



Bezpieczeństwo elektroenergetyczne w opinii studentów studiów humanistycznych i technicznych

Opracował Park Naukowo-Technologiczny Euro-Centrum

Spis treści

1.	W ramach wstępu.....	3
2.	Problemy bezpieczeństwa elektroenergetycznego.....	4
3.	Wyniki badań ilościowych.....	8
3.1.	Wpływ źródeł energii na środowisko.....	8
3.2.	Aktualny stan bezpieczeństwa elektroenergetycznego.....	10
3.3.	Ekologia na co dzień.....	12
3.4.	Przyszłość bezpieczeństwa elektroenergetycznego.....	13
3.5.	Źródła informacji.....	16
4.	Podsumowanie.....	17
5.	Bibliografia.....	18

Streszczenie: W prezentowanym artykule podjęto próbę wstępnej analizy problemu przyszłości polskiej energetyki. Świadomości tego problemu i stosunku do proponowanych rozwiązań. W artykule przedstawiono problematykę szeroko pojętego bezpieczeństwa elektroenergetycznego a na tym tle zaprezentowano wyniki badań ilościowych przeprowadzonych w dwóch grupach studenckich. Badaniami objęto studentów Wydziału Pedagogiki i Psychologii UŚ oraz studentów Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo elektroenergetyczne, ekologia

1. W ramach wstępu

Rozwój cywilizacyjny nieodłącznie związany jest ze stałym postępowaniem techniki. Obecnie, żyjemy w czasach, w których „zwykły” człowiek musi oglądać programy typu „jak to działa”, aby zdobyć wiedzę odnośnie technologii zastosowanych w przedmiotach codziennego użytku. Ilu ludzi zastanawia się jak działa drukarka atramentowa, dysk twarde w komputerze czy telefon komórkowy? Urządzenia te są powszechnie używane a zastosowane w nich technologie kilkanaście lat temu uznane byłyby za kosmiczne. Oczywiście jest, że nie każdy musi posiadać wiedzę o budowie i działaniu urządzenia, które używa. Sytuacja taka zachodzi jednakże tylko wtedy, gdy osoba używająca danego urządzenia nie musi decydować o jego dalszej ewolucji technicznej (abstrahując od np. ergonomii i wyglądu urządzenia). Natomiast, gdy użytkownik musi podejmować pewne decyzje techniczne, wiedza techniczna staje się niezbędna. Użytkownik, wówczas, staje się współodpowiedzialny za obiekt użytkowania lub szerzej, współodpowiedzialny za proces, w którym uczestniczy. Ta współodpowiedzialność wiąże się zazwyczaj z mniejszym lub większym wpływem działań pojedynczej jednostki na czynniki warunkujące dany proces.

Przykładem procesu, za który jego uczestnicy są współodpowiedzialni jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, w którego skład wchodzi tytułowe bezpieczeństwo elektroenergetyczne. Problem ten jest nader aktualny. Stale zmniejszające się zasoby paliw kopalnych oraz niekorzystny wpływ na środowisko naturalne energetyki opartej na tych paliwach zmusza do poszukiwania alternatywnych źródeł energii i prowadzenia działań w kierunku ograniczenia zapotrzebowania na energię elektryczną. W związku z tym, w Polsce toczy się obecnie debata dotycząca przyszłości polskiej energetyki, mająca na celu wybór odpowiedniej drogi rozwoju¹. Można, zatem postawić następujące pytania: W jakim stopniu, każdy z nas jest świadomym uczestnikiem tej debaty?; oraz W jakim stopniu świadomie uczestniczymy w procesie decyzyjnym?

Odpowiedź na tak postawione pytania nie jest łatwa i wymaga szeroko zakrojonych badań. Nie mniej jednak w prezentowanym artykule podjęto próbę analizy problemu, przy czym zawarte w artykule uwagi i spostrzeżenia należy traktować jedynie jako przyczynek do dalszej dyskusji. Skrótowo przedstawiono problematykę bezpieczeństwa elektroenergetycznego a na tym tle zaprezentowano wyniki badań ilościowych przeprowadzonych w dwóch grupach studenckich. Studenci, jako przyszła elita, może i powinna mieć wpływ na dalsze losy analizowanego problemu. Badaniem objęto studentów Wydziału Pedagogiki i Psychologii UŚ oraz studentów Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej. Pierwsza badana grupa w przyszłości będzie kształtować umysły ludzi - przyszłe pokolenia, uczestników procesu za-

¹ J. Popczyk, *Energetyka prosumencka. Od sojuszu polityczno-korporacyjnego do energetyki prosumenckiej w prosumenckim społeczeństwie*. BŻEP, www.klaster3x20.pl (CEP), J. Popczyk, *Energetyka prosumencka jako innowacja przełomowa*. BŻEP, www.klaster3x20.pl (CEP) J. Popczyk (red), *Stabilizacja bezpieczeństwa energetycznego Polski w okresie 2008-2020 (z uwzględnieniem perspektywy 2050) za pomocą mechanizmów rynkowych (ekonomiki) i innowacyjnych technologii - różne scenariusze rozwojowe energetyki*, Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa, 2008, R. Riedel, *Supranacjonalizacja bezpieczeństwa energetycznego w Europie Podejścia teoretyczne*, Centrum Europejskie Natolin, zeszyt 40, G. Bartodziej, M. Tomaszewski, *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Wydawnictwo Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Energetyka i Środowisko, Warszawa 2008.

pewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego. Natomiast druga grupa będzie odpowiedzialna za zapewnienie bezpieczeństwa elektroenergetycznego od strony technicznej.

2. Problemy bezpieczeństwa elektroenergetycznego

Bezpieczeństwo energetyczne, którego składową jest bezpieczeństwo elektroenergetyczne, jest często przywoływane w środkach masowego przekazu. Nie istnieje jednak jedna, powszechnie przyjęta definicja tego pojęcia. Najczęściej wiąże się bezpieczeństwo energetyczne z pewnością dostaw paliwa i energii przy odpowiednim poziomie kosztów². Zatem bezpieczeństwo energetyczne jest subiektywnym poczuciem bezpieczeństwa konsumenta energii, który ma pewność otrzymania tejże energii (lub paliwa) za rozsądną - akceptowalną cenę. Zaś bezpieczeństwo elektroenergetyczne, można zdefiniować jako zapewnienie stałości dostaw energii elektrycznej za rozsądną cenę.

Rozważając powyższą definicję i „przestrzeń”, w której definicja ta jest sformułowana, można wymienić wiele czynników wpływających na zapewnienie bezpieczeństwa elektroenergetycznego. Warto wyróżnić cztery ich grupy: czynniki natury politycznej, czynniki ekonomiczne, czynniki ekologiczne i czynniki techniczne³. Oczywiście jest to, że poszczególne czynniki są ze sobą wzajemnie powiązane. Przykładem mogą być czynniki polityczne i ekonomiczne, gdyż działanie rynku uzależnione jest od przepisów prawa (np. system dopłat), które stanowią politycy.

Do czynników politycznych można zaliczyć regulacje prawne wynikające wprost z przyjętej polityki państwa lub wspólnoty państw. W odniesieniu do sytuacji polskiej elektroenergetyki, zasadniczym czynnikiem wynikającym z decyzji politycznych jest obowiązujący na mocy dyrektyw unijnych pakiet klimatyczno-energetyczny 3x20⁴. Abstrahując od zasadno-

² Por. G. Bartodziej, M. Tomaszewski, *Polityka ...*

³ Tamże.

⁴ Pakiet klimatyczno-energetyczny "3x20" nakłada na kraje członkowskie Unii Europejskiej ograniczenie do 2020 roku emisji szkodliwego dwutlenku węgla o 20 %, zmniejszenia zużycia energii o 20 %, oraz wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych również do 20 %. Przy czym różni członkowie UE indywidualnie negocjują swoje poziomy emisji CO₂, energochłonności i udziału źródeł odnawialnych. Celem pakietu jest odejście od wysokoemisyjnych technologii związanych ze spalaniem paliw kopalnych na rzecz odnawialnych źródeł energii oraz oszczędzania energii. Warto nadmienić, że pakiet klimatyczno-energetyczny dotyczy wszystkich rodzajów energii i wszystkich gałęzi przemysłu, między innymi transportu (paliwa transportowe - benzyna i olej napędowy), elektroenergetyki i ciepłownictwa. Założone poziomy emisji, zużycia energii i udziału źródeł odnawialnych dotyczą zatem całej gospodarki i są sumą z poszczególnych jej działów - bilansowanie następuje na poziomie całego kraju a nie na poziomie danej gałęzi przemysłu np. elektrowni.

Na marginesie należy zauważyć, że założenia pakietu klimatyczno-energetycznego są doskonałym tematem dyskusji w ramach zajęć poświęconych zmianie społecznej wywołanej rozwojem, w tym wypadku „świadomości ekologicznej”. Przepisy narzucające gospodarce restrykcyjne normy w znaczny sposób wpływają na rynek, który z założenia powinien być wolny. Wpływ ten jest widoczny we wszystkich gałęziach przemysłu, poprzez generowanie zewnętrznych kosztów, a objawia się widoczną już obecnie zmianą konkurencyjności poszczególnych przedsiębiorstw (np. obserwowany spadek cen akcji przedsiębiorstw energetycznych związanych z energetyką węglową). Nie byłoby w tym względzie nic niepokojącego (oprócz spodziewanego wzrostu cen energii - za ochronę środowiska ktoś musi zapłacić), gdyby założenia pakietu były jednoznacznie słuszne, między innymi założenie, że wytwarzany przez człowieka (przemysł) dwutlenek węgla zmienia klimat na Ziemi oraz, że Europa (a ściślej kraje UE) stanie się światowym liderem w energetycznych technologiach proekolo-

ści przyjętych w nim założeń i jego realizacji, pakiet klimatyczno-energetyczny kształtuje „filozofię” rozwoju elektroenergetyki. Wymóg ograniczania emisji szkodliwych gazów jest bodźcem do budowania źródeł bezemisyjnych lub nisko emisyjnych, w tym źródeł odnawialnych⁵. Warto w tym miejscu nadmienić, że czynniki natury politycznej są najbardziej niezależne od „praw fizyki” (warunków technicznych), ponieważ w głównej mierze zależą od interpretacji tych praw, a zatem mają również tendencję do szybkich zmian⁶.

Czynniki ekonomiczne to: koszty paliwa, certyfikaty przyznawane poszczególnym rodzajom źródeł energii oraz opłaty za emisję CO₂. System certyfikatów i powiązane z nimi dopłaty oraz opłaty emisyjne w znaczny sposób wpływają na rachunek ekonomiczny danego źródła. Przykładem takiego wpływu może być koszt produkcji energii w elektrowni węglowej, który bez uwzględnienia opłaty za emisję CO₂ wynosi około 197 zł/MWh a po uwzględnieniu opłaty wzrasta do około 258 zł/MWh⁷ (różnica kosztów to ponad 30 %). Warto nadmienić, że czynniki ekonomiczne, podobnie jak czynniki polityczne, mogą podlegać szybkim i znaczącym zmianom.

Kolejną grupą uwarunkowań bezpieczeństwa elektroenergetycznego są czynniki ekologiczne, które można rozumieć jako obiektywny wpływ elektroenergetyki na środowisko, a w odniesieniu do pojedynczego źródła energii elektrycznej jest to jego interakcja ze środowiskiem⁸. Interakcja ta jest specyficzna dla konkretnego źródła, ponieważ inaczej oddziałuje na

gicznych. Problem polega na tym, że do tej pory nie jest jasny wpływ człowieka na klimat (według badań emisja gazów cieplarnianych przez człowieka może być zbyt mała, aby wywołać zmiany klimatu) a nawet gdyby wpływ ten został udowodniony ponad wszelką wątpliwość, to redukcja emisji tylko w Europie nie zmieni w znaczny sposób emisji globalnej (redukcja emisji w Europie, spowodowana dodatkowymi opłatami nałożonymi przez pakiet klimatyczno-energetyczny, wywołana jest przez zmianę technologii oraz przez przeniesienie produkcji do krajów, w których za emisją nie ponosi się żadnych kosztów, w związku z tym emisja globalna jest zredukowana tylko częściowo). Ponadto Europa już „zostaje w tyle” w zakresie technologii proekologicznych (energetyka wiatrowa i słoneczna) za sprawą dynamicznego rozwoju gospodarki Chin.

⁵ Definicję źródeł odnawialnych można zaczerpnąć z Ustawy Prawo Energetyczne, w której czytamy, że źródła odnawialne to: „źródła wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także z biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych” (Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne). Innymi słowy źródła odnawialne to takie, w których wykorzystanie energii pierwotnej postępuje wolniej niż naturalne jej odtwarzanie, przy czym energią pierwotną czyli energią przetwarzaną w źródle na energię elektryczną może być energia chemiczna (np. zawarta w węglu lub roślinach), energia promieniowania słonecznego, energia wiatru, wody, energia geotermalna itd. Por. także: Tytko R.: *Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej*, Towarzystwo Słowaków w Polsce, 2013.

⁶ Decyzja polityczna, może zapaść „z dnia na dzień” i gwałtownie zmienić rachunek ekonomiczny danego źródła energii, np. poprzez dekret zostanie wprowadzona nowa kwalifikacja źródeł a zatem źródło zostanie zwolnione z opłat.

⁷ Por. J. Popczyk (red), *Stabilizacja bezpieczeństwa ...*

⁸ Por. następujące pozycje: D. W. Keith, J. F. DeCarollis, D. C. Denkenberger, D. H. Lenschow, S. L. Malyshev, S. Pacala, P. Rash, *The influence of large-scale wind power on global climate*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 101 (46): 16115-16120 NOV 16 2004, T. Olkusi, K. Stala-Szlugaj, *Występowanie pierwiastków promieniotwórczych w węglach kamiennych pochodzących z GZW, w skałach przywęglowych, w wodach kopalnianych oraz w odpadach*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Tom 25 2009 Zeszyt 1, Tytko R.: *Urządzenia ...*, Theodorescu R., Liserre M., Rodriguez P: *Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems*. John Wiley & Sons, 2011

środowisko elektrownia węglowa a inaczej wiatrowa czy wodna⁹. Wpływ na środowisko, jest więc ściśle powiązany z zastosowaną technologią produkcji energii elektrycznej.

Ostatnią, pierwotną w stosunku do wcześniej wymienionych czynników i wynikającą z „praw fizyki”, grupą zmiennych wpływających na bezpieczeństwo elektroenergetyczne są uwarunkowania natury technicznej a pośród nich zastosowane technologie przetwarzania energii i system jej dystrybucji, czyli cały system elektroenergetyczny - SEE¹⁰. W odniesieniu do polskiego SEE należy wymienić technologie węglowe i gazowe¹¹ oraz źródła odnawialne zasilane siłą wody¹², wiatru¹³ i w mniejszym stopniu energią słoneczną¹⁴. Ostatnią technolo-

⁹ Por. następujące pozycje: T. Chmielniak, *Technologie energetyczne*, WNT, Warszawa 2008., R. Janiczek, M. Przygodzki, *Rozproszone źródła energii w systemie elektroenergetycznym*, Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2006, G. Jastrzębska, *Odnawialne źródła energii i pojazdy elektryczne*, WNT, Warszawa 2007, P. Kacajko, *Generacja rozproszona w systemie elektroenergetycznym*, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 2004, J. Kubowski, *Nowoczesne elektrownie jądrowe*, WNT Warszawa 2010, A. Nocoń, *Elektrownia wirtualna w systemie elektroenergetycznym. Nowy sposób zarządzania źródłami rozproszonymi, oraz Integracja źródeł rozproszonych z krajowym systemem elektroenergetycznym. Problemy techniczne i propozycje ich rozwiązania*, artykuły zamawiane w ramach projektu UE PO KL, www.sila-wiedzy.pl, M. Pawlik, F. Strzelczyk, *Elektrownie*, WNT, Warszawa 1990-2009, J. Skorek, J. Klina, *Gazowe układy kogeneracyjne*, WNT, Warszawa 2005, Tytko R.: *Urządzenia ...*

¹⁰ Systemem elektroenergetycznym jest to zbiór urządzeń przeznaczonych do wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej. Celem systemu elektroenergetycznego jest dostawa energii elektrycznej w sposób ciągły i nieprzerwany. System elektroenergetyczny składa się z: podsystemu wytwórczego (w skład, którego wchodzi elektrownie), sieci przesyłowej (linie i stacje elektroenergetyczne pracujące na najwyższych napięciach - 750 kV, 400 kV i 220 kV) oraz sieci dystrybucyjnej (linie i stacje elektroenergetyczne pracujące na napięciu wysokim - 110 kV, średnim - od 1 kV do 60 kV i niskim - poniżej 1 kV). - J. Machowski, *Regulacja i stabilność systemu elektroenergetycznego*, Oficyna wyd. PW, Warszawa 2004, J. Marzewski, *Elektroenergetyczne sieci miejskie. Zagadnienia wybrane*, Oficyna wyd. PW, Warszawa 2006.

¹¹ Technologie węglowe (na węgiel kamienny i brunatny) i gazowe zalicza się do technologii ciepłych, czyli takich, w których paliwo pierwotne (węgiel, gaz) jest spalane w kotle podgrzewając (oddając energię) wodę. Energia cieplna wytworzonej w kotle pary wodnej pod wysokim ciśnieniem, zamieniana jest w turbinie parowej na energię mechaniczną, która następnie jest zamieniana na energię elektryczną w generatorze. Technologie oparte na spalaniu są technologiami wpływającymi na środowisko poprzez emisję szkodliwych gazów (w tym dwutlenku węgla) oraz poprzez podgrzewanie atmosfery przez emitowane przez nie ciepło. Nie bez znaczenia dla środowiska naturalnego jest również proces wydobywania paliwa oraz odpady po jego spalaniu (popioły, żużel i pył emitowany do atmosfery). W tym miejscu warto nadmienić, że produkcja „zielonej energii” wykorzystująca proces spalania paliwa, między innymi biogazownie czy spalanie biomasy, choć uznana za proekologiczną (technologie te należą do źródeł odnawialnych), wpływają na środowisko w sposób podobny jak elektrownie zasilane węglem czy gazem ziemnym i łupkowym. Ze względu na możliwość zapewnienia stałych dostaw paliwa pierwotnego (pomijając sytuację wyczerpania się zasobów danego paliwa), źródła energii elektrycznej wykorzystujące proces spalania paliwa pierwotnego są źródłami poprawiającymi techniczne warunki bezpieczeństwa.

¹² W elektrowniach wodnych źródłem energii jest energia mas wody. Energia ta jest zamieniana na energię mechaniczną w turbinie wodnej, a energia mechaniczna, tak samo jak w elektrowni węglowej, zamieniana jest na energię elektryczną w generatorze. Proces przetwarzania energii wody na energię elektryczną jest bezemisyjny, jednak nie jest obojętny dla środowiska. Elektrownie wodne, zwłaszcza większych mocy, w znaczący sposób wpływają na lokalne warunki hydrologiczne, natomiast zapory stanowią znaczną przeszkodę dla ryb uniemożliwiając im swobodne poruszanie się. W odniesieniu do bezpieczeństwa elektroenergetycznego elektrownie wodne można uznać za bezpieczne, przy odpowiednim ich umiejscowieniu nie powinny być uzależnione od zmian bilansu wodnego, a tym samym mają ciągłą zdolność produkcyjną.

¹³ W źródłach wykorzystujących energię wiatru podobnie jak w innych źródłach zachodzą dwie przemiany energetyczne. Pierwszą jest przemiana energii kinetycznej mas powietrza (wiatru) na energię mechaniczną, a

gią, o której należy wspomnieć jest technologia atomowa¹⁵, która - według planów rządowych - zostanie niedługo w Polsce zastosowana.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, można w odniesieniu do polskiego bezpieczeństwa elektroenergetycznego postawić następujące kardynalne pytanie: „W kierunku jakich technologii wytwarzania energii elektrycznej powinien rozwijać się polski system elektroenergetyczny?”. Odpowiedź na tak postawione pytanie nie jest łatwa i jednoznaczna. Niemniej jednak obywatele, jako osoby uczestniczące w procesie budowania bezpieczeństwa elektroenergetycznego, powinni mieć wyrobione zdanie na ten temat.

Odpowiedź na powyższe pytanie powinna być ugruntowana w wiedzy natury technicznej, ponieważ to z niej wynikają wszystkie czynniki warunkujące bezpieczeństwo elektroenergetyczne. Problemy bezpieczeństwa energetycznego można, również przedstawić w formie pytań, na które pośrednio odpowiadali badani respondenci:

- A) Jak na środowisko oddziałują różne źródła energii?
- B) Jaki jest stan aktualny bezpieczeństwa elektroenergetycznego?
- C) Jak wpływać na społeczeństwo, aby kształtować odpowiednie wzorce zachowań proekologicznych?
- D) Gdzie budować nowe źródła energii i na jakiej technologii je oprzeć?

drugą przemianą energii mechanicznej na energię elektryczną zachodząca w generatorze. Niestety moc turbiny wiatrowej silnie zależy od prędkości wiatru. W związku z tym moc dostarczana do systemu elektroenergetycznego przez siłownię wiatrową jest uzależniona od siły wiatru, co przy uwzględnieniu zmieniających się warunków pogodowych powoduje niestabilną pracę źródła z turbiną wiatrową. Moce jednostkowe siłowni wiatrowych z reguły nie są duże, jednakże siłownie wiatrowe często łączone są w grupy tworzące farmy wiatrowe, których moce mogą być porównywalne z mocami elektrowni klasycznych (np. małych elektrowni węglowych).

¹⁴ Energia promieniowania słonecznego zamieniana jest na energię elektryczną dwoma drogami, poprzez podgrzewanie wody (elektrownia ciepła) lub bezpośrednio z wykorzystaniem zjawiska fotoelektrycznego. Najczęściej wykorzystywana jest ta druga droga, a do jej realizacji wykorzystuje się ogniwa fotowoltaiczne. Moc produkowana w ogniwie zależy od ilości promieniowania słonecznego docierającego do jego powierzchni. Zmienne warunki pogodowe powodują zmiany mocy produkowanej w ogniwie, w związku z tym ogniwa fotowoltaiczne często współpracują z zasobnikami energii (np. bateriami akumulatorów) co stabilizuje ich pracę.

¹⁵ W elektrowniach jądrowych, podobnie jak w elektrowniach węglowych, źródłem energii mechanicznej dla generatora prądu jest turbina parowa, z tą różnicą, że w elektrowni węglowej turbina zasilana jest parą wytworzoną w kotle opalonym węglem a w elektrowni jądrowej para powstaje dzięki ciepłu wytworzonemu w reaktorze (ciepło z reaktora odbierane jest poprzez chłodziwo a następnie przekazywane, przez system wymienników ciepła, do pary wodnej zasilającej turbinę). Ciepło w reaktorze elektrowni jądrowej powstaje dzięki zjawisku rozszczepiania jąder ciężkich atomów, głównie uranu. W skutek rozbicia jądra atomu (np. izotopu uranu U-235) powstają inne, nowe atomy (np. bar i krypton), uwalniane są neutrony oraz duża dawka ciepła. Zakładając, że rozszczepieniu uległyby wszystkie atomy zawarte w jednym gramie izotopu uranu U-235, uwolniona energia cieplna byłaby równa energii uzyskanej z 3 ton węgla. Proces ten jest więc wysoce wydajny cieplnie. Ze względu na proces przetwarzania energii (reakcja łańcuchowa w reaktorze uwalniająca energię cieplną) elektrownie atomowe tak jak inne elektrownie cieplne (np. węglowe) oddziałują niekorzystnie na środowisko podgrzewając je. Natomiast specyficznym oddziaływaniem elektrowni atomowej jest „produkcja” odpadów radioaktywnych, które muszą być przechowywane przez wiele lat (ze względu na ich długi czas rozkładu). Odpady te, w części, są też przetwarzane i ponownie wykorzystywane jako „nowe” paliwo do reaktorów. W tym miejscu warto nadmienić, że elektrownie węglowe, również są źródłem zwiększonego promieniowania jonizującego. Wynika to z tego, że odpady po spaleniu węgla (pyły, popioły) mają znacznie większą zawartość pierwiastków promieniotwórczych niż węgiel stanowiący paliwo pierwotne (T. Olkusi, K. Stala-Szlugaj, Występowanie pierwiastków...).

3. Wyniki badań ilościowych

Przygotowana w celu przeprowadzenia badań ankietna składała się z 16 pytań mających na celu sprawdzenie poziomu świadomości i wiedzy z zakresu elektroenergetyki (w domyśle bezpieczeństwa elektroenergetycznego). Zadane pytania można podzielić na grupy odnoszące się do konkretnego problemu bezpieczeństwa elektroenergetycznego. W dalszej części pytania zostaną omówione w tychże grupach.

Badaniom poddano łącznie 132 osoby w wieku od 19 do 42 lat. Grupę studentów pedagogiki stanowiło 77 kobiet w wieku 19 do 32 lat, natomiast grupę studentów Wydziału Elektrycznego stanowiło 55 osób (w tym 2 kobiety) w wieku 21 do 42 lat.

3.1. Wpływ źródeł energii na środowisko

Interakcji energetyka - środowisko dotyczyły cztery pytania. Odpowiedzi na te pytania różniły się znacznie w poszczególnych badanych grupach. Wyniki zbiorcze dla poszczególnych grup przedstawiono pod treścią zadanego w ankiecie pytania.

1) Uszereguj źródła energii od najbezpieczniejszego dla środowiska do najmniej bezpiecznego. Przy czym do uszeregowania były: elektrownia atomowa, elektrownia węglowa, elektrownia wiatrowa, elektrownia słoneczna (ogniwa fotowoltaiczne), elektrownia biogazowa, elektrownia na gaz ziemny, elektrownia na gaz łupkowy i elektrownia wodna.

Tabela 1. Zestawienie odpowiedzi dla pytania 1

Rodzaj elektrowni	Klasyfikacja studentów pedagogiki	Klasyfikacja studentów Wydziału Elektrycznego
elektrownia atomowa	57 razy na miejscu 8 (miejsce średnie to 7,30)	19 razy na miejscu 8 (miejsce średnie to 6,07)
elektrownia węglowa	29 razy na miejscu 7 (miejsce średnie to 6,25)	20 razy na miejscu 8 (miejsce średnie to 6,51)
elektrownia wiatrowa	32 razy na miejscu 1 (miejsce średnie to 1,87)	20 razy na miejscu 2 (miejsce średnie to 2,53)
elektrownia słoneczna	34 razy na miejscu 1 (miejsce średnie to 1,94)	34 razy na miejscu 1 (miejsce średnie to 1,89)
elektrownia biogazowa	43 razy na miejscu 4 (miejsce średnie to 4,77)	21 razy na miejscu 4 (miejsce średnie to 4,25)
elektrownia na gaz ziemny	39 razy na miejscu 6 (miejsce średnie to 5,92)	22 razy na miejscu 6 (miejsce średnie to 5,33)
elektrownia na gaz łupkowy	31 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 5,65)	18 razy na miejscu 7 (miejsce średnie to 6,11)
elektrownia wodna	34 razy na miejscu 2 (miejsce średnie to 2,35)	21 razy na miejscu 2 (miejsce średnie to 2,82)

2) Wymień znane Ci oddziaływania elektrowni węglowej na środowisko i człowieka.

Studenci pedagogiki najczęściej umieszczali w ankietach określenia ogólne, np. „zanieczyszczenie powietrza” i „zanieczyszczenie środowiska” - odpowiedzi takie stanowiły aż 78 % wszystkich wymienionych oddziaływań. Te same odpowiedzi w grupie elektryków po-

jawiały się jedynie w 23 %. W następnej kolejności studenci pedagogiki wymieniali konkretne oddziaływania na środowisko, między innymi: smog i kwaśne deszcze - 20 % oraz efekt cieplarniany wywołany emisją CO₂ - 20 %. Natomiast elektrycy wymieniali częściej konkretne oddziaływania: smog, dym, pył, kwaśne deszcze - 44 % oraz efekt cieplarniany - 71 %. Pedagodzy również w 20 % odpowiedzi wymienili oddziaływania związane z wydobyciem węgla, np. hałdy, szkody górnicze i uciążliwość pracy górników, podobnie elektrycy - 22 %.

Znaczącą grupą wymienianych przez pedagogów oddziaływań (20 %) stanowiły oddziaływania na człowieka, między innymi choroby dróg oddechowych. Te oddziaływania elektrycy wymieniali jedynie w mniej niż 8 % odpowiedzi. Natomiast elektrycy wymieniali oddziaływania związane z ciepłem, polem magnetycznym czy zużyciem paliwa i wody, odpowiedzi te nie występowały u pedagogów.

3) Wymień znane Ci oddziaływania elektrowni atomowej na środowisko i człowieka.

Na tak postawione pytanie, respondenci obu badanych grup odpowiadali w większej zgodności jakościowej, niż w przypadku elektrowni węglowej. Wśród wymienianych wpływów elektrowni atomowej pojawiały się następujące sformułowania: „problem ze składowaniem odpadów popromiennych” (taką odpowiedź zawierało 23 % ankiet pedagogów i 62 % ankiet elektryków), „skażenie przez promieniotwórcze cząstki lotne” lub ogólniej „promieniowanie” (25 % - pedagogzy i 22 % - elektrycy) oraz „szkodzi gdy awaria” lub „zagrożenie wybuchem” (31 % - pedagogzy i 42 % - elektrycy). W odpowiedziach dotyczących wpływu energetyki jądrowej na środowisko znalazły się również stwierdzenia pozytywne, takie jak: „czysta energia”, „małe zagrożenie”, jednakże w nielicznych przypadkach, tj. w czterech ankietach pedagogów i dwóch elektryków.

4) Wymień znane Ci oddziaływania elektrowni wiatrowej na środowisko i człowieka.

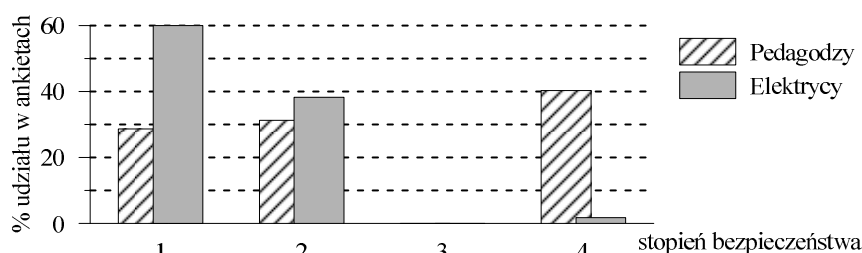
W tym pytaniu były największe różnice dla obu badanych grup. Pedagodzy opisywali elektrownię wiatrową najczęściej jako: „bezpieczną”, „ekologiczną”, „neutralną dla środowiska” - 33 % wszystkich ankiet. Natomiast wśród cech elektrowni wiatrowej, elektrycy wymieniali hałas, który występował w 56 % ankiet. Pedagodzy wymieniali cechy niekorzystne takie jak: „hałas”, który był wymieniony w 12 % ankiet, „szkodliwość dla ptaków” lub innych zwierząt - 10 % ankiet oraz ogólnie „zmiany w środowisku” - 12 % ankiet. Elektrycy oprócz hałasu wymieniali: „szkodliwość dla ptaków” lub innych zwierząt - 42 %, niekorzystne zmiany w krajobrazie - 20 % oraz zakłócanie naturalnego przepływu powietrza - 9 %.

Różny odbiór wpływu elektrowni wiatrowych na środowisko potwierdzają wyniki analizy pytania pierwszego - pedagogzy uważają elektrownię wiatrową za bardziej korzystną niż czynią to elektrycy. Warto zauważyć, że w gronie cech elektrowni wiatrowej elektrycy wymieniali w większości cechy negatywne (pozytywne oddziaływania wymieniane były w mniej niż 10 % ankiet i stanowiły tylko 6 % wszystkich wymienionych cech), mimo tego uważają tą elektrownię za bardzo bezpieczną dla środowiska (drugie miejsce po elektrowni słonecznej - por. tabela 1).

3.2. Aktualny stan bezpieczeństwa elektroenergetycznego

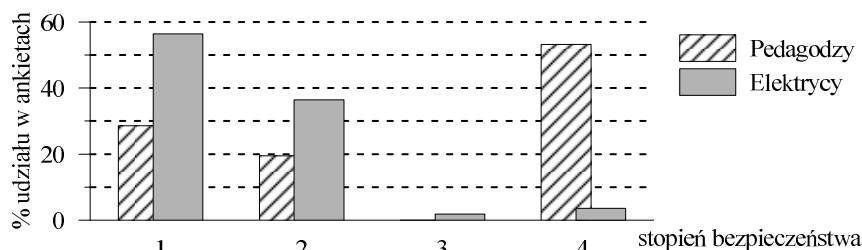
Włączenie społeczeństwa w działania związane z zapewnieniem bezpieczeństwa elektroenergetycznego wymaga uświadomienia obywatelom problemów z tym związanych a przede wszystkim konieczności prowadzenia tych działań. W związku z tym badani studenci zostali poproszeni o określenie aktualnego stanu bezpieczeństwa energetycznego (elektroenergetycznego) oraz o wskazanie czynników wpływających na ten stan. Zestawienie wyników przedstawiono poniżej zadanych studentom pytań - rysunki 1 do 4 oraz tabela 2.

1) Oceń poziom bezpieczeństwa energetycznego Polski.



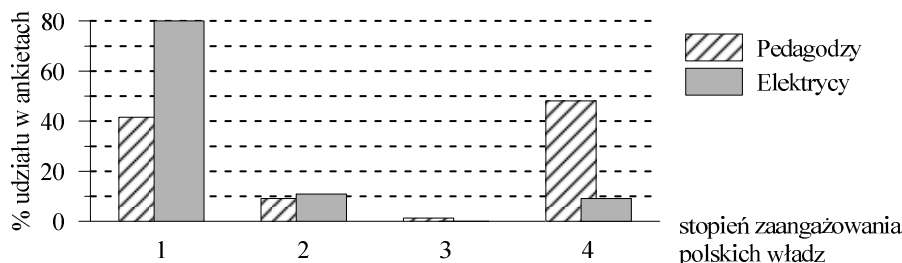
Rys. 1. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 1 (1 - krytycznie niski - konieczne są natychmiastowe działania, 2 - zadowalający - wymaga niewielkich zmian, 3 - nie wymaga zmian, 4 - nie mam zdania na ten temat),

2) Oceń poziom bezpieczeństwa elektroenergetycznego Polski.



Rys. 2. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 2 (1 - krytycznie niski - konieczne są natychmiastowe działania, 2 - zadowalający - wymaga niewielkich zmian, 3 - nie wymaga zmian, 4 - nie mam zdania na ten temat).

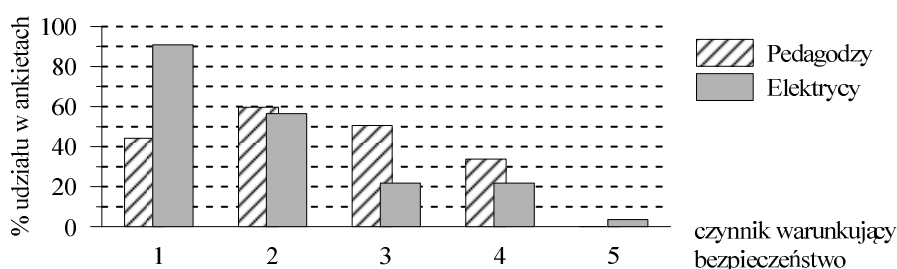
3) Oceń poziom działań polskich władz w kierunku poprawy bezpieczeństwa energetycznego Polski.



Rys. 3. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 3 (1 - krytycznie niski - konieczne są natychmiastowe działania, 2 - zadowalający - wymaga niewielkich zmian, 3 - nie wymaga zmian, 4 - nie mam zdania na ten temat).

Jak widać z zestawienia przedstawionego na rysunkach 1 do 3 występują znaczne różnice w ocenie aktualnego stanu bezpieczeństwa elektroenergetycznego w obu badanych grupach. Stopień bezpieczeństwa zdecydowanie niżej oceniają elektrycy. Natomiast znaczna grupa pedagogów (od 40 % do 54 %, w zależności od pytania) nie ma na ten temat zdania.

4) Zaznacz maksymalnie dwa czynniki wpływające na aktualny stan bezpieczeństwa elektroenergetycznego Polski (badani studenci do wyboru mieli następujące czynniki: stan techniczny sieci elektroenergetycznej, stan techniczny elektrowni, dostępność surowców energetycznych, oddziaływanie na środowisko lub inne, nie wymienione czynniki).



Rys. 4. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 4 (1 - stan techniczny sieci elektroenergetycznej, 2 - stan techniczny elektrowni, 3 - dostępność surowców energetycznych, 4 - oddziaływanie na środowisko, 5 - inne, nie wymienione czynniki).

5) Określ wpływ poniższych czynników na aktualny stan bezpieczeństwa elektroenergetycznego Polski (skala oceny czynników jak w pytaniu 4: 0 - brak wpływu, 5 - czynnik podstawowy).

Podobnie jak w pytaniach odnoszących się do aktualnego poziomu bezpieczeństwa energetycznego, również w ocenie czynników warunkujących to bezpieczeństwo, obie badane grupy wykazują różnice (rysunek 4 i tabela 2). Studenci pedagogiki w znacznie większym stopniu doceniają wpływ dostępności surowców i wpływ energetyki na środowisko w odniesieniu do kształtowania się bezpieczeństwa energetycznego. W przeciwieństwie do nich, elektrycy uważają, że aktualny stan techniczny SEE (stan techniczny infrastruktury sieciowej i elektrowni) jest podstawą oceny aktualnego stanu bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju.

Tabela 2. Zestawienie odpowiedzi dla pytania 5

Czynnik	Klasyfikacja studentów pedagogiki	Klasyfikacja studentów Wydziału Elektrycznego
stan techniczny sieci elektroenergetycznej	29 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 3,71)	27 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 4,13)
stan techniczny elektrowni	29 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 3,68)	25 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 3,90)
dostępność surowców ener-	30 razy na miejscu 4	18 razy na miejscu 3

getycznych	(miejsce średnie to 3,44)	(miejsce średnie to 2,94)
oddziaływanie na środowisko	25 razy na miejscu 3 (miejsce średnie to 3,50)	13 razy na miejscu 2 (miejsce średnie to 2,73)
inne	brak	działania władz (2 wypowiedzi)

3.3. Ekologia na co dzień

Jak już wspomniano we wstępie, proces zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego zależy od wielu czynników, w tym od postaw każdego z uczestników tego procesu. W celu sprawdzenia stopnia zaangażowania badanych grup w zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, poproszono respondentów o wskazanie aktualnie osobiście prowadzonych działań proekologicznych. Ponadto poproszono ich o uszeregowanie źródeł światła w odniesieniu do wpływu danego źródła na środowisko¹⁶.

1) Wymień działania związane z ekologią i energetyką, które obecnie podejmujesz.

W odpowiedzi na tak postawione pytanie, studenci obu badanych grup najczęściej wymieniali segregację śmieci (to działanie pojawiło się w 80 % ankiet pedagogów i w 50 % ankiet elektryków) i oszczędzanie energii (78 % ankiet pedagogów i 56 % elektryków), przy czym respondenci „oszczędzanie energii” rozumie jako: stosowanie energooszczędnych źródeł światła, wyłączanie z sieci niepracujących urządzeń i gaszenie niepotrzebnego światła oraz zaawansowane technologie „energooszczędnego domu”. Na kolejnym miejscu wśród odpowiedzi pedagogów pojawiło się oszczędzanie wody, które wymieniło w swoich ankietach 48 % badanych (oszczędzanie wody wymienił tylko jeden student Wydziału Elektrycznego). Na dalszych miejscach (z niewielkim udziałem procentowym w obu grupach) pojawiały się następujące działania: jazda komunikacją miejską, rowerem lub samochodem zasilanym gazem (7 % pedagogów i 6 % elektryków) i udział w akcjach proekologicznych takich jak „sprzątanie świata” czy „godzina dla ziemi” (taka odpowiedź wymieniona została w trzech ankietach pedagogów i dwóch elektryków). Warto nadmienić, że brak działań proekologicznych deklaruje jedynie czterech respondentów (po dwóch w każdej badanej grupie).

2) Uszereguj źródła światła od najbezpieczniejszego dla środowiska do najmniej bezpiecznego (respondenci do uszeregowania mieli następujące źródła światła: żarówka wolframowa - klasyczna, żarówka halogenowa, „żarówka ledowa” - diody świecące, lampa fluorescencyjna - świetlówka klasyczna, świetlówka kompaktowa).

¹⁶ Wpływ źródeł światła na bezpieczeństwo elektroenergetyczne związany jest z ich energochłonnością. Jednakże energochłonność poszczególnych źródeł światła nie wiąże się tylko z poborem mocy w czasie pracy i ich żywotnością. Wpływ na energochłonność źródła ma w znacznym stopniu proces produkcji danego źródła (do wyprodukowania źródła światła potrzebna jest energia, tym większa im bardziej skomplikowany proces produkcji) i proces jego utylizacji (przykładem mogą być źródła fluorescencyjne, takie jak świetlówka „klasyczna” i świetlówka kompaktowa, oba te źródła zawierają bardzo szkodliwe związki rtęci - świetlówka kompaktowa zawiera również części elektroniczne - a ich utylizacja jest skomplikowana i energochłonna, zatem źródła te, patrząc na cały okres „życia” świetlówki, nie mają aż tak wysokiej efektywności energetycznej jak sugerują ich producenci pakując te źródła w „zielone” opakowania).

Tabela 3. Zestawienie odpowiedzi dla pytania 2

Rodzaj źródła światła	Klasyfikacja studentów pedagogiki	Klasyfikacja studentów Wydziału Elektrycznego
żarówka wolframowa	28 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 3,67)	15 razy na miejscu 1 (miejsce średnie to 2,62)
żarówka halogenowa	21 razy na miejscu 3 (miejsce średnie to 2,70)	19 razy na miejscu 2 (miejsce średnie to 2,92)
żarówka ledowa	30 razy na miejscu 1 (miejsce średnie to 2,20)	34 razy na miejscu 1 (miejsce średnie to 1,58)
lampa fluorescencyjna	24 razy na miejscu 5 (miejsce średnie to 3,77)	25 razy na miejscu 4 (miejsce średnie to 4,04)
światłówka kompaktowa	20 razy na miejscu 2 (miejsce średnie to 2,67)	23 razy na miejscu 4 (miejsce średnie to 3,75)

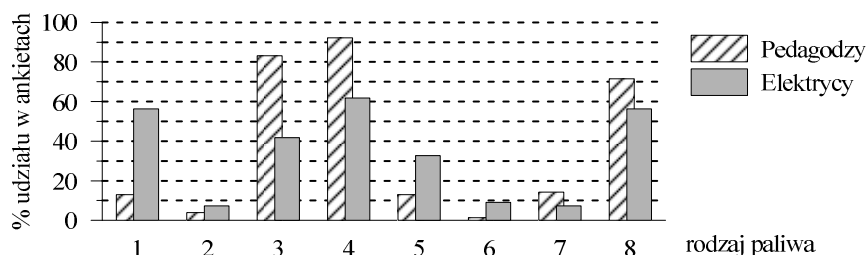
Podobnie jak i w innych przypadkach w odpowiedziach na powyższe pytanie występują znaczne różnice ilościowe pomiędzy badanymi grupami zwłaszcza w ocenie żarówek klasycznych i świetlówek kompaktowych. Obie grupy zgodnie orzekły, że najbardziej proekologiczne źródło to dioda LED (w ankiecie dla uproszczenia nazwana żarówką ledową), jednakże występuje różnica ilościowa, takiego zdania jest 43 % pedagogów i aż 64 % elektryków. Na ostatnim miejscu w obu grupach znalazły się lampy fluorescencyjne (rury jarzeniowe lub inaczej nazywane świetlówki klasyczne), takiego zdania jest 35 % pedagogów i 47 % elektryków¹⁷. Warto zauważyć, że w klasyfikacji obu grup zamienione miejscami są żarówki klasyczne i świetlówki kompaktowe (u pedagogów żarówka klasyczna zajmuje, według średniej, czwarte miejsce a świetlówka kompaktowa miejsce drugie, u elektryków odwrotnie - świetlówka miejsce czwarte a żarówka drugie).

3.4. Przyszłość bezpieczeństwa elektroenergetycznego

W celu oceny poglądów na przyszłość bezpieczeństwa elektroenergetycznego, respondenci zostali poproszeni o wyznaczenie kierunku rozwoju energetyki i określenie akceptowalnej odległości elektrowni od ich domów, ponadto mieli wskazać sposoby oddziaływania na społeczeństwo w celu kształtowania właściwych postaw proekologicznych. Również w tej grupie pytań występowały znaczne różnice pomiędzy poszczególnymi grupami.

1) Zaznacz od jednego do trzech źródeł energii, które powinny być podstawą energetyki przyszłości (do wyboru respondenci mieli następujące źródła energii: atom, węgiel, wiatr, słońce, biogaz, gaz ziemny, gaz łupkowy, wodna).

¹⁷ Choć w istocie świetlówka klasyczna (rurowa) i świetlówka kompaktowa działają na tej samej zasadzie (we wnętrzu rury, w oparach rtęci, świeci wyładowanie elektryczne) to różnią się one, co do konstrukcji. Świetlówka klasyczna ma układ zapłonowy umieszczony na stałe w oprawie, do której jest mocowana (układ ten najczęściej nie zawiera podzespołów elektronicznych). Natomiast świetlówka kompaktowa ma elektroniczny układ zasilania montowany w swojej obudowie i poprzez gwint (tak jak zwykła żarówka) wkręcana jest to klasycznej oprawy oświetleniowej, zatem każda wymiana świetlówki wiąże się z wymianą elektronicznego układu zapłonowego. W związku z tym, według niektórych opracowań świetlówka klasyczna jest bardziej proekologiczna niż świetlówka kompaktowa (por. W. Stępniewski, *Żarówki, świetlówki, diody - Podstawowe informacje na temat zalet i wad różnych źródeł światła*, opracowanie WWF Polska na <http://awsassets.wwfpl.panda.org>).



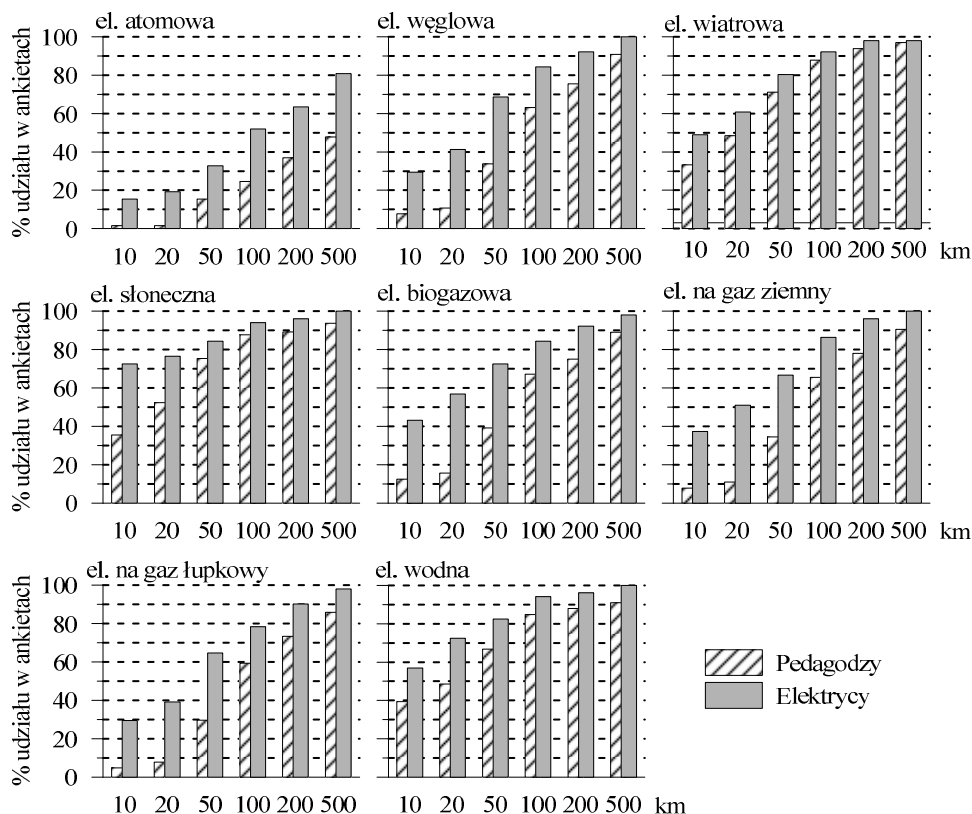
Rys. 5. Zestawienie wyborów źródeł energii dla energetyki przyszłości (1 - atom, 2- węgiel, 3 - wiatr, 4 - słońce, 5 - biogaz, 6 - gaz ziemny, 7 - gaz łupkowy, 8 - wodna)

Jak widać z powyższego zestawienia pedagogzy przyszłość energetyki widzą w elektrowniach słonecznych, wiatrowych i wodnych czyli źródłach odnawialnych, natomiast elektrycy wymieniają przede wszystkim elektrownie słoneczne ale zaraz za tym, na równi, elektrownie wodne i atomowe.

Widzenie przyszłości energetyki jednakże nie przenosi się na średni poziom akceptacji nowych inwestycji energetycznych, na co wskazują wyniki analizy odpowiedzi na kolejne pytanie.

2) W jakiej odległości od Twojego domu mogłaby powstać elektrownia - podaj odległość w kilometrach dla wszystkich wymienionych elektrowni (podobnie jak dla pytania pierwszego do wyboru respondenci mieli: elektrownię atomową, węglową, wiatrową, słoneczną – ogniwa fotowoltaiczne, biogazową, elektrownię na gaz ziemny i na gaz łupkowy oraz elektrownię wodną).

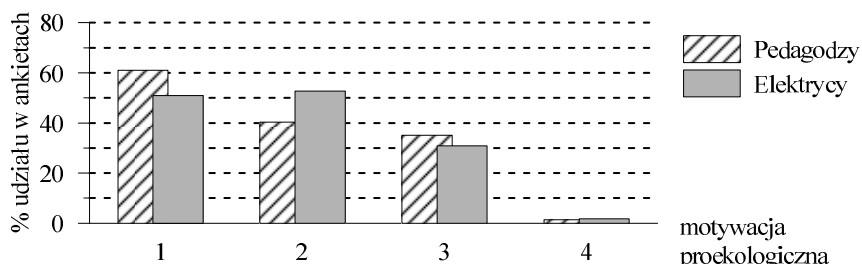




Rys. 6. Zestawienie akceptowalnej odległości od budowy nowych elektrowni wyrażone w kilometrach

Nieodłącznie z rozbudową i modernizacją SEE, konieczne jest prowadzenie działań w celu aktywizacji społeczeństwa (pojedynczych obywateli i przedsiębiorstw) i włączeniu go w proces zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego. W związku z tym respondenci zostali poproszeni o wskazanie sposobów mobilizacji do działań proekologicznych (będących częścią działań na rzecz bezpieczeństwa) - odpowiedzi badanych studentów przedstawiono na rysunkach 7 i 8.

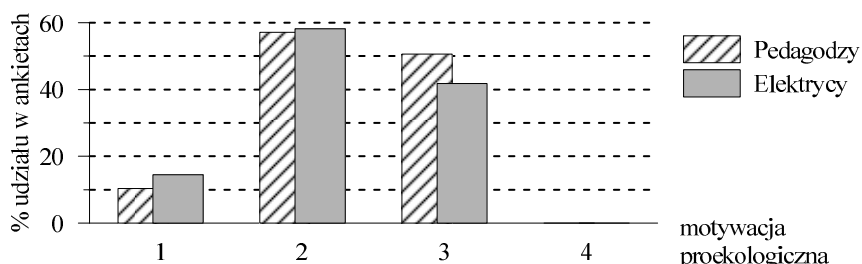
3) Zaznacz najważniejszy sposoby wpływania państwa na postawy proekologiczne obywateli (respondenci do wyboru mieli następujące możliwości: edukacja, dofinansowanie, kary lub inne, nie wymienione sposoby).



Rys. 7. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 3 (1 - edukacja, 2 - dofinansowanie, 3 - kary lub 4 - inne, nie wymienione sposoby).



4) Zaznacz najważniejszy sposoby wpływania państwa na postawy proekologiczne przedsiębiorstw (respondenci do wyboru mieli następujące możliwości: edukacja, dofinansowanie, kary lub inne, nie wymienione sposoby).



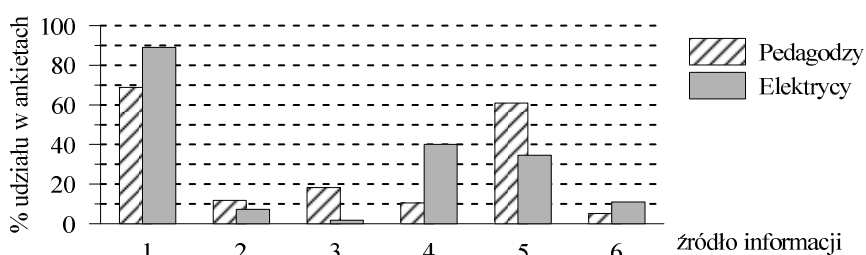
Rys. 8. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 4 (1 - edukacja, 2 - dofinansowanie, 3 - kary lub 4 - inne, nie wymienione sposoby).

Jak można zauważyć na rysunkach 3 i 4 nie występują znaczne różnice pomiędzy pedagogami i elektrykami (pedagodzy bardziej doceniają edukację obywateli a elektrycy edukację przedsiębiorstw). Jednakże występują znaczne rozbieżności pomiędzy widzeniem sposobów kształtowania postaw obywateli i przedsiębiorstw. Według respondentów obu badanych grup, dla obywateli najważniejsza powinna być edukacja, natomiast dla kształtowania postaw przedsiębiorstw należy wprowadzać ich dofinansowanie lub karać za brak wymaganych postaw.

3.5. Źródła informacji

Ostatnie pytanie skierowane w ankiecie do respondentów dotyczyło wskazania źródeł informacji o problemach technicznych nieodłącznie związanych z bezpieczeństwem elektroenergetycznym. Zestawienie odpowiedzi badanych grup przedstawiono na rysunku 9.

1) Wskaż źródło informacji o problemach technicznych (badani studenci mieli do wyboru następujące źródła: 1 - Internet, 2 - znajomi, 3 - rodzina, 4 - literatura, 5 - masmedia, 6 - inne, nie wymienione źródła).



Rys. 9. Zestawienie odpowiedzi na pytanie nr 4 (1 - Internet, 2 - znajomi, 3 - rodzina, 4 - literatura, 5 - masmedia, 6 - inne, nie wymienione źródła).

Z przedstawionego na rysunku 9 zestawienia wynika, że głównym źródłem informacji obu badanych grup jest sieć Internet (to źródło wskazało 69 % badanych pedagogów i 89 % badanych elektryków). Ponadto pedagodzy w znacznym stopniu czerpią wiedzę z masmediów



a elektrycy z literatury (jest to uzasadnione jakościowo, jednakże dziwi fakt, że tylko 40 % elektryków wskazuje literaturę jako źródło informacji, ponieważ podręczniki dla studentów wydziału elektrycznego w większości tych problemów dotyczą). Warto nadmienić, że wśród innych, nie wymienionych w proponowanej liście, źródeł informacji badani wskazali wyłącznie na edukację (6 % pedagogów i 10 % elektryków, z tym zastrzeżeniem, że elektrycy łącznie z edukacją szkolną wymieniali edukację na swoim kierunku studiów jako źródło informacji).

4. Podsumowanie

Polski system elektroenergetyczny znajduje się na progu gruntownych zmian i przebudowy, zarówno struktury sieciowej jak i podsystemu wytwórczego (elektrowni). Nadal pozostają otwarte pytania o kierunek jego rozwoju - czy będzie to system oparty na kilku dużych elektrowniach w tym elektrowni jądrowej, czy podstawowym źródłem mocy będą ekologiczne źródła rozproszone? A może zgodnie ze starożytnym prawidłem zostanie wybrany złoty środek a system oprze się o mix energetyczny? Na te i inne pytania muszą odpowiedzieć władze państwowe wspomagane fachową wiedzą elektroenergetyków. Jednakże nie będzie możliwości prowadzenia jakichkolwiek prac bez akceptacji społeczeństwa przygotowywanego do życia przez gruntownie wykształconych pedagogów.

Istnieje, zatem ogromna potrzeba działań edukacyjnych we wszystkich grupach mających wpływ na losy bezpieczeństwa elektroenergetycznego. Działania te powinny być nakierowane na zhumanizowanie techniki, aby elektrycy dostrzegali aspekt społeczny swoich działań, natomiast od humanistów wymagać się będzie wysiłku skierowanego na poznanie mechanizmów technicznych bez zrozumienia, których trudno zaakceptować niektóre działania energetyki oraz trudno promować postawy proekologiczne.

5. Bibliografia

- [1] Bartodziej G., Tomaszewski M., *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Wydawnictwo Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Energetyka i Środowisko, Warszawa 2008.
- [2] Chmielniak T., *Technologie energetyczne*, WNT, Warszawa 2008.
- [3] Janiczek R., Przygodzki M., *Rozproszone źródła energii w systemie elektroenergetycznym*, Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2006.
- [4] Jastrzębska G., *Odnawialne źródła energii i pojazdy elektryczne*, WNT, Warszawa 2007.
- [5] Kacejko P., *Generacja rozproszona w systemie elektroenergetycznym*, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 2004.
- [6] Keith, D.W., DeCarollis, J.F., Denkenberger, D.C., Lenschow D.H., Malyshev S.L., Pacala S., Rash P., *The influence of large-scale wind power on global climate*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 101 (46): 16115-16120 NOV 16 2004.
- [7] Kubowski J., *Nowoczesne elektrownie jądrowe*, WNT, Warszawa 2010.
- [8] Machowski J., *Regulacja i stabilność systemu elektroenergetycznego*, Oficyna wyd. PW, Warszawa 2004.
- [9] Marzewski J., *Elektroenergetyczne sieci miejskie. Zagadnienia wybrane*, Oficyna wyd. PW, Warszawa 2006.
- [10] Nocoń A.: *Elektrownia wirtualna w systemie elektroenergetycznym. Nowy sposób zarządzania źródłami rozproszonymi*, artykuł zamawiany, www.sila-wiedzy.pl, Projekt „Siła wiedzy” finansowany w ramach działania 4.2 priorytetu IV, PO KL, współfinansowanego przez UE z EFS i Budżetu Państwa.
- [11] Nocoń A.: *Integracja źródeł rozproszonych z krajowym systemem elektroenergetycznym. Problemy techniczne i propozycje ich rozwiązania*, artykuł zamawiany, www.sila-wiedzy.pl, Projekt „Siła wiedzy” finansowany w ramach działania 4.2 priorytetu IV, PO KL, współfinansowanego przez UE z EFS i Budżetu Państwa.
- [12] Olkusiński T., Stala-Szlugaj K., *Występowanie pierwiastków promieniotwórczych w węglach kamiennych pochodzących z GZW, w skałach przywęglowych, w wodach kopalnianych oraz w odpadach*, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, Tom 25 Z. 1, 2009.
- [13] Pawlik M., Strzelczyk F., *Elektrownie*, WNT, Warszawa 1990-2009.
- [14] Popczyk J. *Energetyka prosumencka. Od sojuszu polityczno-korporacyjnego do energetyki prosumenckiej w prosumenckim społeczeństwie*. BŻEP, www.klaster3x20.pl (CEP).
- [15] Popczyk J. *Energetyka prosumencka jako innowacja przełomowa*. BŻEP, www.klaster3x20.pl (CEP)
- [16] Popczyk J. (red), *Stabilizacja bezpieczeństwa energetycznego Polski w okresie 2008-2020 (z uwzględnieniem perspektywy 2050) za pomocą mechanizmów rynkowych (ekonomiki) i innowacyjnych technologii - różne scenariusze rozwojowe energetyki*, Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa, 2008.
- [17] Riedel R., *Supranacjonalizacja bezpieczeństwa energetycznego w Europie Podejścia teoretyczne*, Centrum Europejskie Natolin, Z. 40.

- [18] Skorek J., Klina J., *Gazowe układy kogeneracyjne*, WNT, Warszawa 2005.
- [19] Stępniewski W., *Żarówki, świetlówki, diody - Podstawowe informacje na temat zalet i wad różnych źródeł światła*, opracowanie WWF Polska na <http://awsassets.wwfpl.panda.org>.
- [20] Theodorescu R., Liserre M., Rodriguez P: *Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems*. John Wiley & Sons, 2011.
- [21] Tytko R.: *Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej*, Towarzystwo Słowaków w Polsce, 2013.