

Transformacja energetyki miast w horyzoncie 2050

Postawienie problemu (JP): Każda próba spójnego i kompletnego opisu transformacji gospodarki energetycznej miast w horyzoncie 2050 napotyka na razie na barierę, którą jest brak metody. W dodatku przełamanie tej bariery (stworzenie efektywnej metody badawczej) w najbliższych latach jest mało prawdopodobne. Możliwe jest jednak stopniowe ulepszanie opisu i iteracyjne modelowanie procesu transformacji. W środowisku Biblioteki BŻEP (Biblioteka Źródłowa Energetyki Prosumenckiej) postępowanie takie sprowadza się do iteracyjnego dowodzenia hipotezy roboczej orzekającej, że w horyzoncie 2050 (związek z unijną klimatyczno-energetyczną mapą drogową 2050) możliwa jest transformacja gospodarki energetycznej każdego z polskich miast w gospodarkę energetyczną w 80% bezemisyjną.

Iteracyjne postępowanie w sferze badawczej łączy się z nadążno-wyprzedzającym (cyklicznym) procesem dostosowywania regulacji prawnych określających reguły rynkowe gospodarki energetycznej w miastach. Tym samym uznaje się, że fundamentem metody nowej energetyki jest w szczególności ścisłe powiązanie metod symulacyjnych w technice i mechanizmów rynkowych w ekonomii.

Do określenia warunków początkowych procesu iteracyjnego w sferze badawczej proponuje się tu wykorzystanie reguły „2x2”, obejmującej dwie płaszczyzny, a na każdej płaszczyźnie dwa segmenty. Pierwszą z płaszczyzn jest płaszczyzna **makroekonomiczna** (wymiar kraju), a drugą **mikroekonomiczna** (wymiar miasta, niezależnego inwestora NI, prosumenta EP). Dwoma segmentami na każdej z płaszczyzn są: segment **infrastruktury energetycznej** (sieci: elektroenergetyczna, gazowa, ciepłownicza, stacji paliw, i inne, mniej istotne części infrastruktury) oraz segment **bilansów energetycznych**, łączące z technologiami użytkowania energii elektrycznej, ciepła i paliw. Reguła 2x2 determinuje postać (formę) warunków początkowych procesu iteracyjnego. Mianowicie, jest to postać wyników „audytu” energetycznego.

Zadaniem badawczym jest „optymalizacja” zmiany trajektorii rozwojowej I (paliwa kopalne, obecna energetyka WEK) w trajektorię II (nowa energetyka: OZE, niezależni inwestorzy NI i prosumenci EP, przełomowe technologie użytkowania energii elektrycznej, w tym Internet Rzeczy (IoT). W nawiązaniu do nierozzerwalności sfery technicznej i ekonomicznej, a także do praktyki, zadanie to w pierwszym kroku iteracyjnym polega w gruncie rzeczy na racjonalnej weryfikacji możliwości osiągnięcia przez polskie miasta celu politycznego, który w uproszczeniu oznacza w horyzoncie 2050 redukcję paliw kopalnych o około 80%.

Taki cel oznacza dla Polski (krajowy wymiar makroekonomiczny) redukcję rocznego zużycia energii chemicznej w paliwach kopalnych z około 1000 TWh (obecny bilans) do około 200 TWh (cel w horyzoncie 2050). Z drugiej strony całkowity potencjał elektryfikacji transportu i ciepłownictwa oraz pasywizacji budownictwa (całkowity potencjał wykorzystania przełomowych technologii użytkowania energii i paliw) stwarza możliwość transformacji rocznego rynku energii końcowej (zużycia energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych) wynoszącego około 500 TWh (obecny bilans) do rocznego rynku produkcji energii elektrycznej w źródłach rozproszonych wynoszącego około 200 TWh. Zatem pierwsza iteracja w postępowaniu dowodowym hipotezy roboczej na płaszczyźnie makroekonomicznej (tu dla całego kraju, a nie tylko dla miast) polega przede wszystkim na zweryfikowaniu możliwości wyprodukowania w ciągu roku energii elektrycznej w źródłach OZE oraz w źródłach rozproszonych, gazowych i na paliwa transportowe, równej 200 TWh.

W pierwszej iteracji trzeba oczywiście zweryfikować także możliwość koordynacji (doboru technicznego) technologii wytwórczych (energii elektrycznej) i technologii użytkowania energii (przełomowych) na płaszczyźnie mikroekonomicznej. W praktyce oznacza to zweryfikowanie możliwości zapewnienia odpowiedniej koncentracji podaży energii elektrycznej (bardzo zróżnicowanej w zbiorze 400 polskich miast: od miast zamieszkałych przez kilkanaście tysięcy mieszkańców aż po Warszawę, z liczbą mieszkańców około 2 miliony).

Jest zrozumiałe, że elektryfikacja transportu i ciepłownictwa (oraz pasywizacja budownictwa) powodują, że transformacja gospodarki energetycznej miast (i całej energetyki) rozegra się na rynku energii elektrycznej. Mianowicie, w horyzoncie 2050 obecny rynek energii elektrycznej **WEK[⊖]** (na infrastrukturze sieciowej NN/110 kV) będzie się transformował w rynki regulacyjno-bilansujące **NI/EP[⊕]** na infrastrukturze sieciowej SN/nN. [RAPORT BŻEP] Popczyk J., Wójcicki R., Małyszczak M., Kordas Ł.: E7 – GLOBALNA PRZEBUDOWA ENERGETYKI W PERSPEKTYWIE SIEDMIU KRAJÓW/REGIONÓW (USA, Chiny, Niemcy, Indie, Japonia, UE i Afryka Subsaharyjska) i wnioski oraz propozycje dla Polski, www.klaster3x20.pl.

Ta transformacja ma charakter fundamentalny. Jej znaczenie jest nie mniejsze niż reform strukturalnych elektroenergetyki, których istotą była zasada TPA, i które były realizowane na świecie w ostatniej dekadzie minionego wieku. Podkreśla się, że w Polsce reforma strukturalna elektroenergetyki związana z wprowadzeniem zasady TPA (oraz z odłączeniem systemu CENTREL – obejmującego Polskę, Czechy, Słowację i Węgry – od systemu postradzieckiego Pokój i przyłączeniem do systemu zachodnioeuropejskiego UCPTe, obecnie UCTE) została zrealizowana w pierwszej połowie dekady w pakiecie reform ustrojowych. Wówczas monopolistyczna elektroenergetyka została poddana decentralizacji organizacyjnej, mianowicie zlikwidowana została Wspólnota Energetyki i Węgla Brunatnego (58 przedsiębiorstw

państwowych – 15 elektrowni, 10 elektrociepłowni zawodowych i 33 zakłady energetyczne – uzyskało pełną niezależność gospodarczą). Stworzone zostały trzy podsektory elektroenergetyczne: wytwórczy (z elektrowniami i elektrociepłowniami), przesyłowy (z centralną rolą utworzonego od podstaw strategicznego przedsiębiorstwa przesyłowego Polskie Sieci Elektroenergetyczne, wyposażonego w sieci przesyłowe NN i zasoby regulacyjno-bilansujące w postaci czterech zespołów elektrowni szczytowo-pompowych: Żarnowiec, Porąbka, Solina, Dychów; dwa ostatnie zespoły ze zbiornikami przepływowymi) oraz dystrybucyjny; podział na trzy sektory stał się fundamentem konkurencyjnego rynku energii elektrycznej (w drugiej połowie dekady wytworzył się, po uchwaleniu ustawy Prawo energetyczne w 1997 roku, czwarty segment, obrotu energią elektryczną. Wreszcie, zapoczątkowane zostały przekształcenia własnościowe (zrealizowana została komercjalizacja wszystkich zakładów energetycznych oraz większości elektrociepłowni i pierwszych elektrowni, zrealizowane zostały pierwsze prywatyzacje elektrociepłowni).

Taka – fundamentalna, porównywalna z reformą strukturalno-ustrojową elektroenergetyki z pierwszej połowy ostatniej dekady minionego wieku – transformacja rynku energii elektrycznej WEK[⊖] w rynki regulacyjno-bilansujące NI/EP[⊕] wymaga (oprócz badań w sferze technicznej) adekwatnego do jej celów środowiska politycznego, prawnego i społecznego. Na środowisko takie – bardzo holistyczne, przy tym innowacyjne i zarazem konserwatywne – muszą się złożyć racjonalnie określone cele polityczne (na miarę cywilizacyjnego znaczenia przebudowy energetyki), a ponadto dobry system regulacji prawnych (z nowym systemem regulacji negocjacyjnych) oraz kapitał społeczny. Wywoławczo, w największym uproszczeniu, są to: 1° - doktryna energetyczna, 2° - aukcje na źródła wytwórcze i net metering zastępujący generalnie opłaty sieciowo-systemowe oraz 3° - klastry/spółdzielnie energetyczne. Ogólnie jest to środowisko trójbiegunowego systemu bezpieczeństwa energetycznego WEK-NI-EP.

Zakłada się tu, że celem politycznym jest wykorzystanie dokonującej się cywilizacyjnej przebudowy energetyki do wyjścia Polski z naśladowczego modelu rozwojowego [RAPORT BŻEP] Popczyk J., Doktryna energetyczna, www.klaster3x20.pl. W szczególności oznacza to historyczne przejście od modelu egzogenicznego rozwoju energetyki, zwłaszcza elektroenergetyki, do modelu endogenicznego, ukierunkowanego na innowacyjność przelomową, w miejsce innowacyjności przyrostowej.

Model rynku energii elektrycznej musi z kolei gwarantować efektywne wykorzystanie istniejących zasobów energetyki WEK, ale też pobudzać konkurencyjny rozwój nowej energetyki NI/EP. Az tego punktu widzenia najlepszym mechanizmem jest net metering na osłonie kontrolnej rozdzielającej infrastrukturę sieciową na dwa segmenty: jeden obejmujący sieci przesyłowe NN i rozdzielcze 110 kV oraz drugi – obejmujący sieci rozdzielcze SN/nN. Net metering na tej osłonie kontrolnej, zdefiniowanej w kontekście infrastruktury systemowo-sieciowej, musi być „obudowany” regulacjami prawnymi zapisanymi w językach rynków hurtowego i detalicznego. Pierwszy z rynków (rynek WEK[⊖]) – z blokami węglowymi klasy 120, 200, 360, 450-500, 850-1100 MW i z infrastrukturą sieciową przesyłową 400/220 kV oraz rozdzielczą 110 kV – ma infrastrukturę handlową (w szczególności) w postaci (technicznego) rynku bilansującego oraz giełdy energii elektrycznej (parkiety RDN, RDB i inne). Rynek detaliczny (ryniki regulacyjno-bilansujące NI/EP[⊕]) wymaga doprecyzowania koncepcyjnego, „oprzyrządowania” prawnego oraz stworzenia nowej infrastruktury handlowej (z operatorami OHT i dużą partycypacją Internetu IoT).

Kapitał społeczny powinien z kolei organizować się wokół zadań krytycznych z punktu widzenia jakości życia mieszkańców miast. Dwoma najbardziej charakterystycznymi zadaniami pod tym względem są: likwidacja niskiej emisji oraz obniżenie uciążliwości transportu. Oczywiście, zadania te są ze sobą ściśle powiązane, bo trzema głównymi źródłami niskiej emisji są źródła: punktowe w postaci dużych – miejskich, osiedlowych – kotłowni; powierzchniowe, w postaci małych, budynkowych źródeł ciepła; liniowe w postaci samochodów z silnikami spalinowymi. Realizacja wymienionych zadań, czyli pasywizacja istniejących zasobów budynkowych, elektryfikacja ciepłownictwa, elektryfikacja transportu i jego przebudowa w kierunku transportu publicznego bez kapitału społecznego jest absolutnie niemożliwa. Otwiera się zatem w szczególności wielki obszar aktywności/wykorzystania wspólnot mieszkaniowych, spółdzielni mieszkaniowych oraz wspólnot osiedlowych do tworzenia klastrów/spółdzeln energetycznych.

Przekazywany do dyspozycji Czytelników Obserwator 7/2016 ma na celu pobudzenie energetyki NI/EP (niezależnych inwestorów NI oraz prosumentów z segmentu ludnościowego i z segmentu MSP, a także prosumentów instytucjonalnych, którymi są samorządy) do budowy szerokiego know how w zakresie gospodarki energetycznej miast, w szczególności na płaszczyźnie mikroekonomicznej, w segmencie bilansów energetycznych, w pierwszej pętli iteracyjnej. Podkreśla się, że pomocne w tej budowie jest środowisko całej biblioteki BŻEP, dostarczające danych do przebudowy energetyki na płaszczyźnie makroekonomicznej.

Jan Popczyk
22 października 2016

MOCNE STRONY (czynniki wewnętrzne)

1. Obecny oraz możliwy do osiągnięcia w horyzoncie 2050 bilans energii końcowej dla miast w Polsce.
2. Istnieją i są możliwe do wykorzystania, specyficzne dla obszarów miejskich, czynniki sprzyjające przekształceniom energetyki miast.
3. W koszyku technologii z sektorach produkcji energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych oraz działań organizacyjnych znane są te, które można już zastosować w obszarach miejskich przyczyniając się do transformacji energetyki.

Tomasz Müller, Łukasz Kordas, Marcin Fice, Anna Musialik

Str. 6>>>

SŁABE STRONY (czynniki wewnętrzne)

1. Obszary miejskie, ze względu na specyfikę urbanizacyjną (duża gęstość zaludnienia oraz zabudowy), są trudnym obszarem do rozwoju infrastruktury lokalnych źródeł OZE.

Tomasz Müller, Łukasz Kordas, Marcin Fice, Anna Musialik

Str. 9>>>

SZANSE (otoczenie)

1. Są na świecie miasta oraz rządy i samorządy, które wprowadzają i sukcesywnie realizują długoterminowe (nawet w horyzoncie 2050) strategie klimatyczno-energetyczne, nakładając na siebie cele pośrednie i końcowe.
2. Transformacje energetyczne miast są szansą wzrostu jakości życia ich mieszkańców i zmniejszenia zależności od importu paliw kopalnych. Jest to niezwykle istotne z perspektywy Polski, (a także innych państw) gdzie występuje znaczne zanieczyszczenie powietrza. Na podstawie raportu WHO z 2016 r. 33 z 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w EU jest w Polsce.
3. Nowelizacja ustawy Prawo ochrony środowiska zainicjowała już działania samorządów, np. Krakowa, w celu redukcji niskiej emisji. Obecnie jest to głównie pomoc finansowa, ale dalsze zmiany powinny kreować świadomość ekologiczną i wymuszać na mieszkańcach miast stosowanie „czystych” i energooszczędnych technologii.

Tomasz Müller, Łukasz Kordas, Marcin Fice, Anna Musialik

Str. 10>>>

ZAGROŻENIA (otoczenie)

1. Polityka polskiego rządu, w opozycji do działań i chęci samorządów, nie sprzyja perspektywie rozwoju bezemisyjnej energetyki w miastach (i również w całym kraju).
2. Tworzone w Polsce sztuczne bariery, wręcz hamujące działania zmierzające do likwidacji niskiej emisji to głównie brak prawnych narzędzi do możliwości oddziaływania na rynek paliw grzewczych i transportowych.
3. W Polsce nadal stawia się na transport indywidualny, zamiast rozwijać sieci komunikacji zbiorowej.

Tomasz Müller, Łukasz Kordas, Marcin Fice, Anna Musialik

Str. 12>>>

Tab.1 Bilans energii końcowej dla miast polskich w 2015 roku, oraz możliwy do uzyskania bilans energii końcowej w horyzoncie 2050

| Sektor | Zużycie energii w 2015 roku [TWh] | Prognoza zużycia energii w 2050 roku [TWh] | Uwagi |
|---|--|---|--|
| Energia elektryczna w tym: - gospodarstwa domowe, - usługi, handel, sektor MSP, - usługi komunalne | 46,5 18,5 20 8 | 65,5 33 26 6,5 | Redukcja energochłonności urządzeń, rozpowszechnienie klimatyzatorów, kuchenek indukcyjnych itp. Rozwój sektora usług Rozpowszechnienie energooszczędnych technologii |
| Ciepło w tym: - ciepło sieciowe, - woda sieciowa, - ciepło własne w tym; - węgiel kamienny, - węgiel brunatny, - drewno opałowe, - olej opałowy, - gaz ziemny, - gaz ciekły, - pompy ciepła, kolektory słoneczne, - nowe sieci ciepłownicze (w tym lokalna kogeneracja) | 120 50 7 63 25 2 12 0,3 21,7 2 0 0 | 45 15 16 14 0 0 0 0 6,5 0,5 7 ujęte w ciepłe i wodzie sieciowej | Redukcja energochłonności z 170 kWh/m ² /rok do 35 kWh/m ² /rok (+nowe podłączenia) Zużycie c.w.u. na osobę bez zmian, nowe podłączenia Jak dla ciepła sieciowego Zakaz używania paliw stałych Zakaz używania paliw stałych Zakaz używania paliw stałych Eliminacja importu Gaz sieciowy: metan i biometan Minimalizacja importu 25% udziału na rynku ciepła własnego 50% gospodarstw domowych (obecnie indywidualnie ogrzewanych) zostanie podłączonych do sieci w 2050 |
| Transport samochodowy w tym: - samochody osobowe i towarowe, - transport publiczny. | 60 57 3 | 13 10 3 | Transport miejski w całości elektryczny. Ilość samochodów osobowych i ciężarowych. zmniejsza się o połowę. Z tego względu trzykrotnie zwiększy się ilość pojazdów transportu publicznego . Wzrost energooszczędności równoważony przez wzrost pracy przewozowej. |
| Razem w tym: - ciepło z sieci ciepłowniczych | 226,5 57 | 123,5 31 | |

[1] Sektor energetyczny w Polsce. Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych S.A., 2013

[2] Gilecki Ryszard, Sektor energii świata i Polski. Początki, rozwój, stan obecny. Wydanie drugie zmienione. Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, 2014

[3] Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 r. Główny Urząd Statystyczny, 2015

[4] Energia. Główny Urząd Statystyczny, 2016

[5] Zużycie paliwa i nośników energii w 2014 r. Główny Urząd Statystyczny, 2015

[6] Gospodarka mieszkaniowa w 2014 r. Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, 2015

[7] Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r. Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, 2014

[8] Infrastruktura komunalna w 2014 r. Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, 2015

[9] Ludność. Stan i struktura oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym w 2015 r. Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, 2016

[10] Kordas Łukasz, Referencyjny bilans energetyczny 2050 miasta 100-500 tys. mieszkańców. Case-study Bielsko-Biała. BŻEP, www.klaster3x20.pl, 2014[11] Popczyk Jan, Transformacje energetyki Warszawy w kategoriach energetyki prosumenckiej. BŻEP, www.klaster3x20.pl, 2015

- [12] Popczyk Jan, Klastry energetyczne – tak. Energetyka jądrowa i rynek mocy – nie. Nowy rynek energii elektrycznej – tak, na ten jest już najwyższy czas !!! BŻEP, www.klaster3x20.pl, 2016
- [13] Branża Motoryzacyjna, Raport 2016. Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego, 2016
- [14] Rynek ciepła w Polsce. Fortum, PwC Polska Sp. z o.o., 2012
- [15] Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Upewnieniami do Emisji za rok 2016. KOBIZE, 2015

1. Poziomem wyjściowym dla niniejszego Obserwatora jest bilans energii końcowej dla miast w Polsce (Tabela 1). Bilans ten odnosi się do zużycia energii w gospodarstwach domowych, w sektorze samorządów i usług komunalnych (budynki urzędów, usługi komunalne, placówki oświaty, oświetlenie uliczne, itp.), usług komercyjnych dla ludności (handel, usługi, MŚP), oraz transportu osobowego i towarowego (komunikacja indywidualna, zaopatrzenie, transport publiczny). Przygotowany bilans nie pomija żadnego istotnego sektora i został opracowany głównie na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego, uzupełniany innymi publikacjami (patrz: Źródła dla Tabeli 1). Najtrudniejszym zadaniem było wydzielenie zużycia energii dla drobnych odbiorców, w skład których wchodzi handel i usługi dla ludności oraz MŚP. Bilans dla tego sektora został oszacowany z pomocą opracowań (Kordas - bilans dla Bielska-Białej, Popczyk - bilans dla Warszawy). W przypadku paliw transportowych pomocny był Raport PZPM. Podsumowując obecny bilans roczny z Tabeli 1, oszacowano, że energia elektryczna zużywana w miastach wynosi ok. 46 TWh. W przypadku ciepła oszacowano, że energia dostarczana przez sieci ciepłownicze wynosi 50 TWh na cele grzewcze i 7 TWh na ciepłą wodę użytkową. Ponad 60 TWh to energia w paliwie spalonym lokalnie, najczęściej w kotłach centralnego ogrzewania. Stosowanie źródeł odnawialnych do ogrzewania jest w tej chwili pomijalnie małe. Paliwa transportowe zużywane w miastach to ok. 60 TWh, w tym 3 TWh przypada na komunikację publiczną. W bilansie paliw transportowych przyjęto, że zapotrzebowanie na paliwa w miastach wynosi około 1/3 zapotrzebowania krajowego.

Energetyka miejska, w stosunku do energetyki wiejskiej, posiada specyficzne uwarunkowania techniczne. Przede wszystkim znacznie większa gęstość zaludnienia oraz duży udział przemysłu w ośrodkach miejskich wpływają na mix energetyczny, sposób lokalnego wytwarzania i dostarczania energii elektrycznej i ciepła. W przypadku paliw transportowych dystrybucja nie różni się od lokalizacji (miasto lub obszary wiejskie). Gęstość zaludnienia wpływa przede wszystkim na sieć rozdzielczą, w której dominują krótsze odcinki (najczęściej podziemne linie kablowe) o dużej złożoności. W miejskich sieciach rozdzielczych można zauważyć "równoległe" prowadzenie linii 110 kV, SN i nN. Dzięki temu ułatwiane może być przyłączanie lokalnych, małych źródeł wytwórczych. Natomiast lokalne wytwarzanie energii napotka trudności ze względu na ograniczoną dostępną przestrzeń. Z tego powodu optymalnymi dla lokalnej energetyki miejskiej będą przede wszystkim źródła gazowe oraz słoneczne (fotowoltaika i kolektory słoneczne). W przyszłości mogą to być również małe źródła jądrowe. Dla małych miast, które sąsiadują z gminami wiejskimi posiadającymi wystarczające zasoby generacyjne, możliwy jest

oczywiście dostarczanie energii z takich gmin na zasadzie odpowiednich umów. Mocną stroną dużych miast z dużym udziałem przemysłu w zużyciu energii jest możliwość wykorzystania ośrodków przemysłowych do produkcji energii oraz zagospodarowania energii odpadowej (ciepła odpadowego).

2. Przeobrażenia światowej energetyki otwierają nowe możliwości produkcji i gospodarowania energią na obszarach zurbanizowanych, zarówno na rynku energii elektrycznej, ciepła jak i paliw transportowych¹. Miasta i inne obszary o znacznej gęstości zaludnienia odznaczają się szeregiem korzystnych cech (cechy niekorzystne, patrz "słabe strony") z punktu widzenia zbilansowania ich potrzeb energetycznych. Zgrupowanie na ograniczonym obszarze bardzo dużej liczby odbiorców, usług energetycznych, (a docelowo aktywnych podmiotów współuczestniczących w zaspokajaniu własnych potrzeb energetycznych) zwykle wiąże się z obecnością rozbudowanej infrastruktury energetycznej (np. sieci elektroenergetyczne, gazownicze, ciepłownicze), a ponadto zmniejsza koszty (w porównaniu z rozproszonymi wiejskimi systemami energetycznymi) rozbudowy i utrzymania tej infrastruktury, jednocześnie sprzyjając produkcji energii w źródłach lokalnych ze względu na niewielkie straty w dystrybucji. Co więcej, realizacja potrzeb transportowych w skupiskach ludności zajmujących ograniczony obszar może odbywać się przy wykorzystaniu środków transportu zbiorowego, współużytkowania pojazdów (car-sharing, car-pooling) oraz komunikacji pieszej i rowerowej, przy stopniowej eliminacji indywidualnego transportu samochodowego ([Guardian](#)).

Procesy transformacji sposobów zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa transportowe na obszarach zurbanizowanych - w powiązaniu z dynamiką zmian w sposobach gospodarowania odpadami, mogą się wzajemnie przenikać i przyspieszać, o czym świadczy przykład Szwecji, gdzie energia z odpadów komunalnych, (a także z biomasy odpadowej z rolnictwa) jest wykorzystywana do produkcji ciepła, energii elektrycznej i biopaliw stosowanych w transporcie publicznym (Neterowicz 2014). Przeobrażenia energetyki w miastach mogą zaowocować zmniejszeniem całkowitego zużycia energii pierwotnej, głównie dzięki redukcji zapotrzebowania na ciepło i paliwa transportowe, oraz zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej na cele, do których jest ona używana obecnie. Zgodnie z założonym bilansem energii końcowej dla miast w Polsce w horyzoncie 2050, zapotrzebowanie na energię końcową ulegnie zmniejszeniu (w stosunku do roku 2015) o 49% (Tabela 1). Jednak z uwagi na rosnącą rolę energii elektrycznej w sektorach transportu, grzewczym, i w mieszkalnictwie, całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną wzrośnie w perspektywie 2050 roku. W miastach Polski ten wzrost może sięgnąć 33,4 TWh czyli 71,8% obecnego zapotrzebowania (Tabela 1) (Mathiesen et al. 2015).²

3. Do najważniejszych technologii, które otwierają drogę miastom do realizacji celów polityki energetycznej należą:

– Optymalizacja zużycia energii - działanie kluczowe w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, które w miastach państw wysokorozwiniętych może doprowadzić do obniżenia zapotrzebowania. Wśród przykładów wymienić należy Yokohamę, gdzie dzięki zastosowaniu DSM/DSR obniżono szczytowe zużycie energii w 3500 domach o 15.2% (CNCA 2015), a także Berlin, gdzie do roku 2050 zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych ma ulec zmniejszeniu o 50%. W polskich miastach rozpowszechnienie energooszczędnych urządzeń może spowodować wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w horyzoncie 2050, wynikający (w sektorze mieszkalnictwa) ze wzrostu zamożności społeczeństwa (Tabela 1).

– Upowszechnienie kogeneracji - planuje się zwiększenie proporcji energii elektrycznej uzyskiwanej dzięki tej technologii (np. Kopenhaga, Berlin, Boston), przy czym źródłem energii dla instalacji kogeneracyjnych mogą być gazowe paliwa kopalne, oraz biomasa jak w Kopenhadze (CNCA 2015).³

– Instalacje PV położone na dachach lub fasadach domów mieszkalnych i budynków należących do sektora MSP (Boston 2014; Berlin 2015; Mathiesen et al. 2015).⁴ Według szacunków Kordasa (2014) potencjał produkcji energii elektrycznej w dachowych instalacjach PV wynosi dla Bielska-Białej 126 GWh w skali roku, co odpowiada około 18% rocznego zapotrzebowania miasta na energię elektryczną.⁵

Energia z odpadów komunalnych - Kordas (2014) dokonał oceny potencjału rocznej produkcji energii z miejskiej spalarni śmieci w Bielsku-Białej (wsad 100 000 Mg, z czego 70 000 Mg stanowią odpady miejskie, a 30 000 Mg, odpady sprowadzane z okolicznych gmin), określając go na 416,7 GWh.

Taka ilość odpadów pozwala na uzyskanie 83,34 GWh energii elektrycznej (11,8% rocznego zapotrzebowania miasta) przy założeniu sprawności produkcji energii elektrycznej na poziomie 20%. Warto jednak pamiętać, że w ramach dążenia do gospodarki o obiegu zamkniętym preferuje się maksymalny odzysk surowców względem ich spalania.

Istotną rolę w pokryciu zapotrzebowania na energię elektryczną przypisuje się także niekiedy, jak np. w Kopenhadze, lądowym i morskim elektrowniom wiatrowym (Mathiesen et al. 2015). W Polsce warunkami odpowiednimi dla energetyki wiatrowej są jedynie miasta położone bezpośrednio na wybrzeżu Bałtyku.

W zakresie zaopatrzenia w ciepło zmiany będą obejmować:

– Zmniejszenie energochłonności budynków - istotna jest zarówno modernizacja ciepła istniejących budynków, jak i stawianie nowych w standardzie domu energooszczędnego (docelowo w standardzie domu

pasywnego, a nawet wyjście poza ten standard), oraz na przeobrażeniu systemów zaopatrzenia w ciepło. Według szacunków Buildings Performance Institute Europe, korzyści z tytułu realizacji programu termomodernizacji budynków w Polsce, mogłyby do 2045 roku sięgnąć kwoty 700 mld PLN, przy czym znaczna część (połowa?) tych korzyści dotyczyłaby obszarów miejskich (Strategia modernizacji budynków 2014).⁶ Zmniejszenie średniej energochłonności budynków mieszkalnych w miastach Polski ze 170 do 35 [kWh/(m²·rok)] w horyzoncie 2050, (a więc i tak powyżej wartości dla domów pasywnych wynoszącej obecnie 15 [kWh/(m²·rok)]) prowadzi do obniżenia zapotrzebowania na ciepło o 67,3 TWh, co stanowi około 1/3 obecnego zapotrzebowania miast na energię końcową i około 40% zapotrzebowania miasta na ciepło (Tabela 1).⁷ Te szacunki wskazują na niebagatelne znaczenie termomodernizacji mieszkań (ogólnie budynków) w kształtowaniu wielkości rynku energii końcowej w miastach ([E2ReBuild](#)).

– Wzrost znaczenia kogeneracyjnych źródeł gazowych, emitujących znacznie mniej zanieczyszczeń (pyły PM 10, PM 2,5, benzo(a)piren) od paliw stałych (węgiel kamienny, drewno) ([KOBIZE](#)), a w dalszej kolejności (lub jako źródło pomocnicze) kolektory słoneczne współpracujące z zasobnikami energii oraz pompy ciepła (Tabela 1). Dodatkowym źródłem ciepła mogą być także odpady komunalne, wykorzystywane powszechnie w Szwecji, gdzie stanowią około 20% paliwa do produkcji ciepła. Ponadto 9% ciepła sieciowego uzyskuje się w tym kraju pod postacią ciepła odpadowego pochodzącego z przemysłu. W warunkach polskich szacunki dla spalarni śmieci w Bielsku-Białej wskazują na możliwość pokrycia ok. 40% rocznego zapotrzebowania miasta na ciepło sieciowe (250 GWh), przy założeniu sprawności produkcji ciepła na poziomie 60% (patrz poprzedni akapit), i pod warunkiem, że 70% odpadów pochodzi z okolicznych gmin (Kordas 2014). Należy zaznaczyć, że wśród krajów europejskich Polska ma stosunkowo dobrze rozwinięte miejskie sieci ciepłownicze (Neterowicz 2014; [PwC](#)).

– Zwiększanie proporcji odbiorców miejskich przyłączonych do sieci ciepłowniczych, w tym do sieci lokalnych. Już obecnie w Sztokholmie 80% odbiorców jest podłączonych do sieci ciepłowniczych. Zgodnie z szacunkami przedstawionymi w tym numerze Obserwatora, proporcja ciepła (ciepło grzewcze i c.w.u.) uzyskiwanego w polskich miastach z sieci ciepłowniczych wynosząca obecnie około 50%, może wzrosnąć w horyzoncie 2050 do około 70% (Tabela 1).⁸

W zakresie polityki transportowej odejście od pro samochodowej wizji rozwoju komunikacji miejskiej daje się zauważyć w niektórych krajach Zachodu już od czasów kryzysu naftowego w połowie lat 70-tych XX w ([Guardian](#)). Obecnie zmiana sposobów myślenia o transporcie miejskim staje się coraz to bardziej zauważalna i obejmuje:

– Wykorzystanie energii elektrycznej, biogazu oraz innych paliw do napędu pojazdów. Rozwój transportu elektrycznego w miastach - także przy wykorzystaniu samochodów osobowych - prowadzi do znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na energię końcową na rynku transportu (paliw transportowych), ponadto - gdy energia elektryczna pochodzi ze źródeł odnawialnych - wiąże się ze zmniejszeniem zużycia energii pierwotnej wykorzystywanej na cele transportowe ([Obserwator 5/2016](#)). Zastąpienie jedynie $\frac{2}{3}$ spalinowych samochodów osobowych pojazdami elektrycznymi, prowadzi - zgodnie z wynikami modelowania dla Bielska-Białej, do zmniejszenia zapotrzebowania na energię w sektorze transportu indywidualnego o ponad 60%, co odpowiada redukcji zapotrzebowania na energię ok. 440 GWh czyli 40% zapotrzebowania na energię w sektorze transportu na rynku końcowym (Kordas 2014).⁹ Całkowita eliminacja transportu spalinowego i zmniejszenie roli transportu indywidualnego może, w skali miast Polski, przynieść zmniejszenie zużycia energii w sektorze transportu na rynku końcowym w wysokości około 47 TWh (Tabela 1) (Neterowicz 2014). Na potrzeby tego opracowania przyjęto, że w horyzoncie 2050, cały transport miejski (nie wliczając transportu tranzytowego) będzie elektryczny, choć ciągle częściowo zależny od paliw kopalnych, ponieważ część energii elektrycznej będzie produkowana przez kogenerację gazową.

– Upowszechnienie wykorzystanie transportu zbiorowego i różnych form współużytkowania pojazdów. Współużytkowanie samochodów osobowych może doprowadzić do zmniejszenia liczby pojazdów w mieście o jeden rząd wielkości (jeden samochód w systemie wspólnego użytkowania może zastąpić nawet 15 pojazdów użytkowanych indywidualnie ([The Economist](#)), z kolei transport zbiorowy jest bardziej energooszczędny niż indywidualny transport samochodowy, wyróżnia się także mniejszą emisją CO₂ w przeliczeniu na jednostkę pracy przewozowej (McKay 2008).¹⁰

– Rozwój komunikacji rowerowej i pieszej (patrz także [Obserwator 5/2016](#)). Planuje się, że w Kopenhadze do 2025 roku, 75% wszystkich podróży będzie odbywało się na piechotę, za pomocą roweru lub transportu publicznego. W Vancouver do 2040 roku analogiczny wskaźnik ma obejmować $\frac{2}{3}$ osób przemieszczających się w obrębie miasta. Ponadto, w Kopenhadze 20-30% “lekkich” środków transportu i 30-40% “ciężkich” środków transportu będzie zasilane za pomocą “nowych paliw” tj. energii elektrycznej, wodoru, biogazu i bioetanolu (Ben Amer 2015, CNCA 2015).^{11,12}

w horyzoncie 2050, a ich średni współczynnik COP wyniesie 2,5 (Tabela 1).

^{3,12}Carbon Neutral Cities Alliance. 2015. Framework for long-term deep carbon reducing planning.

⁴Grenovate Boston. 2014 Climate Action Plan Update. Climate Neutral Berlin 2050. Feasibility study. Mathiesen, B. V., Lund, R. S., Connolly, D., Ridjan, I., & Nielsen, S. (2015). Copenhagen Energy Vision: A sustainable vision for bringing a Capital to 100% renewable energy. Department of Development and Planning, Aalborg University.

⁵[RAPORT BŻEP] Kordas Ł.: Referencyjny bilans energetyczny 2050 miasta 100-500 tys. mieszkańców. *Case-study* Bielsko-Biała., www.klaster3x20.pl.

⁶Strategia modernizacji budynków: mapa drogowa 2050. Praca zbiorowa. Kraków 2014.

⁷Oszczędności w sektorach ciepła sieciowego i własnego wynoszą odpowiednio $50 \cdot 0,8 = 40$, $62,5 \cdot (0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,2) = 27,3$, razem 67,3 [TWh].

⁸Proporcja ciepła z sieci ciepłowniczych do ciepła ogólnego wynosi w 2014 roku $57/119,15 = 0,48$, a w 2050 roku $30,7/44,3 = 0,69$.

⁹Wynik uzyskano dla szeregu założeń dotyczących min. sytuacji demograficznej miasta, nasycenia rynku samochodami osobowymi, oraz sposobów produkcji energii elektrycznej (Kordas 2014).

¹⁰David J.C. MacKay. Sustainable Energy – without the hot air. UIT Cambridge, 2008.

¹¹Ben Amer S. 2015. Kopenhaga - miasto wolne od CO₂. Czysta energia.

¹[RAPORT BŻEP] Neterowicz J.: Energia z odpadów; doświadczenia szwedzkie i realia polskie, www.klaster3x20.pl

²Na wartość 33,4 TWh składają się wzrost w sektorze mieszkalnictwa o 19 TWh, zapotrzebowanie samochodów elektrycznych w wysokości 13 TWh, oraz zapotrzebowanie pomp ciepła w wysokości 1,4 TWh; założono, że pompy ciepła będą dostarczać 3,45 TWh energii

SŁABE STRONY

1. Produkcja energii w źródłach odnawialnych takich jak fotowoltaika czy elektrownie wiatrowe, wymaga znacznej powierzchni terenu, ponieważ odznaczają się one niewielką gęstością energetyczną. Z kolei biogazownie wymagają dostaw substratu w formie biomasy (mogą to być również tzw. mokre odpady biodegradowalne). Dostawa biogazu do źródła gazowego nie może być obciążona dużymi kosztami transportu z powodu, oczywiście, opłacalności takiej inwestycji. Tymczasem zapotrzebowanie na energię w miastach (wyrażone w jednostkach energii na jednostkę powierzchni w jednostce czasu) jest znaczne, m.in. z uwagi na wysoką gęstość zaludnienia, obecność wielu podmiotów gospodarczych (sektor MSP, duże przedsiębiorstwa) oraz licznych obiektów komunalnych i infrastruktury energetycznej. W swoich szacunkach ilości energii możliwej do uzyskania w skali roku z biomasy z terenów zielonych zarządzanych przez Bielsko-Białą, Kordas (2014) podaje wartości 17,8 GWh, co odpowiada zaledwie 0,5% rocznego zapotrzebowania na energię końcową i 2,5% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną. Ponadto, w przypadku produkcji energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych, warto zwrócić uwagę na przesunięcie dobowych profili produkcji i zapotrzebowania na energię elektryczną - największa produkcja ma miejsce w środku dnia, gdy zapotrzebowanie na energię jest stosunkowo niewielkie (choć wzrasta wraz z upowszechnianiem się klimatyzacji), natomiast zapotrzebowanie osiąga maksimum w godzinach wieczornych. Podobna rozbieżność, choć w aspekcie sezonowym, dotyczy profili produkcji i zapotrzebowania dla ciepła i paliw transportowych otrzymywanych z biogazu. Powyższe uwarunkowania utrudniają przeobrażenie energetyki w miastach uniemożliwiając osiągnięcie pełnej niezależności energetycznej na obszarach zurbanizowanych wyłącznie za pomocą współczesnych odnawialnych źródeł energii.

Nawet tak ambitne programy przeobrażenia energetyki miejskiej jak w Monachium (patrz "szanse") przewidują konieczność inwestowania w odnawialne źródła energii położone poza granicami miasta ([Stadtwerke München](#)). Rozwiązania (złagodzenia) powyższych dylematów można upatrywać w następujących działaniach:

- obniżeniu całkowitego zapotrzebowania na energię końcową liczonego łącznie dla sektorów produkcji energii elektrycznej, ciepła i sektora transportu (patrz "mocne strony"), między innymi poprzez powszechne zastosowanie kogeneracji gazowej do produkcji energii elektrycznej i ciepła (Tabela 1). Wysokowydajna produkcja ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu pozwala na wytwarzanie energii w sposób ciągły, a ponadto zastosowanie gazu ziemnego pozwala na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w przeliczeniu na jednostkę wyprodukowanej energii (w porównaniu

z wykorzystaniem węgla jako paliwa alternatywnego) i jest zgodne z doktryną energetyczną Unii Europejskiej w horyzoncie 2050, która podkreśla rolę gazu ziemnego jako paliwa przejściowego w okresie odwęglania sektora energetycznego (European Commission 2012).¹ Jednak prognozowany wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny, wynikający z rozwoju kogeneracji gazowej, może przyczynić się do pogłębienia się zależności państw UE (w tym Polski) od importu gazu, także z obszarów niestabilnych politycznie (Tabela 1). Dla przykładu zależność krajów UE-28 od importu energii zwiększyła się z poniżej 40% zużycia energii brutto w latach 80-tych ubiegłego stulecia do 53,2% w 2013 roku. Wyjście z tej sytuacji może zapewnić rozwój produkcji biogazu, który w założeniach, miałby być paliwem odnawialnym zastępującym kopalny gaz ziemny spełniający rolę paliwa przejściowego ([Eurostat](#); Mathiesen et al. 2015).

- sprowadzaniu pewnej ilości energii z przyległych obszarów wiejskich (dotyczy szczególnie mniejszych miast), co możliwe jest dzięki temu, iż potencjał produkcji energii na obszarach wiejskich przewyższa wielokrotnie ich przyszłe zapotrzebowanie na energię. W przytaczanym już tutaj przykładzie Bielska-Białej, funkcjonowanie miejskiej spalarni śmieci jedynie w oparciu o odpady produkowane w mieście w ilości 30000 Mg/rok, pozwoli na wyprodukowanie zaledwie 75 GWh ciepła i 25 GWh energii elektrycznej co stanowi odpowiednio tylko 12,9 % i 3,5 % rocznego zapotrzebowania miasta (Kordas 2014).

- wykorzystanie potencjału przemysłu usytuowanego na obszarach miejskich do autogeneracji i zagospodarowania energii odpadowej.

- powszechnym zastosowaniu np. w gospodarstwach domowych zasobników energii współpracujących z odnawialnymi źródłami energii pracującymi nieregularnie, takimi jak panele PV.

¹ Energy Roadmap 2050. European Commission 2012.

SZANSE

1. Transformacja energetyki miast stanowi istotny element przemian globalnego sektora energii, o czym świadczy fakt, iż - zgodnie z szacunkami - w 2050 roku, miasta będzie zamieszkiwać 2/3 ludności globu (obecnie jest to nieco ponad 50%) (ONZ)¹. Przemiany te wymagają zaangażowania lokalnych władz i społeczności, dzięki którym możliwe staje się wypracowanie szczegółowych strategii zmian. Strategie te przyjmują zwykle postać harmonogramów zawierających terminy osiągnięcia celów końcowych w horyzoncie sięgającym 2050 roku, oraz szeregu celów pośrednich. Obecnie coraz więcej miast formułuje wieloletnie plany działań w ramach polityki klimatyczno-energetycznej, jak dla przykładu 16 miast zrzeszonych w organizacji Carbon Neutral Cities Alliance (CNCA) założonej w 2014 roku w Kopenhadze.² Plany klimatyczno-energetyczne zakładają średnio i długoterminowe cele redukcji emisji gazów cieplarnianych, aż do osiągnięcia neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla (ewentualne emisje gazów cieplarnianych są bilansowane przez działania rekompensujące, jak nasadzenia drzew czy zakup praw do emisji gazów cieplarnianych), a także pozyskiwanie 100% energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Do miast posiadających plany całkowitej rezygnacji z paliw kopalnych należą; Oslo (do 2050 roku), Sztokholm (do 2040 roku) oraz Vancouver, natomiast Kopenhaga, Melbourne i Seattle zamierzają stać się neutralne pod względem emisji związków węgla (odpowiednio do 2025, 2020 i 2050 roku). Co godne podkreślenia, miasta zrzeszone w CNCA mogą się poszczycić sukcesami w realizacji polityki klimatyczno-energetycznej, o czym świadczy odnotowywany przez nie w ostatnich latach spadek emisji gazów cieplarnianych (zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i w przeliczeniu na mieszkańca), przy jednoczesnym wzroście ogólnej liczby mieszkańców i utrzymaniu wzrostu gospodarki miasta. Dla przykładu w Berlinie, emisje gazów cieplarnianych zmniejszyły się o 29% od 1990 roku, jednocześnie populacja miasta zwiększyła się o 1%, a gospodarka miasta wzrosła o 19%. Analogiczne dane dla San Francisco wynoszą odpowiednio 23%, 15% i 49%, a dla Sydney 12%, 16%, i 23% (CNCA 2015). Interesującym przykładem dużego miasta spoza CNCA, które prowadzi aktywną politykę klimatyczno-energetyczną, jest Monachium, które jako pierwsze na świecie spośród miast liczących ponad 1 milion mieszkańców, zamierza do roku 2025 produkować taką ilość energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, która odpowiada rocznym potrzebom miasta. Ponadto do 2040 roku Monachium planuje pozyskiwać w całości ciepło sieciowe ze źródeł odnawialnych, głównie geotermalnych ([Stadtwerke München](#)). Do całkowicie odrębnej kategorii zamierzeń należy budowane od podstaw w emiracie Abu Zabi (Zjednoczone Emiraty Arabskie) miasto Masdar, które

zgodnie z początkowymi planami miało stać się pierwszym na świecie miastem o zerowej emisji gazów cieplarnianych. Cel ten planowano osiągnąć dzięki zastosowaniu paneli fotowoltaicznych i instalacji solarnych, a także poprzez wielokrotne wykorzystanie wody, odpowiednie rozwiązania architektoniczne i wykorzystanie pojazdów elektrycznych ([Time](#)).

2. Procesy transformacji energetyki mogą przyczynić się do poprawy jakości życia w miastach, co jest szczególnie istotne z perspektywy Polski (patrz punkt 3) i innych państw o znacznym zanieczyszczeniu powietrza takich jak Bułgaria, Macedonia oraz północne Włochy, natomiast polityka klimatyczna wielu miast (np. zrzeszonych w Carbon Neutral Cities Alliance) skupia się przede wszystkim na realizacji celów redukcji emisji gazów cieplarnianych, wymagających całkowitej rezygnacji z paliw kopalnych (CNCA 2015; EEA 2015).³ W tym kontekście kopenhaski Copenhagen Energy Vision zaleca rezygnację z gazu ziemnego jako paliwa dla kogeneracji, i zastępowanie go biogazem (Mathiesen et al. 2015). W Polsce przeobrażenia energetyki miast dają szansę na zmniejszenie zależności od importu ropy naftowej, poprzez rozwój indywidualnego i zbiorowego transportu elektrycznego, a także od wydobycia rodzimych zasobów węgla kamiennego i brunatnego - kurczących się w horyzoncie 2030 i późniejszym, na drodze eliminacji paliw stałych z sektora ciepła własnego, a także poprzez rozwój sieci ciepłowniczych oraz produkcji ciepła z wykorzystaniem pomp ciepła i kolektorów słonecznych (Tabela 1). W przypadku gazu ziemnego należy się spodziewać znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na to paliwo w sektorze grzewczym w horyzoncie 2050 (o 14,9 TWh zgodnie z proponowanym scenariuszem w Tabeli 1), w następstwie radykalnej poprawy energooszczędności budynków w miastach, przy jednoczesnym wzroście - przewyższającym spadek zapotrzebowania w sektorze grzewczym - zapotrzebowania na to paliwo w sektorze produkcji energii elektrycznej z kogeneracji. Wzrost ogólnego zapotrzebowania na gaz ziemny w energetyce miast (w dalszej przyszłości zapotrzebowanie to może być systematycznie zmniejszane przez zastępowanie gazu ziemnego biogazem pochodzącym z biogazowni rolniczych) może prowadzić do nadprodukcji ciepła z kogeneracji, co ułatwi przyłączanie nowych odbiorców do sieci ciepłowniczych - zgodnie ze proponowanym bilansem energetycznym dla miast, do roku 2050 nowe przyłączenia do sieci obejmą odbiorców o rocznym zapotrzebowaniu na ciepło na poziomie 13,7 TWh, z czego ciepło sieciowe wynosi 4,4 TWh (Tabela 1).⁴

3. Nowelizacji ustawy Prawo ochrony środowiska z 10 września 2015 roku, która w art. 96 umożliwia samorządom podejmowanie decyzji o ograniczeniach lub zakazach w zakresie stosowania instalacji grzewczych, w celu zapobieżenia negatywnym skutkom dla zdrowia

ludności i środowiska, daje nadzieję na wprowadzenie lokalnych regulacji prawnych, które pozwolą na stopniową poprawę stanu powietrza na obszarach miejskich (Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627). W zgodzie powyższymi regulacjami Sejmik Województwa Małopolskiego przegłosował 16 stycznia 2016 roku uchwałę o zakazie stosowania paliw stałych (węgla i drewna) na terenie Krakowa od 1 września 2019 roku ([Krakowski Alarm Smogowy](#)). Działania władz lokalnych mogące przyczynić się douchwalenia podobnych aktów prawnych mają miejsce także we Wrocławiu ([Chrońmy Klimat](#)), natomiast oddolne inicjatywy społeczne pod postacią lokalnych tzw. alarmów smogowych prowadzących działalność edukacyjną i budujących społeczne wsparcie dla walki z niską emisją, istnieją już w kilkunastu miastach w Polsce ([Polski Alarm Smogowy](#)).

¹<http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>

²Podobną organizacją jest C40 Cities Climate Leadership Group zrzeszająca 83 wielkie miasta zmierzające do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Część miast zrzeszonych w CNCA należy także do grupy C40.

³ European Environment Agency. 2015. Air quality in Europe - 2015 Report.

⁴ Przyjęto, że zapotrzebowanie na ciepło własne równe 62,15 TWh w 2015 roku zostanie zmniejszone w 2050 roku do 27,4 TWh, dzięki zmniejszeniu energochłonności budynków z 170 do 35 [kWh/m²/rok], przy zachowaniu 30% energii na zapewnienie c.w.u. Ponadto przyjęto, że 50% odbiorców korzystających dotąd z ciepła własnego, przyłączy się do nowych sieci ciepłowniczych. Pobór ciepła przez tych odbiorców wyniesie $27,4/2=13,7$ TWh, z czego 4,4 TWh przypada na ciepło sieciowe a 9,3 TWh na wodę sieciową.

ZAGROŻENIA

1. Realizacja celów polityki klimatyczno-energetycznej na obszarach zurbanizowanych napotyka na szereg barier o charakterze zewnętrznym. W kontekście bilansu energetycznego miast w Polsce, najpoważniejszym czynnikiem zagrażającym przemianom energetyki miejskiej w kierunku stopniowego odejścia od paliw kopalnych (zwłaszcza węgla), rozwoju motoryzacji elektrycznej w oparciu o odnawialne źródła energii, i zmniejszeniu emisji gazów cieplarnianych i zapotrzebowania na energię końcową (Tabela 1), jest zasadnicza linia polityki klimatyczno-energetycznej rządu naszego kraju. Kładzie ona bowiem nacisk na wspieranie energetyki węglowej i kontynuację programu energetyki jądrowej, przy zachowaniu drugorzędnej roli odnawialnych źródeł energii (Ministerstwo Rozwoju 2016).¹ Kolejnym czynnikiem, wynikającym pośrednio z poprzedniego, a odróżniającym polskie miasta od wielu aglomeracji Europy, Stanów Zjednoczonych i Azji, jest brak strategii rozwoju miast, w tym miejskiej polityki energetycznej w horyzoncie 2050 roku, i co za tym idzie, nieobecność jakichkolwiek celów pośrednich do osiągnięcia. Ogłoszony niedawno przez rząd program rozwoju elektromobilności w Polsce, realizowany bez jednoczesnego rozwoju odnawialnych źródeł energii i przy kontynuacji inwestycji w węglową energetykę WEK, spowoduje spadek zużycia energii końcowej w sektorze transportu (co wynika z 3,5-krotnie wyższej sprawności eksploatacyjnej silnika elektrycznego w stosunku do silnika spalinowego), przy jednoczesnym niewielkim zwiększeniu zużycia energii pierwotnej. Jednocześnie potencjał technologii samochodu elektrycznego do wydatnego obniżenia zapotrzebowania na energię pierwotną w sektorze transportu, niewykorzystany (Popczyk 2016).² Przykład ten ilustruje, że próby wspierania motoryzacji elektrycznej, przy zachowaniu status quo w zakresie sposobów wytwarzania energii elektrycznej, mogą uniemożliwiać wykorzystanie zalet napędu elektrycznego i utrudniać rozwój gospodarki niskoemisyjnej.

2. Zasadniczy kierunek polityki energetyczno-klimatycznej rządu jest przeszkodą w rozwiązaniu problemu zanieczyszczenia powietrza w polskich miastach (patrz uwagi na temat poprawki anty smogowej w dziale "Szanse"), które jest szczególnie dotkliwie odczuwane w chłodniejszej połowie roku, ze względu na obecność w tym okresie niską emisję z indywidualnych instalacji grzewczych spalających paliwa stałe, głównie węgiel kamienny i drewno, odpowiedzialną, obok występujących przez cały rok emisji z silników spalinowych pojazdów i z przemysłu, za wysokie stężenie szkodliwych substancji w powietrzu (SO₂, NO_x, i inne - patrz "Mocne strony") (EEA 2015; [Krakowski Alarm Smogowy](#)). Poprawę stanu powietrza utrudnia, oprócz oczyszczonych czynników o charakterze ekonomicznym,

brak standardów jakości paliw stałych, uniemożliwiający eliminację z rynku odmian węgla o najniższej jakości (muły), sprzedawanych w ilości 0,8 - 1 mln ton rocznie. Ogrzewanie nieruchomości za pomocą węgla (zwłaszcza niskiej jakości) jest wciąż najtańszym (z perspektywy wydatków użytkownika i z pominięciem kosztów środowiskowych i zdrowotnych społeczności lokalnej) i w praktyce jedynym dostępnym (poza drewnem), sposobem pozyskiwania ciepła dla ludności o niskich dochodach. Władze samorządowe wskazują ponadto na konieczność wprowadzenia istotnych zmian w prawie (dotyczy np. możliwości kontroli stanu instalacji grzewczych indywidualnych użytkowników, wprowadzenie standardów emisji dla urządzeń grzewczych o niewielkiej mocy oraz standardów jakości paliw stałych), bez których skuteczność programów ochrony powietrza jest niewielka (patrz "Szanse"). Radykalna poprawa jakości powietrza w polskich miastach nie wydaje się być możliwa bez zasadniczej zmiany paradygmatu rozwoju energetyki polskiej, a wprowadzone w 2015 roku regulacje prawne w zakresie ograniczenia stosowania paliw stałych, są o tyle niewystarczające, że dają władzom lokalnym jedynie możliwość podjęcia kroków prawnych zmierzających do ograniczenia niskiej emisji, nie obligując ich jednocześnie do tego rodzaju działań (Popczyk 2015; [Wnp](#)).³

3. Wzrost gospodarczy Polski w ostatnim ćwierćwieczu wiązał się ze zwiększeniem zapotrzebowania na transport ludzi i towarów, a zadania te zostały w głównej mierze przejęte przez rozwijający się żywiolowo (także w miastach) transport drogowy - w tym szczególnie transport indywidualny, który (szczególnie w obrębie miast) jest energochłonny, zajmuje dużo przestrzeni i przyczynia się do pogorszenia jakości powietrza. Jednocześnie nastąpiła degradacja transportu kolejowego i wodnego, a zmiany w systemach komunikacji publicznej w miastach nie nadążyły za rozwojem komunikacji indywidualnej (Falkowski & Pytel 2014).⁴ Zgodnie z prognozami Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa, w horyzoncie 2030, przewiduje się kontynuację powyższego trendu w skali kraju, co w miastach wyraża się m.in. stagnacją komunikacji publicznej (utrzymanie pracy przewozowej autobusów miejskich i tramwajów na podobnym poziomie, przy jednoczesnym spadku proporcji pracy przewozowej tych środków lokomocji), oraz dalszy wzrost znaczenia indywidualnej komunikacji samochodowej. W horyzoncie 2030 ta ostatnia ma wykonywać około 75% pracy przewozowej w miastach (wobec 70% w roku 2010) przy jednoczesnym wzroście bezwzględnej wartości tej pracy 41% (MTBiGM 2013).^{5,6}

Urzeczywistnienie tych prognozowanych trendów w systemach komunikacji przyczyni się do wzrostu zapotrzebowania na energię pierwotną oraz do wzrostu emisji CO₂, (niezależnie od tego, czy będzie to

transport oparty o silnik spalinowy, czy też silnik elektryczny wykorzystujący energię elektryczną produkowaną z węgla - patrz powyżej), co pozostaje w sprzeczności w stosunku do rozwiązań proponowanych zarówno w niniejszym opracowaniu, jak i planów przeobrażeń wielu światowych obszarów zurbanizowanych, (Mathiesen et al. 2015; Reuswig et al. 2014; Walsch 2014).⁷

¹Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. Projekt do konsultacji społecznych. 29 lipca 2016. Ministerstwo Rozwoju.

²[RAPORT BŻEP] Popczyk J.: 2016. Czy chcemy mieć Polski samochód elektryczny na węgiel?, www.klaster3x20.pl

³[RAPORT BŻEP] Popczyk J.: 2015. Transformacje energetyki Warszawy w kategoriach energetyki prosumenckiej, www.klaster3x20.pl

⁴ Falkowski, M. & Pytel, M. 2014. Analiza geopolityczna aktualnego stanu sieci kolejowej w Polsce. Przegląd geopolityczny. Tom 9.

⁵Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej. Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku). Dostęp 10 października 2016 ;([Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa](#)).

⁶Szacunki na podstawie danych z MTBiGM (2013).

⁷Reuswig, F., Hirschl, B. & Lass, W. 2014. Climate-neutral Berlin 2050. Senate Department for Urban Department and the Environment.

Walsch, M.J. Greenovate Boston. 2014 Climate Action Plan Update.