

Przegląd i analiza ryzyka inwestycji sieciowych

Network investment risks

Streszczenie. W artykule przedstawiono przegląd i analizę ryzyka inwestycji sieciowych w kontekście planowania rozwoju infrastruktury sieciowej. Przedstawiono problematykę planowania rozwoju infrastruktury sieciowej. Omówiono podstawowe rodzaje ryzyk związanych z inwestycjami w obszarze infrastruktury sieciowej. Obejmują one ryzyka: techniczne (budowa infrastruktury technicznej, eksploatacja); ekonomiczne (zarządzania i działalności operacyjnej, rynkowe, finansowe) oraz pozostałe związane z otoczeniem przedsięwzięcia. Określono miary bezpośredniego lub pośredniego sposobu uwzględniania ryzyka, które mogą być zastosowane w procesie planowania rozwoju infrastruktury sieciowej do oceny ryzyka inwestycji sieciowej.

Abstract. The article presents a risk review and analysis of network investments in terms of network infrastructure development planning. The issue of network infrastructure development planning is presented. The basic types of risks associated with network infrastructure investments are discussed. These include technical risks (construction of technical infrastructure, operation); economic risks (management and operations, market risks, financial risks) and other risks related to the project environment. Measures of direct or indirect risk consideration that can be used in the network infrastructure development planning process to assess the risks of network investment are identified.

Słowa kluczowe: infrastruktura sieciowa, rozwój, planowanie, ryzyko inwestycji

Keywords: network infrastructure, development, planning, investment risk

Wprowadzenie

Sieciowa infrastruktura elektroenergetyczna obejmuje: sieć przesyłową 400 i 220 kV, sieć dystrybucyjną 110 kV oraz sieć dystrybucyjną SN i nN. W jej skład wchodzi zarówno linie jak i stacje elektroenergetyczne.

Infrastruktura sieciowa stanowi złożony organizm dynamiczny podlegający procesowi ciągłej rozbudowy, pozbawionej ram czasowych. Rozwój jej jest rezultatem postępu technicznego i uwarunkowań zewnętrznych funkcjonowania sektora elektroenergetycznego. Stanowi proces, w trakcie którego zmianie ulega spora grupa elementów i parametrów go opisujących [1].

Planowanie rozwoju infrastruktury sieciowej jest złożonym procesem mającym na celu określenie - optymalnego planu rozbudowy infrastruktury w całym rozważanym okresie w oparciu o analizę techniczno-ekonomiczną. Plan taki wskazuje jakie nowe elementy (linie elektroenergetyczne, stacje elektroenergetyczne) należy wybudować lub jakie istniejące zmodernizować, kiedy i gdzie, aby sieć spełniała wymagania techniczne [1]. Jest to więc zestawienie zakresu rzeczowego inwestycji i modernizacji obiektów sieciowych z określeniem harmonogramu przekazania ich do eksploatacji.

Planowanie rozwoju infrastruktury sieciowej jest realizowane przez operatorów systemów elektroenergetycznych (operatora systemu przesyłowego i operatorów systemów dystrybucyjnych) i stanowi podstawowe zadanie planistyczne.

Planowanie jest procesem podejmowania decyzji inwestycyjnych i zawsze związane jest ze znacznym ryzykiem, które wynika z konieczności przewidywania określonego stanu w przyszłości w sytuacji niemożności przewidzenia jak ukształtują się w przyszłości poszczególne czynniki stanowiące podstawę podejmowania bieżącej decyzji [1]. Dlatego w artykule zajęto się przeglądem ryzyk inwestycji sieciowych i sposobem ich szacowania w procesie planowania rozwoju infrastruktury sieciowej.

Ryzyko inwestycji sieciowych

Ryzyko inwestycji sieciowych polega na tym, że dzisiejsza decyzja inwestycyjna w obszarze infrastruktury sieciowej może okazać się nietrafiona i w przyszłości nie przynieść oczekiwanych efektów. Inwestycje sieciowe są kapitałochłonne, a trudności lokalizacyjne tych obiektów są

coraz większe, okres ich eksploatacji jest bardzo długi, sięgający w warunkach polskich nawet kilkudziesięciu lat. W tak długim horyzoncie czasu warunki pracy systemu elektroenergetycznego, które determinują efektywność inwestowania, są trudne do przewidzenia.

Trudności przewidzenia przyszłych stanów pracy systemu elektroenergetycznego jeszcze bardziej się potęgują, jeśli uwzględni się fakt, że okres od podjęcia decyzji inwestycyjnej do wybudowania obiektu z powodu silnie narastających problemów lokalizacyjnych linii, czy stacji elektroenergetycznych związanych z uwarunkowaniami środowiskowymi, znacznie się wydłuża i sięga minimum kilku lat [1].

Decyzje inwestycyjne muszą być zatem podejmowane z kilkuletnim wyprzedzeniem oraz na kilkudziesięcioletni okres ich eksploatacji. Z racji wspomnianego długiego horyzontu czasowego realizacji i eksploatacji inwestycji sieciowej, uwzględnienie ryzyka przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych ma kluczowe znaczenie.

Rynek energii elektrycznej, wymuszający efektywność działania, zwiększa ryzyko nietrafionych inwestycji, ale także prowadzi do zintensyfikowania wykorzystania zdolności przesyłowych sieci i ograniczania ich rezerwy, a także rezerwy mocy wytwórczych, co z kolei zwiększa ryzyko powstania wielkich awarii systemowych [2].

Zagadnienie uwzględnienia ryzyka ma dwa aspekty: o wymiarze ekonomicznym i technicznym.

Pierwszy związany jest z ryzykiem podjęcia inwestycji, która w efekcie nieokreśloności przyszłych warunków pracy systemu elektroenergetycznego może okazać się nieefektywna ekonomicznie.

Drugi, mimo tego, że jego wymiar ekonomiczny jest daleko większy, ma charakter techniczny. Skutki awarii systemowych są zawsze bardzo duże. Zbudowanie systemu elektroenergetycznego wykluczającego możliwość powstania takich awarii jest jednak nieuzasadnione. Z uwagi jednak na bardzo małe prawdopodobieństwo wystąpienia takiej awarii, analiza ekonomiczna zwykle nie prowadzi do istotnego zwiększenia inwestowania z tego powodu. Stąd ocena ryzyka wielkich awarii systemowych w aspekcie ekonomicznym nie ma sensu, natomiast ich skutki pozaekonomiczne mogą być daleko bardziej nieakceptowalne niż bardzo duże straty materialne [2].

W analizie ryzyka ważne jest rozróżnienie niepewności od ryzyka. Niepewność jest to stan, w którym przyszłe możliwości i szanse ich wystąpienia nie są znane [3]. Pojęcie ryzyka jest natomiast używane wtedy, gdy: rezultat, jaki będzie osiągnięty w przyszłości, nie jest znany, ale możliwe jest zidentyfikowanie przyszłych sytuacji oraz gdy znane jest prawdopodobieństwo zrealizowania się poszczególnych możliwości w przyszłości [3].

Głównym atrybutem ryzyka jest niepewność, która jest mierzalna w sensie probabilistycznym.

Rodzaje ryzyk inwestycji sieciowych

W literaturze najczęściej definiuje się trzy rodzaje ryzyka: wyłączone, własne firmy i rynkowe [4].

Ryzyko wyłączone traktuje ryzyko projektu w izolacji. Ryzyko własne firmy traktuje ryzyko projektu jako element całego portfela projektów firmy. Ryzyko rynkowe uwzględnia fakt, że akcjonariusze firmy sami różnicują swoje portfele na całym rynku kapitałowym.

Podstawowe rodzaje ryzyk związanych z inwestycjami w obszarze infrastruktury sieciowej są następujące:

- techniczne: budowa infrastruktury technicznej, eksploatacja;
- ekonomiczne: zarządzania i działalności operacyjnej, rynkowe, finansowe (inflacji, kursowe, stóp procentowych, zabezpieczeń i refinansowania);
- pozostałe (otoczenie przedsięwzięcia): polityczne (regulacyjne), makroekonomiczne, klimatyczne, siły wyższej [3].

Ryzyko ukończenia projektu ma największy wpływ na realizację projektu w początkowych jego fazach i całkowicie zanika w chwili pomyślnego przekazania obiektu do eksploatacji. Ryzyko ukończenia projektu polega na przekroczeniu terminów i/lub kosztów realizacji projektu, jak również wykonaniu ich niezgodnie z przyjętymi założeniami. Do przyczyn mających wpływ na ryzyko ukończenia projektu należą: niedoszacowanie kosztów na etapie planowania inwestycji, zastosowanie niesprawdzonych urządzeń i/lub technologii, błędy projektowe i/lub wykonawcze, niska jakość wykonania oraz dobór niesolidnych dostawców i/lub wykonawców inwestycji [5].

Ryzyko eksploatacji ma miejsce w fazie operacyjnej projektu. Ryzyko eksploatacji jest związane ze zmianą, w stosunku do zakładanego, kosztu produkcji i wielkości sprzedaży energii elektrycznej i innych mediów energetycznych, w tym przede wszystkim ciepła. Wpływ na ryzyko eksploatacyjne mają m.in.: awarie techniczne urządzeń, niższa sprawność wytwarzania energii elektrycznej i innych mediów energetycznych, wzrost kosztów zakupu i transportu paliwa, zwiększone zużycie materiałów eksploatacyjnych, większe niż zakładano straty przesyłu czynników energetycznych [5].

Ryzyko zarządzania i działalności operacyjnej opisuje wydarzenia, które mogą mieć źródło w związku z niewłaściwym zarządzaniem projektem oraz złą organizacją pracy i/lub procesu produkcyjnego. Do przyczyn występowania tego ryzyka można zaliczyć m.in.: niskie kwalifikacje osób zarządzających projektem, niską wydajność pracy, niewłaściwą organizację pracy, brak odpowiednich mechanizmów kontrolnych, nieprawidłową obsługę urządzeń [3].

Ryzyko dochodów utraconych identyfikowane jest od fazy projektowej w wyniku błędnie dobranych założeń oraz wadliwego wykonania infrastruktury sieciowej w fazie realizacji. Po ukończeniu inwestycji ryzyko nie ustaje i może zaistnieć w wyniku błędnego zarządzania infrastrukturą.

Ryzyko wielozadaniowości ma związek ze złożonością infrastruktury sieciowej, co wiąże się z prowadzeniem rozbudowanych portfeli projektów. Nieadekwatne

dysponowanie budżetem, harmonogramem oraz kapitałem ludzkim może prowadzić do opóźnień, braku finansowania projektu. W konsekwencji narażając przedsiębiorstwo energetyczne na straty [6].

Ryzyko finansowe jest nieodłącznym elementem każdego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Z pojęciem ryzyka finansowego wiążą się trzy podstawowe elementy: ryzyko inflacji, ryzyko kursowe i ryzyko stóp procentowych.

Ryzyko inflacji wpływa na projekt jako element prognozowania przepływów finansowych. W trakcie realizacji inwestycji zapotrzebowanie na kapitał jest największe. Projekt nie generuje żadnych przychodów. W przypadku zwiększenia cen dóbr inwestycyjnych powyżej założonego poziomu inflacji projekt będzie wymagał dodatkowego zapotrzebowania na kapitał. Z kolei założenia dotyczące inflacji w okresie fazy eksploatacyjnej wpłyną na koszt obsługi długu.

Ryzyko kursowe powstaje w momencie, gdy strumienie pieniężne projektu, a więc wpływy i wydatki, są denominowane w różnych walutach.

Ryzyko stóp procentowych ma szczególne znaczenie w przypadku projektów kredytowanych ze zmienną stopą procentową. W momencie największego zadłużenia nawet niewielkie wahania stóp procentowych mogą mieć znaczny wpływ na wynik finansowy przedsięwzięcia [3].

Ryzyko rynkowe obejmuje m.in. takie elementy, jak: konkurencyjność różnych technologii wytwórczych, zmianę zamożności i standardów życia mieszkańców, tempo przyrostu demograficznego, zmianę zapotrzebowania na media energetyczne (np. w związku z termomodernizacją budynków).

Ryzyko globalizacji poprzez integrację sieci przesyłowych państw UE za pośrednictwem połączeń transgranicznych. Brak odpowiedniej infrastruktury zabezpieczeniowej przed konsekwencją awarii linii przesyłowych, kabli DC lub bloków elektroenergetycznych może prowadzić do strat materialnych. Czynniki te mogą być spowodowane winą krajowego operatora systemu przesyłowego lub mieć charakter zewnętrzny i występować w innych krajach zintegrowanych [6].

Ryzyko przyrostu źródeł rozproszonych. Nowopowstające źródła fotowoltaiczne producentów, jak i prosumentów obwarowane są otrzymaniem odpowiednich warunków przyłączeniowych od zarządcy sieci. Niemniej ich zdecentralizowany charakter może negatywnie wpływać na rozpył mocy w systemie elektroenergetycznym. Skutkiem tego mogą być straty materialne poniesione w wyniku uszkodzenia infrastruktury sieciowej i/lub finansowe. Dodatkowo zakłócona jakość energii elektrycznej może zniszczyć lub zakłócić urządzenia elektryczne będące własnością odbiorców końcowych.

Ryzyko zabezpieczeń i refinansowania jest szczególnie istotne w przypadku inwestycji w majątek obcego przedsiębiorstwa. Firma inwestująca na terenie obcego podmiotu dąży do zabezpieczenia się poprzez uzyskanie gwarancji spłaty poniesionych nakładów inwestycyjnych w określonym przedziale czasowym. Zabezpieczenie może mieć formę gwarancji bankowej lub ubezpieczeniowej, hipoteki na nieruchomości, cesji należności lub inną zaakceptowaną przez strony umowy. Ryzyko zabezpieczenia i refinansowania może powstać w przypadku zmiany wartości zabezpieczenia na skutek zmieniającej się sytuacji makroekonomicznej i niestabilności prawa handlowego [3].

Ryzyko łańcuchów dostaw występuje w inwestycjach realizowanych z możliwie jak najszybszym terminem wykonania. Z reguły w wyniku identyfikacji szans lub przewag rynkowych. Dodatkowym czynnikiem wzmacniającym ryzyko jest sytuacja geopolityczna. Reakcja

rynków powoduje zwiększanie popytu odpowiednich komponentów, materiałów, surowców lub ograniczoną ich dostępność zwiększając koszty inwestycji. W skrajnych przypadkach inwestycja może zostać niezrealizowana w wyniku zerwania łańcuchów dostaw.

Ryzyko polityczne obejmuje szeroką grupę zdarzeń, na które ma wpływ państwo jako ustawodawca i regulator. W ramach tego ryzyka występuje ryzyko regulacyjne, ryzyko otoczenia prawnego i ryzyko związane z polityką gospodarczą państwa. Do ryzyka politycznego zalicza się m.in. zmienność prawa gospodarczego czy ochrony środowiska, która może wymusić na przedsiębiorstwach energetycznych konieczność inwestycji i działalność regulatora, mającego bezpośredni wpływ na wyniki finansowe przedsiębiorstw energetycznych a także pośrednio na wyniki finansowe przedsiębiorstw przemysłowych (odbiorców energii elektrycznej i innych mediów energetycznych).

Ryzyko siły wyższej znajduje się całkowicie poza kontrolą inwestora. Przykładem siły wyższej są: siły przyrody (powódzie, pożary, trzęsienia ziemi, itp.), konflikty zbrojne, akty sabotażu, strajki. Skutkiem działania siły wyższej może być czasowa niezdolność do prowadzenia działalności, co może mieć miejsce np. w przypadku strajku, jak też całkowite zakończenie projektu na skutek zniszczenia obiektu przez trzęsienie ziemi, falę powodziową, pożar spowodowany uderzeniem pioruna, itp.

Metody szacowania ryzyka inwestycji sieciowych

Zgodnie z metodologią estymacji ryzyka projektów inwestycyjnych stosowaną jako standard Unii Europejskiej, ryzyko może być szacowane w sposób bezpośredni lub pośredni [7]. Bezpośredni polega na modyfikowaniu kryterium w taki sposób, aby uwzględnić ryzyko. Pośredni służy uzyskaniu dodatkowych informacji o projekcie, tak aby zmniejszyć stan niepewności, a przez to zmniejszyć ryzyko. Ponadto stosuje się metodę drzew decyzyjnych która łączy te dwa sposoby.

Miary bezpośredniego sposobu uwzględniania ryzyka obejmują:

- margines bezpieczeństwa,
- równoważnik pewności,
- odchylenie standardowe i współczynnik zmienności,
- semiwariancję, semiodchylenie standardowe i współczynnik semizmienności,
- odchylenie przeciętne i semiodchylenie przeciętne,
- poziom bezpieczeństwa,
- poziom aspiracji,
- krzywą gęstości prawdopodobieństwa [7].

Margines bezpieczeństwa jest to wartość bieżąca netto (ang. Net Present Value, w skrócie - NPV), która pokazuje o ile gorsza może okazać się efektywność, aby przedsięwzięcie nie stało się nierentowne.

Równoważnik pewności definiuje się jako kwotę otrzymaną z pewnością, która ma dla decydenta (inwestora) tę samą wartość, co wartość oczekiwana niepewnej kwoty.

Odchylenie standardowe i współczynnik zmienności określają ryzyko związane z realizacją projektu inwestycyjnego. Im wyższe są ich wartości tym większe ryzyko związane jest z realizacją projektu inwestycyjnego.

Semiwariancja, semiodchylenie standardowe i współczynnik semizmienności określają negatywne aspekty ryzyka. Miary te uwzględniają jedynie ujemne odchylenia od wartości oczekiwanej.

Odchylenie przeciętne i semiodchylenie przeciętne wskazuje o ile średnio różnią się możliwe wartości NPV od wartości oczekiwanej. Semiodchylenie przeciętne uwzględnia jedynie ujemne wartości odchyleń.

Poziom bezpieczeństwa określa taki poziom wartości NPV, że osiągnięcie niższej od niej jest mało prawdopodobne.

Poziom aspiracji wyrażany jest prawdopodobieństwem nieosiągnięcia poziomu aspiracji.

Krzywa gęstości prawdopodobieństwa określa skumulowane prawdopodobieństwo osiągnięcia określonej wartości NPV.

Miary pośredniego sposobu uwzględniania ryzyka obejmują analizy:

- wrażliwości,
- scenariuszy,
- symulacyjne.

Analiza wrażliwości określa „zamrożenie” wartości wszystkich zmiennych poza jedną, a następnie ustalenie jak wrażliwe jest NPV na zmiany wartości tej zmiennej. W planowaniu rozwoju i modernizacji infrastruktury sieciowej ważny jest nie tylko wpływ wartości zmiennych decyzyjnych na wskaźniki efektywności ekonomicznej inwestycji, ale także na zmianę strategii rozwoju [1].

Analiza scenariuszy uwzględnia zarówno wrażliwość NPV na zmiany podstawowych wielkości, jak i prawdopodobny zakres wartości zmiennych.

Analiza symulacyjna jest kombinacją analizy wrażliwości i analizy scenariuszy. Polega na szacowaniu ryzyka na podstawie wielokrotnie powtarzanej procedury obliczania NPV dla generowanych losowo wartości danych wejściowych.

Estymacja ryzyka finansowego planowanej inwestycji sieciowej wiąże się z dużą ilością niepewnych zmiennych. Dodatkowo rozległość sieci przesyłowych i dystrybucyjnych wymaga realizacji i planowania wielu złożonych projektów jednocześnie. Wykonanie oceny i oszacowanie prawdopodobieństwa ryzyka wynikającego ze zjawisk stochastycznych jest niemożliwe. Do szacowania niepewności złożonego projektu lub portfela inwestycyjnego narażonego na tego typu zjawiska może być wykorzystywana symulacja Monte Carlo [8].

Korzystając z generatora liczb losowych planiści mogą wygenerować określoną pulę zdarzeń losowych. Pozyskane dane wykorzystywane są w algorytmie oceny prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka jako procent odchylenia od wartości planowanej [8]. Wynik analizy klasyfikuje warianty uzyskanych stóp zwrotu inwestycji w podziale scenariuszy powyżej i poniżej planowanej stopy zwrotu z inwestycji.

Obliczone prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka inwestycyjnego w fazie planowania projektu ogranicza jego niepewność, umożliwiając zaniechanie realizacji lub zmianę podejścia. W rezultacie oszczędzając środki finansowe przedsiębiorstwa.

Projekty inwestycji infrastrukturalnych realizowane są w metodologii kaskadowej. Zakłada ona prowadzenie prac zgodnie harmonogramem inwestycji w kolejno wyznaczonych po sobie kamieniach milowych. W tej dziedzinie jedną z największych certyfikowanych metod zarządzania projektem jest certyfikowany system brytyjski PRINCE2 [9]. Do zagadnień tej metodologii w zakresie zarządzania ryzykiem zalicza się szereg działań przeciwdziałania ryzyku m.in. takich jak:

- obserwacja,
- identyfikacja,
- ewaluacja,
- planowanie,
- kontrola [10].

Obserwacja identyfikuje ryzyka na podstawie danych empirycznych. Umożliwia wyciąganie wniosków i eliminację zagrożeń w trakcie życia projektu na podstawie danych zewnętrznych.

Identyfikacja rozróżnia stany zaistniałych ryzyk od potencjalnych w realizowanej inwestycji. Powinna przebiegać w zrozumiałej klasyfikacji i komunikacji.

Ewaluacja jest klasyfikacją ryzyka. Określa się ją w reprezentacji macierzowej z podziałem Wpływ/Prawdopodobieństwo. Klasyfikacja oceny wpływu obejmuje 5 poziomów:

- znikomy,
- niski,
- średni,
- wysoki,
- krytyczny.

Szacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia obejmuje 4 poziomy:

- 0-25%,
- 25-50%,
- 50-75%,
- 75-100%.

Proces planistyczny kończy wyznaczenie akceptowalnych poziomów ryzyka w projekcie naniesionych na macierz.

Planowanie jest etapem wyznaczenia działań zaradczych w przypadku zmaterializowanego ryzyka. Umożliwia wdrożenie procedur awaryjnych, jeśli wymagane jest dostosowanie harmonogramu projektu i zadań przypisanych do poszczególnych kamieni milowych.

Dodatkowo w tym procesie istotna jest m.in. kontrola prowadzonych prac realizowanych w ramach projektu, nadzór nad działaniami naprawczymi oraz raportowanie przebiegu wykonywanych zadań.

Przedstawione miary bezpośredniego lub pośredniego sposobu uwzględniania ryzyka mogą być zastosowane przez planistę (eksperta) w procesie planowania rozwoju infrastruktury sieciowej do oceny ryzyka inwestycji sieciowej.

Wnioski

Planowanie rozwoju infrastruktury sieciowej jest procesem podejmowania decyzji inwestycyjnych i zawsze związane jest ze znacznym ryzykiem, które wynika z konieczności przewidywania określonego stanu w przyszłości w sytuacji niemożności przewidzenia jak ukształtują się w przyszłości poszczególne czynniki stanowiące podstawę podejmowania bieżącej decyzji. Decyzje inwestycyjne są podejmowane z kilkuletnim wyprzedzeniem oraz dotyczą kilkudziesięcioletniego okresu ich eksploatacji. Z racji tak długiego horyzontu czasowego realizacji i eksploatacji inwestycji sieciowej, uwzględnienie ryzyka przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych ma kluczowe znaczenie.

W procesie planowania rozwoju infrastruktury sieciowej bardzo ważna jest wszechstronna analiza ryzyka inwestycji sieciowej i jego oszacowanie. Podstawowe rodzaje ryzyka związanych z inwestycjami w obszarze infrastruktury sieciowej obejmują ryzyka: techniczne (budowa infrastruktury technicznej, eksploatacja); ekonomiczne (zarządzania i działalności operacyjnej, rynkowe, finansowe) oraz pozostałe związane z otoczeniem przedsięwzięcia inwestycyjnego. Można je oszacować w sposób bezpośredni lub pośredni stosując metodologię estymacji ryzyka projektów inwestycyjnych stosowaną jako standard Unii Europejskiej.

Autorzy: dr hab. inż. Waldemar Dołęga, Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny, Katedra Energoelektryki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-372 Wrocław, E-mail:Waldemar.dolega@pwr.edu.pl;
mgr. inż. Wojciech Folkman, Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny, Katedra Energoelektryki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-372 Wrocław, E-mail:Wojciech.folkman@pwr.edu.pl.

LITERATURA

- [1] Dołęga W., Planowanie rozwoju sieciowej infrastruktury elektroenergetycznej w aspekcie bezpieczeństwa dostaw energii i bezpieczeństwa ekologicznego. Monografia. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2013.
- [2] Buchta F., Optymalizacja strategii rozwoju sieci przesyłowej w warunkach rynkowych z uwzględnieniem ryzyka. Monografia. ZN Politechniki Śląskiej, Elektryka nr 1712, Gliwice 2006.
- [3] Tarczyński W., Mojsiewicz M., Zarządzanie ryzykiem. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.
- [4] Bryzgam E., Gapiński L., Zarządzanie finansami. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000.
- [5] Dołęga W., Ryzyko inwestycji sieciowych w aspekcie planowania rozwoju infrastruktury sieciowej. *Przegląd Naukowo-Metodyczny „Edukacja dla bezpieczeństwa”* (2017), nr 1, s. 689-697.
- [6] Ciekanowski Z., Wyrębek H., Zarządzanie ryzykiem. *De Securitate et Defensione. O Bezpieczeństwie i Obronności* (2016), nr 2, s.8-20.
- [7] Kawa P., Wydyma S., Metodologia oceny efektywności projektów inwestycyjnych według standardów Unii Europejskiej. Wyższa Szkoła Zarządzania i Bankowości w Krakowie, Oficyna Wydawnicza TEXT. Kraków 1998.
- [8] Zemke J., Metoda Monte Carlo w ocenie ryzyka finansowego inwestycji. *Optimum. Studia ekonomiczne* (2017), nr 3, s. 48-60.
- [9] Łabuda W., Wybrane aspekty planowania w metodyce PRINCE2™. *Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki* (2010), nr 4, s.69-86.
- [10] Globerson, S., Zwikael, O., The impact of the project manager on project management planning processes. *Project Management Journal*, (2002), nr 3, s. 58–64.