Mikołaj Jasiński
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
mikolaj.jasinski08@gmail.com
SKN Finansów Przedsiębiorstw "Kapitał"
Opiekun naukowy: dr hab. Joanna Lizińska, prof. UEP
Artykuł recenzowany

Cena ropy a przychody firm usługowych – analiza przypadku Schlumberger

W powszechnym rozumieniu kondycja sektora energetycznego jest bezpośrednio związana z poziomem cen ropy naftowej. Wzrost cen surowca utożsamiany jest ze wzrostem przychodów przedsiębiorstw działających w branży. Podejście to znajduje uzasadnienie w przypadku producentów ropy, jednakże nie zawsze oddaje specyfikę funkcjonowania firm świadczących usługi dla sektora wydobywczego. Sektor usług naftowych obejmuje m.in. prace poszukiwawcze, wiercenia oraz usługi wspierające wydobycie ropy i gazu (United States International Trade Commission, 2003). Zależności między produkcją ropy, liczbą urządzeń wiertniczych i ceną surowca były przedmiotem analizy szeregów czasowych dla sześciu regionów wydobywczych USA (Apergis et al., 2016). Przykładem przedsiębiorstwa, którego działalność pozwala lepiej zrozumieć te powiązania jest Schlumberger (SLB), będący największą na świecie firmą świadczącą usługi dla sektora poszukiwawczo-wydobywczego. Celem artykułu jest ocena zależności między przychodami Schlumberger (SLB), globalną produkcją ropy naftowej i liczbą aktywnych platform wiertniczych w latach 2011-2023 oraz omówienie możliwej pośredniej roli ceny ropy w kształtowaniu tych zależności.

Wstęp

Cena ropy naftowej jest istotnym czynnikiem kształtującym przychody firm wydobywczych. W przypadku przedsiębiorstw świadczących usługi dla sektora poszukiwawczo-wydobywczego znaczenie ma również aktywność inwestycyjna i operacyjna ich klientów. Celem artykułu jest ocena zależności między przychodami Schlumberger (SLB), globalną produkcją ropy oraz liczbą aktywnych urządzeń wiertniczych w latach 2011–2023. Główne pytanie badawcze dotyczy tego, jak przychody spółki były powiązane z tymi wskaźnikami. Uzupełniająco przeanalizowano rolę ceny ropy. Wybór SLB wynika z globalnego zakresu jej działalności oraz specjalizacji w usługach dla sektora naftowego. Badanie ma charakter

empiryczny i eksploracyjny, a uzyskane wyniki opisują zależności statystyczne, bez rozstrzygania o ich przyczynowym charakterze. Najpierw przedstawiono metodykę i wyniki modelu przychodów wraz z diagnostyką, następnie ilustracyjną ocenę prognozy na 2024 r. W dalszej części omówiono możliwą pośrednią rolę ceny ropy, model pomocniczy aktywności wiertniczej oraz ograniczenia badania i wnioski.

Metodyka analizy i model badawczy

Analizę zależności między przychodami Schlumberger (SLB) a wskaźnikami aktywności sektora przeprowadzono na podstawie 13 obserwacji rocznych z lat 2011–2023. Przy wyborze okresu badania dążono do wykorzystania możliwie szerokiego zakresu czasowego w ramach zgromadzonego zbioru danych. Przyjęcie 2011 r. jako początku próby pozwoliło uwzględnić trzy lata poprzedzające rozpoczęcie konfliktu rosyjsko-ukraińskiego w 2014 r., zapewniając tło dla analizy późniejszych zmian aktywności sektora. Dolną granicę próby wyznaczył brak kompletnego zestawu obserwacji dla wszystkich analizowanych zmiennych za wcześniejsze lata w zbiorze przygotowanym do badania. Rok 2024 wykorzystano do oceny prognozy poza próbą estymacyjną. Zmienną objaśnianą są przychody SLB, a zmiennymi objaśniającymi – globalna produkcja ropy naftowej oraz liczba aktywnych urządzeń wiertniczych. Zastosowano model potęgowy, którego współczynniki można interpretować jako elastyczności (Gujarati & Porter, 2009). Dane finansowe SLB pochodzą z raportów rocznych spółki publikowanych na jej oficjalnej stronie internetowej (SLB, n.d.). Wyrażono je w mln USD w wartościach nominalnych, bez korekty o inflację. Dane dotyczące globalnej produkcji ropy naftowej pozyskano z serwisu Statista i wyrażono w mln ton rocznie (Statista, n.d.). Źródłem danych o liczbie aktywnych urządzeń wiertniczych były zestawienia „Worldwide Rig Count" firmy Baker Hughes. Wykorzystano średnie roczne dla kategorii „Total World" (Baker Hughes, n.d.-b). Zestawienie obejmuje urządzenia lądowe i morskie, w tym wykorzystywane do wierceń naftowych i gazowych. Ze względu na ograniczenia pokrycia geograficznego stanowi ono przybliżenie światowej aktywności wiertniczej (Baker Hughes, n.d.-a). W analizie pomocniczej wykorzystano średnią roczną cenę koszyka OPEC Reference Basket, wyrażoną w USD za baryłkę i publikowaną w zestawieniach Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC, 2019, 2022, 2025). Estymację przeprowadzono metodą najmniejszych kwadratów po zlogarytmowaniu zmiennej objaśnianej i obu zmiennych objaśniających:

$$\ln(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_{1t}) + \beta_2 \ln(X_{2t}) + u_t$$

gdzie:

t – rok,

u_t – składnik losowy.

Po przekształceniu oszacowanego równania do postaci potęgowej wzór na przewidywane przychody przyjmuje następującą postać:

$$\hat{y} = 0{,}0209 \cdot x_1^{1{,}0743} \cdot x_2^{0{,}6871}$$

gdzie:

$\hat{y}$ – oszacowane przychody Schlumberger, w mln USD,

x_1 – globalna produkcja ropy naftowej, w mln ton,

x_2 – liczba aktywnych platform wiertniczych, w sztukach.

W modelu przychody wyrażono w mln USD, natomiast w tabelach i na wykresach prezentujących przychody w mld USD zastosowano przeliczenie przez podzielenie wartości przez 1000. Współczynniki modelu potęgowego interpretuje się jako elastyczności, określające procentową zmianę przewidywanych przychodów związaną ze wzrostem danej zmiennej objaśniającej o 1%, przy niezmienionej wartości drugiej zmiennej. Liczbę aktywnych urządzeń wiertniczych przyjęto jako wskaźnik intensywności prac wiertniczych, natomiast globalną produkcję ropy jako przybliżenie skali działalności wydobywczej. Wskaźniki te opisują różne aspekty aktywności sektora, lecz nie mierzą bezpośrednio wartości zamówień otrzymywanych przez SLB. Ze względu na próbę obejmującą 13 obserwacji rocznych zastosowano model z ograniczoną liczbą zmiennych. Pominięcie nakładów inwestycyjnych klientów, kursów walutowych i zróżnicowania geograficznego działalności nie oznacza jednak, że czynniki te są nieistotne – stanowi ograniczenie analizy. Nakłady inwestycyjne klientów SLB przybliżają popyt na usługi spółki, kursy walutowe mogą wpływać na wartość przychodów ujmowanych w USD, a zróżnicowanie geograficzne działalności ogranicza reprezentatywność globalnych wskaźników dla rynków obsługiwanych przez SLB. W modelu głównym skoncentrowano się na wskaźnikach operacyjnych, a cenę ropy uwzględniono w analizie pomocniczej. Jej możliwą pośrednią rolę przedstawiono na schemacie 1. Przyjęta konstrukcja nie pozwala wykluczyć bezpośredniego związku ceny z przychodami spółki. Współczynnik R^2 dla logarytmów przychodów wynosi 0,9513, co wskazuje na wysokie dopasowanie modelu do danych w próbie. Wartość ta nie stanowi samodzielnego dowodu trafności prognostycznej ani zależności przyczynowych.

Tabela 1. Wyniki estymacji modelu logarytmicznego

Zmienna	Współczynnik	Błąd standardowy	p-value
Stała	-3,8671	4,337	0,3934714
Produkcja ropy (X_1)	1,0743	0,492	0,0539673
Liczba platform (X_2)	0,6871	0,05	0,0000001

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych SLB, Statista i Baker Hughes.

Tabela 2. Statystyki dopasowania modelu logarytmicznego przychodów SLB

Statystyki modelu	Wartość
R^2	95,13%
Średni błąd szacunku	0,0563

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych SLB, Statista i Baker Hughes.

Statystyki dopasowania dotyczą modelu oszacowanego dla logarytmów przychodów. Błąd standardowy regresji podano w skali logarytmicznej.

Tabela 3. Wyniki diagnostyki modelu przychodów Schlumberger (OLS, 2011-2023)

Test	Statystyka	p-value	Wniosek
RESET	1,8424	0,2197	Nie odrzucono H_0
White	7,7650	0,4869	Nie odrzucono H_0
Breusch–Pagan	1,0207	0,7572	Nie odrzucono H_0
Normalność reszt (Doornik-Hansen)	3,4053	0,1822	Nie odrzucono H_0
Autokorelacja (LM, rząd 1)	0,3858	0,5499	Nie odrzucono H_0
Autokorelacja (LM, rząd 2)	0,9064	0,4418	Nie odrzucono H_0
Autokorelacja (LM, rząd 3)	0,5336	0,6737	Nie odrzucono H_0

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych SLB, Statista i Baker Hughes.

Przyjęto $\alpha = 0{,}05$. H_0 dotyczy odpowiednio postaci funkcyjnej, homoskedastyczności, normalności reszt lub braku autokorelacji badanego rzędu. Testy nie dały podstaw do odrzucenia badanych hipotez zerowych, co nie oznacza ich potwierdzenia. Przy 13 obserwacjach zdolność wykrywania odstępstw jest ograniczona. Wzrost produkcji ropy o 1% wiąże się z przychodami SLB wyższymi o około 1,07%, a wzrost liczby urządzeń wiertniczych o 1% – o około 0,69%, każdorazowo przy niezmienionej drugiej zmiennej. Parametr przy liczbie urządzeń jest istotny na poziomie 5%, natomiast przy produkcji – na poziomie 10%, lecz nie 5% ($p \approx 0{,}054$). Wielkość współczynników nie rozstrzyga o znaczeniu gospodarczym zmiennych, a wyniki nie dowodzą zależności przyczynowych.

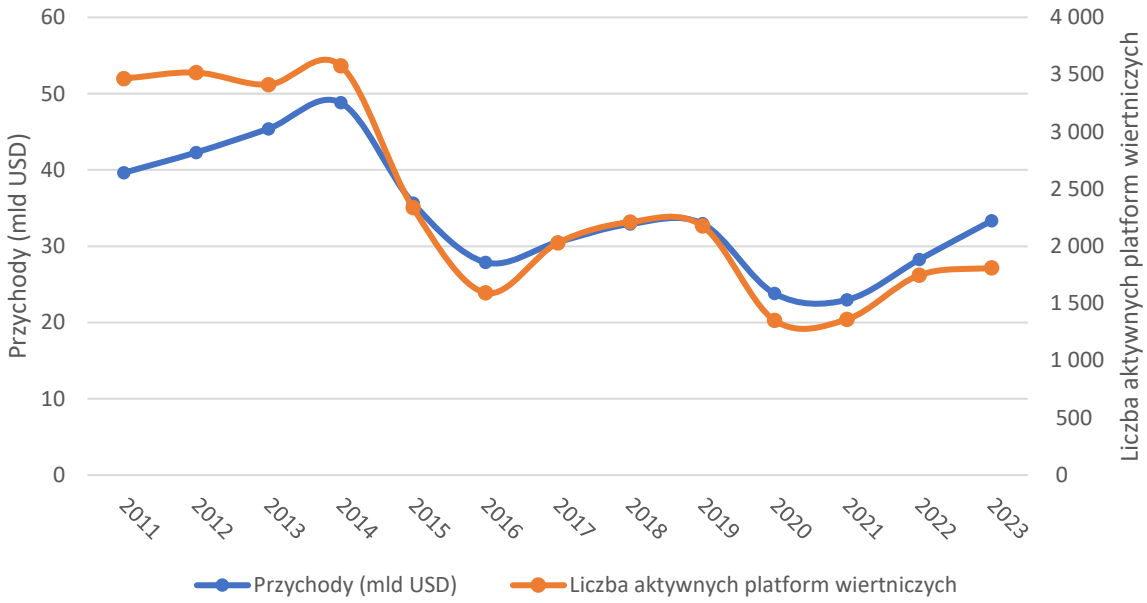
Walidacja prognostyczna modelu

Ocenę prognozy poza próbą przeprowadzono dla 2024 r., którego nie uwzględniono w estymacji modelu. Prognoza wyniosła około 30,82 mld USD wobec 36,47 mld USD w przyjętym zbiorze danych. Bezwzględny błąd procentowy, obliczony na wartościach niezaokrąglonych, wyniósł około 15,5%. Prognozę uzyskano przez zastosowanie funkcji wykładniczej do prognozowanego logarytmu przychodów, bez dodatkowej korekty związanej z powrotem do wartości wyrażonych w USD. Dla 2024 r. model niedoszacował przychodów i nie odtworzył kierunku ich zmiany względem poprzedniego roku: prognoza wskazywała na spadek, podczas gdy w danych odnotowano wzrost. Wynik ten wskazuje na ograniczenia prognozy w analizowanym przypadku, ale nie przesądza o ogólnej użyteczności modelu do opisu zależności w badanej próbie. Ocena jego zdolności prognostycznej wymagałaby sprawdzenia prognoz dla większej liczby okresów.

Czynniki aktywności w sektorze usług naftowych

W analizie przychodów SLB wykorzystano dwa wskaźniki aktywności sektora: globalną produkcję ropy oraz liczbę aktywnych urządzeń wiertniczych. Pierwszy przybliża skalę działalności wydobywczej, a drugi intensywność prac wiertniczych. Wskaźniki te opisują różne aspekty działalności sektora, lecz nie mierzą bezpośrednio popytu na usługi SLB.

Rysunek 1. Liczba aktywnych platform wiertniczych a przychody Schlumberger (2011-2023)



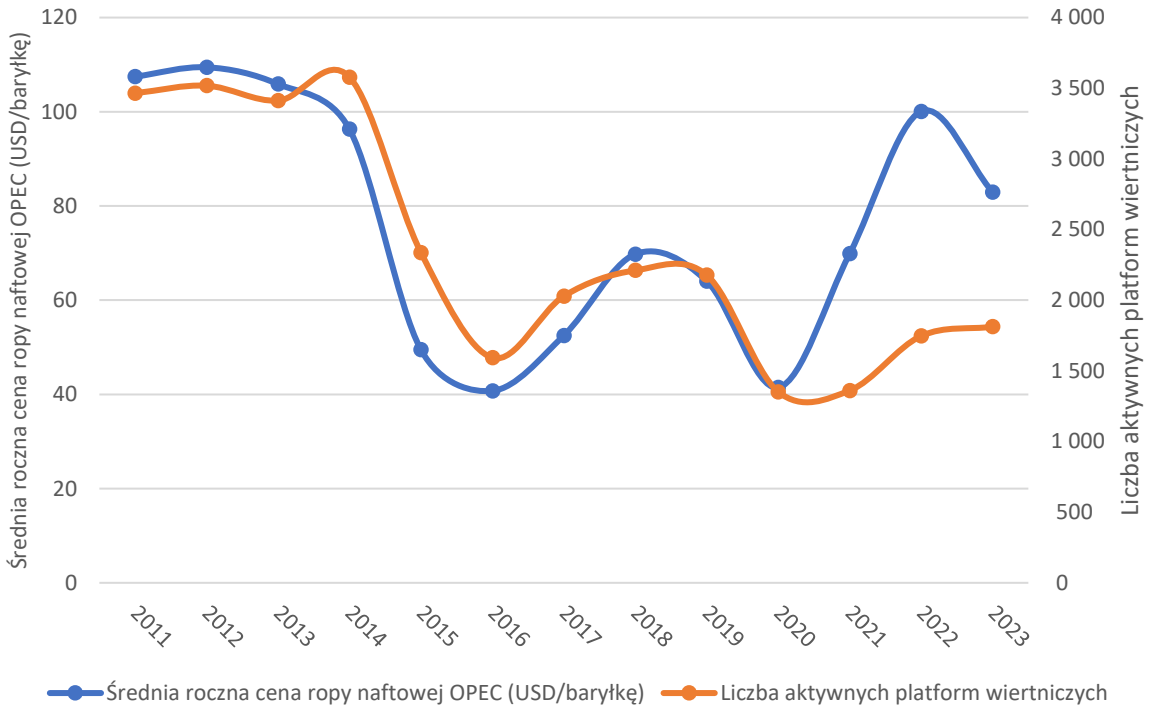
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SLB i Baker Hughes.

W latach 2015-2016 oraz w 2020 r. spadkom liczby aktywnych urządzeń wiertniczych towarzyszyły spadki przychodów SLB. W 2021 r. liczba urządzeń nieznacznie wzrosła, podczas gdy przychody nadal malały. Wskazuje to, że sama liczba urządzeń nie wyjaśnia wszystkich zmian przychodów spółki.

Pośrednia rola ceny ropy naftowej

W przedstawionym modelu głównym nie oszacowano parametru przy cenie ropy, dlatego jego wyniki nie rozstrzygają o bezpośrednim związku ceny z przychodami SLB. Potencjalne znaczenie ceny rozpatrzono przez jej związek z aktywnością wiertniczą. Jest to interpretacja możliwego mechanizmu ekonomicznego, a nie jego identyfikacja przyczynowa. Wzrost cen ropy może zwiększać opłacalność projektów wydobywczych, sprzyjać wzrostowi nakładów inwestycyjnych producentów oraz intensyfikacji prac wiertniczych. Większa aktywność wiertnicza może z kolei zwiększać zapotrzebowanie na usługi świadczone przez SLB. Hipotezę tego mechanizmu przedstawiono na schemacie 1. Model pomocniczy pozwala zbadać statystyczny związek ceny ropy z liczbą aktywnych urządzeń wiertniczych, lecz nie potwierdza wszystkich etapów przedstawionego mechanizmu. Przyjęta specyfikacja jest liniowa i uwzględnia cenę z tego samego roku, dlatego nie pozwala ocenić ewentualnych zależności nieliniowych ani opóźnionej reakcji aktywności wiertniczej na zmiany cen.

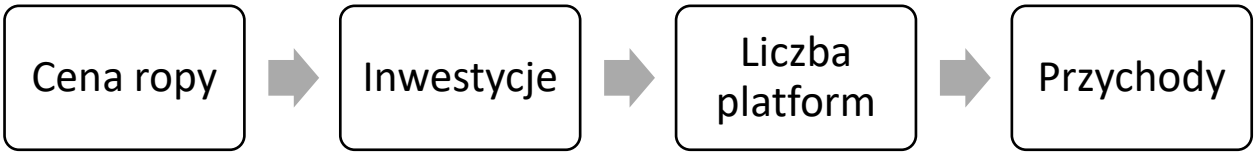
Rysunek 2. Cena ropy krajów OPEC a liczba platform wiertniczych (2011–2023)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych OPEC i Baker Hughes.

Zestawienie ceny ropy i liczby aktywnych urządzeń wiertniczych pozwala porównać przebieg obu szeregów w czasie, ale samo w sobie nie rozstrzyga o kierunku ani przyczynowym charakterze ich związku.

Schemat 1. Mechanizm transmisji wpływu ceny ropy na przychody przedsiębiorstw usługowych w sektorze naftowym



Źródło: opracowanie własne.

Schemat przedstawia hipotezę pośredniego oddziaływania ceny ropy na przychody przedsiębiorstw usługowych poprzez decyzje inwestycyjne producentów i aktywność wiertniczą. Poszczególne powiązania oznaczają możliwe zależności ekonomiczne, których przyczynowego charakteru nie zweryfikowano w przedstawionym badaniu.

Model pomocniczy dla liczby platform wiertniczych

Uzupełniająco oszacowano model zależności między liczbą aktywnych urządzeń wiertniczych a ceną ropy oraz zmiennymi oznaczającymi lata pandemii COVID-19 i pełnoskalowej wojny w Ukrainie. Model opisuje związki statystyczne, lecz nie potwierdza przyczynowego mechanizmu pośredniego wpływu ceny na przychody SLB. Na podstawie danych rocznych z lat 2011–2023 oszacowano następujące równanie:

$$\widehat{X}_{2,t} = 792{,}09 + 24{,}71 \cdot \mathrm{OIL}_t - 811{,}58 \cdot \mathrm{COVID}_t - 1274{,}15 \cdot \mathrm{WAR}_t$$

gdzie:

$\widehat{X}_{2,t}$ – liczba aktywnych platform wiertniczych,

OIL_t – średnia roczna cena ropy OPEC,

COVID_t – zmienna zero-jedynkowa przyjmująca wartość 1 w latach 2020–2021 oraz 0 w pozostałych latach próby,

WAR_t – zmienna zero-jedynkowa przyjmująca wartość 1 w latach 2022–2023 oraz 0 w pozostałych latach próby.

Wzrost średniej rocznej ceny koszyka OPEC Reference Basket o 1 USD za baryłkę wiąże się w modelu z liczbą aktywnych urządzeń wiertniczych wyższą o około 24,71, przy pozostałych zmiennych niezmienionych. Lata oznaczone zmienną COVID wiążą się z liczbą urządzeń niższą o około 811,58, a lata oznaczone WAR – o około 1274,15, przy tej samej cenie ropy i niezmienionej wartości drugiej zmiennej zero-jedynkowej. Parametry te opisują różnice między wyróżnionymi okresami, lecz nie oddzielają skutków pandemii i wojny od innych zmian występujących w tych samych latach. Współczynnik determinacji $R^2 = 0{,}9060$ oznacza, że około 90,6% zmienności liczby aktywnych platform wiertniczych zostało wyjaśnione przez przyjęte zmienne objaśniające. Standardowy błąd oszacowania wyniósł 299,59, co wskazuje na relatywnie dobre odwzorowanie danych empirycznych przez model. Na podstawie modelu pomocniczego wyznaczono prognozę średniej rocznej liczby aktywnych urządzeń wiertniczych na 2024 r. Przyjęto cenę koszyka OPEC Reference Basket równą 91,515 USD za baryłkę, stanowiącą średnią z lat 2022-2023, oraz wartości COVID = 0 i WAR = 1. Otrzymano prognozę około 1780 urządzeń. Standardowy błąd prognozy wyniósł około 367 urządzeń, czyli 20,62% prognozowanej wartości. Jest to miara niepewności wynikająca z modelu i przyjętych założeń, a nie błąd obliczony przez porównanie prognozy z rzeczywistą liczbą urządzeń.

Tabela 4. Wyniki diagnostyki modelu regresji dla liczby aktywnych platform wiertniczych (OLS, 2011-2023)

Test	Statystyka	p-value	Wniosek
RESET	2,8518	0,1242	Nie odrzucono H_0
White	5,4546	0,4869	Nie odrzucono H_0
Breusch–Pagan	1,1824	0,7572	Nie odrzucono H_0
Normalność reszt (Doornik-Hansen)	1,9208	0,3827	Nie odrzucono H_0
Autokorelacja (LM, rząd 1)	0,0006	0,9807	Nie odrzucono H_0
Autokorelacja (LM, rząd 2)	0,4965	0,6286	Nie odrzucono H_0
Autokorelacja (LM, rząd 3)	0,3318	0,8033	Nie odrzucono H_0

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych OPEC i Baker Hughes.

Wnioski sformułowano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej nie oznacza jej potwierdzenia. Test RESET dotyczy postaci funkcyjnej modelu i nie rozstrzyga o kompletności zestawu zmiennych ani o przyczynowym charakterze zależności. Prognozowaną liczbę urządzeń z modelu pomocniczego wykorzystano następnie do wyznaczenia prognozy przychodów SLB w modelu głównym. Wynik zależy od przyjętych założeń oraz niepewności obu modeli.

Wpływ czynników makroekonomicznych

W 2020 r., w okresie pandemii COVID-19, odnotowano spadek zarówno liczby aktywnych urządzeń wiertniczych, jak i przychodów SLB. W modelu pomocniczym odrębnie wyróżniono lata 2022–2023 za pomocą zmiennej WAR, odnoszącej się do okresu pełnoskalowej wojny w Ukrainie. Jej współczynnik opisuje różnicę warunkową przy uwzględnieniu pozostałych zmiennych modelu, lecz nie pozwala przypisać tej różnicy wyłącznie wojnie. Spadek cen ropy rozpoczęty w 2014 r. wiązał się m.in. ze wzrostem podaży, osłabieniem popytu oraz zmianą polityki OPEC (Baffes et al., 2015). W analizowanym zbiorze danych w latach 2015–2016 odnotowano również spadki liczby urządzeń wiertniczych i przychodów SLB. Zestawienie tych zmian nie pozwala jednak przypisać ich wyłącznie jednemu czynnikowi.

Tabela 5. Zmiany liczby platform wiertniczych oraz wartości przychodów SLB w latach 2014-2016

Rok	Liczba aktywnych platform wiertniczych	Zmiana r/r (%)	Przychody (mld USD)	Zmiana r/r (%)
2014	3 578	-	49	-
2015	2 337	-35%	36	-27%
2016	1 593	-32%	28	-22%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SLB i Baker Hughes.

Tabela 6. Zmiany liczby platform wiertniczych oraz wartości przychodów SLB w okresie COVID-19 (2019-2022)

Rok	Liczba aktywnych platform wiertniczych	Zmiana r/r (%)	Przychody (mld USD)	Zmiana r/r (%)
2019	2 177	-	33	-
2020	1 352	-38%	24	-28%
2021	1 361	1%	23	-3%
2022	1 747	28%	28	23%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SLB i Baker Hughes.

W 2020 r. spadły zarówno liczba aktywnych urządzeń wiertniczych, jak i przychody SLB. W 2021 r. kierunki zmian były odmienne, a w 2022 r. obie wielkości wzrosły. Zestawienie nie rozstrzyga o przyczynowym charakterze tej zależności.

Ograniczenia badania

Badanie obejmuje 13 obserwacji rocznych dotyczących jednej spółki. Niewielka próba ogranicza precyzję oszacowań oraz zdolność testów diagnostycznych do wykrywania naruszeń założeń modelu (Wooldridge, 2013). Wyniki mogą być wrażliwe na pojedyncze lata, a wysokie dopasowanie w próbie nie przesądza o trafności prognoz poza nią. Zastosowane wskaźniki mają charakter zagregowany i nie odzwierciedlają w pełni struktury geograficznej i segmentowej działalności SLB. Zestawienie Baker Hughes ma ograniczone pokrycie geograficzne, a zmiany produktywności urządzeń mogą osłabiać związek między ich liczbą a wielkością produkcji. Model pomija również nakłady inwestycyjne klientów SLB, kursy walutowe, zmiany

technologiczne oraz zmiany zakresu działalności spółki. Nakłady klientów przybliżają popyt na usługi i należy je odróżnić od własnych inwestycji SLB. Rozbudowa modelu przy tak krótkiej próbie zmniejszyłaby jednak liczbę stopni swobody i mogłaby zwiększyć niepewność oszacowań. Specyfikacja nie uwzględnia opóźnień między zmianami cen ropy, decyzjami inwestycyjnymi i realizacją przychodów. Przedstawione testy diagnostyczne nie rozstrzygają również kwestii trendów i możliwej niestacjonarności szeregów. Ponadto zmiany nominalnych przychodów mogą odzwierciedlać zarówno zmiany skali działalności, jak i cen świadczonych usług. Wyniki należy zatem interpretować jako zależności statystyczne, bez przypisywania im charakteru przyczynowego. Ocenę prognozy poza próbą oparto wyłącznie na 2024 r., co nie pozwala na ogólne potwierdzenie zdolności prognostycznej modelu. Wyników dotyczących SLB nie należy bezpośrednio uogólniać na cały sektor usług naftowych. Dalsze badania mogą objąć dłuższy okres, porównanie kilku spółek oraz uwzględnienie opóźnień i dodatkowych zmiennych opisujących inwestycje i strukturę działalności.

Wnioski

Analiza danych z lat 2011–2023 wskazuje na dodatnie związki przychodów SLB z liczbą aktywnych urządzeń wiertniczych oraz globalną produkcją ropy. Parametr przy liczbie urządzeń jest istotny na poziomie 5%, natomiast przy produkcji osiąga istotność na poziomie 10%, lecz nie 5%. Wyniki uzasadniają uwzględnianie wskaźników operacyjnych w analizie przychodów spółki. Nie rozstrzygają jednak o ich przewadze nad ceną ropy ani o braku jej bezpośredniego związku z przychodami. Model pomocniczy opisuje zależność aktywności wiertniczej od ceny ropy i zmiennych oznaczających wybrane okresy zaburzeń. Pozwala rozpatrywać hipotezę pośredniej roli ceny, ale nie potwierdza przyczynowego charakteru tego mechanizmu. Współczynniki zmiennych COVID i WAR nie oddzielają skutków pandemii i wojny od innych zmian występujących w tych samych latach. Prognoza na 2024 r. nie doszacowała przychodów i nie odtworzyła kierunku ich zmiany względem poprzedniego roku. Wynik ten wskazuje na ograniczenia zastosowania modelu w tym przypadku, ale pojedyncza obserwacja nie wystarcza do ogólnej oceny jego zdolności prognostycznej. Ze względu na niewielką próbę i analizę jednej spółki badanie ma charakter eksploracyjny. Jego praktyczną wartością jest wskazanie zależności między aktywnością sektora a przychodami SLB, które mogą stanowić punkt wyjścia do dalszych analiz. Rozwinięcie badania wymaga porównania alternatywnych modeli, rozszerzenia próby oraz oceny prognoz dla większej liczby okresów.

Bibliografia

Apergis, N., Ewing, B. T., & Payne, J. E. (2016). A time series analysis of oil production, rig count and crude oil price: Evidence from six U.S. oil producing regions. *Energy, 97*, 339–349. https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.028

Baffes, J., Kose, M. A., Ohnsorge, F., & Stocker, M. (2015). *The great plunge in oil prices: Causes, consequences, and policy responses* (Policy Research Note No. 15/01). World Bank. https://documents1.worldbank.org/curated/en/726831468180852545/pdf/The0great0plun0and0policy0responses.pdf

Baker Hughes. (n.d.-a). *FAQs*. https://rigcount.bakerhughes.com/rig-count-faqs

Baker Hughes. (n.d.-b). *Worldwide rig count*. Retrieved September 20, 2026, from https://rigcount.bakerhughes.com/intl-rig-count

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2019). *Annual statistical bulletin 2019*. https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/ASB_2019.pdf

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2022). *Annual statistical bulletin 2022*. https://www.opec.org/assets/assetdb/asb-2022.pdf

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2025). *Annual report 2024*. https://opec.org/assets/assetdb/annual-report-2024.pdf

SLB. (n.d.). *Annual reports & proxies*. Retrieved September 20, 2026, from https://investorcenter.slb.com/financials/annual-reports-proxies

Statista. (n.d.). *Oil production worldwide (in million metric tons)*. https://www.statista.com/statistics/265229/global-oil-production-in-million-metric-tons/

United States International Trade Commission. (2003). *Oil and gas field services: Impediments to trade and prospects for liberalization* (USITC Publication No. 3582). https://www.usitc.gov/publications/332/pub3582.pdf

Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory econometrics: A modern approach* (5th ed.). South-Western Cengage Learning.