

PIOTR ZIEMBICKI*, TERESA NOWAK*

BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE POLSKI

Streszczenie

W publikacji przedstawiono zagadnienia związane z bezpieczeństwem energetycznym Polski. Scharakteryzowano polski mix energetyczny, a także przedstawiono stan energetyki polskiej wskazując podstawowe problemy występujące zarówno w podsystemie elektroenergetycznym jak również ciepłowniczym. Opiszano również podstawowe kierunki rozwoju polskiej energetyki, a także przedstawiono stanowisko autorów dotyczące tych planów rozwoju. W publikacji podkreślono ważność planowania energetycznego w skali lokalnych systemów energetycznych, a także konieczność wykorzystania do tego celu odpowiednich narzędzi informatycznych.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne, energia odnawialna, ciepłownictwo, mix energetyczny

WPROWADZENIE

Dostęp do energii, w różnych jej postaciach, jest kluczowy dla prawidłowego funkcjonowania krajów i społeczeństw. Dotyczy to zarówno wysoko rozwiniętych państw tzw. świata zachodniego jak również tych, które dopiero wkraczają na drogę szybkiego rozwoju. Większość nowożytnych konfliktów, ważnych zwrotów oraz zmian w globalnej i regionalnej polityce było wywoływanych i kształtowanych w celu zapewnienia krajowym gospodarkom i społeczeństwom dostępu do paliw pierwotnych oraz energii w formie użytkowej (np. energia elektryczna, ciepło, paliwa) [Yergin 2013]. Wystarczy porównać mapę rozmieszczenia największych zasobów paliw kopalnych z mapą globalnych, długotrwałych i często niezwykle gwałtownych konfliktów, aby zauważyć ich bezpośrednią ko-

* Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska

relację. Dodatkowym, równie ważnym, aspektem globalnej polityki energetycznej jest zagrożenie środowiska naturalnego, które jest obecne na wszystkich etapach pozyskiwania, dystrybucji i użytkowania energii (głównie paliw kopalnych) [Malko 2015]. Kolejnym elementem komplikującym zagadnienia światowej, a w szczególności regionalnej, energetyki jest faktyczny brak niezależności energetycznej większości krajów zarówno w Europie jak i w innych regionach świata. Oznacza to nieustanną rywalizację pomiędzy państwami, co dodatkowo rodzi konflikty polityczne, często przeradzające się w jawną wrogość czy wręcz zagrożenia militarne.

Wzrost zużycia energii w skali światowej jest nieunikniony [IEA 2012, Keho 2016, Khan i in. 2014, Neirotti i in. 2014, Shahbaz i in. 2013, Solangi i in. 2011, Wang 2014, Wolfram i in. 2012]. Jest on miarą sukcesu gospodarki i społeczeństwa danego kraju. Największy przyrost zużycia energii dotyczy energii elektrycznej oraz paliw kopalnych (głównie w transporcie). Bardzo prawdopodobne jest również odwrócenie bieżącego, spadkowego trendu zapotrzebowania na ciepło w aglomeracjach miejskich, między innymi w wyniku upowszechniania się technologii wykorzystania ciepła do produkcji innych form energii, na przykład chłodu (najczęściej w postaci tzw. „wody lodowej”) na potrzeby instalacji klimatyzacyjnych w budynkach o różnym przeznaczeniu [Ziembicki i Bernasiński 2013]. Skutkować to może zwiększeniem produkcji ciepła sieciowego (wytworzonego i dystrybuowanego w systemach ciepłowniczych).

Systemy energetyczne w obszarach miejskich są skomplikowanymi układami technicznymi, które są ze sobą powiązane na wielu poziomach począwszy od technicznego, a skończywszy na finansowym czy właścicielskim. Dlatego do planowania gospodarki energetycznej w takich obszarach, niezależnie od ich skali, należy podchodzić w sposób kompleksowy, obejmujący wszystkie elementy, w tym źródła energii, sieci dystrybucyjne oraz końcowych odbiorców. Tylko takie podejście może zagwarantować zrównoważony rozwój aglomeracji miejskich i w konsekwencji pozwalać na przekształcanie ich w „Smart Energy Cities” [Bachmaier i in. 2015, Connolly i in. 2014, Liu i in. 2014, Lund i in. 2014, McCormick i in. 2013, Neirotti i in. 2014].

W przypadku ciepła, racjonalizacja jego użytkowania może i powinna przebiegać dwutorowo. Jeden kierunek związany jest z podnoszeniem efektywności źródeł ciepła oraz sieci ciepłowniczych, a drugi dotyczy obniżania zapotrzebowania na tę formę energii poprzez wpływanie na projektantów z branży budowlanej i instalacyjnej oraz użytkowników obiektów w celu zwiększania ich aktywności w zakresie optymalizacji energetycznej projektowanych budynków, a także podejmowania realizacji przedsięwzięć poprawiających parametry techniczne istniejących obiektów.

Należy podkreślić, iż nie można prowadzić działań w celu optymalizacji energetycznej budynków i projektów budowlanych bez wykorzystania zaawansowanej techniki komputerowej, w tym symulacji energetycznej oraz nowoczesnych

technologii BIM (Building Information Modeling) [Abanda i Byers 2016, Bryde i in. 2013, Volk i in. 2014.

POLSKI MIX ENERGETYCZNY

W Polsce podstawowe kierunki kształtowania gospodarki energetycznej, w tym paliwowej, są wyznaczone przez szereg dokumentów, które posiadają różną formę prawną począwszy od Ustaw, takich jak na przykład Ustawa Prawo Budowlane czy Prawo energetyczne, poprzez Rozporządzenia np. dotyczące efektywności energetycznej czy certyfikacji energetycznej budynków, a skończywszy na takich dokumentach publikowanych przez Rząd RP jak Polityka energetyczna Polski do roku 2030. Dokumenty te kształtują rynek energetyczny oraz wskazują trendy w technologiach i prawodawstwie, które będą obowiązywać lub będą promowane w przyszłości. Niezwykle istotne w kształtowaniu tych dokumentów są również Dyrektywy Unijne, które jako członek UE Polska jest zobowiązana wprowadzać w życie. Przykładem mogą być Dyrektywy UE i polskie przepisy prawne, których celem jest zmniejszanie zużycia paliw pierwotnych i obniżanie emisji zanieczyszczeń, w tym głównie CO₂ [Dz.U. z 2011 r., nr 176, poz. 1052, Dz.U. z 2011 nr 94, poz. 551, Dz.U. z 2012, poz. 1059 oraz z 2013, poz. 984, Dyrektywa 2009/28/WE, EUROATOM nr 617/2010, Dyrektywa 2012/27/WE].

Kształt i stan polskiej energetyki jest w znacznym stopniu wynikiem decyzji podejmowanych przez władze komunistyczne w przeszłości. Dodatkowym elementem charakteryzującym polski rynek energii jest specyficzny w Europie dostęp do zasobów paliw kopalnych, w szczególności węgla kamiennego i brunatnego, które eksploatowane przez dekady spowodowały, że zarówno rynek energii elektrycznej jak i ciepłownictwo w znacznym stopniu są od tych paliw kopalnych uzależnione. Dodatkowo należy podkreślić, iż Polska przez wiele lat będąc pod okupacją władz komunistycznych nie miała szans na rozwój gospodarczy i dopiero w ostatnich kilkadziesiąt latach zaczęła się intensywnie rozwijać. Fakt ten z oczywistych względów wpływa z jednej strony na konieczność podejmowania inwestycji w energetyce dotyczących w szczególności źródeł wytwórczych, w tym wspieranych lub zastępowanych odnawialnymi źródłami energii jak i sieci przesyłowych, a z drugiej strony powoduje ograniczone możliwości związane z dostępnością środków finansowych i technicznych. Czynnikiem, który poprawia tę sytuację jest możliwość pozyskiwania dofinansowania inwestycji ze środków pochodzących z UE, należy jednak podkreślić, iż jest to nadal „kropla w morzu potrzeb”.

Aktualnie w Polsce analiza struktury produkcji energii (mix energetyczny) pokazuje wyraźnie, iż Polska energetyka opiera się na węglu, który dominuje zarówno w produkcji energii elektrycznej jak i ciepła. Aż 83% energii elektrycznej produkowane jest z węgla, w tym 49% z węgla kamiennego oraz 34% z węgla

brunatnego. Gaz ziemny stanowi 3%, a pozostałe paliwa kopalne 4%. Warto podkreślić, iż 10% energii w Polsce jest produkowane z odnawialnych źródeł energii, w tym: biomasa + biogaz: 5,2%, woda: 1,5%, wiatr: 3,3%, co w sumie stanowi 65% wartości 15%, której osiągnięcie jest wymagane do 2020 r.

Przytoczone liczby pokazują, że pomimo, iż podstawowym paliwem nadal jest węgiel, to polska energetyka jednak powoli zmienia się na lepsze, a wymagania dotyczące emisyjności źródeł, udziału energii odnawialnej i gazu ziemnego są istotnymi aspektami branymi pod uwagę przez decydentów wpływających na podejmowane inwestycje. Warto również wskazać na zdefiniowane w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.” cele, które zakładają zmniejszenie udziału węgla w produkcji energii elektrycznej do 41%, zwiększenie udziału gazu ziemnego do 11% oraz przede wszystkim znaczące zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym do 37%, w tym biomasy - 15%, energii wiatrowej - 16%, energii słonecznej - 6%.

STAN ENERGETYKI W POLSCE

Ze względów, o których wspomniano powyżej stan polskiej energetyki, a w szczególności urządzeń wytwórczych i sieci przesyłowych nie jest dobry. Większość mocy wytwórczych pracujących na potrzeby systemu elektroenergetycznego jest wyeksploatowanych. Ponad 60% kotłów oraz ponad 50% turbozespołów ma więcej niż 30 lat. Podobnie jest w przypadku polskiego rynku ciepłowniczego, którego cechą charakterystyczną jest zaawansowany wiek istniejących mocy wytwórczych. Średni wiek urządzeń wytwórczych w ciepłowniach wynosi ponad 20 lat. Skutkuje to niską efektywnością produkcji ciepła i wysokim poziomem emisji zanieczyszczeń (dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów).

Należy jednoznacznie podkreślić, iż wszystkie wyeksploatowane urządzenia wytwórcze trzeba będzie wyłączać i zastępować lub bardzo poważnie modernizować. W przeciwnym przypadku nie spełnią one wymagań pakietu klimatycznego (emisje zanieczyszczeń), co spowoduje prawne nakazy zamykania tych źródeł energii. Z oczywistych powodów nie można do takiej sytuacji dopuścić, zatem niezbędne są ogromne inwestycje, szacowane nawet na ponad 100 mld zł. Jest to ogromna kwota, która wydaje się niezwykle trudna do uniesienia. Z drugiej strony zaniechanie inwestycji w źródła wytwórcze może doprowadzić w przeciągu 5-7 lat do sytuacji, w której może wystąpić brak możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na energię, co wydaje się sytuacją wręcz katastrofalną. Kolejnym, niezwykle ważnym zagadnieniem, jest stan krajowych przesyłowych linii energetycznych, które wymagają potężnych modernizacji, co oczywiście wiąże się z ogromnymi inwestycjami. Szacowane koszty tych inwestycji to kolejne 160-200 mld zł.

Kolejnym równie istotnym wyzwaniem jest modernizacja systemów przesyłowych w ciepłownictwie. W roku 2010 wskaźnik dekapitalizacji majątku trwałego w postaci infrastruktury sieciowej przedsiębiorstw ciepłowniczych wynosił ok. 60%. Wysoki stopień dekapitalizacji infrastruktury sieciowej może powodować rosnące straty przesyłowe. Według URE, średni poziom strat przesyłowych ciepła w Polsce zwiększył się z 11,8% w 2002 r. do 12,7% w 2010 r. Taki stan rzeczy powoduje oczywiście konieczność ponoszenia nakładów na modernizację i wymiany sieci ciepłowniczych, co nie jest w Polsce łatwe, głównie z powodu braku determinacji ze strony właścicieli spółek ciepłowniczych (w większości należących do kapitału zagranicznego).

Istotną cechą polskiego ciepłownictwa jest stosunkowo niewielki udział technologii skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła (CHP). Tylko ok 21% wszystkich koncesjonowanych przedsiębiorstw wytwarza ciepło z wykorzystaniem tej technologii. Są to w większości duże elektrociepłownie należące do elektroenergetyki zawodowej oraz ciepłownictwa, zaopatrujące w ciepło duże miasta.

BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE POLSKI

Należy podkreślić, że aktualnie Polska jest jednym z lepiej zabezpieczonych energetycznie krajów Europy, głównie przez posiadane zasoby paliw kopalnych węgla kamiennego i brunatnego. Pomimo tego niezbędne jest kształtowanie racjonalnej polityki energetycznej, definiującej długofalowe cele obejmujące zabezpieczenie dostaw energii i paliw dla społeczeństwa i przemysłu w zmieniającej się Europie.

Dokumentem wyznaczającym kierunki rozwoju polskiej energetyki jest „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.” Zapisano tam szereg priorytetów, które zdefiniowano w celu zapewnienia Polsce bezpieczeństwa energetycznego na najbliższe lata. Podstawowymi założeniami jest zapewnienie dostaw energii i paliw oraz ich dywersyfikacja. Jest to szczególnie istotne w kontekście prognozowanego wzrostu zapotrzebowania na energię (szacowany wzrost o 1,5% rocznie z 67 Mtoe do 84 Mtoe w 2030 r.), a także zagrożeń wynikających z rozbieżnych interesów poszczególnych państw Europejskich, w tym szczególnie Rosji i Niemiec. Należy tu wspomnieć o poważnym zagrożeniu dla polskiej energetyki jakim jest budowa Nord Stream 2, który niewątpliwie umocni monopol rosyjskiego Gazpromu w UE, pogłębi podziały w europejskiej solidarności, a docelowo spowoduje wzrost cen gazu m.in. dla Polski. Rosja jest niezwykle trudnym partnerem, a gaz jest używany przez rosyjskie władze do prowadzenia rozgrywek politycznych. Nie bez znaczenia jest również szacowany, bardzo istotny, negatywny wpływ Nord Stream 2 na ekosystem Bałtyku m.in. Zatoki Fińskiej.

Niezwykle istotnym aspektem polityki energetycznej zmierzającej do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego jest budowa nowych mocy wytwórczych oraz modernizacja sieci przesyłowych, o czym była mowa w powyżej. Kolejnym elementem potencjalnie wzmacniającym polską energetykę są zaplanowane poszukiwania i eksploatacja nowych źródeł węgla, głównie brunatnego, a także poszukiwanie własnych źródeł gazu, w tym tzw. gazu łupkowego, którego szacowane zasoby wynoszą 350-750 mld m³, co zapewnić może pokrycie zapotrzebowania Polski na 25-50 lat. Niestety w przypadku gazu łupkowego aktualnie występują trudności zarówno techniczne, jak i organizacyjne czy polityczne.

Bardzo istotne w budowaniu polskiego bezpieczeństwa energetycznego jest uruchomienie gazoportu w Świnoujściu o przepustowości 5 mld m³/rok, a docelowo 7,5 mld m³/rok, co stanowi ponad 50% aktualnego zapotrzebowania na gaz dla Polski. Jest to ogromna inwestycja, która w znaczący sposób zmieniła status Polski jako odbiorcy rosyjskiego gazu. W przyszłości może to wpłynąć na podejmowane przez Gazprom decyzje zarówno odnośnie prowadzonych inwestycji jak również poziomu cen paliwa sprzedawanego Polsce. Dodatkowym elementem, o nieco mniejszej skali, ale równie ważnym jest dywersyfikacja dostaw ropy naftowej. Kontrakt podpisany przez PKN Orlen z Arabią Saudyjską na dostarczanie 200 tys ton ropy / miesiąc przez port w Gdańsku, zaspokajając będzie w sumie ok. 10% zapotrzebowania Polski na to paliwo. Przy czym należy podkreślić, że dzisiaj import z Rosji stanowi 95,5% dostaw, a z Norwegii 3,4 % - razem ok. 24,6 mln ton/rok.

Jak wspomniano jednym z bardziej istotnych aspektów aktualnej polityki bezpieczeństwa energetycznego Polski, jak również planów w tym zakresie jest wykorzystanie eksploatowanych zasobów węgla kamiennego i brunatnego, jak również poszukiwanie i zagospodarowywanie nowych złóż. Warto podkreślić, iż polskie zasoby są bardzo duże (9 na świecie) i wystarczą jeszcze na ok. 40 lat (na świecie ok. 200 lat, ropa 45 lat, gaz 60 lat). Poszukiwanie i eksploatacja nowych złóż pozwoli na znaczne wydłużenie tego czasu, co zapewnić może - w połączeniu z nowoczesnymi technologiami węglowymi - bezpieczeństwo na długie lata. Przykładem takich wykorzystania takich nowych złóż jest planowana kopalnia węgla brunatnego Gubin-Brody współpracująca z planowaną elektrownią.

Bardzo poważnym zagrożeniem dla planów związanych z wydobywaniem i dalszą eksploatacją węgla kamiennego i brunatnego są plany UE związane z dekarbonizacją energetyki europejskiej w tym polskiej (obniżenie emisji CO₂ o 95% do 2050 r.). Należy jednoznacznie stwierdzić, że w bieżącej sytuacji geopolitycznej jest to działanie na szkodę i na wyrost, a przede wszystkim w dłuższej perspektywie nie przyniesie pożądanego skutku, m.in. z powodu nie uwzględnienia w tych procesach największych gospodarek rozwijających się, a także tych wysokorozwiniętych, które są niezwykle zasobożerne i powodują ogromne emisje CO₂. Dotyczy to przede wszystkim takich krajów jak Chiny, Indie, USA, Rosja i Niemcy.

Należy jednoznacznie stwierdzić, że w rezygnacja z eksploatacji węgla w Polsce jest dziś nierealna i niemożliwa do przeprowadzenia. Wynika to z wielu powodów, a najważniejsze z nich to:

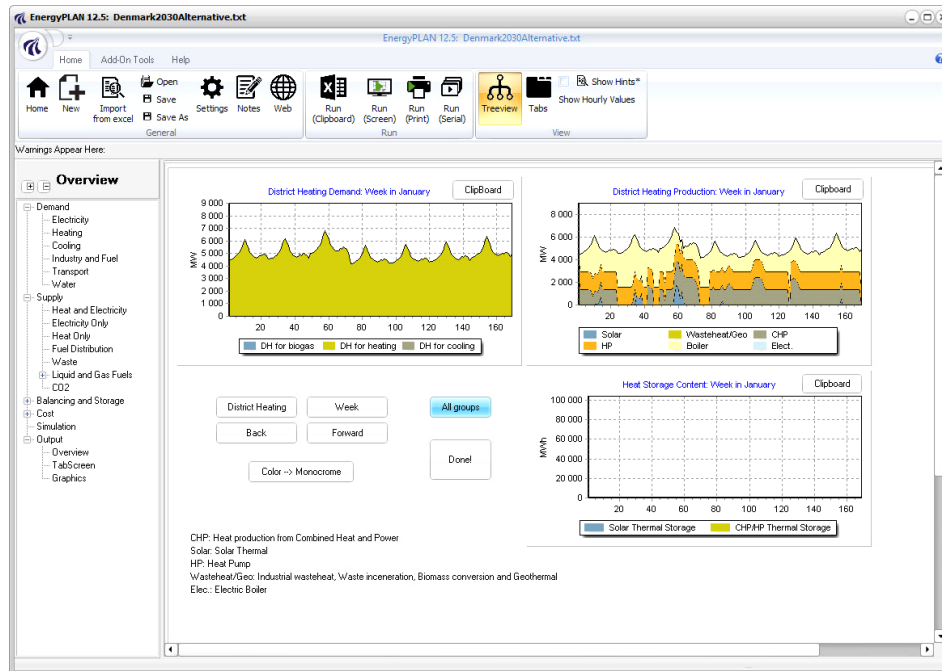
- energetyka jest uzależniona od węgla (o czym wspomniano powyżej, wskazując udział węgla w miksie energetycznym Polski),
- w Polsce funkcjonuje potężne lobby górnicze (ponad 130 tys. osób zatrudnionych w górnictwie tylko na Śląsku) - nie jest możliwe w ciągu, krótkiego czasu przebranzowienie takiej liczby osób.,
- planowane i budowane są obecnie bloki węglowe:
- Turów (węgiel brunatny), moc: 450 MW, koszt: 4 mld zł, zakończenie: 2019 r.,
- Opole (węgiel kamienny), moc: 2 x 900 MW, koszt: 11,5 mld zł, zakończenie: 2019 r.,
- Jaworzno (węgiel kamienny), moc: 910 MW, koszt: 5,5 mld zł, zakończenie: 2019 r.,
- Kozienice (węgiel kamienny), moc: 1075 MW, koszt: 6,4 mld zł, zakończenie: 2019 r.).

Aktualnie w Polsce jedynym możliwym i racjonalnym rozwiązaniem jest powolne zmniejszanie udziału węgla w gospodarce energetycznej oraz konsekwentne wdrażanie czystych technologii energetycznych, gospodarki niskoemisyjnej (głównie przez eliminację niewielkich źródeł emisji, np. domowych pieców węglowych), a także wprowadzanie technologii niskoenergetycznych w przemyśle i budownictwie. Do czystych technologii węglowych, które w przyszłości powinny zdominować Polską energetykę węglową należą m.in.:

- nowoczesne technologie spalania (np. kotły fluidalne),
- wzrost parametrów pary - kotły nadkrytyczne (temp. pary 500-600°C, ciśnienie 27-30 MPa) - możliwe osiągnięcie sprawności kotła ok. 50%,
- zaawansowane metody spalania np. Oxy spalania z zastosowaniem czystego tlenu,
- zgazowanie węgla, a w szczególności układy gazowo-parowe (IGCC),
- produkcja paliw płynnych z węgla (Coal to Liquids),
- odzysk ciepła ze spalin, doskonalenie parametrów obiegów, odzysk ciepła ze skraplaczy.

Bardzo podobnie sytuacja kształtuje się w przypadku systemów ciepłowniczych, które również w znacznej części wykorzystują paliwa węglowe. Większość z wyżej wymienionych czystych technologii węglowych może być tam z powodzeniem stosowanych. Jedyna różnica polega na znacznym rozdrobnieniu systemów ciepłowniczych zarówno lokalizacyjnym, technologicznym jak również właścicielskim. W dużych układach typu miejskiego (MSC) zmiana paliwa i modernizacje źródeł są możliwe i wykonalne z punktu widzenia finansowego, organizacyjnego oraz technicznego - przykładem może być EC „Zielona Góra”,

która zainwestowała w blok gazowo-parowy, a w ostatnich latach całkowicie zrezygnowała z kotłów węglowych (szczytowych). Sytuacja wygląda nieco gorzej w mniejszych układach typu osiedlowego (ciepłownia zasilająca kilka budynków), gdzie modernizacje właściwie nie wchodzi w grę ze względu na zbyt duże koszty i zbyt mało użytkowników, na które te koszty można byłoby rozłożyć.



Rys. 1. Oprogramowanie EnergyPLAN

Fig. 1. EnergyPLAN software

Niezwykle ważnym aspektem gospodarki energetycznej wpływającym na podniesienie bezpieczeństwa energetycznego, szczególnie w ujęciu lokalnym (miasto, gmina, województwo) jest racjonalne planowanie technologii i zasięgu systemów energetyki komunalnej, a także wykorzystanie różnorodnych paliw, dostępnych w danym regionie, w tym również, a może przede wszystkim odnawialnych. Wykorzystanie potencjału podnoszenia efektywności energetycznej budownictwa, przemysłu oraz systemów ciepłowniczych i elektroenergetycznych oraz lokalna dywersyfikacja źródeł energii wymaga jednak przygotowania merytorycznego ze strony osób podejmujących decyzje, a także wykorzystania odpowiednich narzędzi doradczych, w tym zaawansowanych systemów komputerowych. Oprogramowanie takie pozwala na wielokryterialną analizę energetyczną całych obszarów, uwzględniając potencjał OZE w danym regionie, istnie-

jącą infrastrukturę energetyczną oraz potencjalne zmiany w wykorzystaniu energii, wynikające np. z podjętych wieloletnich planów termomodernizacyjnych. Przykładem takiego oprogramowania jest EnergyPLAN (rys. 1).

PODSUMOWANIE

Bezpieczeństwo energetyczne Polski jest w dzisiejszych czasach nie mniej ważne niż bezpieczeństwo militarne. Uzależnienie budownictwa, przemysłu i transportu od nieprzerwanego dostępu do energii w wymaganych ilościach jest kluczowe z punktu widzenia kraju. Jednocześnie pojęcie to jest niezwykle pojemne i zawiera w sobie całość zagadnień związanych z gospodarowaniem energią, począwszy od produkcji, poprzez dystrybucję, na racjonalnym użytkowaniu skończywszy. Należy zatem podkreślić, iż zagadnienia związane z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego zarówno całego kraju, jak i lokalnych obszarów miejskich musi być traktowane kompleksowo oraz przede wszystkim kreowane przez osoby mające odpowiednie kwalifikacje z różnych dziedzin związanych z energetyką, inżynierią środowiska, transportem itd. Niestety dotychczasowe doświadczenia pokazują, iż nie zawsze bezpieczeństwo energetyczne było traktowane z należytą powagą. Dokument „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.”, do którego środowiska specjalistów zgłaszają mnóstwo krytycznych uwag, trudności w uchwaleniu ustaw związanych z odnawialnymi źródłami energii, ciągle zmiany zasad związanych z prosumentami energii pokazują, iż w branży energetyki jest jeszcze mnóstwo do poprawienia.

LITERATURA

1. ABANDA, F. H., BYERS, L. An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM (Building Information Modelling), *Energy* (97), 2016, 517-527.
2. BACHMAIER, A., NARMSARA, S., EGGERS, J.-B., HERKEL, S. Spatial Distribution of Thermal Energy Storage Systems in Urban Areas Connected to District Heating for Grid Balancing, *Energy Procedia* (73), 2015, 3-11.
3. BRYDE, D., BROQUETAS, M., VOLM, J. M. The project benefits of Building Information Modelling (BIM), *International Journal of Project Management* (31:7), 2013, 971-980.
4. CONNOLLY, D., LUND, H., MATHIESEN, B. V., WERNER, S., MILLER, B., PERSSON, U., BOERMANS, T., TRIER, D., ØSTERGAARD, P. A., NIELSEN, S. Heat Roadmap Europe: Combining district heating with heat savings to decarbonise the EU energy system, *Energy Policy* (65), 2014, 475-489.

5. GUS Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, Główny Urząd Statystyczny, 2012.
6. IEA World Energy Outlook 2012, International Energy Agency, 2012.
7. JONES, R. V., FUERTES, A., de WILDE, P. "The gap between simulated and measured energy performance: A case study across six identical new-build flats in the UK" 'Proceedings of BS2015: 14th International Conference of the International Building Performance Simulation Association', Hyderabad, India, 2015.
8. KEHO, Y. What drives energy consumption in developing countries? The experience of selected African countries, *Energy Policy* (91), 2016, 233-246.
9. KHAN, M. A., KHAN, M. Z., ZAMAN, K., NAZ, L. Global estimates of energy consumption and greenhouse gas emissions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (29), 2014, 336-344.
10. LIU, H., ZHOU, G., WENNERSTEN, R., FROSTELL, B. Analysis of sustainable urban development approaches in China, *Habitat International* (41), 2014, 24-32.
11. LUND, H., WERNER, S., WILTSHIRE, R., SVENDSEN, S., THORSEN, J. E., HVELPLUND, F., MATHIESEN, B. V. 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems, *Energy* (68), 2014, 1-11.
12. MALKO, J. Energia dla wszystkich. Globalne wyzwanie dla sektora energii, *Energy Policy Journal* (18:1), 2015, 5-14.
13. MCCORMICK, K., ANDERBERG, S., COENEN, L., NEIJ, L. Advancing sustainable urban transformation, *Journal of Cleaner Production* (50), 2013, 1-11.
14. Ministerstwo Gospodarki. Rozporządzenie w sprawie sposobu obliczania danych podanych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia tych świadectw, uiszczania opłaty zastępczej i obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji, Dz.U. z 2011 r., nr 176, poz. 1052, Warszawa, 2011.
15. Ministerstwo Gospodarki. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej, Dz.U. z 2011 nr 94, poz. 551, Warszawa, 2011.
16. Ministerstwo Gospodarki. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, Dz.U. z 2012, poz. 1059 oraz z 2013, poz. 984, Warszawa, 2012.
17. NEIROTTI, P., De MARCO, A., CAGLIANO, A. C., MANGANO, G., SCORRANO, F. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts, *Cities* (38), 2014, 25-36.
18. Parlament Europejski i Rada. Dyrektywa 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania

- energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, 2009/28/WE, Unia Europejska, 2009.
19. Parlament Europejski i Rada. Rozporządzenie Rady (UE, EUROATOM) nr 617/2010 z dnia 24 czerwca 2010 r. w sprawie zgłaszania Komisji projektów inwestycyjnych dotyczących infrastruktury energetycznej w Unii Europejskiej oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 736/96., EUROATOM nr 617/2010, Unia Europejska, 2010.
 20. Parlament Europejski i Rada. Dyrektywa 2012/27/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE, 2012/27/WE, Unia Europejska, 2012.
 21. PÉREZ-LOMBARD, L., ORTIZ, J., POUT, C. A review on buildings energy consumption information, *Energy and Buildings* (40:3), 2008, 394-398.
 22. REGULSKI, B., ZIEMBICKI, P., BERNASINSKI, J., WĘGLARZ, A. "Rynek ciepłowniczy w Polsce," *Rynek Energii* (113:4), 2014, 9-16.
 23. SHAHBAZ, M., KHAN, S., TAHIR, M. I. The dynamic links between energy consumption, economic growth, financial development and trade in China: Fresh evidence from multivariate framework analysis, *Energy Economics* (40), 2013, 8-21.
 24. SOLANGI, K. H., ISLAM, M. R., SAIDUR, R., RAHIM, N. A., FAYAZ, H. A review on global solar energy policy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (15:9), 2011, 2149-2163.
 25. URE Energetyka ciepła w liczbach - 2014, Urząd Regulacji Energetyki, 2015.
 26. VOLK, R., STENGEL, J., SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs, *Automation in Construction* (38), 2014, 109-127.
 27. WANG, Q. Effects of urbanisation on energy consumption in China, *Energy Policy* (65), 2014, 332-339.
 28. WOLFRAM, C., SHELEF, O., GERTLER, P. J. How Will Energy Demand Develop in the Developing World?, Technical report, National Bureau of Economic Research, 2012.
 29. YERGIN, D. The Quest. W poszukiwaniu energii. O energii, bezpieczeństwie i definiowaniu świata na nowo, Kurhaus Publishing, 2013.
 30. ZIEMBICKI, P., BERNASIŃSKI, J. Uwarunkowania produkcji chłodu z ciepła sieciowego, *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja* (44:11), 2013, 461-465.
 31. ZIEMBICKI, P., BERNASIŃSKI, J., KLIMCZAK, M., MINIEWICZ i in. Analiza wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla budynków przy zasilaniu ze scentralizowanych źródeł ciepła, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra, 2013.

ENERGY SAFETY OF POLAND

S u m m a r y

The publication presents problems related to energy safety of Poland. It was characterized Polish energy mix, and presented the state of the Polish energy sector indicating the basic problems of the power subsystem, as well as heating subsystem. It was also described the basic directions of development of the Polish energy sector and the position of the author on these development plans have been stated. The paper stressed the importance of energy planning at the local scale of energy systems, as well as the need of use the appropriate IT tools for these purposes.

Key words: energy safety, renewable energy, heating industry, energy mix