

Mirosław Rzycznik*, Andrzej Józwiak**

**WPLYW CZASU EKSPLOATACJI ŚWIDRÓW GRYZOWYCH
NA MECHANICZNE PARAMETRY
TECHNOLOGII WIERCENIA OTWORÓW*****

1. WSTĘP

Poprawa jakości materiałów używanych do produkcji narzędzi wierzących, stosowanie nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych oraz wykorzystywanie dopracowanych metod optymalizacyjnych oraz metod stabilizacji przewodu wiertniczego, może skutkować zauważalnymi zmianami wartości parametrów mechanicznych procesu wiercenia otworów.

Celem badań było stwierdzenie, czy na przestrzeni kilkuletniego okresu stosowania narzędzi wierzących, w wybranym rejonie wierzeń, można zaobserwować istotne zmiany wartości nacisków osiowych, prędkości obrotowych oraz iloczynu tych wartości w funkcji roku zastosowania badanych narzędzi, czy też istotne zmiany analizowanych parametrów nie występują, co mogłoby świadczyć o ustabilizowaniu się jakości narzędzi wierzących oraz stosowaniu optymalnego procesu wiercenia otworów.

Rozwiązania postawionego problemu dokonano na drodze analizy statystycznej zgromadzonych prób danych przemysłowych [1].

2. ANALIZA DANYCH PRZEMYSŁOWYCH

Do badań statystycznych wyselekcjonowano dwie reprezentatywne grupy świrdrów typu M1TZX (kod IADC 135) [4], produkcji Fabryki Maszyn GLINIK S.A. w Gorlicach:

- 1) o średnicy $D_s = 0,216$ m i liczności próby $n_p = 41$ (tab. 1, kol. 9);
- 2) o średnicy $D_s = 0,311$ m i liczności próby $n_p = 34$ (tab. 1, kol. 9).

Wiercono nimi otwory w warstwach miocenu w rejonie Tarnowa w latach od 1993 do 2000, wykonywane przez PNiG w Krakowie.

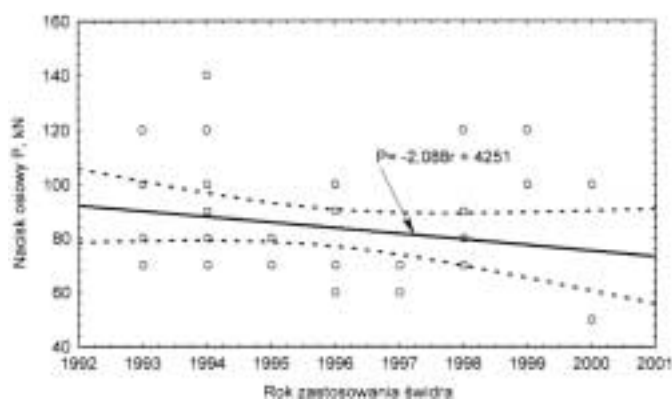
* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków
** Absolwent Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków
*** Praca wykonana w ramach badań statutowych nr 11.190.01

Tabela 1

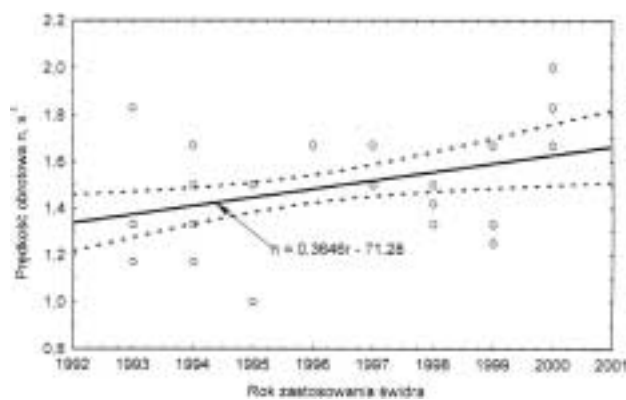
Zestawienie wyników analizy zależności zmian mechanicznych parametrów technologii wiercenia otworów od czasu zastosowania narzędzi wierzących

Lp.	Średnica świdra D_s , m	Równanie regresji liniowej	Test istotności dla współczynnika korelacji			Test istotności dla współczynnika regresji liniowej		Liczność próby n_p
			Współczynnik korelacji $ R $	Krytyczna wartość współczynnika korelacji, $R(\alpha, \nu)$	Współczynnik determinacji, R^2	Statystyka t-Studenta $ t $	Krytyczna wartość statystyki t-Studenta $t(\alpha, \nu)$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,216	$P = -2,088r + 4251$	0,2177	0,3010	0,0474	1,3933	2,0231	41
2		$n = 0,3646r - 71,28$	0,4030	0,3010	0,1624	2,7497	2,0231	41
3		$P_p n = -1,891r + 4341,3$	0,0312	0,3010	0,0010	0,1951	2,0231	41
4	0,311	$P = -4,481r + 9021,6$	0,3850	0,3395	0,1482	2,3599	2,0378	34
5		$n = 0,0372r - 72,58$	0,2784	0,3395	0,0775	1,6398	2,0378	34
6		$P_p n = -15r + 30340$	0,2105	0,3395	0,0443	1,2180	2,0378	34
7	0,216	$P_j = -19,34r + 38921,88$	0,3661	0,2275	0,1344	3,3668	1,9934	75
8	0,311	$P_p n = -16,3r + 33038,95$	0,2209	0,2275	0,0488	1,9359	1,9934	75

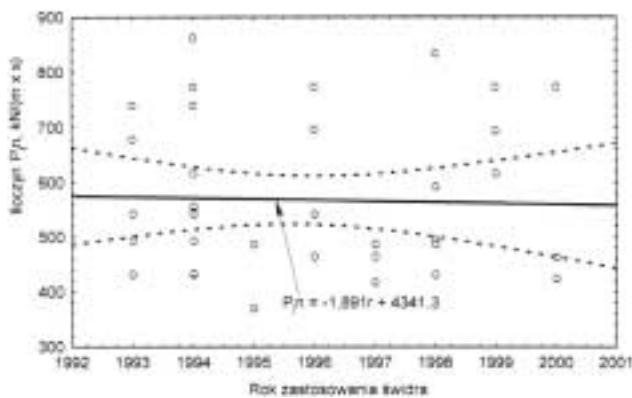
W toku badań wykonano wykresy rozrzutu punktów pomiarowych dla nacisków osiowych (rys. 1 i 4), prędkości obrotowych (rys. 2 i 5) oraz iloczynów jednostkowych nacisków osiowych i prędkości obrotowych (rys. 3 i 6) od czasu, w którym zastosowano wybrane narzędzia wierzące. Uzyskane wykresy wskazują na znaczne rozproszenie punktów pomiarowych.



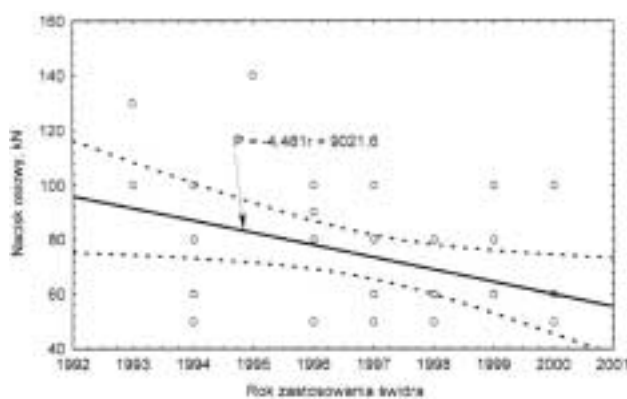
Rys. 1. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności nacisku osiowego od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,216 m



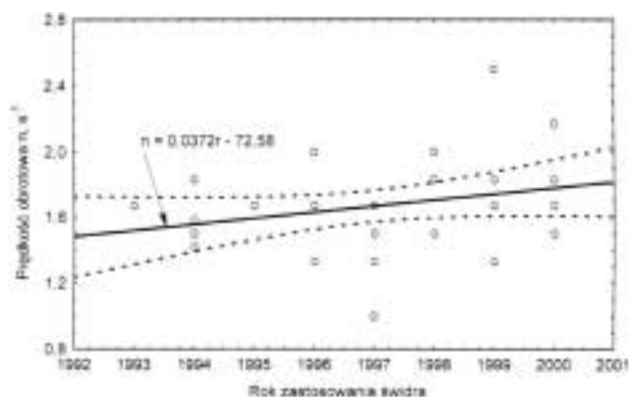
Rys. 2. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności prędkości obrotowej od czasu zastosowania świrdrów o średnicy 0,216 m



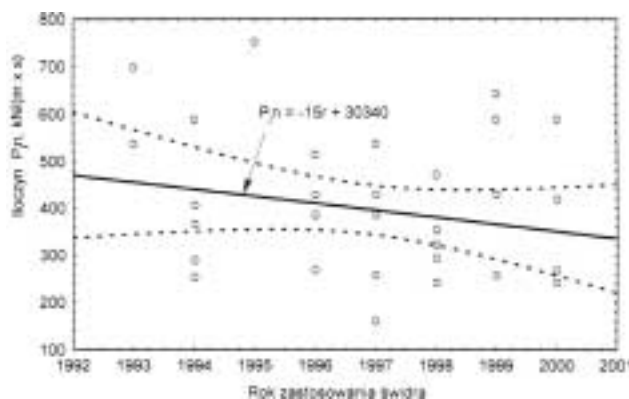
Rys. 3. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności iloczynu jednostkowego nacisku osiowego i prędkości obrotowej od czasu zastosowania świrdrów o średnicy 0,216 m



Rys. 4. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności nacisku osiowego od czasu zastosowania świrdrów o średnicy 0,311 m



Rys. 5. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności prędkości obrotowej od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,311 m



Rys. 6. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności iloczynu jednostkowego nacisku osiowego i prędkości obrotowej od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,311 m

Metodą najmniejszych kwadratów oszacowano z próby liniowe funkcje regresji (tab. 1, kol. 3), w tym przypadku najlepiej odwzorowujące dopasowanie punktów pomiarowych do linii regresji. W równaniach regresji czas, będący zmienną niezależną, reprezentował rok, w którym poszczególne świdry były zastosowane. Następnie wykonano testy istotności dla współczynników korelacji, stawiając hipotezę podstawową $H_0: r = 0$ wobec hipotezy alternatywnej $H_1: r \neq 0$ i wyznaczono wartości krytyczne współczynników korelacji $R(\alpha, \nu)$ (tab. 1, kol. 5) dla ν stopni swobody, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ tak, by $p\{|R| \geq R(\alpha, \nu)\} = \alpha$ [6].

Porównanie wyliczonych z próby (tab. 1, kol. 4) oraz krytycznych wartości współczynników korelacji wskazuje, że jedynie dla zależności zmian prędkości obrotowej od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,216 m (tab. 1, lp. 2) oraz zależności zmian nacisku osiowego od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,311 m (tab. 1, lp. 4) uzyskano zależności $|R| > R(\alpha, \nu)$, co oznacza, że w tych przypadkach nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o istotnie różnych od zera wartościach, obliczonych z próby, współczynników korelacji.

W pozostałych przypadkach, ze względu na uzyskane zależności

$$|R| < R(\alpha, \nu),$$

należy przyjąć hipotezę podstawową H_0 o braku zależności między korelowanymi zmiennymi.

W celu potwierdzenia hipotezy o braku istotnej siły zależności między badanymi zmiennymi wykonano testy istotności dla współczynników regresji liniowej wyznaczonych równań, stawiając hipotezę podstawową $H_0: a = 0$ o braku różnej od zera wartości współczynnika regresji liniowej wobec hipotezy alternatywnej $H_1: a \neq 0$ o istotnie różnej od zera wartości tego współczynnika.

Z tablicy rozkładu t-Studenta, dla przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0,05$ oraz i stopni swobody odczytano krytyczne wartości statystyki t tak żeby $p\{|t| > t(\alpha, \nu)\} = \alpha$ [2].

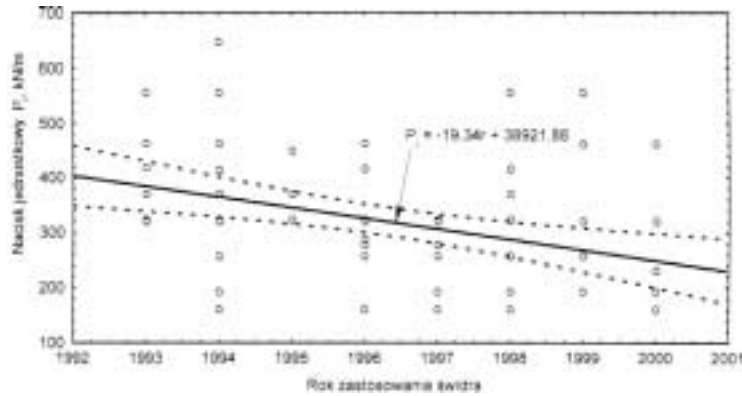
Wyliczone z próby oraz krytyczne wartości statystyki t-Studenta zestawiono w tabeli 1, odpowiednio w kolumnach 7 i 8.

Wyniki testu istotności dla wyznaczonych współczynników regresji liniowej wskazują, że jedynie w dwóch przypadkach, dla których uzyskano zależność $|t| > t(\alpha, \nu)$ można przyjąć hipotezę alternatywną o istotnie różnej od zera wartości współczynników regresji liniowej dla zależności prędkości obrotowej od czasu zastosowania świrdrów o średnicy 0,216 m (tab. 1, lp. 2) oraz dla zależności nacisku osiowego od czasu zastosowania świrdrów o średnicy 0,311 m (tab. 1, lp. 4).

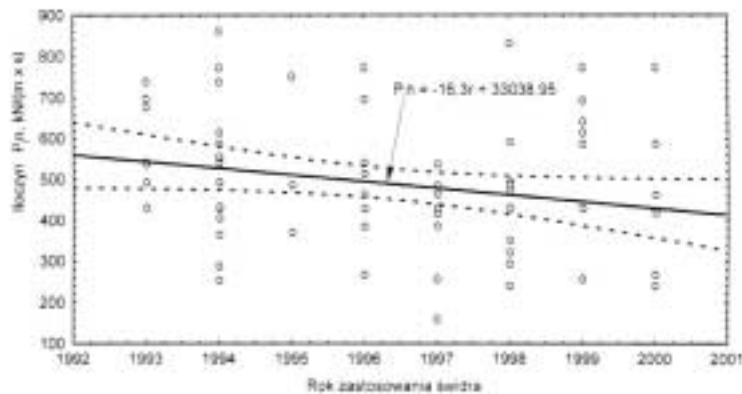
W pozostałych przypadkach, dla których uzyskano zależność $|t| < t(\alpha, \nu)$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy podstawowej przeprowadzonego testu istotności. Oznacza to, że współczynniki regresji z próby nie różnią się w sposób istotny od zera, co wskazuje na brak zależności między badanymi zmiennymi (tab. 1, lp. 1, 3, 5, 6).

Weryfikując uzyskane wyniki, przeprowadzono podobne jak poprzednio analizy statystyczne dla zależności jednostkowego nacisku osiowego oraz iloczynu jednostkowego nacisku osiowego i prędkości obrotowej od czasu zastosowania świrdrów dla próby o liczności $n_p = 75$ będącej sumą danych dla świrdrów o średnicy 0,216 m i 0,311 m. Wyniki obliczeń statystycznych zestawiono w tabeli 1 (odpowiednio lp. 7 i 8), a wykresy rozrzutu punktów pomiarowych na rysunkach 7 i 8. W efekcie uzyskano potwierdzenie wyników uzyskanych w poprzednich analizach, o niewielkiej sile zależności jednostkowego nacisku osiowego od czasu eksploatacji świrdra i równocześnie o braku zależności funkcyjnej pomiędzy iloczynem jednostkowego nacisku osiowego i prędkości obrotowej a czasem zastosowania świrdrów.

Analizując wartości współczynników determinacji [5] (tab. 1, kol. 6), należy zauważyć, że również moc tych testów, w których odrzucono hipotezy podstawowe na rzecz hipotez alternatywnych, jest niewielka. Wyznaczone równania regresji nie mogą więc stanowić podstawy dla prognozowania wartości badanych parametrów technologii wiercenia w analizowanym rejonie w funkcji czasu, lecz jedynie umożliwiają wykreślenie linii na wykresach rozrzutu punktów pomiarowych i zobrazowanie w sposób graficzny, potwierdzonego w wyniku analiz statystycznych, braku istotnych zmian mechanicznych parametrów technologii wiercenia otworów w przyjętym, dla oceny zagadnienia, czasie.



Rys. 7. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności jednostkowego nacisku osiowego od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,216 i 0,311 m



Rys. 8. Wykres rozrzutu punktów pomiarowych oraz prostej regresji zależności iloczynu jednostkowego nacisku osiowego i prędkości obrotowej od czasu zastosowania świdrów o średnicy 0,216 i 0,311 m

3. WNIOSKI

Z przeprowadzonych analiz statystycznych, na wybranych próbach danych przemysłowych, w przyjętym okresie czasu, wynikają następujące wnioski:

- Nie obserwuje się istotnych zmian mechanicznych parametrów technologii wiercenia w funkcji czasu, w którym zastosowano badane świdry.
- Wiercenie otworów jest złożonym, wieloparametrowym procesem technologicznym. Przyjęcie w analizach statystycznych, tylko jednej zmiennej niezależnej mogło mieć wpływ na zauważone niewielkie tendencje zmian mechanicznych parametrów technologii wiercenia w funkcji czasu.
- W dobrze rozpoznanych warunkach geologiczno-wiertniczych, przy ustabilizowanej jakości narzędzi wierzących, stosowano mechaniczne parametry technologiczne z ustalonego przedziału wartości.

- Zmian wartości nacisków osiowych i prędkości obrotowych dokonywano w taki sposób, że iloczyny jednostkowych nacisków osiowych i prędkości obrotowych świderów nie zmieniały się w sposób istotny.
- Wyznaczone równania regresji liniowej nie mogą stanowić podstawy dla prognozowania zmian wartości mechanicznych parametrów technologii wiercenia otworów w analizowanym rejonie geologicznym

SPIS OZNACZEŃ

- D_s – średnica świdra, m;
- H_0 – hipoteza podstawowa;
- H_1 – hipoteza alternatywna;
- n – prędkość obrotowa świdra, s^{-1} ;
- n_p – licznosc próby, jednośc;
- p – prawdopodobienstwo zajscia zdarzenia, jednośc;
- P – nacisk osiowy na świder, N;
- P_j – jednostkowy nacisk osiowy na świder, N/m;
- R – współczynnik korelacji z próby, jednośc;
- R^2 – współczynnik determinacji, jednośc;
- $R(\alpha, \nu)$ – krytyczna wartość współczynnika korelacji, jednośc;
- r – rok eksploatacji świdra;
- t – statystyka t-Studenta z próby, jednośc;
- $t(\alpha, \nu)$ – krytyczna wartość statystyki t-Studenta, jednośc;
- poziom istotności, jednośc;
- ν – liczba stopni swobody, jednośc;
- współczynnik korelacji w populacji, jednośc.

LITERATURA

- [1] Bazy danych PNiG w Krakowie
- [2] Greń J.: *Statystyka matematyczna. Modele i zadania*. Warszawa, PWN 1978
- [3] Józwiak A.: *Analiza zmian, w funkcji czasu, wartości mechanicznych parametrów technologii wiercenia otworów normalnośrednicowych wykonywanych w rejonie Przedgórze Karpat*. Kraków, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH 2004 (praca dyplomowa)
- [4] Szostak L. i in.: *Narzędzia wierzące*. Kraków, AGH 1996
- [5] Zajac K.: *Zarys metod statystycznych*. Warszawa, PWN 1982
- [6] Zieliński R.: *Tablice statystyczne*. Warszawa, PWN 1972