytkowe objęte ochroną konserwatorską, parki narodowe, rezerваты, a także obszary ważne dla ptaków i nietoperzy oraz ich strefy buforowe. Na obecną chwilę GZM nie posiada takiego studium. Dopiero kompleksowa analiza obszaru Metropolii pozwoliłaby na zaplanowanie lokalizacji sieci turbin, które w duchu założeń energetyki rozproszonej, sprostowałyby, przynajmniej częściowo, zapotrzebowaniu na energię elektryczną, a zarazem stanowiłyby krok milowy w stronę przyjaznej klimatowi samowystarczalności energetycznej jej obszaru.

5.3.1.2. Energia słoneczna

Każdy z przedstawionych w raportach scenariuszy, niezależnie od przybranej ścieżki transformacji energetycznej, przewiduje wzrost udziału energii słonecznej w miksie energetycznym kraju. Według raportu McKinsey & Company (2020), do 2050 roku, fotowoltaika może stanowić około 13% całkowitej podaży. Udział mocy w tym obszarze ma stabilnie wzrastać, wraz z malejącymi kosztami instalacji. W raporcie tym podkreśla się również rolę energetyki solarnej jako środka obniżającego średni koszt redukcji emisji CO₂. Na obecny moment technologie związane z energetyką solarną są gotowe do wprowadzenia, a projekty można zacząć realizować „od zaraz.”

Farmy słoneczne wymagają otwartych, tj. niezaciemnionych przestrzeni. Przy obecnym rozwoju technologicznym, instalacje wymagają użycia średnio 1 ha do produkcji 1 MW⁶⁵. Ilość wymaganej przestrzeni zależy m. in. od rodzaju stosowanych paneli oraz czy instalacja jest wyposażona w tzw. *tracker*, umożliwiający podążanie panelu za ruchem słońca. Podstawowymi (lecz nie jedynymi) wielkościami opisującymi zasoby słońca jest natężenie promieniowania słonecznego oraz nasłonecznienie. Moc elektryczna ogniwa zależy bezpośrednio od natężenia padającego promieniowania słonecznego. Natężenie promieniowania słonecznego to wartość gęstości mocy promieniowania mierzona padająca na 1 m² w ciągu 1 sekundy. Nasłonecznienie stanowi wartość będącą średnią natężenia promieniowania słonecznego na danej powierzchni w określonym przedziale czasu (np. dzień, miesiąc, rok). Średnie roczne nasłonecznienie w Polsce waha się pomiędzy 850 a 1200 kWh/m², a za średnią krajową uznaje się wartość ok. 1000 kWh/m² (Buriak, 2014). Rozkład napromieniowania jest stosunkowo jednolity, przez co warunki do wykorzystania energii promieniowania słonecznego w Polsce ocenia się na dobre (Fig. 5). Informacje na temat nasłonecznienia w Polsce można uzyskiwać poprzez bazę danych meteorologicznych i klimatycznych Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju, oraz narzędzi takich jak unijny Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS⁶⁶) czy ogólnosiwiatowy Global Solar Atlas⁶⁷. Dane uzyskane z Global Solar Atlas pokazują, że wartość średniego rocznego nasłonecznienia na terenie GZM jest

⁶⁵ <http://www.suncyclopedia.com/en/area-required-for-solar-pv-power-plants/>

⁶⁶ <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

⁶⁷ <https://globalsolaratlas.info/map>

jednolita i podobne jak w centralnej i południowej Polsce wynosi ok. 1100 kWh/m². W przeliczeniu dobowym jest to 3,013 kWh/m² na dzień.

W reguły nie wyznacza się dolnej granicy stosowalności fotowoltaiki, ponieważ instalacje te są w stanie produkować energię elektryczną przy nawet bardzo niskim natężeniu promieniowania słonecznego. Obecnie w Polsce największą popularnością cieszy się fotowoltaika na rynku prywatnym (mikroinstalacji). Według danych Urzędu Regulacji Energetyki, na terenie Polski działa 40 instalacji o mocy powyżej 1 MW (np. Elektrownie PV w Czernikowie, Bierutowie, Suwałkach czy Witnicy⁶⁸), przy czym moc tych elektrowni nie przekracza 3,8 MW. Na rynku przybywa dużych inwestorów zainteresowanych obszarem Polski⁶⁹, a wiele projektów dużych farm słonecznych jest o krok od realizacji. Przykładem takich wielkoskalowych inwestycji jest budowana na terenie województwa śląskiego farma fotowoltaiczna w Jaworznie (o mocy 5 MW) oraz farma w Mysłowicach, która jest na etapie opracowywania projektu budowlano-wykonawczego. Projekty te realizowane są lub mają być realizowane na terenach przemysłowych, które były wyłączone z użytku od wielu lat. Są to pierwsze polskie projekty fotowoltaiczne realizowane na terenach przemysłowych i jednocześnie o największej mocy wśród dotychczas wybudowanych obiektów. Elektrownia Jaworzno III w Mysłowicach ma powstać na zrekultywowanym składowisku odpadów paleniskowych, zaś elektrownia Jaworzno I budowana jest na obszarze byłej elektrowni węglowej. Powyższe przykłady świadczą o tym, że obszary bliskie GZM nie tylko posiadają dobre warunki dla energetyki słonecznej, lecz również są terenem, na którym już dziś realizowane są pionierskie w skali kraju projekty fotowoltaiczne, w połączeniu z rewitalizacją terenów pokopalnianych i przemysłowych.

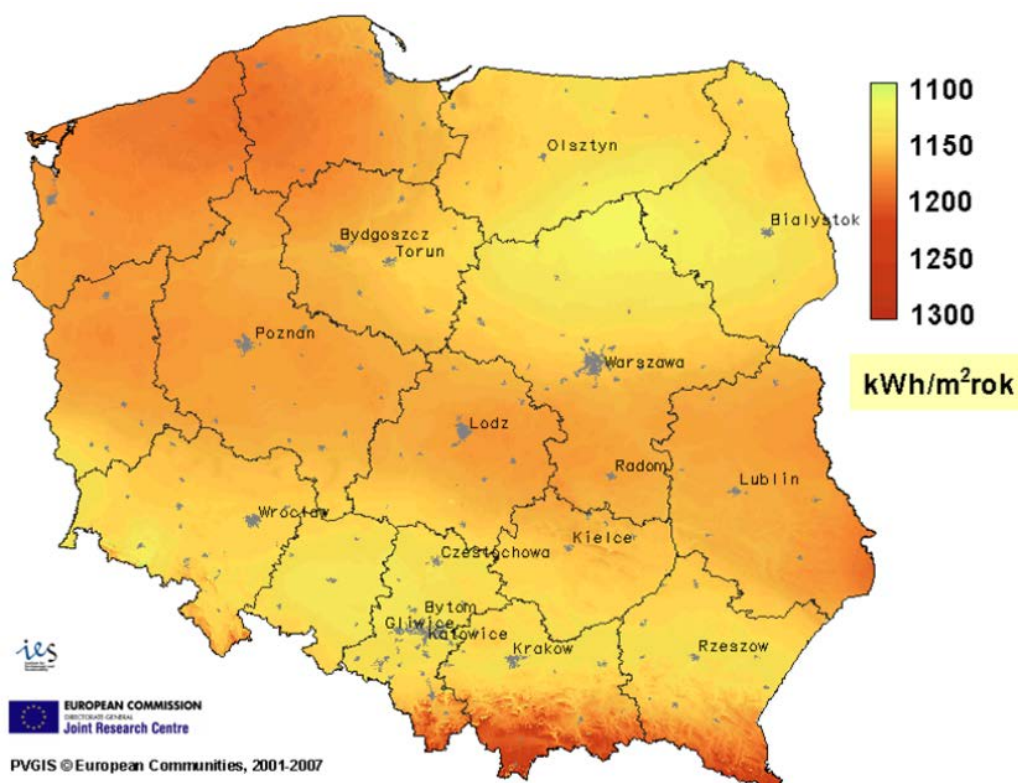


Fig. 5. Mapa nasłonecznienia Polski (PVGIS).

⁶⁸ <https://www.rynekelektryczny.pl/najwieksze-farmy-fotowoltaiczne-w-polsce/>

⁶⁹ <https://wysokienapiecie.pl/31882-farmy-sloneczne-w-polsce-kto-je-buduje-kto-kupuje/>

5.3.1.3. Energia geotermalna

Elektrownie geotermalne wykorzystują do zasilania naturalne ciepło Ziemi zakumulowane w skałach i płynach wypełniających szczeliny i pory skał (energię geotermalną). Wektorem energii dla elektrowni geotermalnych są płyny lub para wydobywająca się ze skały pod ciśnieniem przez uprzednio wykonany otwór wiertniczy. Energię geotermalną wykorzystuje się przede wszystkim w celach ciepłowniczych, do ogrzewania budynków i wody, a wystarczająca temperatura skał dla przemysłowych instalacji wynosi ok. 40°C (patrz Terminy Mszczonów). Energię elektryczną można pozyskiwać dopiero z głęboko położonych, wysokotemperaturowych złóż. Za wartość graniczną dla uzyskiwania energii ze źródeł geotermalnych uznaje się temperaturę skał o wartości 100°C, choć istnieją elektrownie operujące na niższych temperaturach.

Obecnie stosuje się trzy typy elektrowni wodnych, w zależności od stanu skupienia i składu wydobywających się z otworu związków. W przypadku klasycznych elektrowni geotermalnych, znajdująca się pod ciśnieniem para wydobywa się przez otwór obracając turbiny, które generują prąd. Jeśli wektorem energii jest płyn, w przypadku słabo zmineralizowanej wody złożowej, po wydobyciu jest ona przetwarzana na parę, która obraca turbiny, po czym jest skraplana i wtłaczana z powrotem do górotworu. W innym systemie wykorzystywanym dla słabo zmineralizowanych wód złożowych, woda złożowa ogrzewa inną ciecz, która parując obraca turbiny elektrowni, zaś woda złożowa bez zmiany stanu skupienia wraca do obiegu. W przypadku, gdy w złożu znajduje się silnie zmineralizowana woda lub operuje się na złożu w postaci suchych gorących skał stosuje się technikę, w której jednym otworem zatłacza się zimną wodę i ogrzaną ciepłem skał wydobywa się za pośrednictwem drugiego otworu.

Oczywistą zaletą energii ze źródeł geotermalnych jest jej odnawialny charakter. Zasoby energii ciepła ziemi nie ulegną wyczerpaniu się przed upływem 4-5 miliardów lat! Jest energią czystą, zrównoważoną i przyjazną środowisku. Elektrownie geotermalne cechują się wydajnością i rzadko ulegają awariom. Niewątpliwą zaletą tej technologii jest jej najmniej inwazyjny charakter wobec środowiska naturalnego względem wszystkich pozostałych źródeł energii. Niskie natężenie dźwięku sprzyja środowisku oraz współpracy z okolicznymi mieszkańcami. Elektrownie geotermalne są też niemal całkowicie zdekarbonizowane, co oznacza, że podczas produkcji energii elektrownia nie wypuszcza do atmosfery dwutlenku węgla. Ponadto, w przeciwieństwie do energetyki wiatrowej, solarnej czy hydroenergii, ten sposób pozyskiwania nie jest zagrożony zmiennymi warunkami panującymi na powierzchni i nie są one zagrożone niedoborami lub niestabilną pracą.

Problemem elektrowni geotermalnych jest ograniczona lokalizacja, w których mogą się sprawdzać na skalę przemysłową. Prace wiertnicze i budowa takiej elektrowni wymaga obszaru znajdującego się w większej odległości od pozostałych zabudowań i nie nadadzą się na silnie zurbanizowanych terenach. Koszt budowy elektrowni geotermalnych są olbrzymie, lecz po wstępnych kosztach inwestycyjnych pozyskuje energię w stosunkowo niskich cenach. Energetyka geotermalna może stanowić zagrożenie dla atmosfery oraz okolicznych wód, ale przy zastosowaniu odpowiednich technologii zagrożenia te są niemal całkowicie wyeliminowane.

W Polsce energię geotermalną wykorzystuje się jedynie w celach ciepłowniczych, m. in. w Mszczonowie, Uniejowie, Bańska Niżnej, Stargardzie Szczecińskim czy Pyrzycach. Do tej pory Polska nie posiada żadnej elektrowni lub elektrociepłowni wykorzystującej energię geotermalną do pozyskiwania energii elektrycznej. W samej Europie rynek energetyki geotermalnej rozwija się prężnie, a nowe innowacje wprowadzane są na bieżąco. Na ten moment na terenie Europy funkcjonuje 130 instalacji geotermalnych produkujących energię elektryczną, 36 jest w trakcie realizacji, zaś 124 na etapie projektowym⁷⁰. Ilość ciepłowni opartych na energii geotermalnej funkcjonujących na terenie Polski jest duża i wciąż rośnie, co obrazuje spory potencjał kraju w zakresie rozwiązań jakich dostarcza geotermia. W planach rządu jest przewidziana budowa pierwszej elektrociepłowni geotermalnej w Polsce⁷¹. Według badań, blisko 80%

⁷⁰ <https://renews.biz/60819/130-geothermal-plants-operating-in-europe/>

⁷¹ <https://dziennikpolski24.pl/rozwoj-w-oparciu-o-wlasne-zrodla-energii-geotermalnej/ar/c3-11978674>

powierzchni kraju posiada odpowiednie warunki do wykorzystania ciepła Ziemi w celach energetycznych⁷². Model budowy wgłębnej Polski oraz temperatur do głębokości 5000 m, opracowany przez Polską Geotermalną Asocjację znajduje się w Fig. 6. Istnieją tezy, które mówią, że Polska może być samowystarczalna energetycznie w głównej mierze dzięki szerokiemu zastosowaniu energii geotermalnej. Województwo śląskie należy do województw, w których wody termalne mogą zostać wykorzystywane na potrzeby energetyki lub ciepłownictwa⁷³, a potencjalne złoża obecne są w dwóch różnych formacjach zalegających na różnych głębokościach (basen dewońsko-karboński, basen cechsztyński). W okolicy GZM, na głębokości 5000 m, temperatura skał wynosi ok. 150°C, przy czym najgłębsze potencjalne złoża wód termalnych, obecne w formacji zwanej basenem dewońsko-karbońskim, znajduje się na głębokości ok. 2 tys. m, a ich temperatura wynosi 50-90°C.

Ciekawym pomysłem poruszonym w raporcie Alves Dias et al. (2020) jest możliwość zastosowania zlikwidowanych kopalni głębinowych do pozyskiwania energii geotermalnej w celach energetycznych lub ciepłowniczych na małą lub średnią skalę. Jest to szczególnie interesujące rozwiązanie dla obszarów takich jak GZM, których rozwój gospodarczy w dużym stopniu opiera się na wydobyciu węgla, a węgiel ten jest pozyskiwany z kopalni głębinowych. Ze względu na to, że na Śląsku wydobywany jest węgiel wyłącznie z głęboko położonych pokładów, spośród proponowanych w przytoczonym raporcie rozwiązań dla zlikwidowanych kopalni głównie to może zostać potencjalnie wdrożone na obszarze GZM po zakończeniu wydobycia. Energetyka geotermalna to rodzaj OZE, które warto rozważyć planując sieć energetyczną tego obszaru, ponieważ ciepło ziemi to zasób, którego jest pod dostatkiem. Istniejąca infrastruktura kopalniana może stanowić dodatkowy atut przy planowaniu rozmieszczenia i budowy instalacji, które z kolei mogą zasilić zarówno sieć elektryczną, jak i stanowić źródło ciepłej wody w sieci ciepłowniczej.

⁷² <http://www.pga.org.pl/geotermia-zasoby-polskie.html>

⁷³ <http://pga.org.pl/geotermia-zasoby-polskie.html>

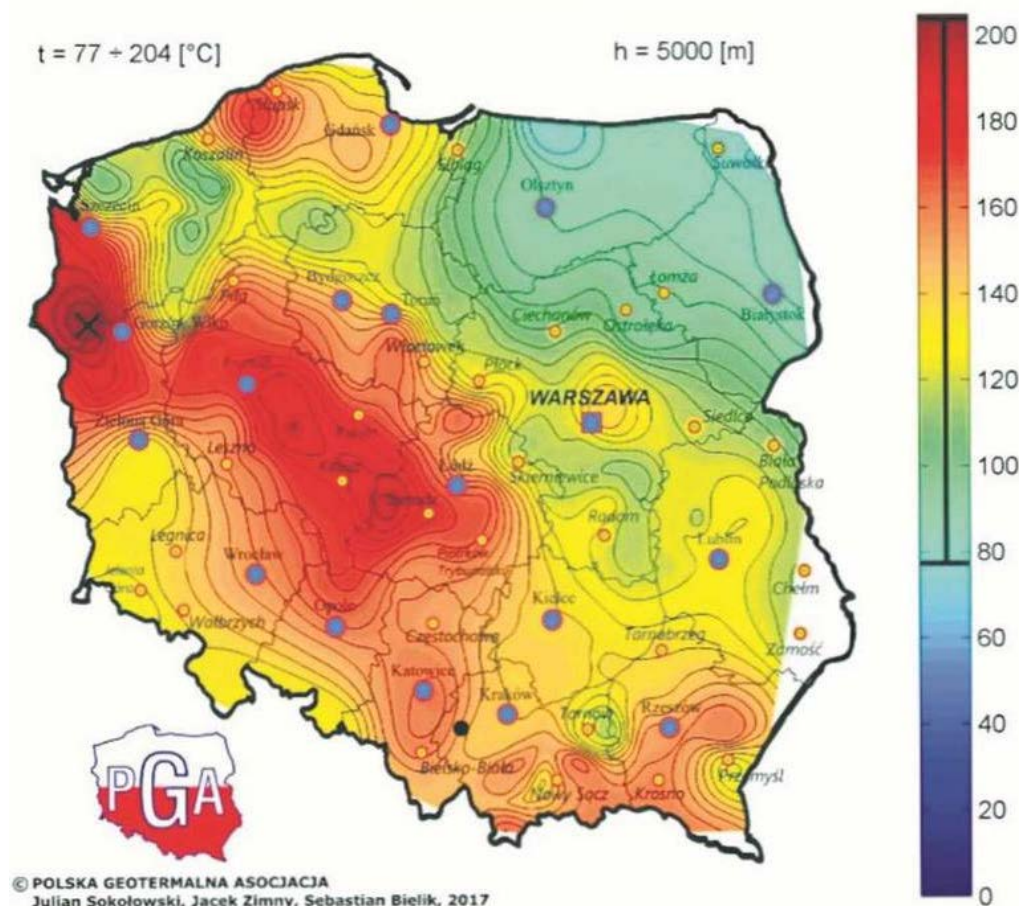


Fig. 6. Model budowy wglębnej Polski oraz temperatur do głębokości 5000 m (opracowany przez Polską Geotermalną Asocjację)

5.3.1.4. Energia z biomasy

W lipcu 2020 sejm przegłosował zmianę ustawy o odnawialnych źródłach energii, który dookreśla definicję tzw. drewna energetycznego. Na mocy tej zmiany Lasy Państwowe będą mogły sprzedawać drewno sektorowi energetycznemu. Przeciwno zmianom tego prawa opowiadają się jednak naukowcy z Państwowej Akademii Nauk.⁷⁴ Apelują, aby nie nazywać drewna odnawialnymi źródłami energii. Uważają, że zmiany te tworzą furtkę do dalszej degeneracji ekosystemów leśnych.

Trwa dyskusja w temacie spalania biomasy. Obecnie w Unii przyjęta została dyrektywa RED II, która zobowiązuje instalacje większe niż 20 MW do dokumentowania pochodzenia biomasy. Istnieje znaczce ryzyko, że w przyszłości spalanie biomasy drzewnej nie będzie traktowane jako zrównoważone. Również Europejskie Akademie Nauk zajęły stanowisko krytykując traktowanie biomasy drzewnej.⁷⁵ Na przykład

⁷⁴ <https://informacje.pan.pl/index.php/informacje/nauki-biologiczne-i-rolnicze/2776-naukowcy-alarmuja-czas-ograniczyc-spalanie-biomasy-lesnej-w-trosce-o-klimat?fbclid=IwAR0mLdBOU-HmqZAvB223xjnJh2F4j0RKyJ8d6dDbM9jFRreLe4s937JBKsk>

⁷⁵ <https://www.paperadvance.com/bioeconomy/biomass/the-dutch-have-decided-burning-biomass-is-not-sustainable.html>

Europejska organizacja zrzeszająca naukowców EASAC⁷⁶ bardzo dosadnie nazywają takie podejście "klimatyczną hipokryzją". Natomiast organizacje przyrodnicze jako przykład ku przestrodze podają Słowację, gdzie od kilku lat obowiązuje podobne prawo. Jak zauważają działające na Słowacji organizacje, wycinka pod pozorem spalania drewna w charakterze biomasy przybrała tam katastrofalne rozmiary. Ilość spalanego drewna pochodzącego z Karpat ma wzrosnąć w tym państwie do 2030 roku o 120% by umożliwić jego sprzedaż sektorowi energetycznemu.⁷⁷ Użytkowanie biomasy z drzew jako materiału opałowego może przyspieszyć proces zmian klimatycznych. Emituje ona więcej CO₂ niż spalanie węgla⁷⁸.

Dekadę temu Wielka Brytania przeprowadziła eksperyment, w którym subsydiowała przetwarzanie biomasy, kreując nowy rynek dla przemysłu drzewnego. W 2011 RWE przekształcił elektrownię węglową z lat 60-tych w Tilbury na pierwszą w UE elektrownię spalającą wyłącznie biomasę. W związku z niższą kalorycznością wydajność elektrowni spadła z 1062 MW do 742 MW. Wsad transportowano do portu na Tamizie statkami, z których był na bieżąco spalany podczas wyładunku. Drewno pochodziło w 80 % z USA i Kanady, a 20 % z państw nadbałtyckich i południowej Europy. Praca zakładu została wstrzymana po dwóch latach, ostatecznie zburzono tę elektrownię w roku 2019.

5.3.1.5. Hydroenergetyka

Śródlądowa energetyka wodna w Polsce może stanowić jedynie element wspomagający strukturę lokalnej sieci energetyki rozproszonej. Model przedstawiony w raporcie McKinsey & Company nie przewiduje znacznego wzrostu udziału energetyki wodnej w strukturze miksu energetycznego kraju. Podobne przewidywania zawarte są w raporcie WiseEuropa, z kolei raporty Retrofit oraz JRC wspominają jedynie o braku możliwości przebudowy śląskich kopalń węgla na hydroelektrownie, co stanowi praktykę w niektórych likwidowanych obiektach (zalane kopalnie odkrywkowe służą za sztuczny zbiornik do retencji wody na potrzeby instalacji hydroelektrowni).

Warunkiem funkcjonowania elektrowni wodnych są duże różnice wysokości terenu oraz regularne, intensywne opady. Atutem tego rozwiązania jest jego stabilność w porównaniu do innych OZE, w tym energii z wiatru czy słońca. Jednak, mimo, że są kraje, które są w stanie oprzeć gro swojego miksu energetycznego na hydroenergetyce (np. Norwegia), ten rodzaj pozyskiwania energii jest silnie ograniczony kryteriami ukształtowania terenu i klimatu, których teren Polski w dużej mierze nie spełnia (np. Sołtuniak, 2017). Według szacunków Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych całkowity potencjał energetyki wodnej w Polsce, przy obecnym poziomie rozwoju tej technologii, przy maksymalnym jego wykorzystaniu, pozwoliłby zaspokoić 7% obecnego zapotrzebowania na energię elektryczną. Obecnie wykorzystuje się ok. 17% tego potencjału (Sołtuniak, 2017).

W 2017 roku w Polsce funkcjonowało 776 elektrowni wodnych, z czego 756 to mniejsze, prywatne elektrownie wodne, które posiadały moc poniżej 10 MW. Małe elektrownie wodne (MEW) konstruuje się zazwyczaj na naturalnych stopniach wodnych lub korzystają jedynie z siły przepływu mniejszych rzek. Zaletami MEW jest ich prostota i stosunkowo niski koszt obsługi oraz koszt budowy, który szybko się zwraca. Ten typ elektrowni ma większy potencjał lokalizacyjny w kraju względem dużych elektrowni wodnych oraz mniejszy negatywny wpływ na środowisko. MEW są szczególnie wskazane dla lokalnej energetyki producenckiej w społecznościach wiejskich, jako uzupełniające źródło energii, stabilizujące system energetyczny oparty o inne rodzaje OZE, w tym energię z wiatru czy słońca. Duże elektrownie wodne powodują znacznie większą ingerencję w środowisko naturalne oraz stanowią potencjalne zagrożenie dla otaczających osiedli oraz terenów rolnych. Koszty ich budowy są bardzo wysokie i potrafią 2-3-krotnie przekroczyć koszt budowy konwencjonalnej elektrowni, jednak zazwyczaj od nich

⁷⁶ <https://easac.eu/media-room/press-releases/details/emissions-trading-system-stop-perverse-climate-impact-of-biomass-by-radically-reforming-co2-accounting-rules/>

⁷⁷ <https://oko.press/drewno-z-lasow-trafi-do-elektrowni-biomasakra/>

⁷⁸ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaa512>

są mniej awaryjne, ponieważ proces pozyskiwania energii jest dużo prostszy od strony technicznej. Energia pozyskiwana z dużych elektrowni wodnych jest niskoemisyjna i około 8 razy tańsza od konwencjonalnej.

Energetyka wodna mierzy się z krytyką, ponieważ instalacje tworzą spustoszenie w lokalnych ekosystemach wodnych. Zapory wodne stanowią nieprzekraczalną barierę dla migrujących ryb. Praca turbin oraz retencja wpływa na skład i natlenienie wód zmieniając skład gatunkowy organizmów żyjących w zbiorniku wodnym i rzece. W skrajnych przypadkach, duże elektrownie wodne mogą doprowadzić do osunięć tektonicznych. Wśród zalet energetyki wodnej jest ich zdolność do regulacji niestabilności w obrębie systemu energetycznego. Przykładem są elektrownie szczytowo-pompowe, najpowszechniejsze typy elektrowni wodnych w Polsce, które w nocy, przy małym zapotrzebowaniu na energię przepompowują wodę do wyżej położonego zbiornika, a w ciągu dnia, przy wzroście zapotrzebowania zasilają sieć w dodatkową energię, bilansując ją. Ponadto, niezależnie od warunków są one w stanie kompensować spadek wydajności innych OZE w bezwietrzne lub pochmurne dni.

Poważnym zagrożeniem dla hydroenergetyki są coraz powszechniejsze w kraju, rekordowo niskie stany wód powierzchniowych (niżówek). Niżówka hydrologiczna utrzymuje się na większości terenu kraju od sierpnia 2019 roku. Na przestrzeni ostatnich czterech dekad bardzo niskie stany wód obserwowano również w latach 1990-1992 oraz 2015-2016, przy czym w latach 2018-2020 obserwuje się również niżówkę w obrębie głębszych poziomów wodonośnych. Wśród najbardziej zagrożonych województw znajduje się między innymi województwo śląskie⁷⁹. Niżówka hydrologiczna, poprzedzona niżówką atmosferyczną oraz glebową, początkowo przejawia się niżówką płytszych warstw wodonośnych, a następnie niżówką przepływów rzecznych (Sołtuniak, 2017). Niżówka hydrologiczna jest efektem długotrwałej suszy i jej efektem są możliwe utrudnienia w dostawie wody z płytkich ujęć wód podziemnych oraz problemy dla infrastruktury wód powierzchniowych, w tym elektrowni wodnych. Susze w sposób oczywisty powodują zmniejszenie przepływu wody, a tym samym zmniejszenie ilości generowanej przez elektrownię energii. Na skutki suszy szczególnie narażone są elektrownie wybudowane na kanałach derywacyjnych, w których woda płynie przy naturalnym ciśnieniu i w skutek suszy może ona przestać działać, generując olbrzymie koszty z powodu przestoju oraz potrzeby kompensacji (Sołtuniak, 2017).

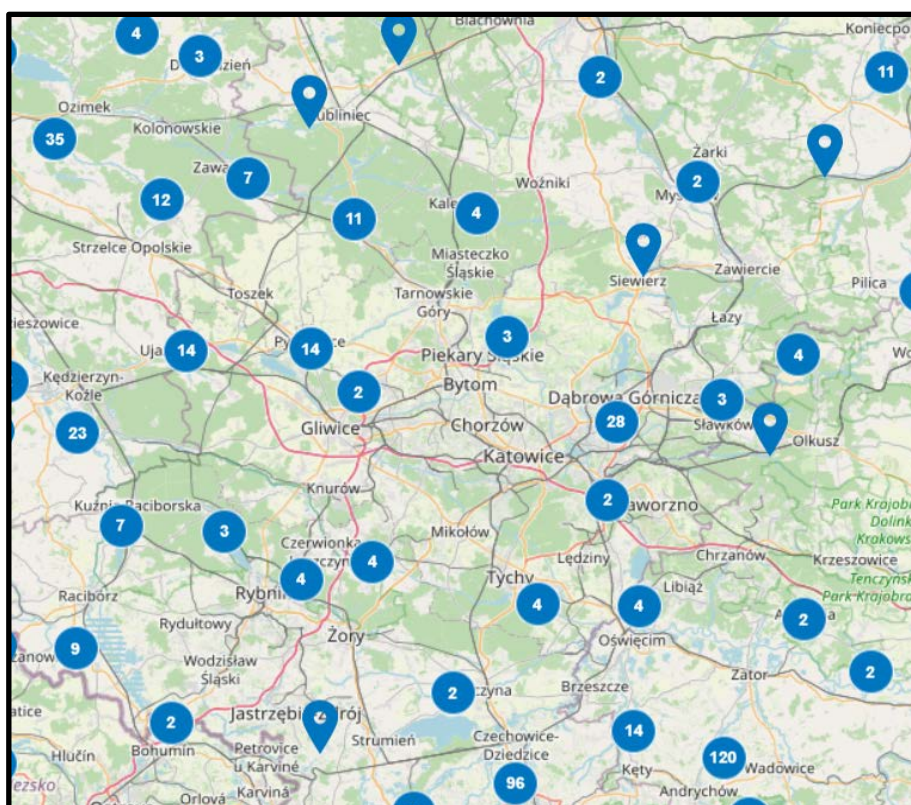
Spośród zalecanych sposobów przeciwdziałaniu suszy jest retencjonowanie wód powierzchniowych w zbiornikach oraz prawidłowe wykonywanie i utrzymanie melioracji wodnej. Jako skuteczną metodę przeciwdziałaniu skutkom suszy proponuje się rozbudowę systemu małej retencji. Budowa takiego systemu retencji na bazie sztucznych zbiorników i spiętrzeń mogłaby nie tylko służyć łagodzeniu skutków suszy, ale również mogłaby jednocześnie sprzyjać rozwojowi hydroenergetyki. Tym samym, rozwój małych elektrowni wodnych mógłby służyć ochronie rzek przed suszą. Sołtuniak (2017) wskazuje na możliwość odtwarzania w tym celu historycznego systemu młynów i siłowni wodnych, które w latach 20. XX w. na terenie Polski sięgały ponad 8 tys. sztuk. Projekt *RESTOR Hydro*⁸⁰, realizowany przez Europejskie stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej związany jest z tworzeniem mapy takich obiektów na terenie Polski w celu wskazania lokalizacji odpowiednich dla instalacji energetyki wodnej (Malicka, 2013). Informacje o istniejących obiektach piętrzących, będących własnością Skarbu Państwa można uzyskać za pośrednictwem Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej. Liczy się, że obecnie zaledwie 4,5% z nich wykorzystuje się na potrzeby hydroenergetyki (Malicka, 2013).

Projekt oraz budowę hydroelektrowni w wybranej lokalizacji należy poprzedzić szeregiem badań, które pozwolą określić jej moc i przyszłą produkcję energii. Do niezbędnych parametrów zalicza się m. in. stan i przepływ wody, spad oraz ciężar właściwy wody. Zmienność przepływu wody w skali roku, a także wielu lat zależy od szeregu czynników, w tym: rzeźby terenu, powierzchni zlewni oraz jej geometrii,

⁷⁹ <https://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/12344-susza-stan-zagrozenia-nizowka-hydrogeologiczna-nowa-prognoza-panstwowej-sluzby-hydrogeologicznej.html>

⁸⁰ <http://www.restor-hydro.eu/restor-hydro-map/>

Rejon GZM posiada kilka hydroelektrowni klasyfikowanych jako MEW⁸¹, które są przystosowane do zasilania krajowej sieci elektroenergetycznej. Mapa *RESTOR Hydro*⁸² to baza potencjalnych lokacji dla hydroelektrowni na obszarze Polski. Spośród 6 tys. wytypowanych punktów aż 1171 znalazło się na terenie województwa śląskiego, stawiając je na 2 miejscu wśród województw Polski pod względem liczby potencjalnych lokacji dla elektrowni wodnych, przy czym przeważająca większość to lokalizacje dla elektrowni o mocy do 40 kW. Na terenie samej Metropolii GZM znajduje się ponad 100 takich lokalizacji, przy czym znakomita większość to lokalizacje przeznaczone dla najmniejszych elektrowni wodnych, o mocy do 40 kW, a 7 z nich teoretycznie nadaje się dla instalacji hydroelektrowni o mocy w zakresie od 40 do 300 kW (Fig. 7). Ciekawym aspektem tych lokalizacji jest to, że część z nich znajduje się na obszarach miejskich, na przykład w Sosnowcu, Dąbrowie Górniczej, Pyskowicach czy Piekarach Śląskich. Przy dużym udziale obszarów miejskich w areale Metropolii, niewielkie hydroelektrownie, w przeciwieństwie do pozostałych, przemysłowych źródeł energii odnawialnej, mogłyby dać szansę wykorzystać ten teren do produkcji energii zasilającej ogólną sieć elektroenergetyczną. Należy jednak pamiętać, że przy dostępnych zasobach energetyka wodna mogłaby stanowić rolę jedynie dodatkowego, bilansującego źródła energii w obrębie miksu energetycznego GZM.



⁸² <http://hydropower.kamilpiwowarski.pl/app>

Warto zaznaczyć, że każda, nawet mała elektrownia wodna oznacza barierę ekologiczną dla ekosystemu rzeczno-egzistencjonalnego oraz przekształcenie i regulację koryta rzeki. Skuteczność przepławek dla ryb jest kwestionowana przez wielu ichtiologów, więc hydroelektrownie stają się przegrodą uniemożliwiającą migrację ryb. Traczone są wtedy usługi ekologiczne związane ze zdolnością pochłaniania biogenów przez strefy ekotonowe. Powstałe w taki sposób zbiorniki wodne mają o wiele większe prawdopodobieństwo eutrofizacji, czy też braku spełniania norm czystości wody, w porównaniu do naturalnych zbiorników lub wody rzek. Warto zastanowić się czy instalacja hydroelektrowni, która może jedynie w niewielkim stopniu sprostać lokalnemu zapotrzebowaniu na energię warta jest szkód jaką wyrządzić mogą one ekosystemom wodnym.

5.3.1.6. Energia wodorowa

Wodór to gorący temat w debacie o transformacji energetycznej. Chociaż jego właściwości znane są od wieków, a silniki wodorowe istnieją od dziesięcioleci, dopiero teraz temu paliwu poświęca się więcej uwagi, i co być może ważniejsze, technologie związane z wodorem będą o wiele lepiej doinwestowane. Warto się więc przyjrzeć jak na wodór zapatruje się Polska, inne państwa Unii Europejskiej oraz inni gracze na świecie.

Trzeba oczywiście podkreślić, że wodór jest paliwem zeroemisyjnym pod warunkiem, że jest pozyskiwany w bezemisyjny sposób, na przykład dzięki hydrolizie przy udziale odnawialnych źródeł energii (tzw. zielony wodór). Według Bloomberg BNEF rozwój zielonego wodoru mógłby pozwolić na redukcję globalnej emisji gazów cieplarnianych o 34%, jeżeli ta technologia zostałaby wsparta subsydiami o wartości około 150 mld dolarów. Polska jeszcze nie wie jaką technologię pozyskiwania wodoru wybrać. Wytwarzanie wodoru z wykorzystaniem OZE pozwoliłoby zdaniem Autorów raportu na magazynowanie tego paliwa i zasilanie według uznania wszelkiej działalności gospodarczej, w tym ciężkiego przemysłu, np. stalowego czy stoczniowego. Koszty wytwarzania tzw. zielonego wodoru mają spaść do 0,8-1,6 dolarów za kilogram do 2050 roku. Cena z uwzględnieniem magazynowania i transportu w Chinach, Indiach i Europie Zachodniej mogą spaść do około dwóch dolarów za kilogram w 2030 roku i jednego w 2050 roku. Konieczna byłaby jednak budowa nawet trzy-cztery razy większej infrastruktury magazynowej wartej 637 mld dolarów do 2050 roku. Z tego względu Bloomberg BNEF sugeruje wsparcie zielonego wodoru subsydiami wartymi około 150 mld dolarów do 2030 roku. Polska zapowiedziała przygotowanie strategii wodorowej, w której może określić którą technologię wodorową zamierza wspierać. Alternatywą dla wodoru zielonego, to wytwarzanie surowca z wykorzystaniem gazu, czyli tzw. niebieski wodór.

Zainteresowanie technologiami wodorowymi wyraził w wywiadzie dla BiznesAlert.pl prezes PGNiG Jerzy Kwieciński. – *Zdziwiłem się, że w niektórych dziedzinach PGNiG było mało obecne. Jedną z nich to właśnie wodór. Mówi się o nim jako o przyszłym paliwie transportowym. Trzeba jednak poważnie rozważyć potencjał jego wykorzystania w sieciach gazowych, w których zamiast gazu ziemnego mógłby płynąć wodór albo mieszanka obu tych paliw. Wiele krajów nad tym pracuje, nie tylko znana z tego Japonia. Również my powinniśmy się w ten proces włączyć znacznie bardziej efektywnie, aniżeli do tej pory – powiedział prezes PGNiG. – W okresach niższego zapotrzebowania na energię, OZE może być wykorzystane do wytwarzania wodoru. Podobnie możemy zrobić z biogazem. Możliwości jest wiele. Wzorem działania jest EU Battery Alliance. Może powstać analogiczna koalicja wodorowa. Będziemy chcieli w niej uczestniczyć – zapowiedział Kwieciński⁸³.*

5.3.1.7. Energia jądrowa

Energetyka jądrowa w dalszym ciągu jest jednym z najważniejszych źródeł energii na świecie, dostarczającym 30% światowej energii elektrycznej i 50% energii w UE. Elektrownie jądrowe

⁸³ <https://biznesalert.pl/jerzy-kwiecinski-prezes-pgnig-rozmowa-dywersyfikacja-dostaw-dzialalnosci-wodor-nord-stream-2-energetyka-gaz/>

wykorzystuje ponad 30 państw – w tym 13 krajów Unii Europejskiej, w której pracuje 107 jądrowych reaktorów energetycznych - oraz większość państw uprzemysłowionych, tj. większość krajów OECD i wszystkie państwa G8 z wyjątkiem Włoch. Przemysł jądrowy w Unii Europejskiej wspiera 1 milion miejsc pracy i generuje 450 miliardów euro PKB UE. Nowe elektrownie jądrowe buduje się obecnie w kilkunastu państwach, a w kilkunastu kolejnych istnieją poważne plany dalszego rozwoju energetyki jądrowej, bądź jej wdrożenia. Łącznie na świecie znajduje się 441 reaktorów energetycznych, a kolejne 54 są w budowie. Niemniej jednak wszystkie wspomniane działania są już wdrożone od wielu lat. Polska i GZM to zupełnie nowe rozdanie, które ma zarówno wielu zwolenników jak i przeciwników. W pierwszej kolejności warto zaznaczyć ogromną niezgodność w zaleceniach między poszczególnymi raportami. O ile niektóre z nich widzą przyszłość w rozwoju energetyki jądrowej, Autorzy innych podkreślają brak rozwojowości tej formy energetyki. Należy jednak pamiętać, że wszystkie opinie i propozycje z przeanalizowanych przez Autorów raportów powstały w kilku ostatnich latach, a nie kilku ostatnich tygodniach, kiedy to planowane inwestycje w energetykę jądrową zostały przynajmniej połowicznie przez rząd sprecyzowane. Również dobrze wspomnieć tutaj wypowiedzi największych firm realizujących generalne wykonawstwo w zakresie Elektrowni Jądrowych. Na przykład według szefowej GE Polska & CEE Pani Prezes Beaty Stelmach. Dostępne technologie atomu są nieopłacalne i czasowo stratne dla naszego kraju. Według analiz GE, np. budowa Elektrowni Wiatrowej o tej samej mocy co atomowej zajmie GE trochę ponad rok, natomiast budowa Elektrowni Atomowej ponad 12 lat. Pani Prezes nie jest tutaj odosobniona. W podobnym tonie wypowiadają się Prezesi innych spółek wykonawczych tego pokroju (Konferencja EuroPower 2017). Jednak pomimo różnicy zdań w opiniach ekspertów, przyjęty przez Radę Ministrów „Program polskiej energetyki jądrowej” zakłada posiadanie stabilnego, zeroemisyjnego źródła energii w oparciu o technologie atomową. Według dokumentu wybór technologii nastąpi w 2021 roku, a lokalizacji w 2022 roku. Celem „Programu polskiej energetyki jądrowej” jest budowa oraz oddanie do eksploatacji w Polsce elektrowni jądrowych o łącznej mocy zainstalowanej od ok. 6 do ok. 9 GWe w oparciu o sprawdzone, wodne ciśnieniowe reaktory jądrowe generacji III(+). Głównym opinio twórcą jest Ministerstwo Klimatu, które podkreśla "Dzięki energetyce jądrowej będziemy mogli zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne" (Minister klimatu i środowiska Michał Kurtyka). Najważniejszy według Ministerstwa jest kontekst gospodarczy, gdyż elektrownie jądrowe mogą zahamować wzrost kosztów energii dla odbiorców, a nawet je obniżyć, licząc pełny rachunek dla odbiorcy końcowego. Wynika to z faktu, że są one najtańszymi źródłami energii przy uwzględnieniu pełnego rachunku kosztów (inwestorskie, systemowe, sieciowe, środowiskowe, zdrowotne, inne zewnętrzne) oraz czynnika długiego czasu pracy po okresie amortyzacji. Dotyczy to zarówno odbiorców indywidualnych, jak i odbiorców biznesowych, a w szczególności zabezpiecza rozwój przedsiębiorstw energochłonnych (np. przemysł hutniczy, chemiczny). Energetyka jądrowa, z uwagi na nawet ponad 80 letni okres pracy instalacji jest też ważną inwestycją, dzięki której realizowana jest solidarność międzypokoleniowa. Nowe technologie jądrowe (np. HTR) powinny być odpowiednio przemyślanym kawałkiem miks energetycznego, ale zbudowane tak, aby miały minimalny wpływ negatywny na środowisko naturalne.

5.3.1.8. Gaz ziemny jako paliwo przejściowe

Udział gazu w miksie energetycznym będzie rósł ze względu na to, że został uznany za paliwo przejściowe w Europejskim Zielonym Ładzie. Choć czekamy na zapisy w poszczególnych aktach prawnych, które zdefiniują realizację nowej perspektywy finansowej, prędzej czy później, przyjdzie jednak moment, gdy będziemy odchodzili także i od tego paliwa. Przyczynami zmniejszającego się zużycia gazu będą najprawdopodobniej: planowana do 2050 roku całkowita dekarbonizacja w związku z Europejskim Zielonym Ładem, spadek zapotrzebowania na gaz do celów grzewczych z powodu rosnącej efektywności energetycznej budynków i ogrzewania się klimatu, a także gazy zastępujące ziemny.

PGNiG już zapowiada, że będą chcieli się specjalizować w nowych paliwach gazowych. Mają już zaplanowane pierwsze projekty wodorowe – stację tankowania czy budowę własnej instalacji do produkcji wodoru metodą elektrolizy. Gaz można też produkować z odpadów komunalnych – strategią koncernu jest, aby specjalizować się w różnych gazach, nie tylko w ziemnym, szczególnie, że w tym sektorze będzie coraz więcej gazu z biometanu. Ten trend widać już w krajach północnej Europy, gdzie

biometan miesza się w sieciach z gazem ziemnym. Zobaczymy też jak potoczą się losy wodoru, jeśli będzie taniał, pozostanie tylko dostosować do niego sieci. Warto tu dodać, że według prognoz w 2050 roku wodór może zaspokoić nawet jedną czwartą światowego zapotrzebowania na energię. Jak podkreślała dr Opolska, technologie wykorzystujące wodór są najbardziej obiecujące, ponieważ gaz ten można wykorzystać jako surowiec do produkcji amoniaku, metanu, w procesach rafineryjnych, do ogrzewania czy akumulacji energii.

5.3.1.9. Zastosowanie CCS w energetyce

Technologia sekwestracji dwutlenku węgla (ang. *Carbon Capture and Storage* – CCS) to rozwiązanie technologiczne sprowadzające się do wyłączenia z obiegu w atmosferze dwutlenku węgla poprzez wyłapanie CO₂ będącego produktem ubocznym spalania w procesie pozyskiwania energii z nieodnawialnych źródeł energii lub biomasy, jego transporcie i wtłaczaniu do skał o odpowiednich właściwościach w celu jego składowania. Pokróćce, technologia ta umożliwiłaby niskoemisyjną produkcję energii w procesie spalania. Szczególnie w krajach takich jak Polska, której energetyka opiera się przede wszystkim na spalaniu węgla, technologia ta może okazać się szczególnie istotna.

Wdrożenie technologii CCS na skalę przemysłową wymaga gruntownego rozpoznania geologicznego formacji skalnych, które posiadają cechy umożliwiające wiązanie CO₂ w skałę. Wtłaczany w skałę CO₂ wchodzi w reakcję z materią organiczną lub składnikami mineralnymi skały wiążąc się z nią na stałe. Z myślą o przyszłym wdrożeniu tej technologii w Polsce, w 2008 roku, Ministerstwo Środowiska uruchomiło program „Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania,” którego podjął się Państwowy Instytut Geologiczny (Wójcicki i in., 2013). Potencjalnymi składowiskami dla CO₂ w Polsce są wodonośne poziomy solankowe, wyeksploatowane złoża gazu ziemnego i ropy naftowej oraz pokłady węgla. Wśród wytypowanych przez Autorów potencjalnych miejsc składowania znalazły się również formacje skalne obecne w podłożu geologicznym województwa śląskiego.

Technologia CCS, według przewidywań, ma grać dużą rolę w łagodzeniu skutków zmian klimatu i nadzieje wobec niej są ogromne. Jednak, w 2020 roku w skali całego świata, funkcjonowało jedynie 18 takich instalacji, w budowie lub fazie uruchamiania było łącznie 17, a 15 projektów na etapie badawczym. Większość realizowanych na świecie projektów CCS ma charakter pilotażowy. Na obecną chwilę Polska nie jest gotowa by wdrażać projekty pilotażowe na terenie kraju. W samej Europie realizowanych jest jedynie 14 projektów CCS, przy czym większość w Wielkiej Brytanii, dwa w Norwegii oraz po jednym w Holandii, Francji i Niemczech. Jedynie dwa z nich funkcjonują, a pozostałe stanowią albo instalacje pilotażowe albo są na wstępnym etapie badań i planowania⁸⁴. Mimo obiecujących postępów w rozwoju technologii ciężko na ten moment przewidzieć czy i kiedy instalacje CCS przy konwencjonalnych elektrowniach staną się normą. Może stać się tak, że rozwój OZE w przeważającym stopniu wyprze paliwa kopalniane, zanim CCS rozwinie się na dobre. Z drugiej strony, dla obszarów, których energetyka oparta jest na węglu takie rozwiązanie może okazać się przynajmniej tymczasowym buforem dla emisji gazów cieplarnianych w trakcie transformacji systemu energetycznego na zdominowany odnawialnymi źródłami energii. Ponadto, instalacje CCS mogłyby w przyszłości ograniczać emisje pochodzące z gałęzi przemysłu, które np. wymagają wysokich temperatur w procesie technologicznym. Projekty CCS to ogromne, kapitałochłonne przedsięwzięcia i należy na bieżąco śledzić ruchy dokonywane w tym kierunku na szczeblu krajowym.

5.3.2. Sektor przemysłowy

Nadchodzące zmiany to nie tylko wyzwanie, ale również szansa dla wielu gałęzi gospodarki. Rozwój technologii niskoemisyjnych oraz ich rosnąca popularność wymagała będzie silnej odpowiedzi ze strony sektora przemysłowego. Polska jest krajem, w którym firmy zagraniczne chętnie uruchamiają produkcję. Autorzy raportu WWF (2018) oraz McKinsey & Company (2020) podkreślają możliwości w rozbudowie

⁸⁴ <https://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/bin/view/KAPS/WebHome>

i dywersyfikacji lokalnej bazy przemysłowej GZM o niskoemisyjne branże. Dość dobrze rozwinięty na tym terenie segment automotive, nadążając za rosnącym popytem mógłby ukierunkować się w stronę produkcji części do samochodów o napędzie hybrydowym, elektrycznym czy wodorowym. Oczywiście niskoemisyjność i efektywność energetyczna tych branż zależy przede wszystkim od rodzaju stosowanych technologii pozyskiwania ciepła oraz energii elektrycznej, więc silny wpływ mają zmiany zachodzące w sektorze energetycznym. Nowopowstające zakłady powinny zatem wykorzystywać niskoemisyjne źródła ciepła oraz energii elektrycznej lub inwestować w instalacje wychytujące CO₂ przy produkcjach, w których emisji nie można uniknąć, choć na powszechne zastosowanie tej technologii (CCS) w przemyśle będzie trzeba czekać przynajmniej kolejną dekadę. Rozwój technologiczny będzie również wymagał odpowiednio wykwalifikowanych kadr, co uzyskać można m. in. przez utworzenie możliwości wykształcenia pracowników poprzez promowanie odpowiednich kierunków studiów oraz zastosowania programów nauczania i szkoleń dla przebranżawiających się pracowników. Tym samym, sektor przemysłu może stanowić bufor dla osób związanych z wydobywaniem węgla, tracących zatrudnienie w stopniowo wygaszanych kopalniach węgla. To pokazuje, że zmiany w obrębie sektora przemysłowego będą miały bezpośredni wpływ na szereg aspektów, od rozkładu zatrudnienia, przez środowisko akademickie, transport i wiele innych, aż po sektor energetyczny, który jest coraz bardziej obciążony postępującą elektryfikacją przemysłu.

5.3.2.1. Klastry przemysłowe

Z punktu widzenia działalności klastrów istotne jest to, aby ich strategia działania była starannie przemyślana z pewnym wyprzedzeniem, na pewno minimum kilkunastoletnim. Największe plusy to rozwój całego systemu poczynając od badań uczelnianych, poprzez łańcuch dostaw, a skończywszy na małych firmach i miejscach pracy. Największe zagrożenia to uzależnienie się całego systemu od jednego podmiotu dominującego, który może narzucać ceny, warunki jak i zakres korzystania czy to z infrastruktury czy innych składowych w łańcuchu działań systemowych. GZM jest klastrem, a na swoim terenie ma dobrze rozwinięty przemysł samochodowy, maszynowy, elektrotechniczny i elektroniczny, chemiczny czy farmaceutyczny. Dalszy rozwój tych gałęzi można zapewnić poprzez poprawę konkurencyjności przy współpracy z uczelniami wyższymi oraz instytutami badawczymi, które skupią się na zupełnie nowych kierunkach technologicznych i badaniach w tym zakresie. Te kierunki powinny być odpowiednio przemyślane i wybrane do strategii działania na kolejne dekady. Po opracowaniu danej technologii przez jednostki czy instytuty badawcze z terenu GZM. Firmy/podmioty już prosperujące i działające na terenie GZM, mogły łatwo pozyskiwać te wyniki badań i opracowywać własne produkty technologiczne, które to miałyby zapewniony popyt od odbiorców końcowych, którzy to są częścią w klastrze GZM. Tylko takie działanie umożliwia odpowiedni rozwój klastra, gdyż zapewnia wypełnienie wszystkich najważniejszych podpunktów w systemie. Oczywiście wszystkie działania powinny być poparte odpowiednimi regulacjami oraz specjalnie stworzonymi instrumentami prawno-finansowymi, które umożliwiłyby naturalny rozwój całego procesu. Ponadto opracowywane rozwiązania powinny skupiać się na szerszym rynku odbiorcy zdecydowanie wykraczającym tylko poza GZM.

5.3.3. Sektor transportu

Aby GZM mógł osiągnąć samowystarczalność energetyczną do 2050 r. konieczna byłaby niemal całkowita zmiana obecnego trendu powolnych zmian w transporcie. Przede wszystkim trzeba by postawić na maksymalną rozbudowę infrastruktury zasilania pojazdów elektrycznych, spójną z potrzebami modernizacji i rewitalizacji tkanki miast oraz całkowite przesunięcie mobilności w kierunku transportu publicznego – zeroemisyjne autobusy, pojazdy szynowe oraz ograniczanie ruchu konwencjonalnych, emisyjnych samochodów osobowych w miastach. Dodatkowo wprowadzić ulgi na zastąpienie pojazdów z napędem spalinowym elektrycznymi pojazdami osobowymi oraz ciężarówkami i autobusami zasilanymi wodorem. Transport publiczny GZM zdominowany jest przez komunikację autobusową, dlatego infrastrukturę trzeba rozbudować w zakresie wszelako dostępnego transportu szynowego. Rekomendowane jest rozwijanie szynowego transportu publicznego i zeroemisyjnego transportu drogowego w ramach Funduszu Niskoemisyjnego Transportu. Poza tym bardzo ważna jest

konieczność zwiększenia samych nakładów publicznych na transport zbiorowy w GZM. Obecnie skala wydatków na ten cel jest zbyt niska i powinna zrównać się z działalnością w Tychach, które przeznaczają 13% budżetu na transport zbiorowy. Dodatkowym działaniem powinno być zwiększenie częstotliwości kursowania już innowacyjnego transportu zbiorowego oraz zmiany prowadzące do rozwoju policentrycznego transportu (obecnie większość połączeń szynowych zbiega się w Katowicach). Miasta GZM potrzebują rozwoju nowych połączeń pomiędzy sobą (na przykład poprzez powstającą właśnie kolej metropolitalną). Poza rozwojem regionalnego, spójnego systemu transportowego, konieczne jest również podniesienie jakości oferowanych usług w istniejącym transporcie publicznym, co przełoży się na większe obciążenie systemu, a co za tym idzie zmniejszenie częstotliwości transportu alternatywnego, jak i większe wpływy do budżetów miast na terenie GZM. Poza powyższymi działaniami, większy nacisk powinien zostać położony na zwiększenie gęstości sieci ścieżek rowerowych oraz dostępności samych rowerów dla mieszkańców. GZM powinno wspierać współdzielenie pojazdów oraz szczególnie w miastach, całkowitą rezygnację z posiadania pojazdów osobowych. Konieczne są również zmiany w zachowaniu użytkowników samochodów osobowych. Promocja transportu w miastach powinna skupić rosnące zainteresowanie nad alternatywnymi rozwiązaniami dla dotychczasowego sposobu przemieszczania się.

5.3.3.1. Alternatywne środki transportu publicznego

Z punktu widzenia pasażera interesujące jest tylko to, czym, za ile i w jakim czasie może się przemieścić oraz dokąd udać. Dla miasta największe problemy to finanse, regulacje prawne oraz chociażby duże problemy z uwagi na ograniczoną pojemność ulic. Najważniejszym kierunkiem, który powinien przyświecać GZM jest budowa nadrzędnego systemu transportu mającego możliwość integracji wszystkich pomniejszych systemów infrastruktury transportowej skondensowanych w jednym centrum zarządzania opartym o otwarte dane dostawców i producentów oraz odpowiednią technologię przesyłu danych (np. 5G lub Internet w oparciu o szeroko rozbudowaną infrastrukturę światłowodową jak np. w mieście Rzeszów). Następnym takiego działania byłoby w pełni możliwe zarządzanie infrastrukturą transportu miejskiego w którego to skład mogłyby wchodzić pojazdy zwykłe, zasilane zieloną energią, a w przyszłości autonomiczne (np. samochody, autobusy, tramwaje itp.). W miejscach już przystosowanych infrastrukturalnie, innowacyjnym rozwiązaniem mogłyby być trolejbusy. Transport oparty na energii elektrycznej, jest tańszy niż rozwój torowisk szynowych, a dodatkowo odpowiednie wykorzystanie infrastruktury oświetleniowej wzdłuż ulic miejskich. Pozwoliłby na pozyskiwanie energii z OZE (wiatr i słońce) i bezpośrednie zasilanie trakcji elektrycznej dla trolejbusów.

Patrząc bardziej przyszłościowo, największym problemem ówczesnych miast będzie migracja ludzi z terenów wiejskich właśnie do miast. Do 2050 roku blisko 70% społeczeństwa będzie mieszkało w miastach. To bardzo duży, problem, gdyż już dziś istniejąca infrastruktura transportowa ma ograniczoną pojemność. Chcąc rozwiązać problemy komunikacyjne logistyki, związanej z dużym zaludnieniem, w Chinach zaproponowano skonstruowanie autobusów, które mogą poruszać się ponad samochodami. W ten sposób wymyślono TEB-1, który wyglądem przypomina ruchomy tunel. Porusza się on po szynach zamontowanych po zewnętrznej stronie pasów jazdy, a na szczycie konstrukcji znajduje się miejsce dla pasażerów. Futurystyczny autobus może poruszać się niezależnie od natężenia ruchu, omijając napotkane przeszkody poprzez chowanie kół. Jest to bardzo ciekawa propozycja dla aglomeracji mających problem z korkami i dużą ilością samochodów, a zdecydowanie tańsza niż budowa metra.

W XXI wieku współdzielenie samochodu to już norma. Od zwykłych usług wypożyczania samochodów na godziny przez sukces wprowadzanej przez korporację Uber usługi UberPool polegającą na współdzieleniu przejazdu samochodem Ubera. W skali globalnej takich przejazdów jest już ok. 20% (w ciągu każdego tygodnia firma realizuje ogółem ponad 100 mln podróży). Wszelaki transport współdzielenia przynosi korzyści wszystkim stronom: pasażerom, którzy płacą mniej, kierowcom, którzy unikają „pustych przebiegów”, i miastom, bo samochody czy inne pojazdy są lepiej wypełnione lub

użytkowane. Ciekawym przykładem może być również amerykańska firma Circut⁸⁵, która to oferuje transport zupełnie za darmo dla mieszkańców miast, w których już operuje.

W XXI wieku transport współdzielenia to również mały transport publiczny. Poczynając od infrastruktury rowerowej, a kończąc na małych pojazdach elektrycznych typu hulajnogi, koła elektryczne, segway-e itp. Szczególnie średnie i młodsze pokolenia chętnie korzystają z tego typu transportu, który powinien być rozwijany w zakresie infrastruktury typu ścieżki oraz lokalizacje typu Park&Ride integrujące wszystkie inne możliwości transportu w aglomeracji GZM.

Futurystyczne podejście nakazuje nam skupić się również na pojazdach latających i nie mówimy tutaj o bezzałogowcach (Drony). Już za dziesięć lat normą będzie coraz częstsze pojawianie się na niebie miejskim latających samochodów (np. Honda), Flyboard-ów (np. Zapata) czy innych konstrukcji umożliwiających swobodne latanie ludziom (np. TakeOnGravity). Planując strategię samowystarczalności energetycznej trzeba mieć na względzie również infrastrukturę dla pojazdów typu PAV.

5.3.3.2. Low-Emission Zones vs. Zero-Emission Zones

Nadrzędnym celem, dla którego ustanawia się strefy nisko oraz zeroemisyjne jest ochrona zdrowia ludzi i środowiska przed niekorzystnym wpływem emisji pochodzących z transportu, w szczególności, że dotyczy to bezpośrednio mieszkańców, firm, jak też komunikacji miejskiej w danej strefie, co stanowi w ogólnym rozrachunku o wiele bardziej złożony problem. Jednak zanim do tego dojdzie, muszą być konkretne ustalenia, jak takie strefy będą wyglądać, jaki będą obejmowały obszar albo po prostu czy poza obecnymi formami dotacji, czy dla mieszkańców lub pracowników strefy będą przewidziane dodatkowe bonusy.

Do stref zeroemisyjnych mają dostęp jedynie pojazdy napędzane elektrycznie, mieszkańcy stref zeroemisyjnych będą musieli zrezygnować z klasycznych pojazdów całkowicie. Jest to stawianie zamieszkujących tam ludzi pod przysłowiową ścianą, ale może okazać się kluczem do rozwiązania problemu związanego z zanieczyszczeniem powietrza. Kolejną kwestią są punkty ładowania. Główny fundament tworzenia stref zeroemisyjnych. Oczywiście jest ich coraz więcej, ale wciąż za mało. Do strefy zeroemisyjnej nie powinny być wpuszczane, żadne samochody emitujące jakąkolwiek emisję, więc intensywna wymiana samochodów przez użytkowników strefy zeroemisyjnej ma również jeszcze jedną poważną wadę, gdyż może dojść do zatorów. Co więcej, gdy założymy, że nagle do sieci podłączy się połowa osiedla, to może dojść do "blackout'u"! W strategii samowystarczalności energetycznej GZM powinien zdawać sobie sprawę, że wielkość produkcji energii, będzie kluczowa w równoległym działaniu nisko lub zeroemisyjności.

Strefy niskoemisyjne to natomiast mniej inwazyjna w rozwiązaniu zmian systemowych możliwość, gdyż dopuszcza do ruchu również samochody spalinowe, ale tylko takie które mają odpowiednie parametry i spełniają wytyczne dotyczące ilości emitowanych spalin. Jest to propozycja również zdecydowanie tańsza we wdrożeniu, choć również wymaga dużych, ale mniejszych nakładów finansowych. Najważniejsza będzie również infrastruktura stacji ładowania paliwami alternatywnymi innymi niż sama energia elektryczna, w szczególności wodór, biopaliwa ciekłe, paliwa syntetyczne i parafinowe, gaz ziemny (także sprężony CNG, płynny LNG) oraz, co szczególnie istotne ze względu na jego popularność w Polsce, gaz płynny LPG. Jest to również propozycja dużo łatwiej akceptowana społecznie i proceduralnie.

Najważniejsza będzie edukacja społeczeństwa i chęć społeczna do zmian, gdyż oba powyższe pojęcia określają inny krąg pojazdów, inne wielkości zmian strukturalnych, a co za tym idzie również i finansowych jaki i zapotrzebowania na energię.

⁸⁵ <https://www.ridecircuit.com>

5.3.4. Budynki

Budownictwo zużywa ponad 50% światowej energii, a przez to znacząco kontrybuuje do emisji CO₂, które będą musiały zostać zredukowane w nadchodzących latach. Szacuje się, że w ciągu najbliższych 20 lat ten odsetek zużycia energii wzrośnie do 80%, co sprawi, że większość energii elektrycznej będzie konsumowana właśnie przez budynki. Projektowanie nowoczesnych budynków, by zaoszczędzić surowce, zaoferować nieruchomości atrakcyjne cenowo, a do tego nie obciążać klimatu poprzez nieefektywne zarządzanie energią jest stosunkowo proste choć kosztowne. Największym problemem jest stare budownictwo, gdyż co drugi budynek wielorodzinny w Polsce ma statystycznie 40 lat lub więcej. Budynki wybudowane w tamtym czasie nie spełniają większości norm środowiskowych, przez co zużywają kilkakrotnie więcej energii od nowobudowanych, w których coraz częściej stosuje się nowoczesne i niskoemisyjne rozwiązania, tak by zapewnić relatywnie zieloną energię (np. pompy ciepła, ogrzewanie energetyczne). Tą radykalną dysproporcję widać też na przykładzie emisji dwutlenku węgla. Stumetrowe mieszkanie wybudowane dziś generuje 5 ton CO₂ rocznie i to tylko z faktu posiadania tego mieszkania. W starym, nieocieplonym budownictwie, jest to ponad 27 ton. Najważniejszym kierunkiem dla GZM będzie stworzenie odpowiednich programów wspierających termomodernizację budynków, wymianę elewacji czy poprawę stanu technicznego. Równie ważne będzie wprowadzenie atrakcyjnego systemu wsparcia, np. premie remontowe na działania związane z OZE oraz maksymalne uproszczenie procedur w przypadku aplikacji o różnego rodzaju subsydia. GZM powinno szukać partnera finansującego takie działania na zasadzie PPP lub partnera współpracującego w klastrze. Tylko w ten sposób Metropolia pozyska kapitał umożliwiający dodatkowe działania poza istniejącymi programami rządowymi.

5.3.4.1. OZE w prywatnych budynkach mieszkalnych

Właściciele budynków mogą korzystać z różnorodnych form odnawialnej energii do produkcji prądu, podgrzewania wody, ogrzewania lub chłodzenia budynku. Odpowiednią rekomendacją powinno być najobszerniejsze źródło energii odnawialnej, którym jest energia promieniowania słonecznego. Najpopularniejszymi urządzeniami korzystającymi z jej dobroczynnego działania są kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne umieszczane na dachu budynku. Takie systemy solarne znajdują zastosowanie w domach jednorodzinnych jak i ogromnych budynkach użyteczności publicznej. GZM powinno również rozpatrzyć siłę wiatru, którą można przetworzyć na energię elektryczną, a następnie wykorzystywać w gospodarstwie domowym czy zakładzie produkcyjnym. Produkcja energii elektrycznej w elektrowni wiatrowej odbywa się za pośrednictwem turbin wiatrowych napędzanych energią wiatru, przez co uważana jest za jedną z najbardziej ekologicznych. W zakresie przydomowego OZE jest jeszcze technologia geotermalnych pomp ciepła. Pozwala na ogrzewanie budynków z wykorzystaniem energii cieplnej pochodzącej ze środowiska naturalnego. Są to urządzenia grzewcze, które pozyskują energię odnawialną skumulowaną w gruncie, wodzie lub powietrzu. Własny prąd, czyli domowa elektrownia to jednak nadal rzadkość. Metropolia GZM powinna skupić działania na tworzeniu programów edukacyjno-finansowych na zakup potrzebnych urządzeń oraz próbę zmian w restrykcyjnym prawie energetycznym, które czasem jeszcze stoi na przeszkodzie we wdrożeniu tego typu systemów. Obniżenie kosztów umożliwi wdrożenia oraz zmiany dla większej liczby mieszkańców tak, aby każdy mógł sobie pozwolić na instalację OZE w celu wytworzenia własnego prądu.

5.3.4.2. Building management systems

Odpowiednie zarządzanie infrastrukturą budynków samorządowych na terenie GZM powinno być priorytetem. Przy zastosowaniu odpowiednich technologii władze metropolii mogłyby zaoszczędzić 30% kosztów związanych z zarządzaniem budynkami. *Building Management System* (BMS) to zintegrowany system, który daje możliwość monitorowania i zarządzania wszystkimi urządzeniami i systemami znajdującymi się w budynku oraz jego otoczeniu. Jest on ważnym elementem inteligentnego budownictwa. W standardowych projektach budynków do nadzoru potrzebna jest grupa osób, która zadba o bezpieczeństwo i dopilnuje wszelkich kontroli urządzeń zaś w przypadku inteligentnych

budynków, gdzie wdrożony jest BMS, pracy przy nadzorze jest znacznie mniej, a wyniki nadzorcze są dużo bardziej wydajne. BMS gromadzi informacje płynące z całego budynku w jednym miejscu i pozwala na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmiany warunków zewnętrznych i wewnętrznych, by uzyskać optymalne zużycie energii, mediów, poprawić funkcjonalność, bezpieczeństwo oraz komfort w całym budynku. Mówiąc prościej: Urządzenia działają wtedy, gdy są potrzebne. Dodatkowo można z dużym wyprzedzeniem przewidzieć awarię, a co za tym idzie skrócić czas usunięcia usterek. Zastosowanie systemów BMS w budynkach publicznych na terenie GZM znacznie zmniejszy koszty eksploatacji tych budynków oraz przyniesie korzyści w zakresie komfortu i bezpieczeństwa użytkowników tych obiektów. Rozwiązania BMS sprawdzają się w obiektach typu: urzędy miast, biurowce, hotele, centra handlowe, szpitale oraz osiedla mieszkaniowe. Osiągnięcie samowystarczalności energetycznej bez wsparcia i modernizacji budynków o systemy BMS, będzie dużo trudniejsze do osiągnięcia lub wręcz niemożliwe.

5.3.4.3. Efektywność energetyczna budynków

Według raportu „Jakość powietrza w Europie – 2019”⁸⁶, przygotowywanego cyklicznie przez Europejską Agencję Środowiska (European Environment Agency, EEA), jakość powietrza w Polsce jest jedną z najgorszych w Europie. Głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza jest niska emisja z budynków mieszkalnych, głównie jednorodzinnych, wynikająca ze spalania złej jakości paliw kopalnych w przestarzałych kotłach. Prace związane z poprawą efektywności energetycznej są często niskiej jakości, użyte materiały nieodpowiednie, a audyty energetyczne w większości przypadków nieobowiązkowe. Brak wiedzy technicznej właścicieli budynków mieszkalnych prowadzi z kolei do błędów na etapie aplikacji poprzez wybór niewłaściwych rozwiązań.

W 2018 roku wprowadzony został program priorytetowy (PP) „Czyste powietrze”, który ma przede wszystkim rozwiązać problem jakości powietrza, m.in. poprzez podniesienie skali inwestycji w efektywność energetyczną. Instytucją odpowiedzialną za funkcjonowanie programu jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska (NFOŚiGW) wraz z Wojewódzkimi Funduszami Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW), które aktualnie odpowiadają za nabór i sprawdzanie wniosków. W ramach dziesięcioletniego programu zaplanowano wydanie blisko 130 mld PLN na wymianę kotłów i termomodernizację ok. 3 milionów nieefektywnych energetycznie budynków mieszkalnych. Jednakże, po ponad półtora roku funkcjonowania, program realizowany jest wolniej niż pierwotnie planowano. Nie mniejszym problemem są błędy przy ewentualnych pracach modernizacyjnych. Wynika to nie tylko z wciąż niewystarczającej wiedzy potencjalnych beneficjentów programu, co w rezultacie często prowadzi do niepoprawnego wypełnienia wniosku i odrzucenia go już na pierwszym etapie, lecz również, w związku z brakiem konieczności, a często także możliwości, skonsultowania planu działań mających na celu poprawę efektywności energetycznej z wykwalifikowanym ekspertem czy doradcą.

Zgodnie z jedną z propozycji Komisji Europejskiej (KE) w celu poprawy funkcjonowania „Czystego powietrza” do udziału w programie zostały od niedawna zaproszone gminy. W świetle tych zmian, gminy mogą przyjmować wnioski o dofinansowanie i przeprowadzać ich wstępną weryfikację. Jednak niewystarczająca liczba i dostępność ekspertów efektywności energetycznej pozostaje wyzwaniem i stanowi „wąskie gardło” programu. KE rekomenduje więc także stworzenie platformy ekspertów i doradców energetycznych, których zadaniem będzie pomoc w procesie składania wniosku i jego weryfikacja, a od strony technicznej – pomoc w zaplanowaniu działań termomodernizacyjnych, czy przeprowadzenie audytu energetycznego/wydanie świadectwa charakterystyki energetycznej. Zgodnie z promowaną przez KE koncepcją „one-stop-shop”, w której kluczowe jest uwzględnienie wszelkiego rodzaju pomocy związanej z termomodernizacją (aspekty finansowe, techniczne, itd.) w ramach jednej,

⁸⁶ European Environment Agency (2019), Air quality in Europe — 2019 report, EEA Report No 10/2019.

spójnej bazy,⁸⁷ warto również przeanalizować możliwość włączenia do platformy potencjalnych wykonawców przedsięwzięć termomodernizacyjnych, a także instalatorów technologii przyjaznych środowisku.

5.3.5. Rolnictwo

Sektor rolniczy ma stosunkowo niewielkie zapotrzebowanie na energię elektryczną względem sektora przemysłowego, transportowego czy budynków, jednak przez sposób uprawy czy rodzaj prowadzonej działalności jest istotnym źródłem gazów cieplarnianych. Zużycie energii w tym sektorze, drogą naczyń połączonych, wiąże się przede wszystkim z praktykami stosowanymi wśród pozostałych sektorów.

Działania w obrębie sektora rolniczego mają drugorzędny wpływ na samowystarczalność energetyczną GZM, lecz mogą być kluczowe dla jej dekarbonizacji. Do tych działań zalicza się zmiany w systemie uprawy, które umożliwią ekologiczne gospodarowanie glebą. Przykładem takiego systemu jest rolnictwo regeneratywne lub rolnictwo bezorkowe, które w dłuższej perspektywie mniej obciąża glebę, nie wyjąłwia z cennych substancji organicznych, przekładając się na mniejsze emisje gazów cieplarnianych. Ważne jest również uważne gospodarowanie nawozami, pestycydami i herbicydami. Istnieje szereg działań, przede wszystkim systemów dofinansowań, które promowałyby ekologiczne uprawy na szerszą skalę. Cenne byłoby nawiązanie współpracy między rolnikami ekologicznymi z gronem ekspertów, którzy pomogliby opracowywać schemat uprawy roli dostosowanej do warunków i możliwości danego gospodarza.

Dobrym pomysłem byłoby również wzmacnianie rynku produktów spożywczych pochodzących z lokalnych gospodarstw. W tym celu można zwiększyć ilość miejsc handlu i wymiany żywności ekologicznej, dla lokalnych i odpowiedzialnych społecznie kooperatyw spożywczych. W wielu krajach takie miejsca z czasem służą za atrakcje turystyczne, gdzie osoby przyjezdne zasmakować mogą lokalnych produktów.

Dekarbonizacji sprzyjałyby również działania, które chroniłyby przestrzenie ekotonowe, stanowiące buforę roślinną, pochłaniające nadmiar substancji biogenych⁸⁸. Szczególną uwagę na tego typu pochłaniacze CO₂ zwracają uwagę Autorzy raportu McKinsey & Company (2020). Zalesianie niskiej klasy gruntów rolnych oraz przywrócenie terenów podmokłych, które osuszono na potrzeby upraw, wymieniane są jako jedno z kilku istotnych źródeł tak zwanych emisji ujemnych, do których przyczynić mógłby się sektor rolniczy. Polska ma ogromny potencjał w tym zakresie, a województwo śląskie jest wymieniane wśród województw o największym potencjale do zwiększania emisji ujemnych poprzez powyższe działania. Poszerzanie pola powierzchni obszarów buforowych, oraz idącym za tym tzw. *rewildingu* (przywracaniu obszarom ich naturalnego charakteru) wymagałoby opłacalnego dla rolników systemu dopłat.

Nie do zbagatelizowania są szanse dla zastosowania terenów rolniczych w celach produkcji energii z OZE. Dla GZM, tereny rolne są niezbędne przy rozważaniach o przemysłowych farmach wiatrowych, ponieważ to one stanowią jedyne potencjalne miejsca ich lokalizacji. Turbina zajmuje kilkanaście, kilkadziesiąt metrów kwadratowych powierzchni pola, a pozostały obszar może być dalej uprawiany. Nieco inaczej kształtuje się ilość powierzchni potrzebnej dla farmy fotowoltaicznej, jednak również obszary rolne posiadają największy potencjał i możliwości wybudowania na ich terenie dużych elektrowni opartych na energii słońca. Ponadto gospodarstwa i domy jednorodzinne mają największe szanse korzystać z prywatnych instalacji OZE, co widoczne jest w rosnącej popularności fotowoltaiki. W zależności od lokalizacji, zakres stosowanych, indywidualnych

⁸⁷ Boza-Kiss B., Bertoldi P., One-stop-shops for energy renovations of buildings, European Commission, Ispra, 2018, JRC113301.

⁸⁸ <http://www.ekorob.pl/>

źródeł energii w tym sektorze można byłoby poszerzyć np. o małe elektrownie wodne, czy przydomowe turbiny wiatrowe.

5.3.6. Społeczeństwo

W kontekście tematyki społecznej konieczne jest odwołanie do terminu sprawiedliwej transformacji. Sprawiedliwa transformacja to ramy opracowane przez ruch związkowy w celu uwzględnienia szeregu interwencji społecznych potrzebnych do zabezpieczenia praw pracowników i środków do życia, gdy gospodarka przechodzi zmiany, przede wszystkim przeciwdziałając zmianie klimatu i chroniąc różnorodność biologiczną.⁸⁹

W dniu 14 stycznia 2020 r. Komisja Europejska zaproponowała utworzenie Funduszu Sprawiedliwej Transformacji (FST) w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Celem nowego funduszu, jest pomoc regionom najbardziej dotkniętym transformacją energetyczną w skutecznej dywersyfikacji gospodarczej. Fundusz jest jednym z trzech filarów Mechanizmu Sprawiedliwej Transformacji, który obejmuje również instrument pożyczkowy dla sektora publicznego utworzony przez Europejski Bank Inwestycyjny i specjalne wsparcie dla inwestycji w ramach programu InvestEU.⁹⁰

Warunkiem dostępu do tego funduszu jest stworzenie Terytorialnych Planów Sprawiedliwej Transformacji (TPST). Terytorialne Plany Sprawiedliwej Transformacji powinny wyraźnie określać liczbę miejsc pracy w każdej branży wysokoemisyjnej w regionie oraz jej oczekiwana zmianę do 2030. Pozwoli to zaplanować wdrażanie rozwiązań tworzących miejsca pracy i plany emerytalne. Należy zwrócić uwagę na miejsca pracy pośrednio związane z sektorem paliw kopalnych, ale niebędące bezpośrednio jego częścią, których liczbę przemysł węglowy często zawyża, aby uzasadnić wsparcie państwa.⁹¹ Wydobywanie węgla spada od lat, a dostawcy usług dla tej branży dywersyfikują swoją działalność, aby zmniejszyć zależność od jednego klienta. Konieczne będzie także wskazanie typów działalności gospodarczej i sektorów przemysłowych dotkniętych skutkami transformacji, z rozróżnieniem na:

- upadające sektory, w przypadku których spodziewane jest działalności w związku z transformacją;
- sektory podlegające transformacji, w przypadku których spodziewane jest przekształcenie działalności, procesów i produktów.

W odniesieniu do każdego z nich należy przygotować:

- szacunki dotyczące utraty miejsc pracy oraz potrzeb w zakresie przekwalifikowania, z uwzględnieniem prognoz zapotrzebowania na umiejętności;
- potencjał dywersyfikacji gospodarczej i możliwości rozwoju.

Przygotowując Terytorialne Plany Sprawiedliwej Transformacji, regiony muszą skupić się na nowych umiejętnościach, firmy zarządzające lokalną infrastrukturą i budujące ją będą musiały wdrożyć nowe technologie. W analizach skupiających się na transformacji przemysłu, często pomijany jest fakt, że obszary monoprzemysłowe, takich jak regiony węglowe czy miasta hutnicze, boryka się z różnymi problemami społecznymi od dziesięcioleci.

⁸⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Just_Transition

⁹⁰ Mustata A. i in. , Jak dobrze przygotować terytorialny plan sprawiedliwej transformacji?, CEE Bank Watch, sierpień 2020

⁹¹ Ibidem

Sprawiedliwa transformacja nie może skupiać się wyłącznie na osobach bezrobotnych ma skutek niedawnych zmian, ale musi zająć się historycznymi problemami i zacząć od znalezienia rozwiązań dla osób najbardziej narażonych na bezrobocie i wykluczenie. Warte zauważenia jest również to, że branża wysokoemisyjna zatrudnia głównie mężczyzn. Terytorialne Plany Sprawiedliwej Transformacji (TPST) powinny zatem również wyraźnie określać, w jaki sposób poprawić równość płci w regionie. W formowaniu TPST konieczny będzie także udział społeczny i dialog. Organ koordynujący musi zapobiec „pseudopartycypacji”, w której (czasami nieumyślnie) próbuje się sprawiać wrażenie procesu partycypacyjnego, ale nie wszystkie grupy mają zapewniony udział w podejmowaniu decyzji. Może się to zdarzyć, jeśli:

- organ koordynujący ogranicza dostęp do niezbędnych informacji;
- organ koordynujący tworzy formalne organy (np. komitety monitorujące) bez rzeczywistego wpływu na podejmowanie decyzji;
- organ koordynujący prowadzi proces i spotkania w ten sposób, aby uczestnicy poparli daną decyzję (ignoruje propozycje, nie zapisuje ich w protokole, nie uzasadnia ich odrzucenia lub rejestruje w protokole tylko niektóre uwagi);
- organ koordynujący wykorzystuje różnice w statusie/poziomie wpływów, aby narzucić własne rozwiązania lub rozwiązania, które dają przewagę silniejszym interesariuszom (tj. prowadzi spotkania tak, aby faworyzowały głos uczestników wysokiego szczebla, nie angażuje uczestników z odmiennymi poglądami);
- proces decyzyjny jest niezależny od procesu partycypacyjnego (tj. proces podejmowania decyzji obejmuje interesariuszy, którzy nie są częścią procesu partycypacyjnego lub nie są publicznie określani jako decydenci, wynik procesu partycypacyjnego nie jest w żaden sposób odzwierciedlony w decyzjach, itp.).

5.3.6.1. Wygaszanie zatrudnienia w górnictwie

Proces transformacji prawdopodobnie wpłynie na wszystkie regiony górnicze w Polsce, a mianowicie na Śląsk, a także na Wielkopolskę, Dolny Śląsk, Łódzkie, Lubelskie i Małopolskie. W tych 6 regionach węglowych Polski aż 135 000 osób jest zatrudnionych bezpośrednio w sektorze wydobywczym, podczas gdy 83,300 w górnictwie węgla kamiennego, 8,400 w sektorze węgla brunatnego. Szacuje się, że województwo śląskie odpowiada za ok. 94% całkowitego zatrudnienia w górnictwie węgla kamiennego i brunatnego w Polsce. Liczba zatrudnionych w górnictwie spadła ze 175 tys. w 2010 r. i 268 tys. w 1995 r. (Dane: KPEiK i GUS, grudzień 2019).

Dodatkowo ok. 11 tys. miejsc pracy jest bezpośrednio związanych z górnictwem w 74 firmach produkujących maszyny górnicze i inny sprzęt niezbędny przy wydobywaniu. Wśród nich jest tylko kilka dużych przedsiębiorstw specjalizujących się w dostarczaniu zintegrowanych rozwiązań górniczych (m.in. Kopex S.A., KGHM Zanam S.A., Patentus S.A. i F.M.G. Niwka S.A.). Branża korzysta również z rozwiązań światowych koncernów przemysłowych (m.in. ABB, 3M, GE, Siemens). Analiza rocznych raportów giełdowych spółek energetycznych i górniczych wskazuje, że liczba podmiotów współpracujących z szeroko rozumianym górnictwem w Polsce może wynieść ok. 1,5-2 tys. Przedsiębiorstw (przeważają firmy małe).

W szczególności w województwie śląskim trwają prace planistyczne w zakresie transformacji, co również uznała Komisja Europejska. W większości zidentyfikowanych regionów, które staną przed największymi wyzwaniami transformacji, węgiel od dawna odgrywa kluczową rolę społeczno-gospodarczą, będąc podstawą rynku pracy, gospodarki, tradycji regionalnych i identyfikacji społeczności lokalnych. Oczekuje się, że regiony te ucierpią z powodu znacznej utraty miejsc pracy, co może nie zostać całkowicie zrównoważone przez tworzenie i rozwój MŚP.

W podregionach NUTS 3 w Katowicach, Bielsku-Białej, Tychach, Rybniku, Gliwicach, Bytomiu, Sosnowcu, pomimo odchodzenia od wydobywania węgla od lat 90-tych XX wieku, w lokalnej gospodarce istnieje silne uzależnienie od górnictwa węgla kamiennego. prawie połowa liczby górników w UE to 78 000 bezpośrednich miejsc pracy. Znacząca liczba podmiotów górniczych jest silnie widoczna w wysokim udziale przemysłu węglowego WDB. Odejście od wydobywania węgla wymagałoby dodatkowych wysiłków w kierunku dywersyfikacji gospodarczej, przekwalifikowania i podnoszenia kwalifikacji, przeciwdziałania wyludnieniu i rewitalizacji.

5.3.6.2. Proekologiczne społeczeństwo

Wbrew powszechnemu odczuciu, każdy z Nas jako jednostka ma realny wpływ na otaczający Nas świat, a dokonywane codziennie, często nieświadome decyzje zaważają pośrednio nad losami całych społeczeństw, środowiska i klimatu. Chcąc nie chcąc, my - ludzie, jesteśmy integralną częścią systemu, który składa się na cywilizację. To wokół człowieka obraca się każdy pojedynczy aspekt tego systemu, a zarazem człowiek jest łącznikiem każdego z jego elementów. Sposoby myślenia i paradygmaty, z których powstaje system to według klasycznej już koncepcji Donelli Meadows niemal najskuteczniejsze, a zarazem najtrudniejsze miejsca interwencji w system. Największą moc posiada jednak umiejętność przekraczania paradygmatów, na podstawie których operuje dany system. Transformacja w kierunku neutralnego klimatycznie, przyjaznego środowiska oraz samowystarczalnego energetycznie GZM to zadanie, które niewątpliwie wymaga dogłębnych przemian obecnie przeważającego sposobu myślenia i systemu wartości, innymi słowy - wyjścia poza granice narzucane Nam przez paradygmat, na którym opiera się obecnie funkcjonujący system. Dopiero głębokie zmiany panującego obecnie systemu wartości (mieszkańców GZM, Polaków, czy też każdego człowieka na Ziemi) pozwolą na pełną transformację. Szczęśliwie, zarówno jednostkowe jak i systemowe sposoby myślenia nieustannie ulegają kształtowaniu. Należy przy tym pamiętać, że relacja ta jest wzajemna i również mniejsze zmiany w obrębie systemu mają wpływ na sposoby myślenia oraz paradygmaty. To te mniejsze, stopniowe zmiany stanowią paliwo dla rozwoju nowych systemów, które z kolei wspierają kształtujące się na nowo sposoby myślenia. W momencie, gdy stajemy się częścią nowego systemu, nierzadko, patrząc w tył, ciężko Nam uwierzyć w sposoby funkcjonowania systemów przeszłości. Odnosząc się do przemian społecznych, które sprzyjają dążeniu do niskoemisyjności i samowystarczalności energetycznej warto przytoczyć tabelę opublikowaną w raporcie McKinsey & Company (2020), w której Autorzy zestawili porównanie trzech typów osób, w warunkach Polskich, z punktu widzenia ich oddziaływania na klimat globalny:

Elementy oceny	Osoba nieekologiczna	Osoba przeciętnie ekologiczna	Osoba proekologiczna
Mieszkanie²⁹	Stabe ocieplenie, 100 m ² , trzy osoby, 25°C, brak oszczędzania, długie wentrowienie; 0% OZE	Ocieplenie przeciętne, 80 m ² , trzy osoby, 23°C, częste wentrowienie; 0% OZE	Doskonałe ocieplenie, 60 m ² , trzy osoby, 19°C, świadome szybkie wentrowienie; 20 % OZE
Ciepła woda³⁰, klimatyzacja	7 pryszniców/tydz., 5 kąpiel/tydz., latem klimatyzacja włączona non stop; chłodzenie do 25°C	5 pryszniców/tydz., 2 kąpiele/tydz., klimatyzacja włączona, kiedy upał jest bardzo uciążliwy, wieczorem, w nocy i weekendy do 25°C	7 pryszniców/tydz., klimatyzacja wyjątkowo, tylko wieczorem i nocą do 27°C
Transport prywatny	Samochód duży, terenowy diesel (200 km tygodniowo), sporadycznie druga osoba, klimatyzacja	Samochód średniej wielkości, benzynowy (150 km tygodniowo), czasami druga osoba, klimatyzacja	Rower
Transport publiczny	Taxi 4 razy tygodniowo; podróże lotnicze klasą biznes – 30 godz. lotów krótkodystansowych na rok, 40 godz. długodystansowych na rok	Autobus miejski 100 km/tydz. i tramwaj/metro 50 km/tydz.; taxi 2 /tydz.; podróże lotnicze klasą ekonomiczną – 18 godz. lotów krótkodystansowych na rok, zostaje 20 godz. lotów długodystansowych na rok	Autobus miejski 30 km/tydz. dalekobieżny 5 km/tydz. i tramwaj/metro 30 km/tydz.; pociąg podmiejski 20 km/tydz., dalekobieżny 10 km/tydz., loty krótkodystansowe klasą ekonomiczną – 6 godz./rok
Jedzenie	Znaczne ilości, produkty często egzotyczne, niesezonowe, mięso spożywane codziennie, a mrożonki 2-3 razy na tydzień, lodówka klasy A, zamrażarka osobno	Średnia ilość, nie zwraca uwagi na kraj pochodzenia i sezonowość, mięso spożywane 3-6 razy/tydz., mrożonki 2-3 razy/tydz., lodówka klasy A	Niewiele, towary lokalne i sezonowe, bez mięsa, mrożonki 1 raz/tydz., lodówka b. oszczędna
Inna konsumpcja	Brak recyklingu, ubrania nowe i modne, ładnie opakowane rzeczy, nowe i modne gadżety, aktywność „techniczna” np. quady, nie przejmując się zużyciem prądu, suszarka do bielizny, 0% OZE	Część śmieci trafia do recyklingu, ubrania nowe, jeśli stare, zniszczone, nie zwraca uwagi na opakowanie, rzeczy nowe i używane długo, aktywność to kino i lokale, suszarka do bielizny, stara się nie marnować prądu, 0% OZE	Większość do recyklingu, ubrania zazwyczaj używane, minimalnie opakowane, rzeczy zwykle używane, aktywność na świeżym powietrzu, redukowanie zużycia energii, 20 % OZE
Ślad węglowy	57,2 ton CO₂ rocznie	22,6 ton CO₂ rocznie	8,0 ton CO₂ rocznie

Poza istotnymi danymi, w postaci wykalkulowanych, diametralnych różnic w śladzie węglowym, pokazana tabela pozwala wysnuć dwa główne wnioski. Po pierwsze, codzienne wybory każdego z Nas mają realny wpływ na ilość gazów cieplarnianych w atmosferze i jest on policzalny w dziesiątkach ton CO₂ rocznie. Ponadto, podobny wpływ mamy na zużycie energii, wody, pożywienia oraz innych dóbr. Po drugie, postawy proekologiczne już istnieją w społeczeństwie, co oznacza, że przy dokonywaniu decyzji, przynajmniej część z Nas kieruje się dodatkowo kryterium ekologiczno-klimatycznym. W takim wypadku, to przede wszystkim do instytucji publicznych szczebla krajowego, regionalnego oraz lokalnego należy stworzenie warunków, które wielotorowo wspierać i rozpowszechniać będą szeroko pojęty proekologiczny tryb życia i myślenia, a co za tym idzie - proekologiczną energetykę, przemysł, transport, budynki i rolnictwo.

5.3.7. Finanse

Do końca 2020 roku państwa członkowskie UE zobowiązane są do uzgodnienia głównych wniosków ustawodawczych w ramach Europejskiego Zielonego Ładu, w tym sposobu wsparcia finansowego w kolejnych wieloletnich ramach finansowych (WRF) i Planu Odbudowy dla Europy – Filaru “New Generation” (NGEU). Cel polegający na zwiększeniu celu włączenia klimatu do 30% całkowitych wydatków UE (w porównaniu z 25%), w połączeniu z wprowadzeniem warunkowości klimatycznej dla Funduszu Sprawiedliwej Transformacji (FST), stanowi znaczący bodziec do ustanowienia ambitnych krajowych i lokalnych polityk dotyczących zmian klimatu i systemu energetycznego dla Polski a także finansowania tychże przedsięwzięć.

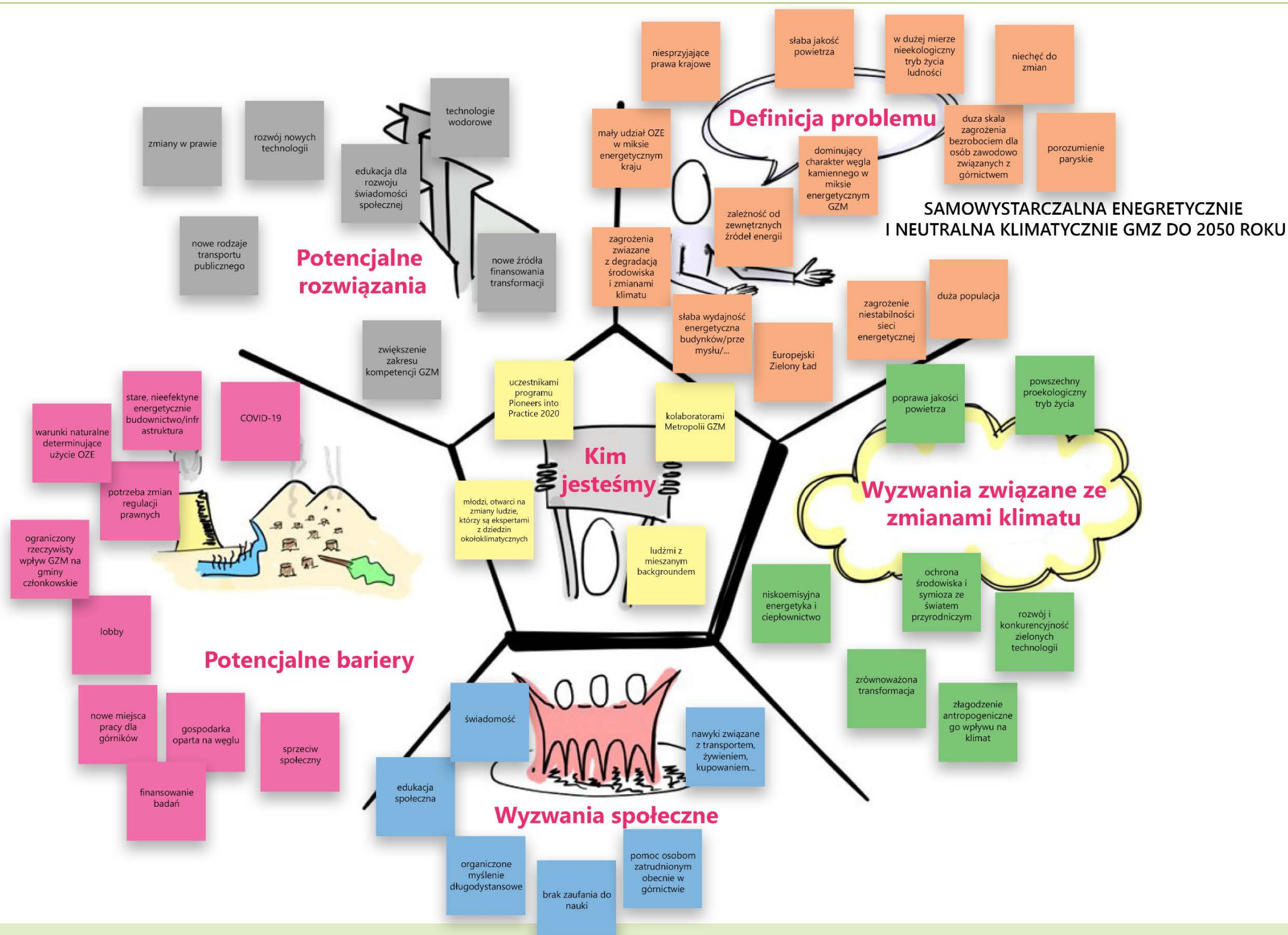
Rzeczywiście, dostęp do FST zostanie ograniczony do 50% krajowych przydziałów dla każdego państwa członkowskiego, które nie zobowiązało się jeszcze do osiągnięcia celu UE w zakresie neutralności klimatycznej do 2050 roku. Przyjęcie takiego zobowiązania będzie warunkiem wstępnym dla pozostałych 50%; a państwa członkowskie będą zobowiązane do przedstawienia krajowych planów naprawy, które odzwierciedlają ich wysiłki na rzecz ekologicznej i cyfrowej transformacji ich gospodarek krajowych. W ramach tych wysiłków zintegrowane jest utworzenie terytorialnych planów sprawiedliwej transformacji, które zapewnią bazę dowodową umożliwiającą identyfikację terytoriów najbardziej dotkniętych i mogących skorzystać z FST, a także nakreślenie procesu transformacji do 2030 roku zgodnie z krajowymi planami w zakresie energii i klimatu (KPK). Ponadto wydatki i wyniki związane z klimatem będą monitorowane za pomocą ukierunkowanych środków.

Pozostałe funkcjonalności finansowe pozostają jeszcze pod dużym znakiem zapytania, co jednak nie zmienia konieczności włączenie dużych nakładów kapitału prywatnego, aby uzyskanie samowystarczalności energetycznej przez GZM, a także osiągnięcie neutralności klimatycznej przez UE stały się faktem. Nie mniej istotne będzie wypracowanie form współpracy z sektorem prywatnym – np. w formie partnerstw publiczno-prywatnych, tudzież rozwoju nowych modeli biznesowych i finansowych.

5.4. Przykładowy scenariusz interwencji w system

Pełne zrozumienie problemu to pierwszy krok umożliwiający znalezienie jego rozwiązania. Przed przystąpieniem do dogłębnej pracy, należy zrozumieć wszystkie wyzwania i zależności, aby mieć jasny opis takiego problemu. Wtedy dopiero można w pełni zrozumieć jak zacząć budować rozwiązanie. Odpowiednim narzędziem SI do zdefiniowania złożonego problemu jest **Pentagonal Problem**. Diagram dzieli się na 6 części w których to można dobrze zobrazować poszczególne wątki:

- (Problem Statement) Samowystarczalność energetyczna, przy zachowaniu zero emisyjności dla całego regionu GZM, jest niewątpliwie bardzo złożonym problemem. To wielowątkowość oraz wielo-sektorowość, które będą miały największe znaczenie w opracowywaniu kierunków, a potem realizacji odpowiednich działań. Samą Metropolię tworzy aż 41 miast i gmin przemysłowego obszaru Górnego Śląska i Zagłębia Dąbrowskiego. Centralizacja rozproszonych zadań jest głównym celem związku metropolitarne, który odpowiada m.in. za politykę rozwojową, zagospodarowanie przestrzeni, drogi oraz transport publiczny. Związek metropolitalny tworzą gminy, które są już ze sobą powiązane (np. urbanizacyjnie), leżą na tym samym obszarze i są zamieszkane łącznie przez co najmniej 2 mln mieszkańców. Samo to już definiuje wielkość i złożoność problemu i ogromnych zmian społecznych, które muszą być zrealizowane na obszarze aż 41 miast.
- (Visible Consequences) Dzisiejsze konsekwencje Metropolii, której energetyczność jest oparta na węglu to przede wszystkim: zła jakość powietrza i choroby nią wywoływane, które prowadzą do śmierci wielu mieszkańców. Brak alternatyw miksu energetycznego powoduje wysokie ceny za elektryczność i uzależnienie gospodarcze. Przestarzałe regulacje prawne nie są w stanie odpowiednio udrażniać potrzebnych działań systemowych w taki sposób, aby ułatwiały szybkie modernizacje infrastrukturalne czy przemysłowe. Następstwem braków w modernizacji jest ograniczona możliwość tranzytowa w sieciach energetycznych, a to podczas trudnych warunków prowadzi do Blackout - ów.
- (Long Term and Global Challenges) Problem samowystarczalności energetycznej w GZM wpisuje się w światową walkę na rzecz klimatu. To jeszcze bardziej potęguje potrzebę zmian w samej Metropolii, ale umożliwia dostęp do europejskiego finansowania. Wpisuje się w światowe trendy dotyczące zielonego sposobu na życie oraz wdrażania zielonych technologii. To pozwala przyspieszyć działania lokalne, gdyż ramy narzucone światu podczas szczytu w Paryżu były by bardzo ciężkie do realizacji bez różnych zewnętrznych inicjatyw wspierających.
- (Social Challenges) Metropolia Górn Śląsko Zagłębiowska jest największą kolebką wydobywania węgla w całej Europie. Z socjalnego punktu widzenia korzenie tego sektora sięgają wielu dekad wstecz, a tradycja wydobywania węgla jest tutaj świętością. Z tego względu edukacja społeczeństwa będzie tutaj największym wyzwaniem. Zakorzenione wartości oraz system funkcjonowania całego regionu jest ograniczony brakiem wiedzy oraz myślenia przyszłościowego. Dodatkową barierą będzie postrzeganie zmian jako wrogiego działania na kulturę i tradycję regionu.
- (Dominant or Market Lock-Ins) Ze względu na węgiel, najbardziej dominującą rolę w całym regionie mają firmy z sektora energetycznego oraz wydobywczego. To również te firmy zatrudniają najwięcej osób i mają największy wpływ na wszelkie zmiany lub ich brak. Grupa interesu oparta na węglu będzie największym przeciwnikiem zielonych zmian oraz jakichkolwiek przyczyn, które mogą negatywnie wpłynąć na ich dominującą pozycję w regionie. Rynek pracy będzie obłożony "specjalistami" z szeroko pojętego rynku górniczego. Brak perspektyw i finansowania odpowiednich programów do zmian, może powodować frustrację mieszkańców.
- (Alternative Solutions) Dekarbonizacja oraz światowe trendy klimatyczne pozytywnie wpływają na potrzebę zmian oraz wdrażanie nowoczesnych rozwiązań. Ukształtowanie terenu oraz istniejąca infrastruktura umożliwia GZM implementację różnych innowacyjnych pomysłów w sektorze energetycznym. Sami interesariusze widząc ogólną potrzebę do zmian również chętniej będą brali udział w procesie co pozytywnie wpłynie na transport, budownictwo, energetykę czy sektor publiczno-edukacyjny.



Innowacyjny klaster GZM to struktura samorządowa mająca na celu utworzenie najlepszej przyszłości dla swoich mieszkańców. Aby to osiągnąć, już dziś zarządzający opracowują strategiczny plan samowystarczalności energetycznej połączonej z zeroemisyjnością do 2050 roku. Według twórców niniejszej publikacji przyszłość GZM w 2050 roku powinna wyglądać następująco:

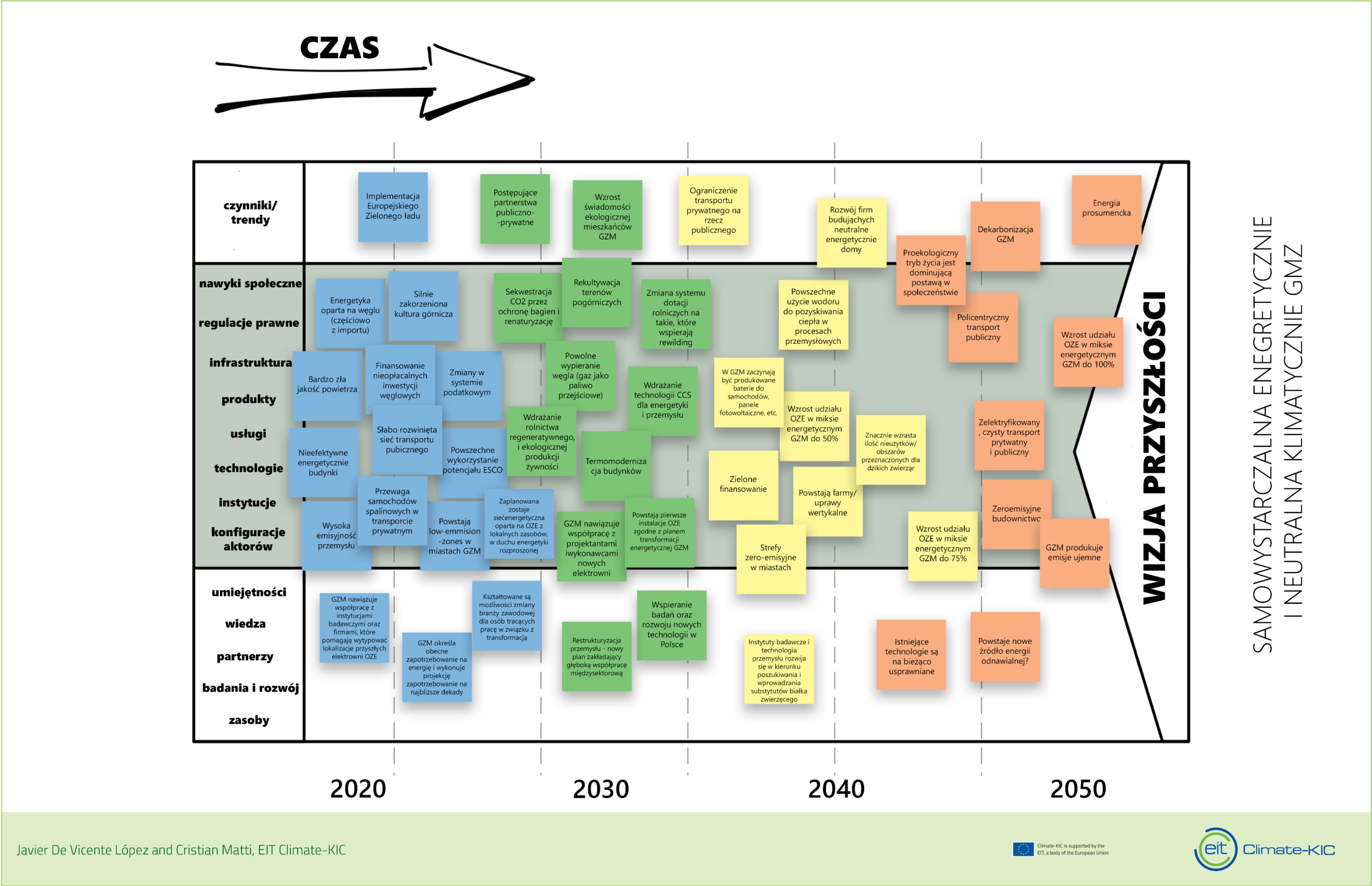
2050 rok: Doskonała jakość powietrza w 2050 roku, która jest możliwa, gdyż główny wpływ na nią mają zeroemisyjne budownictwo, przemysł oraz transport. Osiągnięcie tego założenia jest możliwe tylko i wyłącznie w momencie, gdy cała Metropolia jest zasilana w 100% z OZE, a większość budynków i transportu jest samowystarczalna lub nawet produkuje emisje ujemne.

2040 rok: Na przełomie 2040 roku powszechne są już technologie wodorowe w transporcie i przemyśle. Ekologiczny tryb życia w metropolii skutecznie wprowadził substytuty dla białka zwierzęcego oraz zwiększył dostępną ilość terenów dla dzikiej roślinności i zwierząt. Strefy zeroemisyjne we wszystkich aglomeracjach są standardem, a transport prywatny zmniejszył się kilkukrotnie na rzecz transportu publicznego oraz alternatywnych form transportu elektryczno-miejskiego jak i rowerowego.

2030 rok: W okolicach 2030 zielone finansowanie w latach 2021-27 (Green Deal) umożliwiło termomodernizację budynków, elektryfikację transportu, rekultywację terenów pogórnich, edukację społeczną czy wypieranie węgla jako paliwa dominującego w miksie energetycznym regionu. Całość została wsparta ideą prosumencką i odpowiednią rewitalizacją sieci energetycznych, tak aby zintensyfikować do maksimum możliwości związane z budową lokalnych instalacji OZE w energetycznych sieciach rozproszonych.

2020 rok: Dziś w 2020 roku potrzebna jest współpraca wielosektorowa w zakresie stworzenia odpowiednich regulacji i instrumentów umożliwiających wykorzystanie finansowania przyszłych projektów. Edukacja gwarantująca poszerzenie świadomości mieszkańców oraz ułatwienie zmian na terenach pogórnich. Odpowiednie planowanie na dekady i rozbudowa infrastruktury sektorowej (transport, przemysł, budownictwo). Centralizacja decyzyjności na terenie GZM i usprawnienie proceduralno-wdrożeniowe w zakresie legislacyjnym. Samowystarczalność energetyczna jest na etapie wstępnej organizacji planowania.

Dla zobrazowania powyższego przykładu etapowego rozwoju GZM w kierunku niskoemisyjności oraz samowystarczalności energetycznej Autorzy zastosowali narzędzie innowacji systemowych o nazwie *Socio-technical roadmap*:



6. Podsumowanie

Obecnie obserwujemy ogromne przyspieszenie działań na arenie światowej dotyczących Sprawiedliwej Transformacji i działań skierowanych przeciwko zmianom klimatu, a co za tym idzie – przyspieszenie podejmowania działań w polityce krajowej. 7 października 2020 roku Parlament Europejski przegłosował podniesienie celu redukcji emisji gazów cieplarnianych na 2030 rok do 60% w porównaniu do emisji z 1990 roku. Jest to cel ambitniejszy od wrześniowej propozycji Komisji Europejskiej, który wynosił 55%.⁹² Jeśli Polska nie będzie wywiązywać się ze swoich zobowiązań klimatyczno-energetycznych wynikających z bycia państwem członkowskim UE, to prawdopodobnie jej udział w środkach z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji Regionów Węglowych będzie zagrożony.

Międzysektorowe działania powinny być podejmowane i wdrażane przez wszystkie przeanalizowane w poprzednim rozdziale gałęzie gospodarki, po dogłębnych konsultacjach z mieszkańcami. Właśnie poparcie i zrozumienie konieczności i korzyści wynikających ze zmian jest najsilniejszym, mającym wpływ na system czynnikiem. "Moc przekraczania paradygmatów" - najskuteczniejsza z metod interwencji w system to wygaszanie zatrudnienia w górnictwie i ewolucja społeczeństwa w kierunku proekologicznym. Powszechna zmiana sposobu myślenia mieszkańców GZM jest kluczowa dla akceptacji przemodelowania budownictwa na efektywne energetycznie i skutecznego wdrożenia BMS; wygaszania transportu prywatnego w miastach; upowszechnienia OZE oraz zmian planowanych w przemyśle – a wszystko to przy wykorzystaniu "zielonego finansowania".

⁹² <http://sprawiedliwa-transformacja.pl/2020/10/09/polskie-odchodzenie-od-wegla-na-bakier-z-unijnymi-ambicjami/>

7. Rekomendacje

Poniższy rozdział przedstawia rekomendacje dla władz lokalnych i GZM; władz krajowych i unijnych; a także sektora prywatnego, które mogłyby ułatwić osiągnięcie celu jakim jest całkowita samowystarczalność energetyczna GZM w roku 2050. Poniższe sugestie nie mają charakteru wiążącego, a stanowią wyłącznie syntezę pomysłów Autorów w oparciu o analizę sytuacji energetyczno-klimatycznej GZM i Polski w obliczu regulacji unijnych i porozumienia paryskiego, a także szczegółową analizę rozwiązań z innych miast, regionów i krajów (niekoniecznie tych wspomnianych w Rozdziale 3). Rekomendacje mają formę krótkich i zwięzłych podpunktów – Autorzy nie pokusili się bowiem o dodatkowe studium wykonalności, co mogłoby potencjalnie stanowić kontynuację niniejszego raportu.

7.1. Rekomendacje dla władz lokalnych, regionalnych i GZM mające na celu zapewnienie samowystarczalności energetycznej do 2050 roku

Inkluzywność

Zapewnienie większej liczbie obywateli i społeczności lokalnych korzyści z transformacji energetycznej powinno być priorytetem dla wszystkich władz lokalnych, które interesuje dobrobyt, zielona gospodarka i przyszły w pełni zrównoważony rozwój lokalnych społeczności. Można to zrobić na kilka sposobów, niektóre z nich obejmują np.:

- Przyjęcie bardziej otwartych, inkluzywnych i “włączających” procedur strukturalnych, które umożliwiają udział obywateli w procesach decyzyjnych dotyczących zielonej i sprawiedliwej transformacji (np. panele obywatelskie);
- Aktywne wyszukiwanie i wspieranie projektów energetycznych kierowanych przez obywateli, których członkowie mogliby również uczestniczyć w tworzeniu wspólnych spółdzielni energetycznych (promocja klastrów, kooperatyw energetycznych);
- Połączenie kwestii środowiskowych, zdrowotnych, dobrego samopoczucia, planowania, kultury i edukacji z rozwojem energii (aspekt edukacyjny i promocyjny);
- Używanie kreatywnych narzędzi i współpraca z branżą kreatywną, aby połączyć powiązane tematy (mobilność, zdrowie, gospodarka itp.) i umożliwić obywatelom “wymyślenie”, jak stworzyć odporną, zrównoważoną gospodarkę lokalną.

Ustalenie ogólnych ram organizacyjnych

- Aspekty regulacyjne – usuwanie barier wskazywanych przez mieszkańców i przedsiębiorców, które spowalniają proces transformacji (np. w przypadku termomodernizacji, gdzie świadectwa charakterystyki energetycznej budynku będą wymagane w przypadku każdego programu wsparcia – aktualnie w niektórych z programów finansowania konieczne jest wykonanie kosztownego audytu energetycznego budynku, którego kosztu nie są zwracane właścicielowi termomodernizowanej nieruchomości);
- Zidentyfikowanie lub ustanowienie jednostki ds. Zmian klimatycznych/polityki środowiskowej, która będzie nadzorować i wdrażać polityki i strategie na poziomie miast/gmin/regionu, w tym poprzez ułatwianie i koordynowanie powiązań międzywydziałowych/międzyresortowych. Taka komórka byłaby odpowiedzialna za współpracę z odpowiednimi władzami na szczeblu unijnym (np. w kwestii Terytorialnego Planu Sprawiedliwej Transformacji), krajowym i regionalnym;
- Wspieranie partnerstwa wielostronnego na potrzeby działań organizacyjnych, w tym z sektorem prywatnym, deweloperami, właścicielami nieruchomości, władzami lokalnymi i społeczeństwem;
- Opracowanie i wdrożenie profili miast i gmin tworzących GZM i planu działań w zakresie klimatu i energii (metropolitalne plany adaptacji do zmian klimatu).

7.2. W jaki sposób władze lokalne, regionalne i GZM mogą zostać wsparte w dążeniu do samowystarczalności energetycznej przez władze krajowe i unijne?

- Przekazywanie większych uprawnień i obowiązków społeczności i władzom lokalnym i regionalnym. Może to obejmować: skuteczne przywrócenie władzom lokalnym pełni uprawnień decyzyjnych w zakresie mieszkalnictwa i planowania; nadanie radom ogólnych uprawnień kompetencyjnych; nadanie władzom lokalnym i grupom społeczności większej autonomii finansowej (możliwość poboru dodatkowych opłat/podatków lokalnych);
- Pomoc w tworzeniu Partnerstw Przedsiębiorstw Lokalnych - wspólnych organów władz lokalnych i przedsiębiorstw w celu promowania lokalnego rozwoju gospodarczego (zastępujących odpowiedniki Agencji Rozwoju Regionalnego). Zdaniem Komisji Europejskiej (2012) bardziej zdecentralizowany system wydaje się oferować większą swobodę innowacji, a tym samym konkurencyjność. Większa wolność innowacji oznacza co najmniej dwie rzeczy: a) większą rolę zdecentralizowanej inicjacji; oraz b) dużo większa bliskość między zainteresowanymi stronami, które stają się dzięki temu bardziej skłonne do współpracy i tworzenia innowacji (zwłaszcza w dziedzinach takich jak EE);
- Dyskusja na temat tego, co powinien obejmować mechanizm monitorowania. Narzędzia monitorowania są istotną częścią projektów publicznych, zwłaszcza w sektorze energetycznym. Narzędzia te pozwalają liderom projektów mierzyć tempo i postępy w dochodzeniu do celu oraz dodatkowo usprawniają dzielenie się wiedzą;
- Uproszczenie procedur wnioskowania o fundusze celowe na transformację energetyczną. Skomplikowane procedury składania wniosków są obecnie zdaniem władz lokalnych i regionalnych jedną z najbardziej problematycznych kwestii. W związku z tym większa elastyczność i jaśniejsze wytyczne umożliwiłyby władzom lokalnym ubieganie się o dostępne fundusze.

7.3. W jaki sposób sektor prywatny może wspomóc GZM w dążeniu do samowystarczalności energetycznej regionu?

- Stworzenie strategii niskoemisyjnych modeli biznesowych, które minimalizują zużycie dwutlenku węgla, pozostając przy tym zyskowe, a także jasne przedstawienie tej strategii rynkom i innym interesariuszom.
- Wspieranie rozwoju wskaźników ESG, które są przejrzyste, obiektywne i dostępne dla inwestorów.
- Inwestowanie w obiecujące koncepcje zeroemisyjne i promocja gospodarki o obiegu zamkniętym, przestrzegając jednocześnie prawodawstwa ustalonego na szczeblu krajowym, unijnym i określonego w porozumieniu paryskim (inwestycje i ubezpieczenia aktywności związanych wyłącznie z OZE, inwestycje i ubezpieczenia związane z gazem wyłącznie w perspektywie krótkoterminowej – zgodnie z ideą “gaz jako paliwo przejściowe”).
- Zachęcanie do rozwoju międzynarodowych rynków emisji dwutlenku węgla poprzez art. 6 porozumienia paryskiego i rozszerzanie możliwości wspólnych projektów transgranicznych na rzecz redukcji emisji.
- Opracowanie strategii dotyczącej siły roboczej, która wykorzysta powyższe, aby uatrakcyjnić rynek pracy w OZE dla młodszych talentów i ryzykiem związanym z osieroconymi aktywami w branży.

8. Literatura

- Alves Dias, P., Kanellopoulos, K., Medarac, H., Kapetaki, Z., Miranda Barbosa, E., Shortall, R., Czako, V., Telsnig, T., Vasquez Hernandez, C., Lacal Arantegui, R., Nijs, W., Gonzales Aparicio, I., Trombetti, M., Mandras, G., Peteves, E., Tzimas, E. (2020) EU coal regions: opportunities and challenges ahead. *Publications Office of the European Union, Luxembourg*, 2018, ISBN 978-92-79-89884-6, DOI:10.2760/064809, JRC11259.
- Błocka, M., Śniegocki, A., Poręba, K., Wetmańska, Z., Bukowski, M. (2019) Nowy rozdział. Przekształcenie Polski w kierunku gospodarki zeroemisyjnej. *WiseEuropa*.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A., (2015) Praca, postęp i dobrobyt w czasach genialnych technologii. Drugi wiek maszyny. *MT Biznes*.
- Buriak, M. (2014) Technical and Economic Analysis of an Intermediate Size Photovoltaic Power Plant. Case Study. *Acta Energetica* 3, 20: 27-34. DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2014303
- City of Amsterdam (2020) New Amsterdam Climate Roadmap. Amsterdam Climate Neutral 2050.
- City of Helsinki (2018) The Carbon-neutral Helsinki 2035 Action Plan.
- Climate Capital Copenhagen (2009) Copenhagen Climate Plan.
- Engel, H., Purta, H., Speelman, E., Szarek, G., van der Pluijm, P. (2020) Neutralna emisynie Polska 2050. Jak wyzwanie zmienić w szansę. *McKinsey & Company*.
- European Environment Agency (2019) Air quality in Europe — 2019 report. *EEA Report No 10/2019*.
- Lorenc, H. (1996) Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce. *IMI GW, Warszawa*.
- LSE Cities (n.d) Copenhagen – Green Economy Leader Report.
- Malicka, E. (2013) Hydroenergetyczne wykorzystanie istniejących obiektów piętrzących wodę w Polsce. *Energetyka Wodna* 2: 23.
- Ross, A. (2016) Jak następna fala innowacji wpłynie na gospodarkę, biznes i nas samych?, *Świat Przyszłości. MT Biznes*.
- Soliński (1999) Energetyczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania energii wiatrowej. Wydaw. *IGSMiE PAN, Kraków*.
- Sołtuniak, J. (2017) Wpływ suszy hydrologicznej na inwestycje w energetyce wodnej. Możliwości zapobiegania skutkom suszy. *Gospodarka W Praktyce I Teorii*, 44, 3: 77-91. DOI: <https://doi.org/10.18778/1429-3730.44.06>
- Stolińska, B. (2014) Czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych. *Świat Nieruchomości*, 2, 88. *Strane Innovation*, 2016
- Studium Przestrzennych Uwarunkowań Rozwoju Energetyki Wiatrowej w województwie dolnośląskim, 2010. *Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne we Wrocławiu, Wrocław*.
- Wetmańska, Z., Śniegocki, A., Bukowski, M. (2018) Od restrukturyzacji do trwałego rozwoju. Przypadek Górnego Śląska. *Raport WWF Polska & WiseEuropa*.
- Wójcicki, A., Nagy, S., Lubaś, J., Chećko, J., Tarkowski, R. (2013) Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem składowania. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 439,1: 9-16.
- Qvist, S., Gładysz, P., Bartela, Ł., Sowizdżał, A. (2020) Retrofit Decarbonization of Coal power Plants - A Case Study for Poland. *Energies* 2020, 13, x: for peer review.