

„Obniżenie kosztów eksploatacji stacji odwadniania odpadów flotacyjnych poprzez zastosowanie nowoczesnej prasy filtracyjnej”

Marek Lenartowicz – Biuro Projektów PROREM sp. z o.o.,

Bartosz Piechaczek – PROREM sp. z o.o.,

Grzegorz Gruszka – PROREM sp. z o.o.,

Andrzej Pyc – Biuro Projektów PROREM sp. z o.o.,

Henryk Kaczmarczyk – JSW SA KWK Krupiński.

Streszczenie: Celem artykułu jest ocena możliwości obniżenia kosztów eksploatacji stacji odwadniania odpadów flotacyjnych dzięki użyciu nowoczesnej technologii. Autorzy argumentują, iż wymiana urządzeń, których konstrukcja powstała pół wieku temu, na ich nowoczesne odpowiedniki może skutkować znaczącymi oszczędnościami. Twierdzenie to poparte jest doświadczeniami płynącymi z użytkowania prasy filtracyjnej typu GHT 2000 zabudowanej w KWK Krupiński.

Abstract: The aim of the paper is the evaluation of possibilities to reduce the running costs of a flotation tailings dewatering station by using modern technology. The authors argue that replacing machines whose design is half a century old with their modern counterparts can result in substantial savings. This claim is supported by experience derived from the usage of a GHT 2000 filter press at Krupiński coal mine.

Słowa kluczowe:odwadnianie, odpady flotacyjne, prasa komorowa PF ROW 570, prasa filtracyjna typu GHT 2000.

Keywords: dewatering, flotation tailings, PF ROW 570 filter press, GHT 2000 filter press.

1. Wprowadzenie

W Polskim górnictwie węgla kamiennego stosuje się system ścianowy eksploatacji węgla. W systemie tym najczęściej stosowany sposób urabiania stanowi technika kombajnowa (urabianie poprzez frezowanie) [Ostrihansky 1996; Piechota 2003; Turek i inni 2008]. Kombajny w trakcie eksploatacji silnie kruszą i mielő węgiel oraz otaczającą skałę. Średni skład ziarnowy urobku uzyskiwanego w wyniku urabiania przy wykorzystaniu kombajnów ścianowych jest następujący [Blaschke 2001; Dubiński, Turek, Aleksa 2006; Janik J., Janik K., Janik T., 2000]:

- ziarna 200–20 mm – grube sortymenty – 15–20%,
- ziarna 20–0 mm – miał – 80–85%, w tym ziarna 0,5–0 mm – 20–25%.

Dodatkowo ziarna poniżej 0,5 mm powstają w wyniku transportu, a także samych procesów wzbogacania węgla kamiennego.

Ziarna te w przypadku węgla koksowego jak i niektórych węgli energetycznych wzbogaca się metodą flotacji [Lenartowicz 2007, Sablik 1998]. W wyniku wzbogacania węgla kamiennego w klasie 0,5 (0,3)–0 mm metodą flotacji uzyskuje się koncentrat flotacyjny i odpady flotacyjne, które należy odvodnić. Zagęszczone odpady flotacyjne najczęściej odwadnia się metodą ciśnieniową w prasach filtracyjnych komorowych o działaniu okresowym, w których rozdział fazy stałej od wody zachodzi w komorze filtracyjnej pomiędzy dwoma płytami [Concha 2014; Nowak 1982].

W polskich kopalniach węgla kamiennego powszechnie stosowane są prasy komorowe typu PF ROW [Nowak 1982; Piechaczek i inni 2014; Tomas, Matusiak, Kwaśny 2013]. Prasy te są urządzeniami typu komorowego o działaniu okresowym, w których płyty są tak ukształtowane, że w ich wnętrzu po dociśnięciu dwóch płyt powstaje komora filtracyjna [Nowak 1982]. Prasy te składają się z płyt kwadratowych o wymiarach boku 1500 mm [Nowak 1982]. Konstrukcja ww. pras pochodzi z lat siedemdziesiątych XX wieku [Nowak 1982; Tomas, Matusiak, Kwaśny 2013].

Jak już wspomniano, w wyniku postępu mechanizacji urabiania węgla kamiennego wzrasta udział bardzo drobnych ziaren w węglu surowym, a co za tym idzie zwiększają się potrzeby w zakresie odwadniania ww. ziaren. Jednym ze sposobów jest zwiększenie wydajności węzła odwadniania odpadów drobnouziarnionych poprzez zastosowanie pras filtracyjnych o większej pojemności [Piechaczek i inni 2014].

W 2012 r., w JSW SA KWK Krupiński do odwadniania odpadów flotacyjnych zabudowano nowoczesną prasę filtracyjną typu GHT 2000.P9. Jest to urządzenie typu komorowego o wymiarach płyt 2000x2000 mm [Piechaczek i inni 2014].

Porównanie prasy filtracyjnej PF ROW 570 i prasy filtracyjnej GHT 2000.P9 zostało przedstawione w artykule pt. „Zwiększenie wydajności stacji odwadniania odpadów flotacyjnych poprzez zastosowanie nowoczesnej prasy filtracyjnej” [Piechaczek i inni 2014].

W niniejszym artykule przedstawiono efekty ekonomiczne wynikające z zastosowania do odwadniania odpadów flotacyjnych prasy filtracyjnej GHT 2000.P9 w JSW SA KWK Krupiński.

2. Węzeł odwadniania odpadów flotacyjnych

W JSW SA KWK Krupiński odwadnia się odpady flotacyjne w ośmiu prasach filtracyjnych PF ROW 570 i jednej prasie filtracyjnej GHT 2000.P9. Materiał podawany do ww. pras filtracyjnych to odpad o uziarnieniu poniżej 0,5 mm (ziarna poniżej 0,063 mm stanowią 80%) i zagęszczeniu 450 g/l.

2.1. Odwadnianie odpadów flotacyjnych w prasach komorowych PF ROW 570

Odpady flotacyjne odwadnia się w ośmiu prasach filtracyjnych komorowych typu PF ROW 1/570₁₋₈.

Charakterystykę techniczną pras komorowych PF ROW 570 zabudowanych w KWK Krupiński przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry techniczne prasy filtracyjnej PF ROW 570 zabudowanej w KWK Krupiński [Piechaczek i inni 2014]

Table 1. Technical parameters of PF ROW 570 filter press installed at Krupiński coal mine [Piechaczek et al. 2014]

Parametr	J.m.	Wartość
Rozmiar płyt	[mm]	1 500 x 1 500
Liczba zabudowanych płyt	–	151

Głębokość komory	[mm]	30
Pojemność płyty	[dm ³]	63,3
Pojemność prasy	[dm ³]	9 495
Powierzchnia filtracyjna płyty	[m ²]	3,84
Powierzchnia filtracyjna prasy	[m ²]	576
Ciśnienie filtracji	[bar]	10
Wydajność prasy w przeliczeniu na placek filtracyjny	[t/d]	115
Ilość filtrowanej nadawy	[m ³ /d]	202,75
Całkowity czas trwania cyklu	[min]	150
Czas trwania etapu rozładunku prasy	[min]	30
Żywotność tkanin	[mies.]	6

Na rysunku 1 pokazano węzeł odwadniania odpadów flotacyjnych w prasach komorowych PF ROW 570.

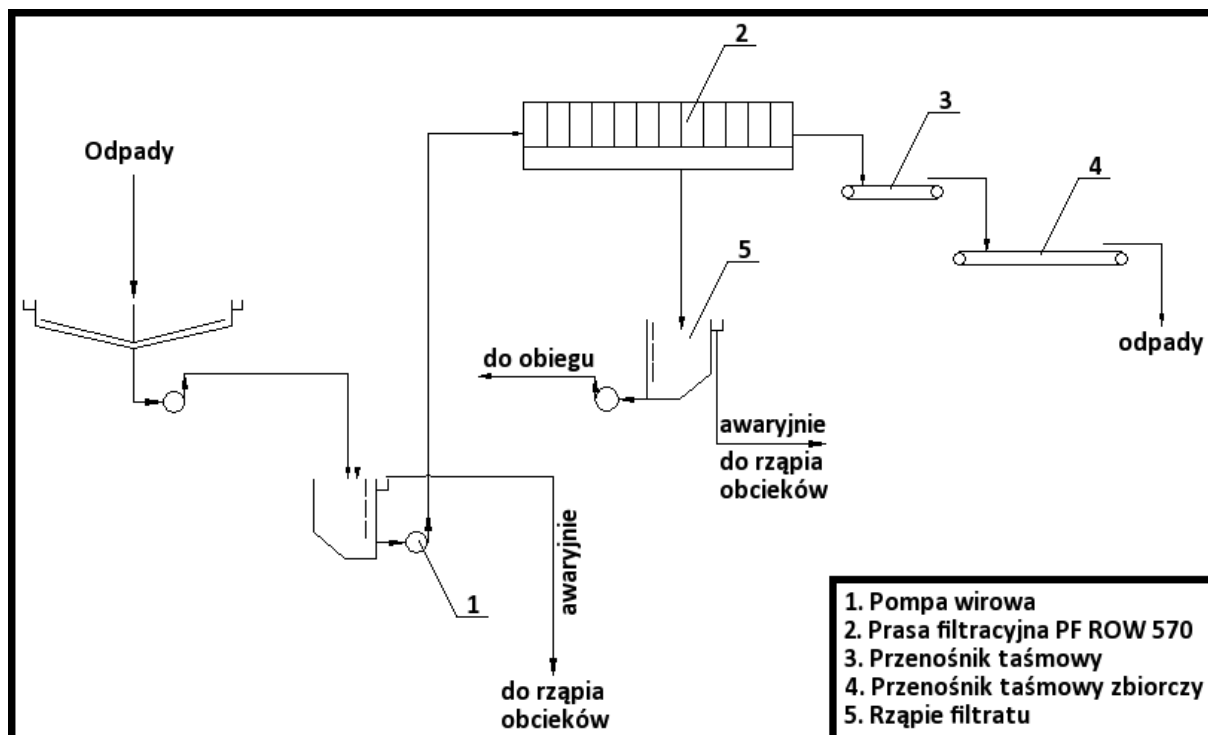
Nadawa do prasy podawana jest poprzez pompę wirową (poz. 1) do kolektora, z którego jest ona kierowana do odpowiedniej prasy filtracyjnej (poz. 2). Cykl pracy prasy komorowej PF ROW 570 (poz. 2) składa się z następujących operacji:

- Zamykanie prasy,
- Napelnianie prasy,
- Odwadnianie placka,
- Otwieranie prasy,
- Rozładunek placka.

Całkowity czas cyklu w prasie filtracyjnej wynosi 150 minut. W tym czas etapu rozładunku prasy wynosi 30 minut.

W wyniku odwadniania uzyskuje się:

- odwodniony placek, który kierowany jest poprzez przenośniki taśmowe (poz. 3 i 4) na składowisko (załadunek odpadów),
- filtrat, kierowany do rzepia filtratu.



Rysunek 1. Wzrost odwadniania odpadów flotacyjnych w prasie PF ROW 570 [Materiały własne]

Figure 1. Flotation tailings dewatering system based on a PF ROW 570 filter press [Own materials]

2.2. 2.2 Odwadnianie odpadów flotacyjnych w prasie GHT 2000.P9

W tabeli 2 przedstawiono charakterystykę techniczną przedmiotowej prasy.

Tabela 2. Parametry techniczne prasy filtracyjnej GHT 2000.P9 zabudowanej w KWK Krupiński [Piechaczek i inni 2014]

Table 2. Technical parameters of GHT 2000.P9 filter press installed at Krupiński coal mine [Piechaczek et al. 2014]

Parametr	J.m.	Wartość
Rozmiar płyt	[mm]	2 000 x 2 000
Liczba zabudowanych płyt	–	117
Głębokość komory	[mm]	25
Pojemność płyty	[dm ³]	82,8
Pojemność prasy	[dm ³]	9604,8
Powierzchnia filtracyjna płyty	[m ²]	6,7
Powierzchnia filtracyjna prasy	[m ²]	777,2
Ciśnienie filtracji	[bar]	13

Wydajność prasy w przeliczeniu na placek filtracyjny	[t/d]	280
Ilość filtrowanej nadawy	[m ³ /d]	484
Całkowity czas trwania cyklu	[min]	70
Czas trwania etapu rozładunku prasy	[min]	10
Żywotność tkanin	[mies.]	18

Na rysunku 2 przedstawiono węzeł odwadniania odpadów flotacyjnych w prasie filtracyjnej komorowej typu GHT 2000.P9.

Prasa (poz. 2) napełniana jest poprzez układ pompowy składający się z pompy wirowej i tłokowo-membranowej (poz. 1). W pierwszym etapie nadawa pompowana jest z dużą prędkością przez pompę wirową. W miarę upływu czasu w komorach gromadzi się coraz więcej części stałych powodując wzrost ciśnienia nadawy przy obniżeniu tempa jej napływu. Po osiągnięciu zadanych wartości ciśnienia i natężenia przepływu pompa wirowa wyłącza się, a załącza się pompa tłokowo-membranowa, która doprowadza etap filtracji do końca, tj. do momentu osiągnięcia zadanego ciśnienia filtrowanego medium.

Harmonogram pracy prasy składa się z następujących operacji:

- zamknięcie prasy siłownikami hydraulicznymi,
- napełnienie prasy za pomocą układu pompowego,
- zakończenie filtracji, zatrzymanie pomp,
- przemycie i przedmuch kolektora nadawczego,
- otwarcie prasy,
- rozładunek prasy.

Prasa filtracyjna GHT 2000.P9 pracuje w trybie automatycznym.

Całkowity czas cyklu odwadniania w prasie tego typu wynosi 70 minut. Czas etapu rozładunku prasy wynosi 10 minut.

W wyniku odwadniania uzyskuje się:

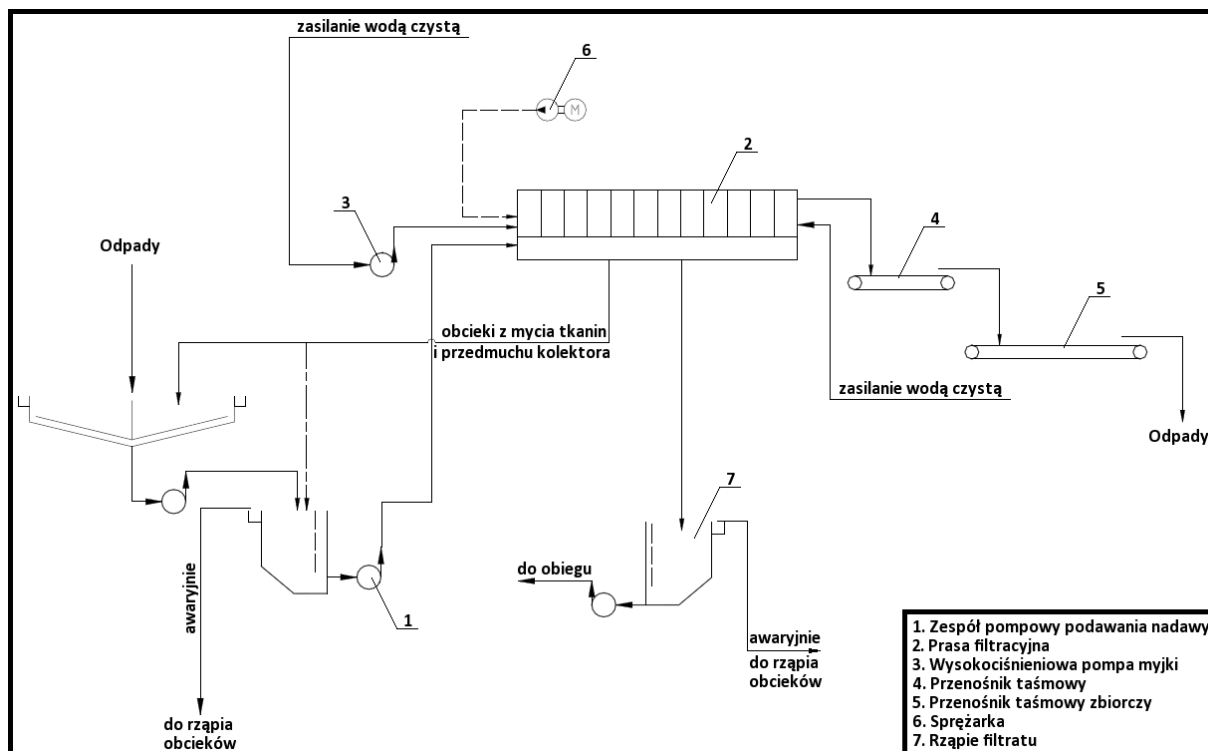
- odwodniony placek, który kierowany jest poprzez przenośniki taśmowe (poz. 4 i 5) na składowisko (załadunek odpadów),
- filtrat, kierowany do rząpia filtratu.

Praca prasy wymaga przedmuchu i przemycia mycia rdzenia prasy (otworów nadawczych w płytach filtracyjnych) oraz umycia tkanin filtracyjnych raz na zmianę roboczą.

W wyniku tych operacji uzyskuje się:

- obcieki z przedmuchu i przemycia kolektora nadawczego,
- obcieki z mycia tkanin,

które kierowane są do zagęszczaczy Dorra lub rząpia nadawy.



Rysunek 2. Wzłoz odwadniania odpadów flotacyjnych w prasie GHT 2000.P9 [Piechaczek i inni 2014]

Figure 2. Flotation tailings dewatering system based on a GHT 2000.P9 filter press [Piechaczek et al. 2014]

3. Efekty ekonomiczne zastosowania prasy GHT 2000.P9

Eksplatacja prasy komorowej typu GHT 2000.P9 wiąże się z kosztami energii elektrycznej, sprężonego powietrza i wody oraz kosztami obsługi prasy, natomiast eksploatacja prasy komorowej typu PF ROW 570 w KWK Krupiński wiąże się z kosztami energii elektrycznej i kosztami obsługi prasy.

W tabeli 3 zestawiono zużycie mediów przez pracujące prasy GHT 2000.P9 i PF ROW 570, natomiast w tabeli 4 przedstawiono porównanie kosztów eksploatacyjnych prasy GHT 2000.P9 oraz PF ROW 570.

Tabela 3. Zużycie mediów przez prasy filtracyjne GHT 2000.P9 i PF ROW 570 zabudowanych w KWK Krupiński [Materiały własne]

Table 3. Utility consumption by GHT 2000.P9 and PF ROW 570 filter presses installed at Krupiński coal mine [Own materials]

Parametr	J.m.	Wartość	
		PF ROW 570	GHT 2000.P9
Typ	–	PF ROW 570	GHT 2000.P9
Zużycie prądu	[kWh/cykl]	464,25	146,39
Zużycie wody	[m ³ /cykl]	0	1,56
Zużycie powietrza	[m ³ /cykl]	0	40

Tabela 4. Koszty eksploatacyjne użytkowania pras filtracyjnych GHT 2000.P9 i PF ROW 570 w KWK Krupiński [Materiały własne]
 Table 4. Running costs of using GHT 2000.P9 and PF ROW 570 filter presses at Krupiński coal mine [Own materials]

Składnik	Prasa PF ROW 570	Prasa GHT 2000.P9
Energia elektryczna	157,85 zł/cykl	49,77 zł/cykl
Woda	0 zł/cykl	2,12 zł/cykl
Sprężone powietrze	0 zł/cykl	1,52 zł/cykl
Obsługa prasy	56,50 zł/cykl	19,16 zł/cykl
Suma	214,35 zł/cykl	72,57 zł/cykl
Odwodnienie 1 tony odpadów	16,50 zł	4,80 zł

Zużycie energii elektrycznej w prasie GHT jest ponad trzykrotnie mniejsze niż w prasie PF ROW dzięki zastosowaniu dwustopniowego układu pompowego nadawy, natomiast w prasie PF ROW nie występują koszty związane z zużyciem wody i sprężonego powietrza. (Tabela 3).

Koszty związane z obsługą prasy PF ROW są około trzykrotnie wyższe niż koszty obsługi prasy GHT ze względu na pełną automatyzację procesu odwadniania w tej drugiej. Z tego względu koszt cyklu odwadniania odpadów w prasie GHT 2000.P9 jest około trzykrotnie mniejszy niż w prasie PF ROW 570. Koszt odwodnienia 1 tony odpadów flotacyjnych w prasie GHT 2000.P9 również jest ponad trzykrotnie niższy od kosztu odwodnienia 1 tony odpadów w prasie PF ROW 570 (Tabela 4).

Porównanie kosztów eksploatacyjnych pracy pras filtracyjnych typu GHT 2000.P9 i typu PF ROW 570 pozwala stwierdzić, że zastosowanie do odwadniania większych i bardziej nowoczesnych pras filtracyjnych zwiększa wydajność węzła odwadniania odpadów [Piechaczek i inni 2014], a także powoduje obniżenie kosztów związanych z eksploatacją stacji odwadniania odpadów.

4. Podsumowanie

Urobek węgla kamiennego zawiera znaczne ilości bardzo drobnych ziaren, które należy wzbogacić, a następnie odwozić. Najczęściej stosowanymi maszynami do odwadniania bardzo drobno uziarnionych odpadów są prasy filtracyjne typu PF ROW 570. W 2012 r. w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla KWK Krupiński została przez firmę PROREM sp. z o.o. zabudowana i uruchomiona nowoczesna prasa filtracyjna typu GHT 2000.P9 włoskiej firmy DIEMME Filtration [Piechaczek i inni 2014].

Analiza wyników eksploatacyjnych uzyskiwanych przez prasę filtracyjną GHT 2000.P9 oraz PF ROW pozwala stwierdzić, że:

1. Zastosowanie do napełniania prasy filtracyjnej GHT dwustopniowego układu pompowego, tj. pompy wirowej i tłokowo-membranowej pozwoliło na znaczne obniżenie kosztów związanych z zużyciem energii elektrycznej.
2. Koszt cyklu odwadniania odpadów w prasie filtracyjnej typu GHT 2000.P9 jest około trzykrotnie niższy niż w przestarzałej prasie filtracyjnej typu PF ROW 570.

3. Koszt odwodnienia 1 tony odpadów flotacyjnych w prasie GHT 2000.P9 jest ponad trzykrotnie niższy od kosztu odwodnienia 1 tony odpadów w prasie PF ROW 570.

Literatura

1. Blaschke Z.: Wzbogacanie węgla kamiennego w Polsce. Inżynieria Mineralna, Styczeń–Czerwiec 2001.
2. Concha F.A.: Solid–Liquid Separation in the Mining Industry. Springer International Publishing Switzerland 2014,
3. Dubiński J., Turek M., Aleksa H.: Postęp w technologii i technice przeróbki mechanicznej węgla w polskich kopalniach. Innowacyjne Systemy Przeróbcze Surowców Mineralnych. CMG KOMAG KOMEKO 2006,
4. Janik J., Janik K., Janik T.: Nowa technologia urabiania węgla. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo z. 246, Gliwice 2000,
5. Lenartowicz M.: Aktywność flotacyjna węgla w korytowej pneumomechanicznej maszynie flotacyjnej w funkcji napięcia powierzchniowego zwilżania. Praca doktorska. Katowice, GIG 2007,
6. Nowak Z.: Gospodarka wodno-mułowa w zakładach przeróbki mechanicznej węgla. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1982,
7. Ostrihansky R.: Eksploatacja podziemna złóż węgla kamiennego. Wyd. Śląsk, Katowice 1996,
8. Piechaczek B., Lenartowicz M., Gruszka G., Pyc A., Kaczmarczyk H.: Zwiększenie wydajności stacji odwadniania odpadów flotacyjnych poprzez zastosowanie nowoczesnej prasy filtracyjnej. Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych. Bezpieczeństwo – Jakość – Efektywność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2014 s. 219–231,
9. Piechota S.: Podstawowe zasady i technologie wybierania kopalin stałych. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2003,
10. Praca zbiorowa pod redakcją Turka M.: Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego., GIG Katowice 2008,
11. Sablik J.: Flotacja węgli kamiennych. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 1998,
12. Tomas A., Matusiak P., Kwaśny K.: Zmodernizowana prasa filtracyjna PFK 570N. KOMEKO 2013, Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych. Bezpieczeństwo – Jakość – Efektywność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 235–244.