

PRZEGLĄD GÓRNICZY

założono 01.10.1903 r.

MIESIĘCZNIK STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW GÓRNICTWA

Nr 1 – 3

(1178– 80)

styczeń-marzec 2021

Tom 77

(LXXVII)



POLEMIKI – DYSKUSJE

„QUO VADIS” polskie górnictwo?

„QUO VADIS” Polish mining?

*Prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś *)*

Treść: W 2000 roku w Biuletynie Informacyjnym Pracowników AGH ukazał się artykuł mojego autorstwa na temat stanu polskiego górnictwa oraz perspektyw jego rozwoju. Artykuł ten był wówczas wywołany niepoehlebnymi opiniami na temat krajowego górnictwa, zwłaszcza górnictwa węglowego, któremu wieszczono rychły upadek. Minęło dwadzieścia lat od tamtego czasu i ponownie nasiliły się ataki na górnictwo, często wypowiedziane lub pisane przez osoby niekompetentne, nierozumiejące roli górnictwa w gospodarce narodowej Polski. Przecież górnictwo to nie tylko eksploatacja złóż węgla kamiennego, czy też brunatnego. Polski przemysł górniczy zapewnia bowiem pozyskiwanie surowców energetycznych (gazowych, ciekłych i stałych), rud metali, surowców chemicznych i skalnych. Bez ich dostępności nie jest dzisiaj możliwy szybki i zrównoważony rozwój gospodarki. Nasz kraj posiada wiele złóż surowców mineralnych, w tym o znaczeniu strategicznym i błędne, nietrafione decyzje prowadzące do likwidacji górnictwa mogą spowodować nieodwracalne szkody. W tym przeglądowym i popularyzatorskim artykule została przedstawiona sytuacja górnictwa w 2020 roku, a więc 20 lat po wspomnianym artykule. Pokazano, które z postawionych wtedy prognoz się sprawdziły, a które nie. Ponadto, przedstawiono prognozę rozwoju polskiego górnictwa na następnych 20-30 lat. Mam nadzieję, że artykuł ten przyniesie pozytywny odzew i zachęci krajowe środowiska górnicze do bardziej aktywnej obrony przyszłości tej ważnej gałęzi polskiej gospodarki.

Abstract: Back in 2000, my paper on the condition of Polish mining and the prospects for its development was published in the 'AGH UST Bulletin'. The publication was a kind of a polemic triggered by earlier unfavorable opinions about domestic mining, especially coal mining, foreseeing its rapid and inevitable collapse. Two decades have passed since then and we are experiencing a sort of déjà vu, since the attacks on mining have intensified again, often articulated or published by incompetent people who fail to understand the role of mining in the national economy of Poland. After all, mining is not only about the exploitation of coal or lignite deposits. In fact, Polish mining industry ensures energy resources (gaseous, liquid and solid), metal ores, chemical or rock raw materials. Without them, rapid and sustainable economic development is not possible nowadays. Our country possesses numerous mineral deposits, including those of highest strategic importance, hence misguided decisions leading to the decommissioning of mining can cause irreparable damage in the future. This review and popularizing paper presents the condition and prospects of mining in 2020, i.e. 20 years after the publication mentioned above. It shows which of the predictions made at the time proved valid and which did not. In addition, a forecast of the development of Polish mining for the next two or three decades is presented. I hope that this paper will bring a positive response and encourage the mining communities in Poland to defend the future of this important sector of the Polish economy more actively.

Słowa kluczowe:

Keywords:

W 2000 r. pod takim tytułem napisałem artykuł, który ukazał się Biuletynie Informacyjnym Pracowników AGH (BIP AGH). Od tego czasu minęło ponad 20 lat. Podobnie jak wówczas, tak i teraz wiele osób, moim zdaniem słabo zorientowanych i niekompetentnych, wieszczy rychłą likwidację górnictwa w Polsce i na świecie. Opinie te są wyni-

kiem utożsamiania górnictwa, głównie z wydobyciem węgla kamiennego dla energetyki, tak jakby poza tym górnictwo nie istniało. To prawda, że Unia Europejska, ze względu na ochronę klimatu i zmniejszenie produkcji dwutlenku węgla chce odejść od spalania węgla energetycznego (kamiennego i brunatnego). Tymczasem górnictwo to wydobycie kopalin: energetycznych (gazowych, ciekłych i stałych), metalicznych, chemicznych, a także skalnych. Do tego trzeba dodać jeszcze węgiel koksowy, który został w Unii Europejskiej zaliczony

*) AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

do grupy 27 surowców mających kluczowe, strategiczne znaczenie dla gospodarki Unii Europejskiej, a w Polsce, przez niekompetentnych w tej materii polityków, w większości historyków i politologów, traktowany jest na równi z węglem energetycznym. Już w 1918 roku Max Planck – fizyk, laureat nagrody Nobla powiedział: „*Górnictwo nie jest wszystkim, ale bez górnictwa wszystko jest niczym*”. Każdy kto zna historię świata wie, że górnictwo od setek lat było podstawą rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego świata. Okazuje się, że w dzisiejszych czasach konsumpcja kopalin nie maleje, lecz stale rośnie. Obliczono, że dziecko urodzone dzisiaj w USA podczas swojego życia skonsumuje średnio ponad 1350 Mg minerałów, metali i paliw, czyli około 17 Mg na rok. Te surowce są potrzebne w budownictwie i infrastrukturze (np. kruszywa, kaolin, gliny ceramiczne, wapień i margle do produkcji cementu), do produkcji żywności (np. nawozy: azot, potas, siarka, fosfor), w transporcie (np. produkcja stali, metale szlachetne), komunikacji (REE ...), dla celów zdrowotnych (wapń, sód, cynk, magnez i inne rzadkie pierwiastki). Podobną ilość kopalin jak w USA zużywa się w Polsce. Z szacunków wynika, że Polak przez 70 lat skonsumuje około 1200 Mg surowców w formie surowej lub przetworzonej (średnio 17.1 na rok): 460 Mg piasku i żwirów, 168 t ropy naftowej, 144 Mg kruszywa łamanych, 200 Mg węgla kamiennego i brunatnego, 99 Mg wapienia, 39 Mg stali, 36 Mg cementu, 29 Mg gliny, 23 Mg piasku przemysłowego, 13 Mg soli, 6 Mg gipsu. W tym bilansie ilość zużytego węgla stanowi niecałe

17% i nawet jeżeli udział ten się zmniejszy do kilku procent, to wydobycie niektórych innych kopalin będzie rosnać, co pokazuje tabela 1. Zatem górnictwo ma się dobrze, a nawet wbrew niektórym mass mediom, o zgrozo (!), będzie się rozwijać. Już teraz wskutek dynamicznego wzrostu konsumpcji zaczyna brakować niektórych surowców mineralnych. Trzeba zwiększyć ich wydobycie, oszczędzać je i szukać materiałów zastępczych. Chyba że jako zamiennik potraktujemy różne rodzaje tworzyw sztucznych, ale ja w takim plastikowym świecie nie chciałbym żyć. Zasoby surowców mineralnych są dobrem nieodnawialnym. Aby je wydobywać konsekwentnie, należy poszukiwać nowych złóż, budować nowe kopalnie, a w istniejących otwierać nowe poziomy wydobywcze.

Aktualnie krytyczny staje się problem pozyskania tzw. pierwiastków i surowców krytycznych, niezbędnych do rozwoju nowoczesnych technologii.

Aby nie być oskarżonym o gołosłowność, poniżej przytaczam fakty, przy opracowywaniu których korzystałem z następujących materiałów:

- „Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce, wg stanu na 31 XII 2019 r. (Praca zbiorowa ... 2020),
- „Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce, wg stanu na 31 XII 1999 r. (Praca zbiorowa ... 2000),
- Materiały Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach (Materiały ... 2019).

Na początku przedstawię aktualny stan wydobycia kopalin w Polsce w porównaniu do stanu sprzed 20 lat.

Tabela 1

Lp.	Rodzaj kopaliny		Wydobycie		Zmiana w ciągu 20 lat - spadek, + wzrost.
			31.12.1999	31.12.2019	
1.	węgiel kamienny		115.9 mln Mg	64.06 mln Mg	- 51.84 mln Mg
2.	węgiel brunatnego		62.7 mln Mg	52.86 mln Mg	-9.84 mln Mg
3.	ruda miedzi, z czego wyprodukowano:		26.2 mln Mg	29.88 mln Mg	+3,68 mln Mg
		miedzi	477000 Mg	418300 Mg*	
		srebra	1190 Mg	1400 Mg*	
		złota	0.370 Mg	0.674 Mg*	
		ołowiu	12527 Mg	28510 Mg*	
		siarczaniu niklu	1924 Mg	1990 Mg	
		selenu	65.00 Mg	75.76 Mg	
		renu	0.00 Mg	8.34 Mg	
4.	ruda cynku i ołowiu, z czego wyprodukowano:		4.9 mln Mg	1.51 mln Mg	-3.39 mln Mg
		cynku	177000 Mg		
		ołowiu	65000 Mg		
5.	sól kamienna		3.1 mln Mg	4.06 mln Mg	+0.96 mln Mg
6.	siarka rodzima		1.33 mln Mg	0.59 mln Mg	-0.74 mln Mg
7.	surowce skalne, w tym		160 mln Mg	329.1 mln Mg	+169.1 mln Mg
		dolomity	2.43 mln Mg.	2.82 mln Mg	
		gipsy i anhydryty	1.0 mln Mg	1.07 mln Mg	
		gliny ceramiczne	0.22 mln Mg	0.46 mln Mg	
		kruszywa naturalne	112 mln Mg	281.5 mln Mg	
		piaski	16.5 mln Mg	6.8 mln Mg	
		magnezyty	0.03 mln Mg	0.09 mln Mg	
		kredek	2.46 mln Mg	0.31 mln Mg	
		surowce ilaste	7.49 mln Mg	4.0 mln Mg	
		surowce kaolinowe	0.34 mln Mg	0.32 mln Mg	
		surowce skaleniowe	0.05 mln Mg	0.04 mln Mg	
		surowce szklarskie	1.62 mln Mg	2.96 mln Mg	
		wapień	0.51 mln Mg	1.18 mln Mg	
		margle	36.03 mln Mg	47.45 mln Mg	
8.	ropa naftowa		0.37 mln Mg	0.94 mln Mg	+0.57 mln Mg
9.	gaz ziemny		4.76 mld m ³	4.98 mld m ³	+0.22 mld m ³
10.	gaz ziemny azotowy		0.07 mld m ³	0.02 mld m ³	-0.05 mld m ³
11.	metan z pokładów węgla		0.21 mld m ³	0.34 mld m ³	+0.13 mld m ³
12.	hel		1.22 mln m ³	0.69 mln m ³	-0.53 mln m ³
13.	wody lecznicze, mineralne i termalne		3.93 mln m ³ /rok	13.59 mln m ³ /rok	+9.66 mln m ³ /rok
14.	Razem wydobycie kopalin stałych (1 – 7)		374.13 mln Mg	482.06	+ 107.93 mln Mg

* z własnych zasobów, całkowita produkcja jest większa np. miedzi 565500 Mg.

Mało kto wie jak duża jest liczba zakładów górniczych wydobywających powyższe kopaliny. W 1999 r. w Polsce istniało około 2720 zakładów górniczych, zarówno podziemnych, jak również odkrywkowych, w których zatrudnionych było blisko 500 tys. osób. Aktualnie, po 20 latach, liczba zakładów górniczych w Polsce wzrosła do 7657 (stan na 31.12.2019), czyli blisko 3-krotnie, w których zatrudnionych było 183121 osób, czyli 2,5 razy mniej. Na tę liczbę składają się następujące zakłady górnicze:

I. 43 podziemne zakłady górnicze, a mianowicie:

- a) 20 kopalń węgla kamiennego,
- b) 14 kopalń w likwidacji.
- c) 2 kopalnie w budowie,
- d) 3 kopalnie rud miedzi,
- e) 1 kopalnia rud cynku i ołowiu,
- f) 1 kopalnia soli,
- g) 1 kopalnia gipsu i anhydrytu,
- h) 1 kopalnia solanki dla celów leczniczych.

II. 22 zakłady budowy, rozbudowy i utrzymywania odwadniania zlikwidowanych kopalń, w tym 2 zakłady wykonujące drażenie tuneli z wykorzystaniem techniki górniczej.

III. 7416 odkrywkowych zakładów górniczych, w tym:

- 10 wydobywających kopaliny ze złóż objętych własnością górniczą;
 - 5 kopalń węgla brunatnego,
 - 5 kopalń wydobywających pozostałe kopaliny,
- 7406 wydobywające kopaliny ze złóż objętych prawem własności nieruchomości gruntowej.

IV. 95 otworowych zakładów górniczych:

- 8 kopalń ropy naftowej i gazu,
- 2 kopalnie soli,
- 2 kopalnie siarki,
- 77 kopalń wód leczniczych, termalnych i solanek,
- 3 wydobywające metan z pokładów węgla,
- 2 magazyny gazu ziemnego,
- 1 składowisko odpadów w likwidacji.

V. 196 zakładów wykonujących roboty geologiczne, między innymi w celu poszukiwania i rozpoznania złóż kopalni lub kompleksu podziemnego składowania CO₂.

VI. 3933 oddziały podmiotów pracujące pod ziemią na rzecz kopalń, w tym 2 oddziały podmiotów wykonujące drażenie tuneli z zastosowaniem techniki górniczej

We wszystkich kopalniach polskich, zarówno podziemnych, jak również odkrywkowych i otworowych jest aktualnie zatrudnionych ponad 180 tys. ludzi. Jak wynika z badań przeprowadzonych kilka lat temu, około 5% z nich posiada wyższe wykształcenie (czyli 9 tys. ludzi). Znacznie więcej pracowników powinno posiadać wykształcenie średnie. Problem polega na tym, że na skutek agresywnej, nieopartej na faktach propagandy, według której w najbliższym czasie górnictwo w Polsce praktycznie przestanie istnieć, zlikwidowano technika górnicze, a liczba chętnych do studiowania górnictwa zmalała do kilkudziesięciu osób/rok. Przewiduje się, że za kilka lat, na skutek odejść na emeryturę w górnictwie pozostanie niewielka liczba ludzi ze średnim i wyższym wykształceniem. Tymczasem współczesne górnictwo podziemne, odkrywkowe i otworowe wyposażane jest w coraz nowocześniejsze maszyny i urządzenia, wymagające wysoko wykwalifikowanej kadry. Już teraz zaczyna brakować wysoko wykształconej kadry, a za kilka lat problem ten stanie się dramatyczny. Brakuje inżynierów górnictwa odkrywkowego, podziemnego, oraz geodetów, geologów, elektryków i mechaników z uprawnieniami górniczymi. Oczywiście, po stopniowej likwidacji kopalń energetycznego węgla kamiennego i brunatnego powstanie nadwyżka pracowników niewykwalifikowanych, którzy powinni znaleźć miejsce w innych działach

gospodarki narodowej. Jednakże redukcja zatrudnienia nie będzie dotyczyć inżynierów i techników górnictwa.

Należy zadać pytanie: jakie w przyszłości będą zmiany w wydobywaniu kopalni w Polsce? Częściowo odpowiedź na to pytanie znaleźć można w tabeli 1. Jeżeli porówna się moją dwudziestoletnią prognozę opracowaną w 1999 r. z wynikami za rok 2019, należy uznać, że niewiele się pomyliłem (Tajduś, 2000). Czuję się zatem upoważniony do zaprezentowania prognozy stanu górnictwa w Polsce za kilkadziesiąt lat. Ograniczę się przy tym do prognozy wydobycia kilku najbardziej znaczących surowców.

A. Wydobycie surowców energetycznych

A1. Węgiel kamienny i węgiel brunatny

Dwadzieścia lat temu, w 2000 r. **wydobycie węgla kamiennego** w świecie wynosiło ok. 3,64 mld Mg, potem bardzo szybko rosło i od kilku lat utrzymuje się na prawie stałym poziomie 7.0 mld Mg (w 2020 r. wynosiło 6,9 mld Mg). Nastąpił zatem blisko dwukrotny wzrost wydobycia w świecie, w czym główny udział miały kraje z Azji południowo-wschodniej, Australii, Ameryki Południowej oraz Rosji. Wiele państw świata nie chce zrezygnować z węgla, ale naciski na odejście od produkcji energii z węgla powodują, że trwają intensywne prace w kierunku poszukiwania nowych rozwiązań, których celem będzie niskoemisyjne wykorzystanie energetycznego węgla kamiennego i brunatnego (np. zgazowanie, produkcja wodoru). Już teraz pojawiło się kilka ciekawych rozwiązań, a ich szersze zastosowanie może spowodować, że zamiast likwidacji górnictwa węglowego może nastąpić powrót do dalszego jego rozwoju. Niezwykle ciekawa jest informacja, że w 1999 r. udział węgla w produkcji energii elektrycznej w świecie wynosił 38% i praktycznie się nie zmienił po 20 latach. Udział węgla w energii pierwotnej do końca 2014 r. zmniejszył się do około 30%. W następnych latach udział ten nieco się obniżył i wynosił: w 2015 r. - 28,8%, w 2016 r. - 28,0%, w 2017 r. - 27,6% a w 2019 r. około 27%. W ostatnich lat obserwuje się wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych, jednakże w dużej części wzrost ten zastąpił spadek produkcji energii z likwidowanych elektrowni jądrowych. Biorąc pod uwagę te informacje nie można twierdzić, że świat odchodzi od węgla.

Na Politykę Energetyczną Polski istotny wpływ ma Polityka Energetyczna UE. W przyjętej przez rząd Polityce Energetycznej Polski do 2040 r. zapisano, że zapotrzebowanie na energię pierwotną będzie pokrywane za pomocą następujących surowców energetycznych: energetycznego węgla kamiennego, węgla brunatnego, ropy naftowej, gazu ziemnego oraz źródeł odnawialnych, przy optymalnym wykorzystaniu własnych surowców energetycznych. Na skutek transformacji energetyki w kierunku niskoemisyjnym, zużycie węgla kamiennego i brunatnego z upływem czasu będzie się zmniejszać. Zapotrzebowanie na energetyczny węgiel kamienny zmniejszy się z ok. 69 mln Mg w roku 2019 do około 30-35 mln Mg w roku 2040. Do wydobycia takiej ilości węgla potrzebne będzie około 35 tys. górników. Do 2040 r., a nawet znacznie dłużej, wydobycie kamiennego węgla koksującego (mającego strategiczne znaczenie dla gospodarki UE, przede wszystkim ze względu na produkcję stali dla budownictwa, ale także na budowę wiatraków) będzie utrzymywane na poziomie 12-13mln Mg/rocznie. Do takiego wydobycia niezbędne jest zatrudnienie około 15 000 górników. Kamienny węgiel koksujący jest bardzo poszukiwanym surowcem, o czym świadczy fakt, że Anglicy planują w najbliższym czasie wybudowanie nowej kopalni tego surowca, w celu uniezależnienia się od importu z zagranicy.

W 2019 r. zapotrzebowanie na **węgiel brunatny** wynosiło ponad 50 mln Mg i do 2030 r. będzie powoli spadać. W okresie od 2030 r. do 2040 r., ze względu wyczerpywanie się złóż, brak budowy nowych kopalń nastąpi gwałtowny spadek wydobycia i produkcji energii elektrycznej z tego paliwa. Przewiduje się, że w 2035 r. wydobycie węgla brunatnego wyniesie około 25 mln Mg, a w 2040 r. około 12 mln ton. Te wartości są niższe niż założono PEP 2040 na lata 2030-2040, gdzie w 2035 r. planowano wydobycie 35mln Mg, natomiast w 2040 r. – 22mln Mg. Przy wydobyciu węgla brunatnego w 2040 r. pracować będzie około 3500 górników. W PEP 2040 przyjęto, że spadek produkcji energii elektrycznej z węgla pokryty będzie produkcją z wybudowanych w Polsce i uruchomionych od 2033 r. elektrowni jądrowych. Do tego momentu nie rozpoczęto budowy elektrowni jądrowych. Tymczasem, jak uczą doświadczenia budowa elektrowni jądrowej może wynosić około 15 lat od momentu podjęcia decyzji o budowie do uzyskania pełnej mocy. Istnieje zatem duże ryzyko przesunięcia realizacji harmonogramu projektu jądrowego o ok 5-10 lat, lub co jest również możliwe, odstępiania od rozwoju w Polsce energetyki jądrowej. W takim przypadku niezbędna będzie budowa nowej kopalni odkrywkowej, w celu zapewnienia paliwa dla zmodernizowanego kompleksu Bełchatów, jako dostawcy niezbędnej mocy w latach 2030-2040. Nową kopalnię odkrywkową można by wybudować na złożu Złoczew lub Ościsłowo, gdzie znaleźliby zatrudnienie górnicy z odkrywki Szczerców.

Chciałbym zwrócić uwagę, jak Niemcy bardzo praktycznie, ale i sprytnie rozwiązują problemy energetyczne kraju. Może powinniśmy się od nich uczyć. Udało się im przekonać kraje UE, że odchodzą od węgla, ponieważ zamknęli wszystkie kopalnie węgla kamiennego i rozwijają energetykę opartą o źródła odnawialne. Ale równocześnie:

- są największym na świecie konsumentem węgla brunatnego, a łącznie z importowanym energetycznym węglem kamiennym zużywają blisko o 50% więcej węgla niż Polska, a ich gospodarka w dużym stopniu oparta jest energią uzyskaną w elektrowniach węglowych,
- w 2020 r. w Niemczech wydobyto ponad 170 mln Mg węgla brunatnego (w Polsce 53 mln ton),
- na liście TOP-10 najbardziej emisyjnych elektrowni węglowych w Europie, na pierwszym miejscu jest elektrownia w Bełchatowie, ale tuż za nią - miejsca od drugiego do siódmego zajmują elektrownie znajdujące się na terenie Niemiec, 8 miejsce dzierży elektrownia Kozienice, a dziesiąta znowu jest elektrownia w Niemczech,
- elektrownie na węgiel brunatny w Niemczech wyemitowały ponad 3-krotnie więcej gazów cieplarnianych niż elektrownia w Bełchatowie,
- w celu zwiększenia eksploatacji węgla brunatnego dla elektrowni Neurath niemiecki sąd, pomimo protestów ekologów, pozwolił na wycinkę lasu Hambach, który liczył – bagatela! - około 12 000 lat,
- Niemcy niedawno skończyli budowę i włączyli do systemu energetycznego w Zagłębiu Ruhry nową elektrownię węgla kamiennego Datteln IV o mocy około 1100 megawatów (koszt 1.5 mld euro),
- w dokumencie złożonym w Unii Europejskiej Niemcy zobowiązali się do 2038 r. całkowicie odstąpić od produkcji energii elektrycznej z węgla, oraz równocześnie do końca 2022 r. zatrzymać pracę wszystkich reaktorów jądrowych. Wydaje się, że jest to mało realna strategia. Próba zastąpienia węgla importowanym gazem ziemnym (Nord Stream 1, ewentualnie Nord Stream 2) nie rozwiąże problemu, ponieważ na skutek spalania gazu też powstają znaczne ilości dwutlenku węgla, a ponadto wydobycie i przesył gazu przyczynia się do bardzo dużego zanieczyszczenia środowiska.

I jeszcze taka ciekawostka. Łączna waga rurociągu „Nord Stream 1” o długości 2448 kilometrów rurociągu (2 nitki) to 5 milionów ton stali i betonu. Podobną ilość betonu i stali trzeba użyć do budowy „Nord Stream 2”. Następnie gaz ten trzeba doprowadzić rurami do odbiorców. Energia wydatkowana do produkcji stali i betonu powinna być także uwzględniona w bilansie energetycznym.

A2. Ropa naftowa i gaz ziemny

W Polsce nie występują zasobne złoża **ropy naftowej**. Polska potrzebuje około 27 mln Mg rocznie ropy naftowej, tymczasem krajowe wydobycie ze złóż znajdujących się na Niżu Polskim, na przedgórzu Karpat oraz szelfie Morza Bałtyckiego wynosi 0,94 mln Mg, co pokrywa zaledwie około 3.5% potrzeb. Pomimo nowych poszukiwań złóż nie należy się spodziewać znalezienia w Polsce bardzo bogatych złóż. Nowo odkryte złoża co najwyżej zastąpią wydobycie z już wyeksploatowanych złóż. Można zatem przyjąć, że wydobycie ropy naftowej będzie utrzymywać się na zbliżonym do dotychczasowego poziomie.

Zużycie **gazu ziemnego** w 2019 r. wyniosło około 18.6 mld m³. W następnych latach, na skutek budowy elektrowni gazowych, zwiększającego się wykorzystania przez indywidualnych odbiorców oraz w transporcie, zużycie gazu ziemnego w Polsce będzie rosła. Wydobycie krajowe na poziomie 5 mld m³ pokrywa ok. 27% zapotrzebowania i jest zlokalizowane głównie na Niżu Polskim oraz na przedgórzu Karpat. Mimo poszukiwania i odkrywania nowych złóż, nie nastąpi istotny wzrost krajowego wydobycia, a nowe złoża zastąpią złoża już wyczerpane. Przewiduje się prowadzenie poszukiwań poza granicami Polski i w przypadku odkrycia prowadzenia eksploatacji z tych złóż (np. w Norweskim Szelfie Kontynentalnym). Przy wydobyciu ropy naftowej i gazu ziemnego pracować będzie około 2500 górników, geologów i wiertników.

W najbliższych latach powinno nastąpić zwiększenie wydobycia gazu metodami niekonwencjonalnymi. Dotyczy to zwłaszcza pozyskiwania gazu (metanu) z pokładów węgla. Aktualnie odzyskuje się tą metodą ok. 0.34 mld m³, a możliwości sięgają poziomu 1.0 mld m³. Ciągłe istnieje szansa na pozyskanie gazu z formacji łupkowych. Niestety niedawny optymizm związany z wydobyciem gazu łupkowego, mocno opadł, a wszystkie firmy zachodnie wycofały się z poszukiwań gazu łupkowego w Polsce. Z tego co mi wiadomo PGNiG (co dziwne!) aktualnie też takich badań nie prowadzi, a dodatkowo w ostatnich 2 miesiącach zrezygnowało też z eksperymentalnych badań eksploatacji metanu z pokładów węgla w GZW.

B. Wydobycie surowców metalicznych

B1. Wydobycie cynku i ołowiu

Wydobycie **cynku i ołowiu** w rejonie śląsko-krakowskim (ze złóż Klucze I, Olkusz i Pomorzany) aktualnie zostało zakończone, pomimo że w rejonie tym w 2019 r. udokumentowano nowe złoża siarczkowych **rud cynku i ołowiu** – Laski I. Istnieją jeszcze udokumentowane zasoby w rejonie zawierciańskim (ok. 25 mln Mg rud Zn-Pb). Aktualnie odchodzi się od eksploatacji tych złóż ze względu na brak akceptacji ze strony społeczeństwa (sprzeciwiają się głównie przybyli w ten region mieszkańcy aglomeracji śląskiej, w tym emerytowani górnicy, oraz ekolodzy z zewnątrz).

W kopalniach należących do KGHM Polska Miedź S.A. występują koncentracje **cynku i ołowiu** towarzyszące rudom

miedzi. Ze względu na niską zawartość tych pierwiastków w rudzie (średnio 0.05-0.3%) odzysk ich możliwy jest jedynie w procesach przerobczych i hutniczych z koncentratów miedzi. W roku 2019 w KGHM Polska Miedź S.A. z polskich złóż rud miedzi wyprodukowała 28.51 tys. Mg ołowiu.

B2. Wydobycie rud miedzi i srebra

Wydobycie **rud miedzi i srebra** zasadniczo jest prowadzone ze złóż znajdujących się w okolicach Lubina. W 2019 r. udokumentowano dwa nowe złoża: Nowa Sól i Żary. Geologiczne zasoby bilansowe rud w złożach udostępnionych czynnymi kopalniami aktualnie wynoszą ponad 1600 mln Mg rudy o zawartości blisko 30 mln Mg miedzi i 90 tys. Mg srebra. Zasoby bilansowe niezagospodarowanych złóż rud miedzi występują głównie na głębokościach od 1000 do 1450 m. Przy rocznym wydobyciu na poziomie 30 mln Mg rudy zasoby pozwolą na wydobycie jeszcze przez około 50 lat. Średnie zatrudnienie będzie wynosiło około 12 tys. pracowników.

W roku 2019 w KGHM Polska Miedź S.A. z własnej rudy wyprodukowano: 418 300 Mg miedzi elektrolitycznej, 1400 Mg srebra, 674 kg złota, 28 510 Mg ołowiu, 1990 Mg siarczynu niklu, 75.76 Mg selenu oraz 8.34 Mg renu.

C. Wydobycie kopalin chemicznych

C.1 Wydobycie siarki

W 1999 r. wydobyto w Polsce (kopalnia Osiek i niedawno otwarta prywatna kopalnia Basznia) około 1.33 mln Mg **siarki**. Jak przewidywałem w ciągu 20 lat wydobycie siarki zostało ograniczone do około 0.59 mln Mg. Spadek wydobycia był spowodowany wzrostem ilości taniej siarki odzyskiwanej z zasiarzonych złóż gazu ziemnego i ropy naftowej. Brak opłacalności wydobywania siarki ze złóż rodzimych, doprowadził do likwidacji kopalni siarki w Jeziorku.

Większość siarki jest używana do produkcji kwasu siarkowego oraz disiarczku węgla (CS_2). Siarka wykorzystywana jest również w rolnictwie (do produkcji nawozów sztucznych, środków do ochrony roślin), w medycynie, do wyrobu czarnego prochu i ogni sztucznych, zapalek, papieru oraz specjalnego betonu, zwanego betonem siarkowym. Znaczne ilości siarki plastycznej używa się w procesie wulkanizacji, w którym kauczuk zmienia się w gumę. Siarka uzyskiwana metodą podziemnego wytapiania, w odróżnieniu od uzyskanej z gazu czy ropy, ma bardzo wysoką czystość (99.99%), która jest niezwykle ważna przy produkcji niektórych wyrobów. Z tego powodu obserwuje się stopniowy wzrost zapotrzebowania na siarkę o wysokiej czystości.

C.2 Wydobycie soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych

Wydobycie **soli kamiennej** w Polsce (kopalnie: Kłodawa i Sieroszowice), które w 1999 r. wynosiło 3.1 mln Mg, po upływie 20 lat wzrosło do ok. 4.06 mln Mg. Można przewidywać, że wydobycie na tym poziomie utrzyma się przez wiele lat. Taka wielkość produkcji wymaga zatrudnienia około 100 górników.

Sole potasowo-magnezowe występują na obszarze Niżu Polskiego oraz jako pokłady w południowo-zachodniej części monokliny przedsudeckiej. Zasoby w Polsce, do głębokości 2 km, szacowane są na około 3.64 mld Mg. Niewielkie ilości soli potasowo-magnezowych (powyżej 89 mln t) zostały rozpoznane w wysadzie solnym Kłodawa, wzdłuż jego wschodniej granicy. Aktualnie w Polsce nie jest prowadzona eksploatacja

soli potasowo-magnezowych, pomimo wzrostu w ostatnich latach popytu na ten surowiec.

D. Wydobycie surowców skalnych

W związku z budową różnego typu dróg, autostrad, a także rozwojem budownictwa w ciągu 20 ostatnich lat nastąpiło burzliwe, blisko dwu i półkrotne zwiększenie wydobycia kamienia budowlanego i drogowego oraz kruszyw naturalnych. Dla przykładu, w 1999 r. Polska wydobyla około 160 mln Mg surowców skalnych, a w 2019 r. – 329 mln Mg. Przewiduje się, że w najbliższych latach w Polsce całkowite wydobycie surowców skalnych osiągnie olbrzymią wartość około 400 mln ton.

Jaka jest przyszłość górnictwa w Polsce?

Wbrew obiegowym opiniom ludzi, którym górnictwo kojarzy się tylko z wydobyciem węgla energetycznego, górnictwo w Polsce ma jasną, długofalową przyszłość i nadal będzie stanowiło ważny element gospodarki Polski, bez którego jej rozwój byłby utrudniony, a w wielu segmentach niemożliwy. Pozwolę sobie tę tezę uzasadnić.

Powyżej przedstawiłem prognozy wydobycia niektórych surowców w Polsce w przyszłości. Wykazałem, że mimo przewidywanego spadku wydobycia węgla energetycznego, wydobycie większości surowców, w tym węgla kamiennego koksującego, będzie utrzymane na zbliżonym do dzisiejszego poziomie, a wydobycie niektórych surowców znacznie wzrośnie.

Z przedstawionych wcześniej danych wynika, że w okresie 20 ostatnich lat całkowite wydobycie surowców w Polsce wzrosło o blisko 30% (z 374.13 do 482.06 Mg) przy równoczesnym około dwukrotnym spadku wydobycia energetycznego węgla kamiennego. Dalszy spadek wydobycia węgla nie będzie miał większego wpływu na wielkość wydobycia wszystkich surowców w Polsce, bowiem aktualnie wydobycie węgla energetycznego (kamiennego i brunatnego) stanowi zaledwie około 22% wydobycia wszystkich stałych surowców mineralnych w Polsce (nie licząc wydobycia ropy naftowej, gazu ziemnego, metanu, helu i różnego rodzaju wód).

Chciałbym teraz wspomnieć o **pierwiastkach i surowcach krytycznych**, bez których współczesny świat, a zwłaszcza elektronika, przemysł motoryzacyjny, medycyna, przemysł kosmiczny czy też energetyka odnawialna nie mogłyby się rozwijać. Nazwa pierwiastki krytyczne pojawiła się pod koniec 2009 r., kiedy w UE i innych krajach świata zorientowano się, że monopolistami w tej dziedzinie stali się Chińczycy, którzy produkują lub kontrolują produkcję 97% tych pierwiastków. Wykupili oni większość złóż pierwiastków krytycznych, w tym ziem rzadkich oraz ograniczyli ich eksport do innych krajów, co spowodowało gwałtowny wzrost cen. Przykładowo, ceny metali ziem rzadkich (17 pierwiastków, np. europ, prazeodym), wykorzystywanych między innymi w branży motoryzacyjnej (np. przy produkcji akumulatorów do samochodów elektrycznych i hybrydowych), przy produkcji twardych dysków, inteligentnych pocisków, telefonów komórkowych, wzrosły w ostatnim czasie wielokrotnie. Wysokie ceny osiągają również ciężkie tlenki pierwiastków ziem rzadkich np. cena tlenku terbu (stosowanego między innymi w systemach sonarowych). Niedobór tych surowców spowodował, że na świecie rozpoczęto otwieranie starych zamkniętych kopalń zawierających złoża tych pierwiastków, poszukiwanie i budowę nowych kopalń oraz odzyskiwanie tych surowców w ramach recyklingu. Pierwiastki krytyczne w 2011 r. nazwane zostały „nową ropą naftową świata”.

Charakteryzują się ograniczoną bazą zasobową i problemami ze znalezieniem ich zamienników.

Pierwiastki te to między innymi:

- antymon, beryl, kobalt, ind, gal, german, magnez, niob;
- metale grupy platyny (PGM): platyna, pallad, iryd, rod, ruten, osm;
- ziemie rzadkie: itr, skand, lantanowce (lantan, cer, praeodym, neodym, romethium, samar, europ, gadolin, terb, dysproz, holmium, erb, tul, iterb i lutet);
- miedź, ren, tellur, aluminium, molibden, cynk, nikiel, mangan, srebro, lit, bor, krzem, tytan, chrom, żelazo, tantal, wolfram, wanad;
- surowce mineralne takie jak: baryt, diatomit, talk, perlit, skalenie, bentonity, ily, grafit, fluoryt.

Tak się składa, że Polska posiada niektóre z wymienionych pierwiastków krytycznych. Występują one głównie jako kopaliny towarzyszące złożom metali podstawowych. Polscy górnicy wydobywają: **miedź, cynk, ołów, nikiel, ren, złoto, srebro, selen, metale grupy platyny.**

Nie wydobywamy, ale posiadamy złoża:

- **Rud molibdenowo-wolframowych z miedzią** w Myszkowie (na północno-wschodnim obrzeżu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego). Złoże Myszków zostało udokumentowane przez Państwowy Instytut Geologiczny w 1993 r. w kat. C2. Aktualnie zasoby bilansowe złoża Myszków w kat. C2 wynoszą: **551 mln Mg rud molibdenowo-wolframowych z miedzią** w tym: zasoby bilansowe **molibdenu** oszacowano na ok. 0.295 mln Mg, **wolframu** na 0.238 mln Mg i **miedzi** na 0.8 mln Mg oraz zasoby pozabilansowe w ilości 750 mln Mg. Bardzo prawdopodobne jest istnienie innych złóż rud molibdenowo-miedziowych z wolframem wzdłuż strefy tektonicznej Kraków-Lubliniec.
- **Rud niklu**, które występują na Dolnym Śląsku. Rudy te były eksploatowane ze złoża w Szklarach k. Ząbkowic Śląskich do 1983 roku. Bilansowe zasoby geologiczne złóż rud niklu w Polsce, rozpoznane w kategoriach B i C1, wynoszą 17.21 mln Mg rudy i 125.0 tys. Mg metalu. Zasoby pozabilansowe wynoszą 21.32 mln Mg rudy i 84 tys. Mg niklu.
- W okolicy Suwałk występują złoża rudy magnetytowo-ilmenitowe zawierające **wanad**. Złoża udokumentowano w latach 70. W 1996 r. te złoża zostały zakwalifikowane jako pozabilansowe ze względu na niskie zawartości metali, a głównie wanadu (średnio w złożu 0.26 – 0.31%) i znaczną głębokość zalegania. Przy aktualnych cenach wydobyć **wanadu** z rudy magnetytowo-ilmenitowej może być opłacalne, zwłaszcza, że brzeżna zawartość ekwiwalentna wanadu w rudzie bilansowej powinna wynosić 0.73% (Niec 2003) Jednak odkrycie znacznych zasobów w złożach płytko zalegających, głównie w RPA, powoduje, że obecnie zagospodarowanie rud suwalskich nie jest brane pod uwagę. Trudno powiedzieć jaka będzie dalsza przyszłość tych złóż.
- Pierwiastki krytyczne, tj.: **cyrkon, tytan, ilmenit rutyl i anataz** występują w piaskach plażowych Ławicy Odrzańskiej i Ławicy Słupsk, a **bor, brom** w solach potasowo-magnezowych i solankach w złożu Łapczyca.
- **Baryt i fluoryt** to minerały, które jeszcze niedawno eksploatowano w złożach dolnośląskich (kopalnie Boguszów k. Wałbrzycha oraz Stanisławów). Baryt występuje również na obszarze Gór Świętokrzyskich. Udokumentowane zasoby barytu wynoszą ok. 5.67 mln Mg, a fluorytu 0.54 mln Mg. W ostatnich latach baryt i fluoryt są importowane, a ich cena zdecyduje, czy wrócimy do wydobywania tych złóż.
- **Bentonity oraz ily bentonitowe** to surowce, które mają ponad 40 różnych zastosowań. Wykorzystywane są m.in.

w odlewnictwie (jako składnik mas formierskich), w przemyśle chemicznym (do produkcji wypełniaczy, sorbentów, plastyfikatorów, katalizatorów, odbarwiaczy, farb itp.), papierniczym, farmaceutycznym, kosmetycznym oraz ceramicznym, w pracach inżynierskich i hydrotechnicznych (stabilizacja gruntów, ekrany wodoszczelne, uszczelniacze), w rolnictwie oraz jako składnik płuczek wiertniczych. W Polsce bentonity właściwe są bardzo rzadkie. Znacznie częściej występują różnorodne ily bentonitowe o znacznym udziale minerałów nieilastych. Kopaliny bentonitowe występują: na Dolnym Śląsku, Górnym Śląsku i w Karpatach. Udokumentowane geologiczne zasoby bilansowe surowców bentonitowych wynoszą 2 882.93 tys. Mg. W roku 2019 w Polsce wydobyto zaledwie 0.50 tys. Mg surowca. Od dwóch lat, w okolicach Lubartowa eksploatowany jest osad glaukonitowy zawierający 12 % czystego glaukonitu, możliwy do wykorzystania w odlewnictwie i rolnictwie. Jest to kopalina towarzysząca piaskom skaleniowo-kwarcowym i bursztynu, a póki co ze względu na brak nią zainteresowanych, jest w kopalni traktowana jako odpad mineralny.

Oprócz wymienionych złóż zawierających pierwiastki i minerały krytyczne interesujące są także inne złoża aktualnie nieeksploatowane lub eksploatowane w ograniczonym zakresie. W miarę wzrostu popytu, a zwłaszcza ceny, możliwe jest rozpoczęcie eksploatacji tych złóż. Do takich perspektywicznych złóż można zaliczyć:

- **złoża bursztynu** zlokalizowane w strefie plażowej Morza Bałtyckiego, a zwłaszcza w województwie pomorskim oraz w województwie lubelskim. Obecnie geologiczne zasoby bilansowe bursztynu wynoszą ponad 1500 Mg. W województwie lubelskim koło Lubartowa jest eksploatowane złożo Górka Lubartowska-Niedźwiada. Pierwsze kilogramy wydobyto w 2019 roku, a w 2020 wydobyć osiągnęło 12 Mg.
- **złoża diatomitów oraz ziemi okrzemkowej**. Kopaliny te są stosowane jako: materiały filtracyjne, sorbenty, nośniki środków ochrony roślin i katalizatorów, materiały termoizolacyjne i polerskie. Zasoby bilansowe skały diatomitowej są szacowane na ponad 10 mln t. Aktualnie eksploatowane jest złożo diatomitów w Jaworniku, a wielkość wydobywania wynosi 680 Mg.
- wobec przewidywanej budowy elektrowni jądrowych interesująca może być eksploatacja **złóż uranu**. W Polsce występuje kilka ciekawych miejsc wartych zainteresowania z punktu widzenia eksploatacji, np. Rajsk (woj. Podlaskie, rejon ten rozpoznano w latach 70. XX w., ślady uranu stwierdzono w wapieniach ordowiku); Okrzeszyn, Grzmiąca, Wambierze (woj. dolnośląskie); Krynica Morska. Perspektywiczne jest również złożo Radoniów, z którego w przeszłości wydobyto już 88 ton tego surowca.

Górnicy będą wykorzystywani także przy wykonywaniu **podziemnych wyrobisk niezwiązanych bezpośrednio z eksploatacją surowców, w tym tuneli** drażnionych z zastosowaniem techniki górniczej (w najbliższym czasie przewiduje się budowę ponad 20 tuneli) oraz podziemnych składowisk (np. na odpady radioaktywne).

Podsumowanie

Reasumując, można stwierdzić, że stale rozwijające się gospodarki światowe oraz szybki rozwój cywilizacyjny są silnie uzależnione od wydobywania surowców mineralnych, czyli od górnictwa. Bezpieczeństwo surowcowe staje się

dzisiaj podstawowym wyzwaniem dla gospodarek światowych. Prognozy wskazują na stale rosnący popyt na surowce mineralne. Niezbędnym staje się więc poszukiwanie nowych złóż, budowa nowych kopalń, oszczędzanie surowców mineralnych, a także recykling.

Z realnych prognoz wynika, że aby można było produkować surowce mineralne w Polsce na oczekiwanym poziomie, w roku 2050 musi być zatrudnionych około 140 tys. górników (aktualnie zatrudnionych 183 tys.), w tym około 10 tys. inżynierów. W ciągu blisko 30 lat spadek zatrudnienia o 25% będzie następował powoli i będzie głównie spowodowany stopniowym odchodzeniem od wydobycia energetycznego węgla kamiennego oraz węgla brunatnego. Jednakże górnictwo surowców mineralnych pozostanie i ciągle będzie bardzo ważnym elementem gospodarki narodowej. Niestety, nie rozumieją tego, często źle poinformowani lub nieprzygotowani do swej roli decydenci, a także niektórzy dziennikarze. Efektem ich działań jest swoista nagonka na górnictwo, co skutkuje rezygnacją młodzieży ze studiowania tego pięknego i tradycyjnego zawodu jakim jest górnictwo. Jeżeli nie zmienimy nastawienia do górnictwa, to w niedalekiej przyszłości będziemy wszystkie surowce importować.

Złoża surowców mineralnych i ich zasoby powinny podlegać szczególnej ochronie i powinny być wykorzystywane w sposób racjonalny i zrównoważony. Zmniejszanie się zasobów surowców mineralnych i wyjątkowo silna zależność gospodarki od nich, powodują, że dostęp do niektórych z nich staje się elementem polityki międzynarodowej. Już w chwili obecnej można obserwować „wojny” o surowce mineralne.

Od pewnego czasu na świecie, a także w Polsce, prowadzone są zaawansowane prace nad ekonomicznym wydobyciem pierwiastków krytycznych z dna mórz i oceanów (m.in. Kotliński 2007, Jędrysek 2010, Szamałek 2018, Wołkowicz, Paulo 2019). Polska ma wykupiony dostęp do badań określonego obszaru dna Oceanu Atlantyckiego i działkę do eksploatacji na Oceanie Spokojnym w ramach InterOceanMetal (międzynarodowej organizacji, w której oprócz Polski są: Bułgaria, Czechy, Kuba, Rosja, Słowacja, ale Polska ma status tzw. inwestora pionierskiego). Działka ta o powierzchni 75 000 km² znajduje się na dnie oceanu, na głębokości 4 kilometrów, w odległości około 1200 mil zarówno od Meksyku, jak i Hawajów. Jest bogata w tzw. konkretne polimetaliczne zawierające tak cenne metale jak: mangan, miedź, kobalt, nikiel, cynk, tytan, molibden. Szacuje się, że wielkość zasobów może wynosić blisko 200 mln Mg. W najbliższych latach rozważa się uruchomienie pilotażowego wydobycia konkretnej z działki w celu nabycia doświadczeń, zanim podejmiemy się decyzje o wydobyciu na skalę przemysłową.

Podobnie już dzisiaj zaczyna się prowadzić badania nad eksploatacją bogactw znajdujących się w kosmosie – helu III na księżycu (<https>) i i metali na asteroidach (Kłóska, Barański 2017). Istotne jest więc udzielenie odpowiedzi na pytanie: Czy w tym procesie będą brali udział polscy naukowcy, inżynierowie i górnicy? **Przy tak prowadzonej polityce obawiam się, że nie.** Znów sprawdzi się przysłowie „Mądry Polak po szkodzie”.

Jako niepoprawny optymista ciągle wierzę, że uda mi się przekonać niedowiarków i decydentów (także historyków, socjologów itp.), że:

- górnictwo było, jest i będzie niezbędne dla rozwoju gospodarki światowej i Polski
- rację mają Ci, którzy mówią: „Wszystko zaczyna się od geologii i górnictwa”.

Literatura

- JĘDRYSEK M.O. 2010 - Krótka historia działań w zakresie złóż rud metali na dnach oceanów w strefach kontrolowanych przez Międzynarodową Organizację Dna Morskiego: Wybrane aspekty dotyczące prawa, możliwości eksploatacji i ochrony środowiska, Dzieje Górnictwa – element dziedzictwa kultury, t. 3, Wrocław.
- KŁÓSKO P., BARAŃSKI K. 2017 - Perspektywy eksploatacji złóż metali z grupy platynowców z powierzchni asteroid. „Przeгляд Górnicy” nr 10, s. 1-9.
- KOTLIŃSKI R. 2007 - Eksploatacja bogactw mineralnych oceanów (wywiad). „Przeгляд Geol.”, vol. 55, nr 8, s. 625–627.
- Materiały Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach: Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie, za lata 1999, 2019, www.wug.gov.pl.
- NIEĆ M. 2003 - Ocena geologiczno-gospodarcza złóż wanadonośnych rud tytanomagnetytowych masywu suwalskiego. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, t. 19 z. 2. IGSMiE PAN Kraków.
- Praca zbiorowa: Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce, wg stanu na 31 XII 1999 r. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2000.
- Praca zbiorowa: Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce, wg stanu na 31 XII 2019 r. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2020.
- SZAMAŁEK K. 2018 - Stan rozpoznania oceanicznych zasobów mineralnych. „Przeгляд Geologiczny”, 66 (3): 189–193.
- TAJDUŚ A 2000 - Quo Vadis polskie górnictwo ?, Biuletyn Informacyjny Pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków, nr. 83/84.
- WOŁKOWICZ S., PAULO A. 2019 - Blue mining – realna potrzeba czy potrzeba realizmu?. „Przeгляд Geologiczny”, vo. 67, nr 2, s. 91 – 103. <https://www.money.pl/gospodarka/polskie-firmy-chca-wydobywac-hel-3-na-ksiezycu-6609155613215616a.html> (dostęp 12.03.2021)

Artykuł wpłynął do redakcji – luty 2021

Artykuł zaakceptowano do druku – 15.03.2021