STAN I PERSPEKTYWY HUTNICTWA ŻELAZA I STALI W POLSCE. NOWE WYZWANIA

Monografie nr 21

Redakcja naukowa
Jerzy Podsiadło

STAN I PERSPEKTYWY HUTNICTWA ŻELAZA I STALI W POLSCE. NOWE WYZWANIA

Katowice 2023

RECENZENT
Prof. dr hab. Józef PADUCH

RADA NAUKOWA SERII MONOGRAFIE
Prof. dr hab. inż. Rafał DAŃKO
Prof. dr hab. inż. Zbigniew GRONOSTAJSKI
Dr hab. inż. Paweł PICHNIARCZYK, prof. AGH
Prof. dr hab. Maria SOZAŃSKA
Dr hab. inż. Joanna WOJEWODA-BUDKA, prof. PAN

ISBN: 978-83-958775-9-9
ISBN: 978-83-933950-8-8

Wydawcy: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny
ul. K. Miarki 12-14, 44-100 Gliwice
Polskie Towarzystwo Ekonomiczne Oddział Katowice
ul. Koszarowa 6, lok. 167, 40-068 Katowice

ZESPÓŁ REDAKCYJNY
redaktor naczelny – prof. dr hab. inż. Adam ZIELIŃSKI
zastępcy redaktora naczelnego – dr hab. inż. Jarosław MARCISZ,
prof. dr hab. Józef PADUCH
redaktorzy tematyczni – dr hab. inż. Marian NIESLER, dr hab. inż. Zygmunt MIKNO,
dr hab. inż. Krzysztof RADWAŃSKI, prof. dr hab. inż. Jacek SŁANIA,
dr hab. inż. Dariusz WOŹNIAK
redaktorzy techniczni – mgr Marek DRAGAN, mgr inż. Danuta GRUSZCZYŃSKA,
mgr Joanna GUBERNAT

Skład i łamanie: Digitalpress Lidia Jaworska
Projekt okładki: Łukasiewicz – GIT
Druk: D&D Sp. z o.o. – Gliwice

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE 9

ROZDZIAŁ 1
HUTNICTWO ŻELAZA I STALI W OKRESIE PRZEŁOMU. NOWE WYZWANIA
Jerzy Podsiadło, Stefan Dzienniak, Marta Zagórska 11
1. Hutnictwo żelaza i stali – wprowadzenie 11
   1.1. Historia hutnictwa w Polsce 11
   1.2. Najważniejsze firmy sektora, skala produkcji i stosowane technologie 15
   1.3. Najważniejsze dane ekonomiczne o sektorze na tle gospodarki krajowej 18
2. Megatrendy wpływające na branżę stalową 23
   2.1. Globalna nadwyżka mocy produkcyjnych 23
   2.2. Długoterminowe trendy zmiany stalochłonności gospodarek 27
   2.3. Gospodarka o obiegu zamkniętym 28
   2.4. Polityka klimatyczna UE 29
   2.5. Rewolucja technologiczna 30
   2.6. Wojny handlowe 32
3. Sytuacja w branży w 2021 roku 37
   3.1. Przemysł stalowy na świecie 37
   3.2. Sytuacja w Unii Europejskiej 38
   3.3. Produkcja w Polsce 39
   3.4. Przychody krajowego sektora stali 41
   3.5. Zużycie jawne wyrobów stalowych w Polsce 42
   3.6. Wymiana handlowa 43
   3.7. Krótkoterminowe trendy w zakresie kosztów ponoszonych przez hutnictwo 45
   3.8. Podsumowanie bieżącej sytuacji 49
4. Wpływ sytuacji w branży na inne sektory polskiej gospodarki 50
5. Inwestycje w hutnictwie 53
   5.1. Przeszłość 53
   5.2. Przyszłość 55
6. Wnioski 57

6.1 Podsumowanie ogólnej sytuacji hutnictwa żelaza i stali 57
6.2. Wsparcie dekarbonizacji produkcji stali w Polsce 59
6.3. Zabezpieczenie międzynarodowej konkurencyjności 50
6.4. Wsparcie wdrożenia i rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) 61

ROZDZIAŁ 2

WYTWARZANIE STALI BEZPOŚREDNIO Z RUDY ŻELAZA
Jan Mróz, Marian Niesler 65
1. Wstęp – zarys rozwoju technologii żelaza i stali w świecie w latach 1970-2020 65
2. Produkcja żelaza i stali w Polsce w latach 1990-2020 71
2.1. Technologia, wielkość i struktura produkcji żelaza i stali 71
2.2. Energochłonność i wskaźniki emisji dwutlenku węgla w procesach produkcji żelaza i stali w Polsce 73
3. Nowe wyzwania dla technologii wytwarzanie stali i żelaza w Polsce 77
3.1. Redukcja tlenków żelaza w stanie ciekłym 78
3.2. Wytwarzanie stali bezpośrednio z rudy żelaza 85
4. Podsumowanie 87

ROZDZIAŁ 3

PRODUCENCI STALI W POLSCE WOBEC WYZWAŃ CZWARTEJ REWOLUCJI PRZEMYSŁOWEJ
Bożena Gajdzik 93
1. Wprowadzenie 93
2. Przemysł stalowy w Polsce w czwartej rewolucji przemysłowej 94
3. Trendy technologiczne w hutnictwie w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej 104
4. Podsumowanie 111

ROZDZIAŁ 4

WYZWANIA ZWIĄZANE Z DEKARBONIZACJĄ SEKTORA STALOWEGO VS SKUTKI KRYZYSU EKONOMICZNEGO I ENERGETYCZNEGO W 2022 ROKU
Marta Zagórska 115
1. Wprowadzenie 115
2. Sytuacja w produkcji sektora stalowego w 2022 r. 116
3. Sytuacja na rynku stali i w obrotach handlowych w 2022 r. 120
4. Wpływ polityki transformacji energetycznej wspólnoty na koszty produkcji stali 125
5. Podsumowanie 132

ROZDZIAŁ 5
WALCOWNIA RUR „JEDNOŚĆ" W SIEMIANOWICACH ŚLĄSKICH. PRZYKŁAD ZMARNOWANEJ SZANSY INWESTYCJI POTRZEBNEJ DLA POLSKIEJ GOSPODARKI
Jadwiga Dyktus 135
1. Wstęp 135
2. Historia huty „Jedność" i siemianowickiego projektu „Walcownia Ciągła Rur" 136
3. Zadanie naprawy projektu realizowane przez Towarzystwo Finansowe Silesia 145
4. Podsumowanie 150
5. Wnioski – błędy, których nie można powtarzać 152

ROZDZIAŁ 6
MODEL HARMONOGRAMOWANIA PRODUKCJI
Bożena Gajdzik, Stanisław Chmist, Piotr Staroń 157

WPROWADZENIE

Artykuły zawarte w tej książce są pokłosiem wygłoszonych referatów oraz dyskusji jaka toczyła się na konferencji poświęconej aktualnym i perspektywicznym problemom hutnictwa żelaza i stali. Została ona zorganizowana jesienią 2022 roku przez Polskie Towarzystwo Ekonomiczne w Katowicach przy współpracy z Hutniczą Izbą Przemysłowo-Handlową w Katowicach oraz Siecią Badawczą Łukasiewicz – Instytutem Metalurgii Żelaza. Jej celem było z jednej strony uświadomienie szerokiej opinii publicznej problemów przed jakimi stoi dzisiaj hutnictwo i z drugiej strony zainicjowanie dyskusji i działań w tej sprawie.

Hutnictwo żelaza i stali w Polsce i na całym świecie znajduje się obecnie w przełomowym okresie swojego rozwoju. Zmiany klimatyczne i radykalne przyspieszenie przez Unię Europejską walki z emisją gazów cieplarnianych postawiło hutnictwo w niezwykle ciężkiej sytuacji. Emisja dwutlenku węgla jest bowiem immanentnie związana z podstawowym do tej pory wielkopiecowym procesem produkcji stali. Światowe hutnictwo emituje około 7% globalnej emisji dwutlenku węgla. Głównymi emitentami są spiekalnie i wielkie piece. Wyeliminowanie tej emisji oznacza więc całkowite odejście od ukształtowanej przez pokolenia wielkopiecowej technologii produkcji. Zastąpienie tego procesu bezpośrednią redukcją żelaza z rudy przy użyciu wodoru jest jeszcze w powijakach, zwłaszcza jeżeli chodzi o pozyskanie czystego wodoru. Wszystkie duże koncerny na świecie intensywnie pracują jednak nad tą nową technologią i bez wątpienia w ciągu 10-15 najbliższych lat wyprze ona, jeżeli nie całkowicie to w znacznym stopniu proces wielkopiecowy.

Również w procesie elektrycznym produkcji stali powstają duże ilości dwutlenku węgla. Jest to rezultat stosowania tzw. *brudnej energii*. Wielu producentów planuje jednak szybki rozwój produkcji stali przy wykorzystaniu tej technologii. Tutaj wyzwaniem będzie

więc posiadanie dostępu do odpowiedniej ilości czystej energii, bez śladu węglowego. Problemem może być także pozyskanie odpowiedniej ilości złomu.

Zużycie energii elektrycznej przez polskie hutnictwo kształtuję się obecnie w granicach 6-7 TWh rocznie. Jeżeli założymy, iż zapotrzebowanie naszej gospodarki narodowej na wyroby hutnicze będzie w zasadniczej mierze zaspokajane przez polskie huty a proces dekarbonizacji będzie szybki, tak jak się zakłada, to za około 15 lat zapotrzebowanie polskiego hutnictwa na czystą energię elektryczną wyniesie około 28-30 TWH. Pokazuje to przed jakimi problemami stoi nasza gospodarka.

Cały proces przebudowy hutnictwa żelaza i stali będzie wymagał ogromnego wysiłku finansowego i koordynacji działań w całej gospodarce narodowej, przede wszystkim zaś w zapewnieniu dostaw odpowiedniej ilości, czystej i porównywalnej cenowo do europejskiej konkurencji energii elektrycznej. Wydaje się, iż bez mocnego wsparcia ze strony rządu dekarbonizacja tego sektora gospodarki będzie bardzo trudna, jeżeli w ogóle możliwa. Przełoży się to na perspektywy jego rozwoju.

Już obecny stan polskiego hutnictwa, a zwłaszcza poziom jego produkcji wywołuje duży niepokój. W 2021 roku zużycie wyrobów stalowych w Polsce wyniosło 15,3 mln t, przy produkcji stali surowej zaledwie 8,45 mln ton. W konsekwencji od dłuższego czasu systematycznie rozwierają się nożyce pomiędzy wielkością krajowej produkcji a zużyciem jawnym wyrobów hutniczych. Luka ta pokrywana jest rosnącym importem. Przedwczesne zamknięcie wielkiego pieca nr 5 w Krakowie w istotny sposób pogłębiło tą negatywną tendencję.

Stal była, jest i pozostanie, mimo różnych substytutów jednym z kluczowych materiałów. Bez własnej stali nie będziemy mogli kontynuować szybkiego i zrównoważonego rozwoju, a wydarzenia w ostatnim czasie pokazały wyraźnie jak ważne jest utrzymanie systematycznych dostaw podstawowych materiałów i surowców.

Prezentowana książka zawiera 6 artykułów, których autorzy poruszają znaczną część wymienionych wyżej aktualnych problemów i wyzwań, jakie stoją przed naszym hutnictwem żelaza i stali.

Jerzy Podsiadło

1

Jerzy Podsiadło, Stefan Dzienniak, Marta Zagórska

HUTNICTWO ŻELAZA I STALI W OKRESIE PRZEŁOMU. NOWE WYZWANIA

1. Hutnictwo żelaza i stali – wprowadzenie

1.1. Historia hutnictwa w Polsce

Niniejsze opracowanie ma na celu przedstawienie sytuacji krajowego sektora stalowego w niemającym precedensu w dziejach ludzkości momencie transformacji tego kluczowego dla rozwoju ludzkiej cywilizacji obszaru jej aktywności.

Obecna epoka dziejów ludzkości to w ujęciu historycznym wciąż trwająca już kilka tysięcy lat, epoka żelaza. Można śmiało doprecyzować to określenie mówiąc o epoce carbo (węglo) żelaza. Niezależnie bowiem czy w kolejnych wiekach w procesie produkcji pierwotnej żelazo było wytwarzane w prymitywnych dymarkach, czy w obecnie dominującej technologii wielkopiecowej, to za każdym razem redukcja chemiczna rudy żelaza dokonywana była za pomocą pierwiastkowego węgla pozyskiwanego z węgla drzewnego lub produktów na bazie węgla kamiennego (obecnie jest nim koks wielkopiecowy). Z kolei oczywistym efektem łączenia pierwiastkowego węgla i pierwiastkowego tlenu z rudy żelaza jest emisja dwutlenku węgla, która w przypadku branży stalowej stanowi obecnie 7% globalnej emisji tego gazu.

Ambitne cele polityki klimatycznej, szczególnie mocno obecne w polityce Unii Europejskiej, oznaczają, że w niezwykle krótkim czasie, bo w perspektywie maksymalnie trzech dekad ludzkość całkowicie zastąpi w procesie wytwarzania żelaza węgiel wodorem jako podstawowym reduktorem rud żelaza. W efekcie, skutkiem tej zmiany, będzie powstawanie pary wodnej zamiast dwutlenku węgla.

Wykorzystania rudy żelaza w gospodarce nie da się niczym zastąpić, a pierwotna produkcja żelaza będzie nadal niezbędna. Według wszelkich badań, jeszcze co najmniej przez 100 lat nie będzie w gospodarce wciąż wystarczającej ilości złomu stalowego, aby zaniechać takiej produkcji, ani też nie ma innego materiału, który mógłby przejąć rolę stali w gospodarce. Wreszcie, nadal jedynie poprzez pierwotną produkcję można uzyskać największą czystość produktu końcowego.

W efekcie najbliższe lata to gwałtowny zmierzch epoki carbo (węglo) żelaza i powitanie nowej epoki hydro (wodoro) żelaza. Podstawowym pytaniem jest zatem to, czy będzie to kres egzystencji tego sektora w Polsce, bo nie damy rady go przebudować, czy może będziemy potrafili wykorzystać ten technologiczny przełom do wykonania skoku cywilizacyjnego.

Niniejszy artykuł został opracowany w 2022 r. W ciągu ostatnich miesięcy przygotowanie do rewolucji technologicznej w hutnictwie uległo gwałtownemu przyspieszeniu. Europejscy producenci stali przedstawili ponad 60 projektów prowadzących do radykalnego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla. Pokazuje to przed jak istotnym przełomem stoi dzisiaj polskie hutnictwo żelaza i stali.

Hutnictwo żelaza na ziemiach polskich ma bardzo długą tradycję. Świadczą o tym m.in. pochodzące sprzed 2000 lat ślady dymarek odkryte koło Nowej Słupi. Do połowy XIX w. największym okręgiem hutniczym na ziemiach polskich pozostawało Zagłębie Staropolskie. Zadecydowało o tym występowanie rud żelaza, obfitość lasów dostarczających węgiel drzewny oraz możliwość wykorzystania spadku wód jako źródła energii do poruszania urządzeń w kuźniach. Powstał wówczas opracowany przez S. Staszica projekt utworzenia nad rzeką Kamienną kombinatu metalurgicznego. W swoim Testamencie Górniczym S. Staszic przedstawił też perspektywiczny plan rozwoju przemysłu hutniczego.

Zastosowanie koksu do wytopu żelaza spowodowało, że w drugiej połowie XIX w. największym okręgiem hutnictwa na ziemiach polskich stał się Górny Śląsk. Rozwój hutnictwa żelaza w tym regionie zapoczątkowało uruchomienie w 1796 r. w Gliwicach pierwszego w kontynentalnej części Europy wielkiego pieca opalanego koksem[1]. W 1858 roku na Górnym Śląsku pracowało już 41 wielkich pieców w 14 hutach wytwarzając 54 tys. ton surówki hutniczej i ok. 43 tys.

[1] https://encyklopedia.pwn.pl

ton stali surowej[2]. Również w zaborze rosyjskim w latach 1834-1839 zbudowano nowoczesną jak na ówczesne czasy hutę, którą nazwano od głównego inwestora Hutą Bankową. Huta ta jako pierwsza w Królestwie Polskim stosowała węgiel do produkcji surówki.

Po odzyskaniu niepodległości, biorąc pod uwagę znaczenie tej branży dla gospodarki narodowej, utworzono w 1925 r. Syndykat Polskich Hut Żelaznych.Powstał on jako porozumienie kartelowe i obejmował 13 spośród 15 czynnych wówczas hut i kontrolował prawie całą produkcję i sprzedaż wyrobów walcowanych. Wielkość produkcji stali w Polsce w tym czasie przekraczała 1 mln ton, co dawało 12. miejsce wśród producentów stali na świecie.

Po II wojnie światowej, w okresie gospodarki planowej, huty podlegały najpierw Ministerstwu Przemysłu Ciężkiego, później Ministerstwu Hutnictwa, a w końcu zostały podporządkowane Zjednoczeniu Hutnictwa Żelaza i Stali. Do czasu likwidacji Zjednoczenia w 1982 r. odgórnie ustalano tam kierunki inwestycji, plany produkcji, kierunki sprzedaży itp.

Transformacja ustrojowa rozpoczęta w 1989 r. zastała polskie hutnictwo żelaza i stali w złym stanie. Marazm gospodarczy lat 80. praktycznie zahamował proces przebudowy tej gałęzi przemysłu, rozpoczęty jeszcze w latach 70. i doprowadził do spadku produkcji. W 1980 r. wytopiliśmy prawie 19,5 mln ton stali surowej, a więc więcej niż w tym czasie produkowały np. Wielka Brytania, Indie czy Brazylia. Dawało to nam 8. miejsce w świecie. W 1989 r. wyprodukowaliśmy już tylko 15 mln ton, zajmując 13. pozycję wśród największych producentów[3]. Liczby te pokazują jednak, jak znaczącą pozycję zajmowało w świecie we wspomnianych latach polskie hutnictwo i dlaczego później w całym procesie akcesyjnym Komisja Europejska tak wielką uwagę przywiązywała do wynegocjowania odpowiedniego programu jego restrukturyzacji. Posiadany przez nas potencjał produkcyjny, mimo jego wagi w gospodarce europejskiej, był jednak technologicznie przestarzały i organizacyjnie niewydolny. W dekadzie lat 90., mimo formalnych wysiłków i tworzonych programów, restrukturyzacja hutnictwa nie powiodła się. Podstawową przyczyną niepowodzenia był brak zgody na jego koncentrację.

---

[2] Wilhelm Gorecki: *Rozwój przemysłu na Górnym Śląsku XVIII i XIX wieku na przykładzie Huty Florian*, Silesia Progress, Kotórz Mały 2016.

[3] Jak bardzo od tamtego czasu wzrosło znaczenie stali, najlepiej dowodzi przykład Chin, które w 2020 r. wytworzyły ponad 1 mld ton stali surowej z ogólnoświatowej wartości 1,9 mld ton. Dla porównania, światowa produkcja stali w 1981 r. to 707 mln ton.

W 2001 r., już w toku rozmów akcesyjnych przyjęto fundamentalny, kierunkowy Program Restrukturyzacji Hutnictwa Żelaza Stali. Program ten zakładał m.in. koncentrację podstawowych hut i udzielenie im pomocy publicznej na przeprowadzenie procesu przebudowy. Ponieważ pomoc publiczna, zgodnie z zasadami UE, musiała być zaakceptowana przez Komisję Europejską, przez cały rok 2002 w ramach negocjacji akcesyjnych toczyły się rozmowy nad ustaleniem programu restrukturyzacji akceptowanego przez obie strony. Ostatecznie Komisja Europejska zaakceptowała udzielenie pomocy publicznej polskiemu hutnictwu maksymalnie do wysokości 3 387 070 000 zł, ale w zamian zażądała obniżenia mocy produkcyjnych o minimum 1 231 000 t gotowych wyrobów hutniczych. Wynegocjowane zasady restrukturyzacji zostały ujęte w Protokole nr 8 do Traktatu Akcesyjnego. Program restrukturyzacji polskiego hutnictwa był realizowany do końca 2007 r. i zakończył się pełnym sukcesem. W jego toku zlikwidowano nieefektywne instalacje produkcyjne, radykalnie zmniejszono zatrudnienie, zmodernizowano szereg linii produkcyjnych i wybudowano nowe instalacje, jak np. Walcownie Blach Gorących w Krakowie o potencjale produkcyjnym blisko 5 mln t rocznie[4]. W rezultacie tego procesu mamy dzisiaj w Polsce hutnictwo nowoczesne, o wysokiej produktywności i bezpieczeństwie pracy, konkurencyjne, zrównoważone i zdolne do generowania zysku. Automatyzacja technologii wytwarzania stali i wyrobów hutniczych, przy redukcji mocy produkcyjnych i zatrudnienia, pozwoliła na uzyskanie wysokiej wydajności. Kolejnym etapem rozwoju jest wkroczenie na poziom przemysłu 4.0.

Członkostwo Polski w Unii Europejskiej (od 01.05.2004) otworzyło nowe możliwości dla hutnictwa w Polsce, ale spowodowało również związaną z tym konieczność realizowania unijnej polityki w obszarach dotyczących polityki klimatycznej, ekologii, energetyki, handlu, zatrudnienia itp. Jednocześnie, w ostatnich latach rynek unijny, a szczególnie polski rynek doświadczył masowych negatywnych zjawisk, których wspólnym mianownikiem jest nieuczciwa konkurencja, takich jak eksplozja wyłudzeń VAT i „szara strefa" w handlu stalą, gwałtowny wzrost importu wyrobów stalowych ze wschodu, bardzo często po dumpingowych cenach lub przy wsparciu niedozwolonych subwencji (Białoruś, Rosja, Chiny). Na to wszystko w związku z polityką ratowania klimatu nakłada się największe wyzwanie całkowitej zmiany technologii produkcji stali, co oznacza odejście od procesu

4 J. Podsiadło: *Złota stal. Restrukturyzacja i prywatyzacja polskiego hutnictwa żelaza i stali*, UE w Katowicach, 2021.

wielkopiecowego w produkcji surówki oraz wykorzystywanie tylko czystego prądu przy procesie elektrycznym produkcji stali oraz w walcownictwie.

1.2. Najważniejsze firmy sektora, skala produkcji oraz stosowane technologie

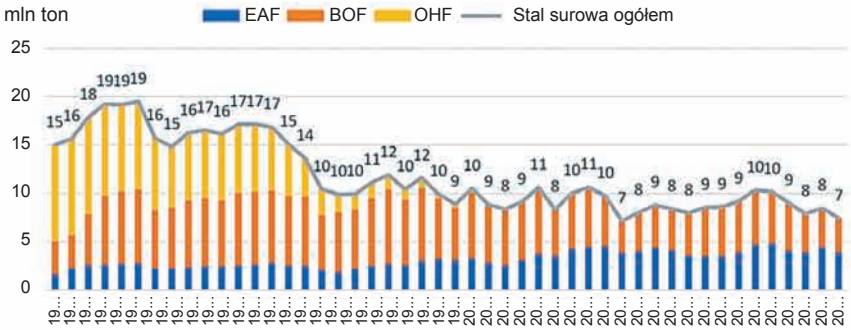
W wyniku zrealizowanych projektów inwestycyjnych (przede wszystkim będących konsekwencją procesów prywatyzacyjnych), które w okresie od wstąpienia Polski do Unii Europejskiej przekroczyły kwotę 14,5 mld zł, hutnictwo w Polsce stało się jednym z najnowocześniejszych na świecie. To w Polsce zlokalizowana jest jedna z kilku na świecie hut będących w stanie produkować szynę o długości 120 m, funkcjonuje najnowocześniejsza walcownia blach w Europie, czy też działa piec elektryczny EAF mieszczący się w ścisłej światowej czołówce pod względem efektywności energetycznej. Taki stan rzeczy szczególnie wspiera silna i mająca oparcie w wielowiekowej tradycji kadra pracownicza, menedżerska oraz zaplecze naukowo-techniczne skupione zarówno w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Matalurgii Żelaza w Gliwicach, jak i w silnych ośrodkach akademickich z Akademią Górniczo-Hutniczą i Politechniką Śląską na czele. Obecnie mamy w Polsce 14 dużych producentów wyrobów hutniczych (Tabela 1). Natomiast stal surowa jest wytwarzana w 7 hutach.

Tabela 1. Najwięksi producenci wyrobów hutniczych w Polsce według przychodów ze sprzedaży w tys. złotych za 2021 r.

Firma	Miejscowość	Przychody ze sprzedaży
ArcelorMittal Poland S.A.	Dąbrowa Górnicza	26 751 686
Stalprodukt S.A. GK*	Bochnia	4 674 169
CMC Poland sp. z o.o.	Zawiercie	4 147 023
Celsa Huta Ostrowiec sp. z o.o.	Ostrowiec Świętokrzyski	3 779 006
Węglokoks S.A.*	Katowice	3 577 480
Cognor SA	Poraj	2 811 151
ArcelorMittal Warszawa sp. z o.o. GK	Warszawa	2 413 346
Marcegaglia Poland sp. z o.o.*	Praszka	1 771 391
Alchemia S.A. GK	Warszawa	967 327
Ferrum S.A. GK	Katowice	604 727
Huta Bankowa sp. z o.o.	Dąbrowa Górnicza	561 473
ISD Huta Częstochowa sp. z o.o. w upadłości	Częstochowa	295 961 (2019 r.)

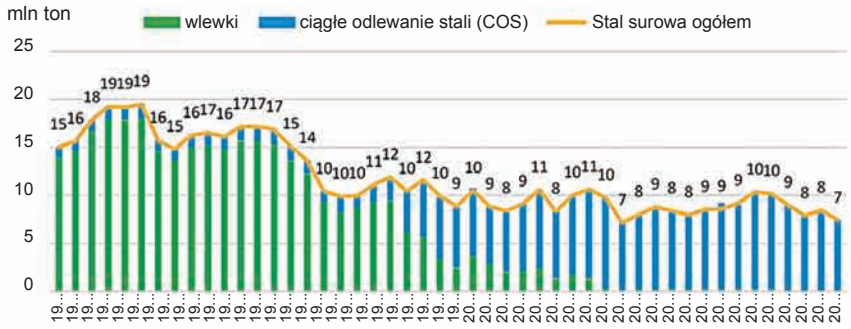
* produkcja wyrobów stalowych i inna działalność (w tym dystrybucja)
Źródło: Rzeczpospolita, *Lista 500*, https://rankingi.rp.pl/lista500/2022#four [dostęp: 28.03.2023]

W Polsce rozwinięte są obydwa dominujące obecnie sposoby wytwarzania stali surowej. Pierwszy realizowany jest w hutach zintegrowanych, wytwarzających surówkę żelaza w wielkich piecach i przerabiających ją na stal w konwertorach tlenowych z udziałem złomu stalowego (**proces BF/BOF**). Drugi realizowany jest w procesie elektrycznym w stalowniach elektrycznych wyposażonych w piece łukowe (**proces EAF**)[5]. Na przełomie XX i XXI w. zakończono produkcję przy wykorzystaniu przestarzałej produkcji opartej o piece martenowskie (**proces OHF**). W ślad za tym zmieniana była sukcesywnie technologia odlewania – obecnie w całości odbywa się ona przy wykorzystaniu technologii ciągłego odlewania stali. Proces kształtowania się takiej struktury produkcji przedstawia Rys. 1.



Rysunek 1. Produkcja stali surowej według technologii produkcji: EAF – stal elektryczna, BOF – stal konwertorowa, OHF – stal martenowska – w Polsce w latach 1975-2022 [mln ton]

Źródło: Opracowanie na podstawie materiałów Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach.



Rysunek 2. Produkcja stali surowej według technologii odlewania: wlewki i ciągłe odlewanie stali (COS)– w Polsce w latach 1975-2022 [mln ton]

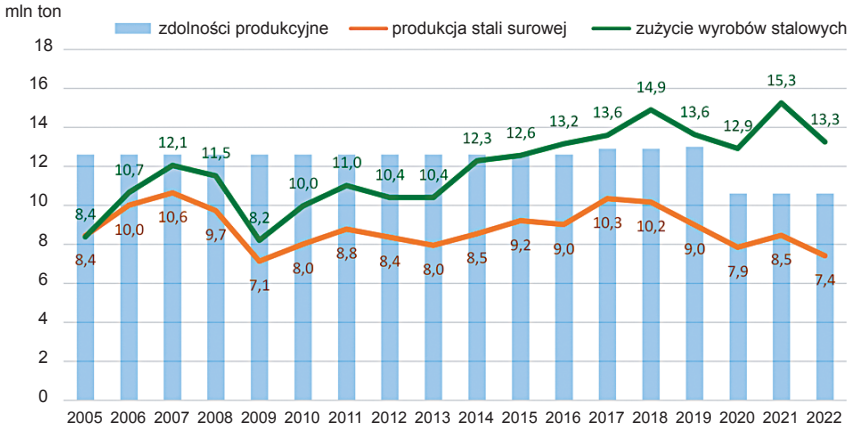
Źródło: Opracowanie na podstawie materiałów Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach.

[5] Ministerstwo Środowiska „Najlepsze dostępne techniki (bat) wytyczne dla produkcji żelaza i stali huty zintegrowane", Warszawa 2005.

W Polsce stal konwertorowa produkowana jest w jedynej obecnie hucie o pełnym cyklu produkcyjnym tj. w Oddziale ArcelorMittal Poland S.A. w Dąbrowie Górniczej (do października 2020 r. drugim miejscem takiej produkcji był Oddział w Krakowie tej spółki).

Pozostała część stali produkowana jest w stalowniach elektrycznych wyposażonych w elektryczne piece łukowe prądu zmiennego.

Analizując powyższy Rys. należy stwierdzić, że jednocześnie z postępującym unowocześnieniem krajowego hutnictwa następował sukcesywnie spadek znaczenia Polski na mapie światowej krajów produkujących stal. O ile na końcu ósmej dekady XX wieku Polska szczyciła się 8. miejscem na świecie przy produkcji stanowiącej ok. 2,5-3% produkcji światowej, tak obecnie udział ten wynosi mniej niż 0,5%. Gwałtownie przy tym rozwarły się nożyce pomiędzy wielkością krajowej produkcji a zapotrzebowaniem gospodarki narodowej na wyroby hutnicze. Jest to więc sytuacja, która jest coraz bardziej niepokojąca z punktu widzenia bezpieczeństwa ekonomicznego kraju. Rys. 3 przedstawia wartość produkcji krajowej na tle zdolności produkcyjnych (silne tąpnięcie w 2020 r. za sprawą likwidacji części surowcowej w Nowej Hucie) i dynamiki zużycia jawnego wyrobów stalowych.



Rysunek 3. Wielkość produkcji stali surowej, zużycia jawnego wyrobów stalowych oraz zdolności produkcyjne stali w Polsce – w latach 2005-2022 [mln ton]

Źródło: Opracowanie na podstawie materiałów Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach.

1.3. Najważniejsze dane ekonomiczne o sektorze na tle gospodarki krajowej

W całym krajowym sektorze stalowym (działy PKD: 24.1, 24.2, 24.3) funkcjonuje łącznie 606 przedsiębiorstw, w tym 68 średnich i dużych (o zatrudnieniu przekraczającym 50 osób). Ze względu na wartość przychodów (w mln EUR) stalowy sektor krajowy w 2019 r. zajmował 8 pozycję wśród krajów UE (28) z udziałem 4,5%. Wśród krajów o większych przychodach i wartości produkcji w tym sektorze są Niemcy (26%), Włochy (19%), Francja (9,5%), Hiszpania (8%), Wielka Brytania, Austria i Belgia (po 6%). Pozostałymi krajami z istotnym udziałem branży stalowej w UE (powyżej 1%), ale o wartości niższej niż Polska są Holandia, Szwecja, Czechy, Finlandia, Słowacja, Rumunia i Portugalia. Jak widać rola sektora stalowego w gospodarce narodowej Polski jest niższa niż w czołowych krajach unijnych. Jest to zaskakujące ponieważ przez wiele lat mieliśmy przewagi konkurencyjne w tym sektorze. W Polsce wytwarzane są produkty o nieco niższym niż przeciętnie dla wymienionych krajów stosunku wartości dodanej do wartości produkcji tj. 0,15 wobec średniej UE 0,17. Krajami wytwarzającymi produkty o względnie najwyższej wartości dodanej są Austria, Niemcy, Szwecja i Wielka Brytania. Hutnictwo unijne stale przeznacza znaczne środki finansowe na inwestycje – przeciętny udział wartości inwestycji w wartości dodanej wynosił 59%. Chociaż tutaj wskaźnik ten dla Polski jest nieznacznie wyższy tj. 61%[6].

Wartość krajowej produkcji sprzedanej sektora stalowego wyniosła 28,8 mld zł w 2020 r., co stanowiło ok. 2,3% wartości produkcji przemysłowej. Sprzedaż eksportowa stanowiła ponad połowę wartości produkcji sprzedanej i wyniosła 16,2 mld zł w 2020 r., co stanowiło prawie 3% sprzedaży eksportowej przemysłu ogółem. Ze względu na wymagany wysoki poziom kwalifikacji, wynagrodzenia w hutnictwie były przeciętnie o 7% wyższe niż średnia dla przemysłu i o 13% wyższe niż średnia płaca w całej gospodarce. Mimo tego, iż z punktu widzenia przeciętnej płacy sektor stalowy jest atrakcyjnym miejscem pracy, to jednak w ostatnich latach boryka się z problemami luki pokoleniowej, która wynika z braku odpowiedniego szkolnictwa zawodowego, przede wszystkim – technicznego[7].

---

[6] GUS, Rocznik Statystyczny Przemysłu 2020, Eurostat: *Annual detailed enterprise statistics for industry* (NACE Rev. 2, B-E) [SBS_NA_IND_R2__custom_1948572]

[7] HIPH: Polski Przemysł Stalowy 2020.

Sektor stalowy wpływa na wartość dodaną brutto PKB, zatrudnienie oraz dochody sektora finansów publicznych w gospodarce Polski poprzez:

- efekty bezpośrednie generowane w ramach firm działających w tym sektorze;
- efekty pośrednie związane z wydatkami sektora w łańcuchu dostawców;
- efekty indukowane wynikające z wydatków na konsumpcję, finansowanych z wynagrodzeń pracowników wygenerowanych w ramach efektów bezpośrednich i pośrednich.

Uwzględniając powyższe efekty, sektor stalowy generuje/wspiera w Polsce (dane za 2015 r.)[8]:

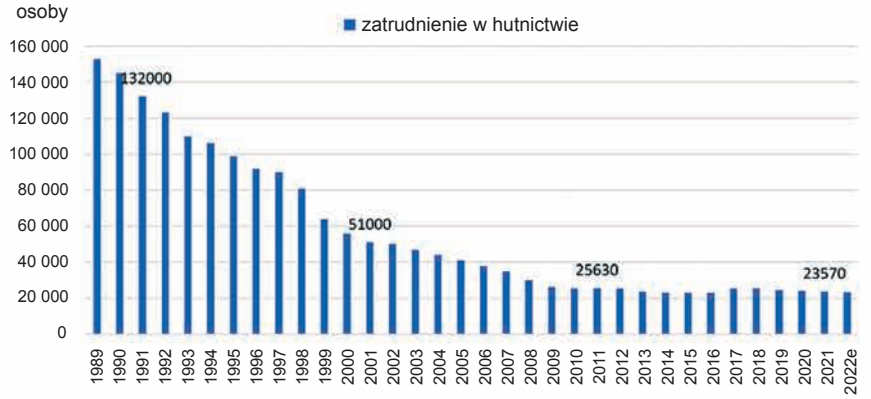
- ok. 17,3 mld zł wartości dodanej brutto (1,1% WDB w Polsce ogółem);
- ok. 146 tys. pracujących (0,9% pracujących w Polsce ogółem);
- ok. 7,6 mld zł dochodów sektora finansów publicznych (1,1% dochodów SFP w Polsce ogółem).

W ujęciu sektorowym branża stalowa generuje największe efekty ekonomiczne w sektorze handlu (obejmującym sprzedaż złomu) oraz górnictwa i wydobycia (głównie zakupy węgla, przede wszystkim do procesu produkcji koksu, którego hutnictwo jest dominującym konsumentem). W ujęciu regionalnym sektor stalowy szczególnie mocno oddziałuje na gospodarkę lokalną na Górnym Śląsku oraz w okolicach Kielc.

Bezpośrednio zatrudnionych w hutnictwie według ostatnich dostępnych danych za 2020 r. było 24 tys. osób (Rys. 4), co oznacza wsparcie aż 154 tys. miejsc pracy w gospodarce (na podstawie efektów bezpośrednich, pośrednich i indukowanych). Udział bezpośrednio zatrudnionych w sektorze stalowym w przeciętnym zatrudnieniu sektora przedsiębiorstw w przetwórstwie przemysłowym wynosi 1,0%, a w całej gospodarce – 0,4%. Łączny udział hutnictwa krajowego w połączeniu z tworzeniem miejsc pracy w sektorach powiązanych, w gospodarce krajowej wyniósł ok. 2,4% (więcej informacji o wpływie w poszczególnych sektorach znajduje się w rozdziale 4).

Polska jest na 4 miejscu pod względem wielkości zatrudnienia w przemyśle stalowym w UE, z udziałem 7,4%. Zatrudnienie w europejskim hutnictwie w 2020 r. wyniosło 326 tys. pracowników. Jednocześnie sektor ten poprzez efekty pośrednie i indukowane wspiera w sumie 2,6 mln miejsc pracy w unijnej gospodarce[9].

[8] EY: *Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r.*
[9] Eurofer, European Steel in Figures 2021.



Rysunek 4. Wielkość zatrudnienia w przemyśle stalowym w Polsce – w latach 1989-2022 [osoby]

Źródło: Opracowanie na podstawie materiałów hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach.

Stalochłonność gospodarki to jej wielkość zużycia (konsumpcji, przetworzenia) stali. W przypadku stalochłonności najbardziej rozpowszechniony wskaźnik jest liczony na bazie zużycia jawnego, obliczanego jako produkcja roczna stali pomniejszona o wielkość eksportu stali i powiększona o wielkość importu stali w danym roku. W latach 2004-2018 poziom rocznego zużycia jawnego wyrobów stalowych gotowych w Polsce wynosił średnio 11,2 mln ton. Stalochłonność dla Polski do 2013 roku utrzymywała się poniżej poziomu stalochłonności dla UE, ze średnim wskaźnikiem 265 kg rocznie na 1 mieszkańca. Po 2013 roku odnotowano w Polsce dynamiczny wzrost stalochłonności, w 2018 krajowa stalochłonność wyniosła 390 kg na 1 osobę. Dla porównania w UE w tym czasie wyniosła 333 kg na osobę, a na świecie 225 kg na osobę[10]. Z danych za 2020 i 2021 r. wynika, że stalochłonność polskiej gospodarki w ujęciu na mieszkańca zmniejszyła się do 368 kg stali na 1 osobę, a w UE spadła do 308 kg na osobę. Natomiast stalochłonność gospodarki kraju w ujęciu wartościowym w ciągu ostatnich dwóch lat utrzymywała się na poziomie rocznym ok. 6 ton na 1 mln zł wytworzonego PKB w cenach z 2020 r.

Wyroby stalowe wytwarzane w UE są w dużej mierze przedmiotem handlu zagranicznego. Przeciętny udział wartości eksportu stali (w EUR) w wartości produkcji kształtuje się na poziomie ok. 64%[11]. Jest to związane nie tylko z wysoką różnorodnością zapotrzebowania na wyroby przez użytkowników rynku w stosunku do ofer-

[10] B. Gajdzik, M. Zagórska: *Analiza stalochłonność polskiej gospodarki przy użyciu wybranych mierników*, Gosp. Mater. Logist. 2020, 72 nr 6.

[11] Na podstawie danych Comext z bazy wewnętrznej Eurofer.

ty krajowych producentów, ale również z działalnością handlową w ramach sektora stalowego (w ramach korporacji) i przetwórczą wewnątrz sektora (czyli ulepszaniem wyrobów). Wśród największych producentów stali w UE wysokim udziałem wartości eksportu (powyżej 75%) wyróżniają się kraje: Belgia, Słowacja, Finlandia, Szwecja i Portugalia. Mniejszy niż przeciętny udział wartości eksportu w produkcji mają kraje: Polska i Hiszpania (ok. 50%). Analizując sektor stalowy od strony rynkowej również odnotowuje się wysokie udziały wymiany międzynarodowej. W 2020 r. zużycie jawne wyrobów stalowych gotowych (płaskich, długich oraz rur i kształtowników) w UE wyniosło 139 mln ton[12]. W tym okresie import do UE z krajów trzecich wyniósł prawie 25 mln ton, co stanowiło ok. 18% udział w rynku unijnym. Udział importu wraz w przywozem z krajów UE w krajowym rynku stali w 2020 r. wyniósł ok. 76%.

W ostatniej dekadzie polski sektor stalowy zmagał się z szeregiem wyzwań, które miały negatywny wpływ na jego międzynarodową konkurencyjność. Przyczyn tego stanu rzeczy należy upatrywać m.in. we wzroście kosztów produkcji związanym z wzrostem cen uprawnień do emisji i energii elektrycznej, niewystarczającym popycie oraz napływie taniej, często subsydiowanej i nieobjętej kosztami polityki klimatycznej stali z krajów trzecich, nierzadko po dumpingowych cenach. Rosnący przywóz do UE stanowi istotne zagrożenie dla lokalnego przemysłu, zwłaszcza w kontekście systematycznie malejącej krajowej produkcji stali. Presja ze strony krajów trzecich przyczynia się także do zaostrzenia konkurencji w obrębie krajów UE. W obliczu tak silnej międzynarodowej konkurencji w branży, o udziale rynkowym poszczególnych producentów decydują przede wszystkim koszty działalności, a w szczególności koszty przetworzenia.

Kluczowym czynnikiem wpływającym na koszty przetworzenia surowca są w szczególności koszty energii elektrycznej, które przypadku, np. stalowni elektrycznej osiągają poziom 40% kosztów ogółem. Ta okoliczność sprawia, że przemysł stalowy jest sektorem wybitnie energochłonnym. Energochłonność może być analizowana w wielu aspektach, m.in.:

- wielkościowo – jako zużycie energii w jednostkach bezwzględnych, w szczególności na wyprodukowanie 1 tony stali np. w analizach pomiędzy różnymi producentami stali;
- wartościowo – jako zużycie energii na jednostkę wartości dodanej brutto, np. w analizach pomiędzy różnymi sektorami gospodarki;

[12] Na podstawie danych Comext z bazy wewnętrznej – Dane Eurofer i ESTA.

- porównawczo – poprzez odniesienie do innych sektorów gospodarki i działających w nich przedsiębiorstw.

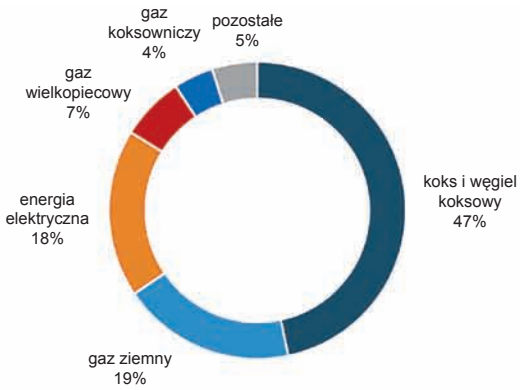
Zużycie energii elektrycznej w hutnictwie wyniosło 6,8 TWh tj. 587 ktoe w 2018 r. W produkcji krajowej udział stali konwertorowej był w tamtym okresie (tj. przed likwidacją w 2020 r. części surowcowej w Nowej Hucie) większy i wynosił 55%, ale w procesie elektrycznym jednostkowe zużycie jest 3,5-krotnie wyższe niż w procesie zintegrowanym (wielki piec i stalownia konwertorowa), gdzie głównymi surowcami energetycznymi są koks i gazy procesowe. W 2021 r. zużycie energii elektrycznej w przemyśle stalowym wyniosło 6,2 TWh[13].

Energochłonność całkowita sektora stalowego liczona jako tona oleju ekwiwalentnego na tonę stali w latach 2000-2020 zmniejszyła się z 0,329 ktoe/t do 0,287 ktoe/t, czyli o 13%.[14] Mimo redukcji jednostkowego zużycia energii hutnictwo w Polsce ma wciąż najwyższy wśród sektorów przemysłowych wskaźnik udziału energii w produkcji sprzedanej /2,23 ktoe/€ w 2020 r./ tj. ponad dziesięciokrotnie wyższy niż średnia w przemyśle i ponad trzykrotnie wyższy niż w drugiej z kolei branży chemicznej[15] (Rys. 5 i 6).

[13] Dane opracowane przez Hutniczą Izbę Przemysło-Handlową na podstawie: *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2020 i 2021*, GUS, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/gospodarka-paliwowo-energetyczna-w-latach-2020-i-2021,4,17.html, [dostęp: 30.03.2023].

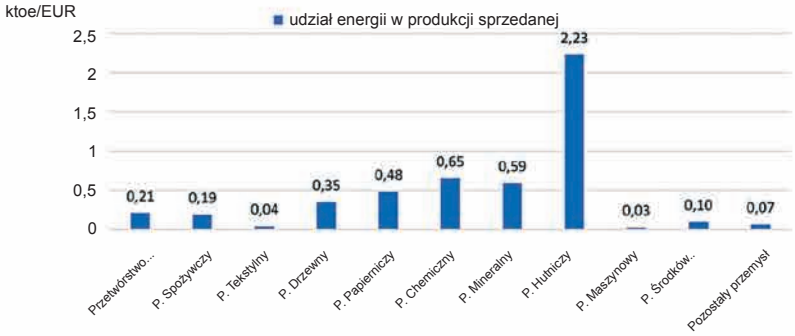
[14] Tona oleju ekwiwalentnego /toe/ jest to równoważnik energetyczny jednej metrycznej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 10 000 kcal/kg. Tego typu jednostkę stosuje się często w bilansach międzynarodowych.

[15] S. Dzienniak, M. Zagórska: *Droga energia przyczyną niskiej konkurencyjności polskiej gospodarki na przykładzie przemysłu stalowego* [w:] *Ekonomiczne skutki pandemii*, (red. naukowa) J. Błach, B. Barszczowska, wyd. Akademia WSB, PTE Katowice 2021., aktualizacja danych na podstawie: *Efektywność wykorzystania energii w latach 2010-2020*, GUS, https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/efektywnosc-wykorzystania-energii-w-latach-2010-2020,5,17.html, [dostęp: 30.03.2023].



Rysunek 5. Struktura zużycia mediów energetycznych w sektorze stalowym w Polsce – w 2021 r [%]

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych GUS.



Rysunek 6. Udział energii elektrycznej w produkcji sprzedanej branż przemysłowych w Polsce – w 2020 r [ktoe/€]

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych GUS.

Taka energochłonność lokuje huty stali na czele listy podmiotów pod względem energochłonności. Doskonale obrazuje to wykaz odbiorców przemysłowych dla celów OZE publikowany corocznie przez Prezesa URE[16], w którym przedsiębiorstwa sektora stalowego lokują się na najwyższych pozycjach biorąc pod uwagę zarówno kryterium 100 GWh, jak i kryterium wskaźnika energochłonności.

2. Megatrendy wpływające na branżę stalową

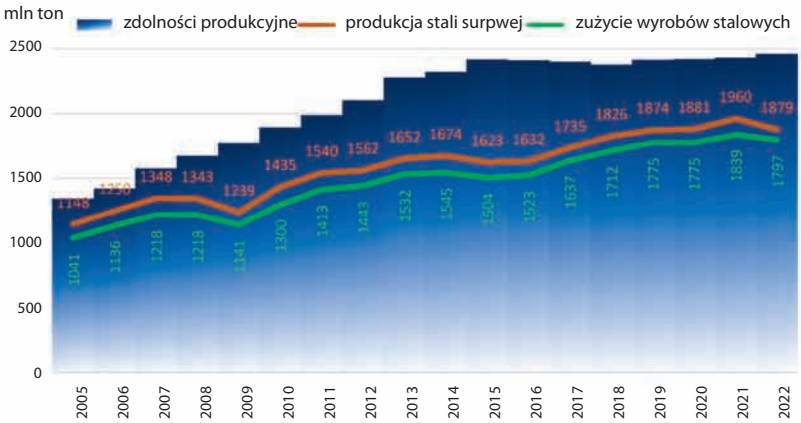
2.1. Globalna nadwyżka mocy produkcyjnych

Stal umożliwia funkcjonowanie nowoczesnych gospodarek i jest niezbędnym wkładem dla wszystkich sektorów gospodarki, w tym

[16] Przykładowo dla 2022 r.: https://bip.ure.gov.pl/bip/wykaz-odbiorcow-przemys/4190,Wykaz-odbiorcow-przemyslowych-na-rok-2022.html

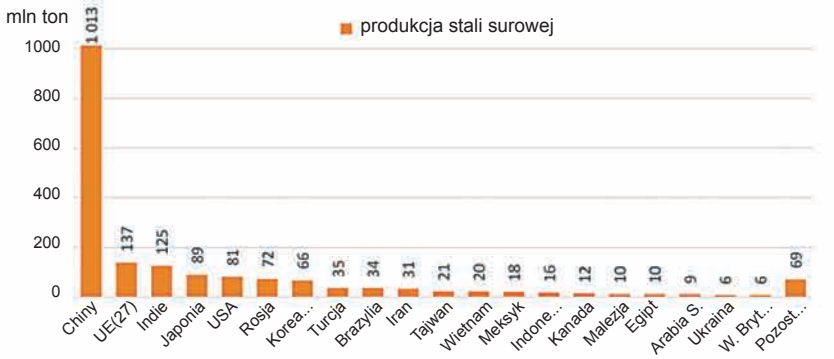
szczególnie budownictwa, które jest największym dalszym użytkownikiem stali, motoryzacji, sektora maszyn i urządzeń, przemysłu stoczniowego, kontenerowego, urządzeń i energetyki. Około 90 krajów wyprodukowało w 2022 r. 1,88 mld ton stali, przy zdolnościach produkcyjnych na poziomie 2,45 mld ton.

Ta wielka nadwyżka mocy produkcyjnych jest efektem polityki poszczególnych państw zakładających, iż silna własna baza produkcji stali jest kluczowa dla rozwoju gospodarczego w XXI r. i stanowi także o bezpieczeństwie funkcjonowania własnej gospodarki narodowej. W efekcie w ujęciu światowym branża stalowa od ponad dekady znajduje się w poważnym strukturalnym kryzysie związanym z nadwyżką mocy produkcyjnych. Sytuacja stała się szczególnie dotkliwa w 2015 r., kiedy różnica w stosunku do popytu sięgnęła prawie 800 mln ton, co spowodowało napięcia w handlu. Rosnący kryzys skłonił rządy na szczeblu wielostronnym do stawienia czoła wyzwaniom branży. W 2016 r., pod auspicjami G20, utworzono Globalne Forum ds. Nadwyżek Mocy Stali (The Global Forum on Steel Excess Capacity – GFSEC), aby rozwiązać ten problem.



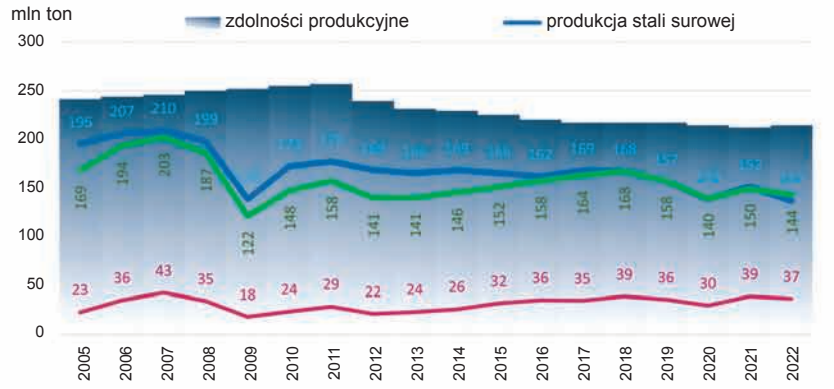
Rysunek 7. Wielkość zdolności produkcyjnych i produkcji stali surowej oraz zużycie wyrobów stalowych na Świecie – w latach 2005-2022 [mln ton]

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych Worldsteel.



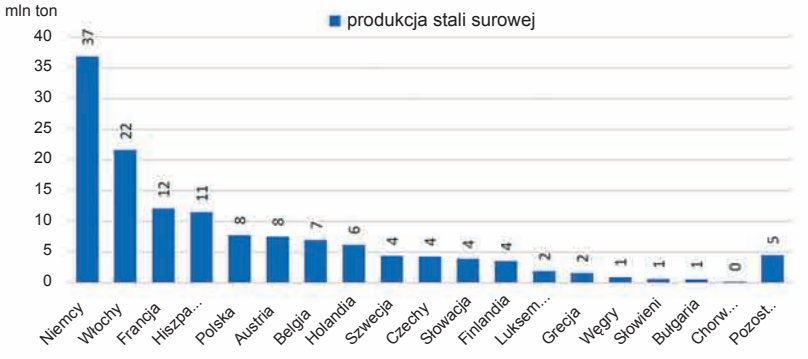
Rysunek 8. Wielkość produkcji stali surowej na świecie – top 20 krajów w 2022 r. [mln ton]

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych Worldsteel.



Rysunek 9. Wielkość zdolności produkcyjnych i produkcji stali surowej oraz zużycie i import wyrobów stalowych w UE(27) – w latach 2005-2022 [mln ton]

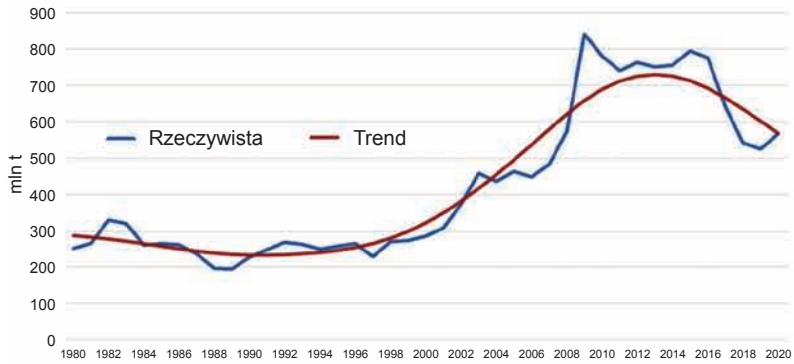
Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych Worldsteel i Eurofer.



Rysunek 10. Wielkość produkcji stali surowej w UE(27) – top 20 krajów w 2022 r. [mln ton]

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych Worldsteel i Eurofer.

Poziom nadwyżki zdolności produkcyjnych nadal jednak stanowi poważne wyzwanie w zakresie handlu i dostosowania, pomimo że popyt na stal w 2020 r. odbił się od spadków związanych z pandemią, a ceny stali zaczęły wzrastać. W 2020 r. nadwyżka zdolności wyniosła aż 568 mln ton, zwiększając się po raz pierwszy od 2015 r. Branża ma więc nadal znaczną nadwyżkę mocy produkcyjnych, z których większość ma charakter strukturalny, a w mniejszym stopniu wpływają na nią krótkoterminowe wahania cyklu gospodarczego. W długoterminowym trendzie globalnej nadwyżki mocy produkcyjnych nad zapotrzebowaniem widoczne są odchylenia od rzeczywistego poziomu nadwyżki. Różnica między nimi reprezentuje wpływ krótkoterminowych cykli gospodarczych na rzeczywisty poziom nadwyżki mocy.



Rysunek 11. Wielkość nadwyżki mocy produkcyjnych nad produkcją stali surowej na świecie – w latach 1980-2020 [mln ton]

Źródło: 2021 GFSEC Ministerial Report, OECD.

Oznacza to, że tylko poprzez reformę strukturalną, w szczególności poprzez usunięcie subsydiów i innych środków publicznego wsparcia zakłócających rynek, które przyczyniają się do nadwyżki mocy produkcyjnych oraz zapewnienie wielkości produkcji w oparciu o realia rynkowe w przemyśle, można zredukować globalną nadwyżkę mocy produkcyjnych w sposób trwały i strukturalny.

Budowa nowych zdolności produkcyjnych w ciągu ostatnich pięciu lat nastąpiła głównie w gospodarkach azjatyckich (59%) i na Bliskim Wschodzie (16%), które nie są członkami GFSEC. Tylko w ciągu ostatnich pięciu lat Indie zwiększyły moce produkcyjne o 32 mln ton, czyli mniej więcej tyle, ile wynosi obecnie produkcja stali w Brazylii, a biorąc pod uwagę 2010 r. moce te zwiększyły się prawie dwukrotnie (59 mln ton). Indie stały się więc w międzyczasie drugim największym producentem stali na świecie. Dodatkowo, kraj ten planuje

dalsze zwiększanie mocy produkcyjnych do poziomu 300 mln ton do roku 2030. Iran również pokazał niezwykle szybki wzrost produkcji stali, powiększając ją prawie o 18 mln ton w ciągu ostatnich pięciu lat. W ciągu najbliższych trzech lat spodziewana jest dalsza intensywna ekspansja, która zwiększy moce produkcyjne Iranu do 68,7 mln ton w 2023 r. Spowodowałoby to, że Iran stałby się siódmym co do wielkości krajem produkującym stal na świecie, wyprzedzając zarówno Niemcy, jak i Turcję. Również Wietnam jest, w ujęciu względnym, jednym z najszybciej rozwijających się obecnie producentów stali, ponieważ moce produkcyjne są nadal instalowane w zawrotnym tempie. W ciągu ostatnich pięciu lat moce produkcyjne wzrosły tam o 13 mln ton, a od 2010 r. o prawie 20 mln ton. Duża część wzrostu mocy produkcyjnych w Azji Południowo-Wschodniej w ostatnich latach była napędzana przez inwestycje zagraniczne, w szczególności z Chin[17].

2.2. Długoterminowe trendy zmiany stalochłonności gospodarek

Jednym z kluczowych wyzwań dla przemysłu stalowego w perspektywie długoterminowej, mającym konsekwencje dla utrzymywania się nadwyżki mocy produkcyjnych są prognozy, w których oczekuje się spowolnienia globalnego wzrostu popytu na stal. Częściowo to spowolnienie odzwierciedla pozytywne tendencje występujące w przemyśle stalowym i przetwórczym. Stal staje się coraz bardziej wydajnym produktem, co prowadzi do powstania lżejszych, mocniejszych, bardziej wytrzymałych i trwalszych wyrobów gotowych ze stali. Te ulepszenia jakości zmniejszają ilość stali potrzebną do różnych zastosowań oraz związaną z tym zdolność produkcyjną niezbędną do zaspokojenia zapotrzebowania społeczeństwa na stal. Wiele zaawansowanych produktów gotowych, na które rośnie zapotrzebowanie, można wytwarzać z wykorzystaniem stali o wyższych właściwościach ale z mniejszą ilością materiału – stali – wymaganą w tych zastosowaniach. Można ten trend zaobserwować np. w sektorze motoryzacyjnym, gdzie popyt na stal jest coraz bardziej skoncentrowany na stali o wysokiej wytrzymałości, lekkiej i łatwo podatnej na formowanie. W sektorze budowlanym popyt na stal zwraca się również w stronę wysokowydajnej stali, aby sprostać zmieniającym się potrzebom architektonicznym, podczas gdy w sektorach energetycznym i stoczniowym popyt przesuwa się w kierunku wyrobów stalowych o właściwościach umożliwiających radzenie sobie w ekstremalnych warunkach i zapewniających wyższą wytrzymałość.

[17] GFSEC 2021, Ministerial Report 2021.

Jednak, nawet pomimo spadku jednostkowej stalochłonności w poszczególnych sektorach oraz w gospodarkach rozwiniętych, prognozuje się dalszy wzrost globalnego zapotrzebowania na stal. Główną przyczyną tego wzrostu będzie wysoka dynamika działalności produkcyjnej, wzmocnionej odbudowującym się po kryzysie pandemicznym popytem[18]. W dłuższym horyzoncie prognozy można również spodziewać się, że nadchodząca transformacja energetyczna będzie wiązała się z kolosalnymi inwestycjami infrastrukturalnymi w energetyce (moce, linie etc.), które będą wspierać popyt na stal.

2.3. Gospodarka o obiegu zamkniętym

Tendencje zwiększania długości życia produktów gotowych z wykorzystaniem stali są dodatkowo wspierane przez tworzenie obiegowych systemów gospodarczych, w których stal jest ponownie wykorzystywana i częściej poddawana recyklingowi. Przechodzenie w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym to bardzo aktualne i nieustające wyzwanie. Stal jest w 100% nadającym się do recyklingu, „trwałym" materiałem, który przy odpowiedniej obróbce nie traci żadnych ze swoich unikalnych właściwości i jako taka była wręcz prekursorem idei gospodarki o obiegu zamkniętym. Europejski przemysł stalowy ukierunkowany jest na to, aby wytwarzana przez niego stal mogła być ponownie wykorzystana, odzyskana i poddana recyklingowi, a także dąży do optymalnego wykorzystania produktów ubocznych produkcji stali, takich jak żużle i gazy procesowe[19].

Gospodarka o obiegu zamkniętym zapewnia kompleksowe procesy redukcji odpadów i lepszego projektowania produktów zawierających stal. Jako materiał, który można poddać recyklingowi w nieskończoność, stal odgrywa znaczącą rolę w gospodarce o obiegu zamkniętym. Przejście w kierunku bardziej wydajnego wykorzystania materiałów, regeneracji (regeneracja i naprawa) oraz ponownego wykorzystania produktów konsumenckich i innych produktów końcowych ma tendencję do przedłużania żywotności tych towarów i zmniejszania jednak ilości nowej stali niezbędnej do ich produkcji.

Komisja Europejska uznała przemysł stalowy za sektor priorytetowy w przejściu na europejską gospodarkę o obiegu zamkniętym i neutralną dla klimatu.Recykling złomu żelaznego w UE odgrywa fundamentalną rolę w dekarbonizacji i będzie to stawać się coraz bardziej istotnym w najbliższej przyszłości. Dlatego ważne jest, aby potencjał recyklingu w UE był w pełni uwolniony, wewnętrzny rynek odpadów funkcjonował

[18] W orldsteel Short Range Outlook October 2021.
[19] Eurofer, Steel and the circular economy.

sprawnie, a jednocześnie eksport złomu stalowego miał miejsce tylko wtedy, gdy między UE a krajami trzecimi istnieją porównywalne warunki środowiskowe, zdrowotne i społeczne, a także tylko wtedy gdy warunki te zostaną z pewnością zweryfikowane. Wielkość wyeksportowanego złomu stalowego tymczasem stale wzrasta. W okresie od 2004 do 2019 roku eksport UE zwiększył się z około 12 mln ton do 21,5 mln ton. Są to ilości, które mogłyby zostać wchłonięte w Europie, ponieważ głównym powodem ich eksportu są wyższe ceny płacone z powodu niższych standardów ochrony środowiska, bezpieczeństwa i pracy u wielu poza unijnych producentów stali[20].

2.4. Polityka klimatyczna UE

Światowy przemysł stalowy odpowiada za 7% globalnej emisji dwutlenku węgla. Jest więc oczywiste, że jakakolwiek polityka klimatyczna jakiegokolwiek regionu świata, stawiać będzie hutnictwo w centrum swoich zainteresowań. Postulat ten jest tym bardziej zasadny, że emisje dwutlenku węgla są w tym przypadku silnie skoncentrowane w ograniczonej liczbie instalacji, co jest dla regulatorów wyjątkowo atrakcyjne, szczególnie na tle branży transportowej.

Przemysł hutniczy musi być więc przygotowany na dalsze wyzwania. W Unii Europejskiej szczególne znaczenie ma Europejski Zielony Ład, ogłoszony pod koniec 2019 r., który przekształcił się z powodu kryzysu pandemicznego w pakiet naprawczy z funduszem o wartości 750 mld euro – Next Generation EU. Deklarowanym celem jest ożywienie gospodarki UE, która ma stać się bardziej przyjazna dla środowiska, bardziej cyfrowa, odporniejsza i lepiej przygotowana na obecne i przyszłe wyzwania.

Niektóre z tych elementów już zostały ogłoszone w szczególności w postaci propozycji Pakietu Fit for 55, który został opublikowany w połowie lipca 2021 roku. Pakiet Fit for 55 jest jednym z najważniejszych i największych działań legislacyjnych, jakie UE do tej pory wprowadziła. Całkowicie zrewiduje on podstawy polityki klimatyczno-energetycznej UE, starając się dostosować ją do aktualnych ambicji politycznych, co oznacza znaczące cięcia emisji gazów cieplarnianych w dość krótkim czasie. Pakiet Fit for 55 obejmuje rewizję unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji (ETS), wprowadzenie mechanizmu dostosowania cen na granicach z uwzględnieniem emisji dwutlenku węgla (CBAM), rewizję dyrektywy w sprawie podatku energetycznego (ETD), zmiany dyrektyw w sprawie odna-

[20] Eurofer, Joint industry statement on the Revision of the Waste Shipment Regulation.

wialnych źródeł energii (RED) i efektywności energetycznej (EED) w celu realizacji ambicji nowego celu klimatycznego 2030, a także innych dotyczących redukcji emisji metanu z sektora energetycznego, emisji z użytkowania gruntów oraz przepisów dotyczących samochodów osobowych i paliw alternatywnych.

Towarzyszy temu również nowy cel – 55% redukcji emisji gazów cieplarnianych, podniesiony z poprzedniego poziomu 40% i formalnie ogłoszony przez Przewodniczącą KE von der Leyen we wrześniu 2020 roku. Aby przemysł stalowy w Europie był w stanie wdrożyć zwiększone ambicje Komisji Europejskiej w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych, konieczne będzie stworzenie solidnych ram politycznych w polityce handlowej, wsparcie inwestycji budowy ekologicznych linii produkcyjnych, stworzenie rynku dla zielonej stali, usprawnienie zachęt i praktyk związanych z gospodarką o obiegu zamkniętym oraz racjonalną i spójną strategią klimatyczną[21].

Europejski przemysł stalowy, przygotowując się do tych regulacji, stworzył plany zmniejszenia emisji o 55% w porównaniu z poziomami z 1990 r. i realizuje obecnie ponad sto wysoce zaawansowanych projektów niskoemisyjnych w swoich zakładach w całej Europie. Jednak sukces tych projektów jest uzależniony od możliwości pozyskania odpowiednich zasobów i znalezienia rynków na powstałą „zieloną" stal, której koszt będzie wyższy niż w przypadku stali konwencjonalnej.

Zmiany w systemie EU ETS, w tym rewizja systemu bezpłatnych uprawnień, doprowadziły do znacznie większego narażenia przemysłu stalowego na koszty emisji CO_2. Bezpośrednio przekłada się to na zwiększone ryzyko „ucieczki emisji" do krajów poza UE, które tych kosztów nie będą ponosić. Jeszcze przed obecną rewizją EU ETS sektor stalowy będzie musiał stawić czoła 30-45 mld euro kosztów EU ETS w latach 2021-2030[22].

2.5. Rewolucja technologiczna

Przedstawione powyżej ramy polityki klimatycznej sprawiają, że hutnictwo żelaza i stali w Unii Europejskiej chcąc przetrwać zmuszone będzie przeprowadzić opisaną już we wstępie niniejszego raportu – rewolucję technologiczną w zakresie produkcji pierwotnej, która jednocześnie stanie się przełomowym wydarzeniem w skali ludzkości. Jedynie w ten sposób można uniknąć coraz większego kosztu

[21] Eurofer, Annual Report 2021.
[22] Eurofer, Fit for 55 package must underpin climate targets with reinforced carbon leakage protection.

emisji dwutlenku węgla powstającej obecnie przy redukcji rudy żelaza za pomocą węgla.

Dzięki zaawansowanym technologiom i we właściwych warunkach przemysł stalowy UE jest w stanie dokonać rewolucyjnej transformacji w sposobie wytwarzania stali i jego wpływie na środowisko. Cały europejski przemysł stalowy dąży obecnie do ograniczenia bezpośrednich i pośrednich emisji CO_2. Obecnie celem jest redukcja emisji CO_2 o 80-95% w 2050 r. w porównaniu z poziomem z 1990 r. Jednak ta zmiana nie może być zmianą natychmiastową. Jest to bowiem proces iteracyjny, który będzie wymagał korekt i zarządzanego przejścia między fazami.

Ogólnie transformacja ma polegać na przejściu w kierunku produkcji stali opartej na wodorze, a w międzyczasie realizowane będą następujące cele pośrednie:

- dostosowanie produkcji stali opartej na paliwach kopalnych poprzez integrację procesów;
- wychwytywanie i wykorzystywanie węgla odpadowego do produkcji chemikaliów, np. projekt Steelanol;
- zwiększenie recyklingu złomu stalowego i produktów ubocznych stali.

Te ścieżki mają na celu znaczne zmniejszenie zużycia węgla w porównaniu z obecnie stosowanymi technologiami produkcji stali lub całkowite uniknięcie emisji dwutlenku węgla.

Tym niemniej istnieje obecnie konsensus naukowy, że znacząca redukcja emisji bezpośrednich wiązać się musi z zastąpieniem pierwiastkowego węgla pierwiastkowym wodorem jako reduktorem rud żelaza, w sposób opisany już we wstępie.

Transformacja hutnictwa wymaga jednak olbrzymich nakładów finansowych na inwestycje oraz wiąże się z trwale wyższymi kosztami operacyjnymi. Szacuje się, że w scenariuszu, w którym redukcja emisji CO_2 wyniesie 80-95% w 2050 r. w porównaniu z poziomem w 1990 r., a zapotrzebowanie na stal w Unii Europejskiej wyniesie ok. 200 mln ton, całkowite roczne koszty produkcji stali w Unii Europejskiej w 2050 r., obejmujące zarówno wydatki kapitałowe, jak i operacyjne (CAPEX; OPEX), wyniosą 80-120 mld euro. Oznacza to, że średnie koszty produkcji stali dla wszystkich głównych technologii wytwarzania stali mogą wzrosnąć o 35-100% w latach 2015-2050 w porównaniu z kosztami produkcji zmodernizowanej tradycyjnej produkcji zintegrowanej (wielki piec z konwertorem tlenowym – BF/BOF). Liczby te uwzględniają oczekiwanie, że cena produkcji energii

elektrycznej i wodoru spadnie do 2050 r. w porównaniu z obecnymi cenami.

Tym samym, obok wyzwań o charakterze technicznym związanych z produkcją, magazynowaniem, przesyłaniem i stosowaniem wodoru, fundamentalnego znaczenia nabiera pozyskanie przystępnej cenowo zielonej energii w ilościach przekraczających dotychczasowe wyobrażenia o zapotrzebowaniu przemysłu na energię elektryczną. Niezawodny, przystępny cenowo dostęp do czystej energii jest bowiem kluczem, przy planowanej 80-95% redukcji emisji. Istotnym elementem układanki są dodatkowe koszty, jakie będą wiązać się z tymi źródłami.

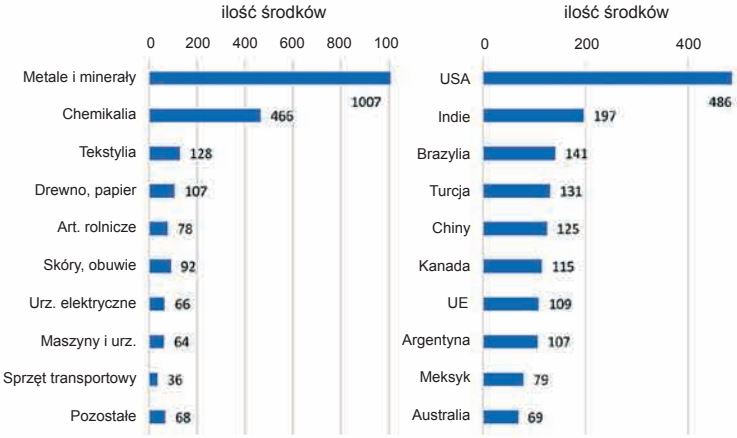
Ilość energii, której prawdopodobnie będzie potrzebował europejski sektor stalowy, również gwałtownie wzrośnie. Szacuje się, że zapotrzebowanie sektora stalowego wyniesie około 400 TWh wolnej od CO_2 energii elektrycznej rocznie do 2050 r. Oznacza to ponad siedmiokrotny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Z tego ok. 230 TWh zostałoby wykorzystane do produkcji ok. 5,5 mln ton wodoru w procesie elektrolizy. W krajowym przemyśle stalowym dekarbonizacja wiązałaby się również ze znacznym wzrostem zużycia energii elektrycznej, według ostrożnych szacunków – do ok. 28-30 TWh rocznie, co doprowadziłoby do zwiększenia zapotrzebowania w skali całej gospodarki o ok. 13% w stosunku do obecnego zużycia energii elektrycznej. Dla opłacalności takiej zmiany, kluczowa jest kwestia zapewnienia dostępu do niskoemisyjnej energii elektrycznej w konkurencyjnych cenach.

Biorąc pod uwagę rozbudowaną strukturę aktywów przemysłu stalowego, wdrażanie technologii niskoemisyjnych (w tym inżynieria, wydawanie pozwoleń, budownictwo) będzie czasochłonne. Podjęte dziś decyzje inwestycyjne zaowocują dopiero za 10 lub więcej lat. Głęboka transformacja sektora stalowego będzie wymagać wspólnego wysiłku i wsparcia radykalnych zmian. Konieczne będzie wykorzystanie innowacyjnych mechanizmów ograniczania ryzyka i finansowania międzysektorowej dekarbonizacji, utworzenie jasnych ram regulacyjnych i wizji pomyślnego wdrożenia kluczowych technologii ograniczania emisji, dostęp do wystarczającego niskooprocentowanego kapitału inwestycyjnego. Ponadto konkurencyjność sektora stalowego o niskiej emisji CO_2 musi być utrzymana zarówno na etapie innowacji, jak i wdrażania.

Przy tak ambitnych planach, głównym zagrożeniem transformacji sektora stalowego pozostaje stabilność polityczna europejskiego obszaru oraz konkurencja zagraniczna, która może nie zmierzać – lub nie tak szybko – w kierunku działalności niskoemisyjnej, jak producenci europejscy. Aby zminimalizować negatywny wpływ globalnej konkurencji na wysiłki UE w zakresie dekarbonizacji, należy opracować odpowiednią politykę ochrony rynku[23].

2.6. Wojny handlowe

Na tle powyższego stanu rzeczy nie może wręcz dziwić, że światowe wojny celne toczone od kilku lat, z pewnym tylko ograniczeniem intensywności w okresie pandemicznym, za swoje pierwsze pole bitwy obrały rynek sektorów stalowych. Piętrzące się nadwyżki zdolności produkcyjnych oraz rosnące napięcia handlowe spowodowały wprowadzenie w marcu 2018 r. przez prezydenta Stanów Zjednoczonych Donalda Trumpa wysokich, dodatkowych ceł na produkty ze stali (25%) i aluminium (10%) w odniesieniu do importu niemal ze wszystkich krajów. Podstawą prawną tego działania była Sekcja 232 ustawy o rozwoju handlu (ang. *Trade Expansion Act*), która daje takie możliwości w przypadku zagrożenia bezpieczeństwa narodowego. Dało to impuls do wielu kolejnych działań ochronnych podejmowanych w innych krajach na wyroby stalowe, ponieważ pojawiły się uzasadnione obawy o przekierowanie produktów eksportowych na inne rynki, które nie znalazłyby zbytu w Stanach Zjednoczonych (Rys. 12).



Rysunek 12. Liczba środków antydumpingowych na świecie według sektorów i według importera – w 2021 [liczba]

Źródło: Opracowanie własne HIPH na podstawie World Tariff Profiles 2022, WTO.

[23] Eurofer, Low Carbon Roadmap: Pathways to a CO_2 – neutral European steel industry.

Unia Europejska, w odpowiedzi na cła amerykańskie, w lipcu 2018 r. wprowadziła zgodny z WTO środek ochronny dotyczący przywozu wyrobów stalowych (ang. *safeguard*). Safeguard jest środkiem nałożonym w postaci bezcłowych kontyngentów dla 26 kategorii wyrobów stalowych ustanowionych dla krajów eksportujących do UE, których wielkość została wyliczona na podstawie historycznego importu do UE z tych krajów w latach 2015-2017. Dopiero po wyczerpaniu kontyngentów, czyli po przekroczeniu historycznych wartości przywozu, nakładane jest dodatkowe cło wynoszące 25%. Ponadto, zgodnie z zasadami WTO, kontyngenty podlegają każdego roku zwiększeniu – tzw. liberalizacji – o 1-5%. Liberalizacja zapewnia użytkownikom stali szerokie możliwości pozyskiwania materiałów, spoza UE, których mogą potrzebować. Jest to możliwe, ponieważ po trzech latach obowiązywania i następujących liberalizacjach, kontyngenty są obecnie co najmniej o 15% wyższe niż rekordowe poziomy przywozu, na podstawie których wyznaczono kontyngenty (tj. lata 2015-2017).

Środek ten w swojej istocie zapewnia przede wszystkim siatkę bezpieczeństwa na wypadek gwałtownego wzrostu importu. Stan zakłóceń popytu i podaży (brak dostępności towarów, problemy logistyczne, zaburzone łańcuchy dostaw), który miał miejsce jakiś czas temu w światowym przemyśle stalowym – i w wielu innych sektorach – miał związek z kryzysem wywołanym pandemią COVID-19 oraz drastycznym zmniejszeniem stanów magazynowych u producentów w jego początkowym okresie. Było to efektem dopasowania do potrzeb rynkowych, tj. zmniejszonego popytu na stal zgłaszanego przez sektory korzystające z wyrobów stalowych. Następujące później ożywienie popytu na stal oraz szersze ożywienie gospodarcze zainspirowały gorączkę materiałową po antycyklicznym zmniejszaniu zapasów w czasie kryzysu.

W efekcie, w ostatnich latach liczba wszczętych na świecie postępowań w zakresie środków antydumpingowych systematycznie rośnie. W 2020 r. wszczęto 355 postępowań, podczas gdy w latach 2017-2019 było to odpowiednio 249, 202, 215. Sektorem o największej liczbie jest niezmiennie na przestrzeni lat przemysł metalowy, który odpowiada za ok. 38% wszczętych postępowań antydumpingowych[24].

Pierwotną przyczyną konieczności ochrony rynku są utrzymujące się nadwyżki zdolności produkcyjnych, które powodują chęć zbycia produkowanych towarów w formie eksportu, co często ma miejsce

[24] WTO, Anti-dumping Initiations by Sector 01/01/1995-30/06/2021, www.wto.org/english/tratop_e/adp_e/AD_InitiationsBySector.pdf, [dostęp: 4 stycznia 2022 r.]

w sposób zaburzający konkurencję, bowiem po dumpingowanych cenach. Dumping oznacza, że cena towarów przeznaczonych na eksport jest niższa od wartości normalnej, np. ceny obowiązującej w dostawach krajowych – w miejscu pochodzenia towarów. Powyższy związek nadwyżek produkcyjnych z eksportem po cenach dumpingowych odzwierciedla to, iż krajem, wobec którego najczęściej nakładane są środki antydumpingowe w zakresie wyrobów metalowych są Chiny, charakteryzujące się właśnie największymi globalnie nadwyżkami zdolności produkcyjnych[25].

Wśród krajów o największej liczbie środków chroniących rynek przed dumpingiem pierwsze miejsce zajmują Stany Zjednoczone, które są jednocześnie największym importerem netto stali. Drugie miejsce zajmuje Unia Europejska – kolejny najbardziej atrakcyjny rynek stali.

Podobna sytuacja występuje w przypadku środków antysubsydyjnych, w przypadku których liczba wszczętych w ostatnim czasie postępowań gwałtownie rośnie. Subsydia również są zjawiskiem zaburzającym uczciwą konkurencję, bowiem świadczą o wspieraniu producentów w krajach trzecich przez administrację rządową w różny sposób, np. poprzez nierynkowe pożyczki, zasilanie kapitałem czy zachęty podatkowe, które są niezgodne z regułami WTO.

W ostatnich latach wszczęto rekordową historycznie liczbę postępowań. W tym obszarze, 45% postępowań dotyczy wyrobów metalowych[26], natomiast ponad 30% postępowań wymierzone jest w import z Chin[27]. Postępowania antysubsydyjne najczęściej wszczynają Stany Zjednoczone, Kanada oraz Unia Europejska[28].

Od czasu wprowadzenia amerykańskiej taryfy celnej na podstawie Sekcji 232, UE zastąpiła Stany Zjednoczone jako największy rynek importu stali na świecie. Istnieje ścisła i istotna korelacja między silnym spadkiem wielkości przywozu do USA (blisko – 10 mln ton od 2017 r.) a równoległym wzrostem przywozu (w ujęciu względnym)

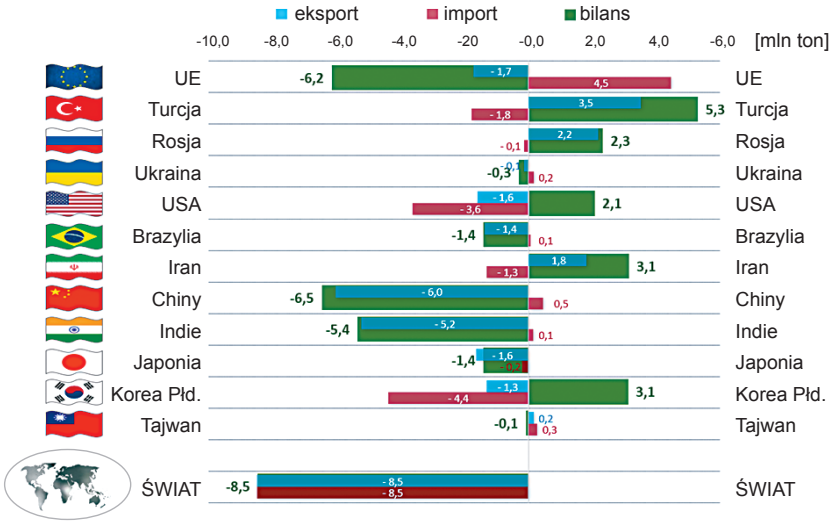
[25] WTO, Anti-dumping Sectoral Distribution of Initiations by Exporter 01/01/1995-30/06/2021, [dostęp: 4 stycznia 2022 r.]

[26] WTO, Countervailing Initiations by Sector 01/01/1995-30/06/2021, www.wto.org/english/tratop_e/scm_e/CV_InitiationsBySector.pdf, [dostęp: 4 stycznia 2022 r.]

[27] WTO, Countervailing Sectoral Distribution of Initiations by Exporter 01/01/1995-30/06/2021, www.wto.org/english/tratop_e/scm_e/CV_Sectoral_InitiationsByExp.pdf, [dostęp: 4 stycznia 2022 r.]

[28] WTO, Countervailing Sectoral Distribution of Initiations by Reporting Member 01/01/1995-30/06/2021, www.wto.org/english/tratop_e/scm_e/CV_Sectoral_InitiationsByRepMem.pdf, [dostęp: 4 stycznia 2022 r.]

do UE, częściowo amortyzowanym przez środek ochronny. Jednocześnie znacznie zmniejszył się wywóz wyrobów stalowych z Unii Europejskiej do innych krajów (Rys. 13). Trudności te zwiększyły napięcia w handlu światowym, które doprowadziły do działań odwetowych na rynkach trzecich.



Rysunek 13. Zmiany bilansu handlowego wyrobów stalowych – w 2018 r. w porównaniu do 2017 r. [mln ton]

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych Worldsteel.

Ostatnie zmiany w polityce handlowej w obszarze wyrobów stalowych wyraźnie wskazują na pogarszający się globalny trend protekcjonistyczny. Oprócz restrykcyjnych środków taryfowych i pozataryfowych przyjętych przez szereg krajów, w tym Turcję czy Republikę Południowej Afryki, pozostałe kraje kontynuowały nakładanie środków ukierunkowanych na ograniczenie handlu, przykładowo wprowadzenie dodatkowych, obowiązkowych norm dla wyrobów w Indonezji czy nałożenie wymogów dotyczących czynnika lokalnego w zamówieniach publicznych w Stanach Zjednoczonych. Te protekcjonistyczne zmiany w polityce handlowej mają wpływ na działalność przedsiębiorstw w sektorze stalowym. Bieżąca sytuacja w naturalny sposób prowadzi do przekierowania eksportu w kierunku bardziej otwartego rynku tj. UE, który w przeciwieństwie do zdecydowanej większości innych głównych rynków stali z krajów trzecich nadal ma ujemne saldo handlu stalą.

Warunki, które zmusiły Komisję do nałożenia środków ochronnych są nadal obecne, a w szczególności zwiększona ochrona rynków

państw trzecich w kontekście ogromnej globalnej nadwyżki zdolności produkcyjnej, zaostrzonej przez przekierowanie handlu w kierunku UE wywołane przez amerykańską taryfę importową na podstawie sekcji 232. Ponadto sytuacja uległa pogorszeniu na skutek znacznego wzrostu mocy produkcyjnych USA.

W konsekwencji, w czerwcu 2021 r. obowiązywanie unijnego środka ochronnego zostało przedłużone na kolejny okres trzech lat, tj. do 30 czerwca 2024 r. Jak wskazała Komisja Europejska, przedłużenie obowiązywania środka było w interesie Unii Europejskiej. W tym kontekście warto również odnotować, że zgodnie z analizą przeprowadzoną przez Komisję Europejską, zaobserwowany wzrost cen stali nie jest spowodowany obowiązywaniem środka ochronnego. Dodatkowo, Komisja wskazała, że w ostatnim czasie odnotowano dostatecznie dużą dostępność kontyngentów bezcłowych z wielu krajów, praktycznie we wszystkich kategoriach produktów, w związku z czym *safeguard* nie ograniczał konsumentów stali do zakupu wyrobów wyłącznie od producentów unijnych[29].

Jednocześnie w grudniu 2021 r. zostało wszczęte postepowanie w zakresie funkcjonowania środka ochronnego, które miało obowiązywać najdalej do 30 czerwca 2022 r.[30] Ma to związek m.in. z bilateralnym porozumieniem pomiędzy Stanami Zjednoczonymi oraz Unią Europejską w sprawie zawieszenia niektórych wzajemnych ceł, co wskazuje jak istotnym dla dzisiejszej geopolityki jest sektor stalowy.

3. Sytuacja w branży w 2021 r.

3.1. Przemysł stalowy na świecie

W 2020 roku gospodarka światowa musiała zmierzyć się z poważnym, nagłym i niespodziewanym kryzysem, który pojawił się wraz z pandemią i objął zasięgiem większość branż przemysłowych, w tym sektor stalowy. Mimo to zapotrzebowanie na stal na świecie zmniejszyło się tylko nieznacznie, tj. o 0,1% w porównaniu z 2019 r. i wyniosło 1 762 mln ton, co było możliwe dzięki zaskakująco dużemu ożywieniu działalności w Chinach wspieranemu przez intensywną

[29] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2021/1029 z dnia 24 czerwca 2021 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/159 w celu przedłużenia środka ochronnego w odniesieniu do przywozu niektórych wyrobów ze stali (Dz.U. L 225 z 25.06.2021 r., s. 1), motywy 103, 105.

[30] Zawiadomienie o wszczęciu dotyczące przeglądu środka ochronnego mającego zastosowanie do przywozu niektórych wyrobów ze stali (Dz.U. C 509 z 17.12.2021r., s. 12).

stymulację gospodarki przez rząd. W pozostałej części świata popyt odczuł duży spadek (aż o 10%), co jeszcze bardziej pogłębiło przewagę Chin na stalowej mapie świata. Kraje rozwinięte zmniejszyły zapotrzebowanie na stal w największym stopniu z powodu przerwania działalności produkcyjnej, spadku nastrojów konsumenckich i znacznego ograniczenia działalności inwestycyjnej. Kraje rozwijające się nie były tak skuteczne jak Chiny w opanowaniu pandemii, a wiele środków publicznych musiało zostać przekierowane z programów infrastrukturalnych na wsparcie zdrowia. Globalne budownictwo odnotowało większy spadek niż w czasie kryzysu z 2009 r., ale to sektor motoryzacyjny został najsilniej dotknięty spadkiem produkcji. Pomimo szybkiego uruchomienia zakładów po zamknięciu gospodarek w drugim kwartale 2020 r., produkcja samochodów ucierpiała dodatkowo z powodu niedoborów części i materiałów, które utrzymały się do końca roku. Jednak mimo trudnych warunków gospodarczych dla sektora stalowego szacowane globalne zdolności produkcyjne stali wzrosły o 1,7% do 2456 mln ton, powiększając nadwyżkę zdolności produkcyjnych do 620 mln ton w 2020 r.

Według najnowszych prognoz światowej asocjacji stalowej Worldsteel, w 2021 r. popyt na stal wzrośnie o 4,5% i osiągnie poziom 1 855,4 mln ton wyrobów gotowych ze stali po wzroście o 0,1% w 2020 r. W 2022 r. popyt na stal odnotuje dalszy wzrost o 2,2% do 1896,4 mln ton. Główną przyczyną tego wzrostu będzie zwiększenie działalności produkcyjnej, wzmocnione odbudowującym się po kryzysie pandemicznym popytem[31].

3.2. Sytuacja w Unii Europejskiej

W 2020 r. unijny przemysł stalowy doświadczył poważnego kryzysu po wybuchu pandemii na przełomie marca i kwietnia. Związany był on ze spadkiem popytu i podaży w okresie zamknięcia gospodarek, przy jednoczesnej konieczności sprostania wyzwaniom w związku z transformacją UE w kierunki zielonej ekonomii oraz utrzymującymi się napiętymi stosunkami w handlu międzynarodowym stalą.

Recesja dotknęła cały sektor przetwórczy, w tym najmocniej motoryzację i przemysł maszynowy. Poza wymuszonym zatrzymaniem produkcji w branżach przemysłowych pojawiły się problemy jak: zaburzenie łańcuchów dostaw, spadki produktywności w wyniku obowiązku zachowania dystansu społecznego, spadek zaufania i wzrost niepewności konsumentów. W dalszej kolejności nastąpił również

[31] World Steel Association, Short Range Outlook, October 2021.

spadek działalności inwestycyjnej, w związku z czym pojawiły się problemy m.in. w sektorze budowlanym (o udziale ok. 35% w rynku stali). Łącznie sektory konsumujące stal w UE wygenerowały znaczny spadek produkcji (-10% r/r, w tym budownictwo -4,5%, motoryzacja -21%, przemysł maszynowy -11%, przemysł metalowy -9%, produkcja rur -14%, produkcja AGD -3%, pozostały transport -11%), co wpłynęło na kolejny rok spadku zużycia jawnego wyrobów stalowych o 11% (-15 mln ton) do 129 mln ton w 2020 r. Był to najgorszy wynik dla popytu od 2012 r. W tym samym okresie nastąpił spadek obrotów handlowych z krajami trzecimi (-18% r/r), przy czym udział importu w rynku pozostawał na wysokim poziomie, a deficyt w handlu wyrobami stalowymi przekroczył 2 mln ton. Głównymi eksporterami stali do UE były: Turcja, Rosja, Korea Południowa, Indie i Ukraina[32].

Rok 2021 charakteryzuje się poziomem produkcji stali surowej w Unii Europejskiej wynoszącym 153 mln ton, co oznacza wzrost (+15%) w porównaniu do poprzedniego roku. Zwiększenie produkcji odnotowały niemal wszystkie kraje Unii, przy czym rekordzistami w tym względzie są Hiszpania (+28%), Finlandia (+24%) oraz Francja (+20%).

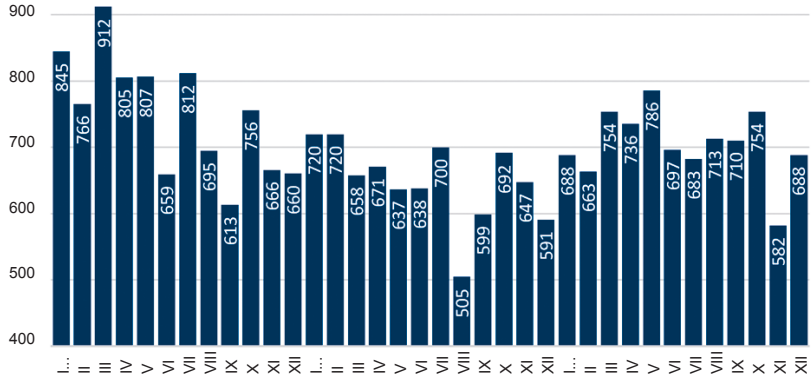
3.3. Produkcja w Polsce

Rok 2020 był w Polsce rokiem znaczącego zmniejszenia zdolności produkcyjnych za sprawą likwidacji części surowcowej w Nowej Hucie. W ten sposób moce krajowego hutnictwa w sposób trwały zmniejszyły się z 13 mln ton do 10,6 mln ton.

W efekcie powyższego, a także za sprawą pandemii, w 2020 r. w Polsce zostało wyprodukowanych 7,8 mln ton stali surowej, co przekłada się na spadek w porównaniu do 2019 r. wynoszący 13% (Rys. 14). Udział stali z procesu zintegrowanego (BOF) był nieznacznie wyższy niż stali wytworzonej w procesie elektrycznym. W 2019 roku wyprodukowano 3,9 mln ton stali konwertorowej (50,1%) i 3,9 mln ton stali elektrycznej (49,9%). Produkcja stali elektrycznej w stosunku do 2019 r. zmniejszyła się o 4%, natomiast produkcja stali konwertorowej była mniejsza o 20% w porównaniu z rokiem poprzednim. W 2020 r. średnie wykorzystanie zdolności produkcyjnych w krajowym hutnictwie było o 9 pkt. proc. niższe niż wr oku poprzednim i wyniosło 62%. Udział Polski w ogólnej produkcji stali w UE wyniósł

[32] Eurofer, Economic and steel market outlook 2021-2022, October 2021, https://www.eurofer.eu/publications/economic-market-outlook/economic-and-steel-market-outlook-2021-2022-fourth-quarter/

5,7% i nie zmienił się w porównaniu do 2019 r. W 2021 r. produkcja stali surowej w Polsce osiągnęła poziom 8,45 mln ton, dzięki czemu wykazała się wzrostem w porównaniu do roku poprzedniego wynoszącym 8%.



Rysunek 14. Produkcja stali surowej w Polsce w okresie od stycznia 2019 r. do grudnia 2021 r. (tys. ton)

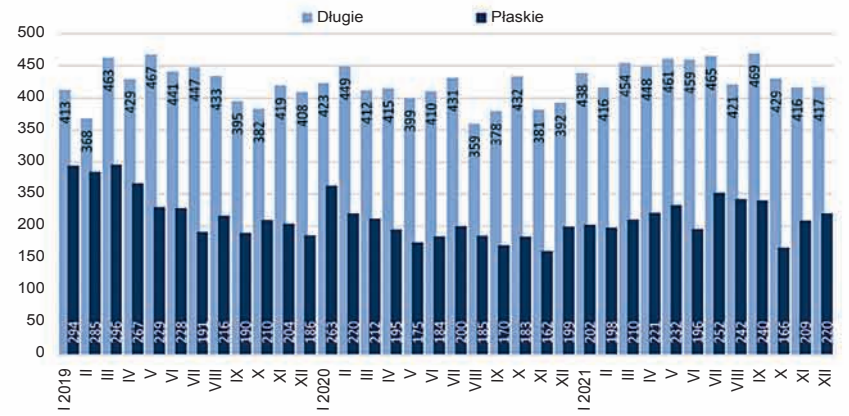
Źródło: Opracowanie własne HIPH.

Produkcja stalowych wyrobów gotowych, walcowanych na gorąco w 2020 r. wyniosła 7,2 mln ton i była o 8% niższa niż w 2020 r. (Rys. 15). W strukturze produkcji wyrobów walcowanych na gorąco ogółem:

- wyroby płaskie stanowiły 33% (2,3 mln ton);
- wyroby długie stanowiły 67% (4,9 mln ton).

Udział wyrobów gotowych płaskich w ogólnej produkcji wyrobów walcowanych na gorąco w 2020 r. po raz kolejny utrzymał się na poziomie poniżej 40%, w stosunku do 2019 r. spadł o trzy punkty procentowe. W grupie wyrobów długich walcowanych na gorąco w 2020 r. dominowała produkcja prętów, która wyniosła 2,2 mln ton i była niższa o 10% w stosunku do 2019 r.

W 2021 r. widoczny jest wzrost wolumenu produkcji. Zarówno w przypadku produkcji stali surowej, jak i wyrobów gorącowalcowanych, których produkcja wzrosła o 9% r/r. Wzrost tej wartości przypadł zarówno na wyroby gorącowalcowane długie (+9%), jak i płaskie (+11%).



Rysunek 15. Produkcja wyrobów gorącowalcowanych w Polsce w okresie od stycznia 2019 r. do grudnia 2021 r. (tys. ton)

Źródło: Opracowanie własne HIPH.

3.4. Przychody krajowego sektora stali

Przychody ze sprzedaży produktów i towarów hutnictwa (dział PKD 24.1+24.2+24.3) w 2020 r. wyniosły 28 766 mln zł. Po dwóch latach spadków w 2019 i 2020 r., przychody powróciły na ścieżkę wzrostu w roku 2021 – produkcja sprzedana wyniosła 48 103 mln zł i wzrosła o 25% w porównaniu do poprzedniego roku (w cenach stałych), jako efekt odbicia i niskiej bazy, co pozwoliło na powrót do wielkości notowanych w 2018 r. Udział hutnictwa w produkcji sprzedanej przemysłu ogółem wyniósł 3,0% w 2021 r.

Ożywienie w sektorze stalowym było najwyższe w przypadku segmentów z produkcją wyrobów poddanych dalszej obróbce (+38% r/r) – podobnie jak w innych sektorach będących konsumentami stali. Przychody firm produkujących stal surową i wyroby walcowane na gorąco wzrosły o 24,4%, tj. podobnie jak średnia dla sektora stalowego. Wzrost przychodów przyczynił się do poprawy wskaźników rentowności – rentowność obrotu netto wyniosła 9,0%.

Wśród kosztów działalności w przedsiębiorstwach hutniczych najbardziej zwiększył się udział wydatków na zużycie materiałów i energii, co jednak przy wysokim poziomie produkcji pozwoliło na zmniejszenie tych kosztów w ujęciu jednostkowym. Jak wynika z danych za 2021 r., zatrudnienie w przedsiębiorstwach sektora stalowego obniżyło się o ok. 1%. Dynamika wzrostu wynagrodzenia brutto w przeliczeniu na pracownika przyspieszyła w sektorze stalowym, gdzie wzrost płac kształtował się na poziomie 10%, tj. o 2 pkt. proc. więcej niż w całym przemyśle.

3.5. Zużycie jawne wyrobów stalowych w Polsce

Zużycie jawne wyrobów stalowych gotowych w Polsce w 2020 r. wyniosło 12,9 mln ton i było niższe o 6% w stosunku do odnotowanego w 2019 r. To drugi rok spadku po rekordowym 2018 r., a największe spadki zanotowano w drugim kwartale w wyrobach długich (-19%), płaskich (-14%) i rurach (-35%). W trzecim kwartale zanotowano dalsze spadki, szczególnie w wyrobach długich (-14%), mniejsze w płaskich (-5%) i rurach (-7%). W ostatnim kwartale 2020 r. sytuacja się poprawiła i zanotowano wzrosty zużycia w wyrobach płaskich (+10%) i rurach (+8%) oraz niewielki spadek w wyrobach długich (-5%).

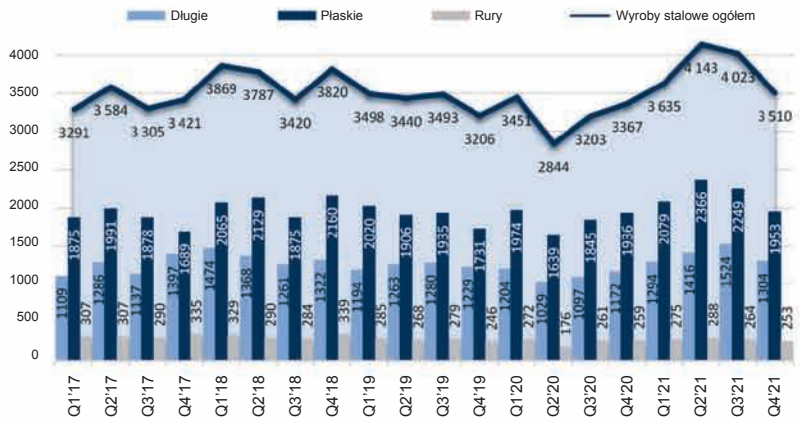
W strukturze krajowego zużycia gotowych wyrobów hutniczych dominowały wyroby płaskie, które stanowiły 57% całego zużycia jawnego (Tabela 2). Udział wyrobów długich w zużyciu ogółem stanowił 35%, a rur i kształtowników giętych na zimno zamkniętych – pozostałe 8% (Rys. 16).

Tabela 2. Zużycie jawne wyrobów stalowych gotowych w Polsce w latach 2016-2021 (mln ton).

Asortyment	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ogółem, w tym	13,1	13,5	14,9	13,6	12,9	15,3
Wyroby długie	4,7	4,9	5,5	5,0	4,5	5,5
Wyroby płaskie	7,3	7,4	8,2	7,6	7,4	8,7
Rury i kształtowniki gięte na zimno zamknięte	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1

Źródło: Opracowanie własne HIPH.

Rynek stalowy w Polsce w 2021 r. znajdował się w fazie intensywnego ożywienia, zużycie jawne wyrobów stalowych wzrosło o 19% i osiągało rekordowe odczyty kwartalne – w sumie 15,3 mln ton. Od drugiego kwartału 2021 r. zużycie rzeczywiste było jednak nieco niższe, na co wpłynął dynamiczny wzrost zapasów, który utrzymał się także w trzecim kwartale. Wzrosty zostały osiągnięte we wszystkich asortymentach wyrobów, przy czym największą dynamiką charakteryzowały się wyroby długie: +23% i zużycie na poziomie 5,5 mln ton. Dla wyrobów płaskich poprawa wyniosła +17% przy poziomie zużycia wynoszącym 8,7 mln ton, natomiast dla rur +8%, przy zużyciu równym 1,1 mln ton.



Rysunek 16. Zużycie jawne wyrobów stalowych w Polsce w okresie od I kw. 2017 r. do IV kw. 2021 r. (tys. ton)

Źródło: Opracowanie własne HIPH.

3.6. Wymiana handlowa

Obroty w handlu zagranicznym wyrobami stalowymi w 2020 r. zmniejszyły się wg ilości o 3%, a wg wartości zmniejszyły się o 12% w porównaniu do 2019 r. Bilans wymiany handlowej z zagranicą w 2020 r., zarówno wg. ilości, jak i wg wartości był ujemny i wyniósł odpowiednio -5,6 mln ton i -4,0 mld EUR.

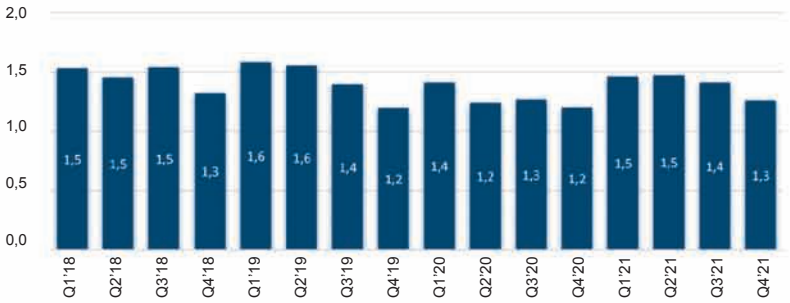
W 2020 r. eksport wraz z dostawami wewnątrzwspólnotowymi do UE wyrobów hutniczych z Polski wyniósł 5,1 mln ton i był niższy o 12% w stosunku do odnotowanego w 2019 r. Wywóz do krajów UE stanowił 91% polskiego eksportu ogółem i w porównaniu do poprzedniego roku zmniejszył się o 13%. Największymi odbiorcami wyrobów stalowych z Polski były Czechy, Niemcy i Słowacja (razem 57% wywozu).

Eksport do krajów trzecich w 2020 r. skurczył się o 3%, a największymi odbiorcami polskich wyrobów była Ukraina, Serbia i Rosja (udział tych trzech krajów w eksporcie poza UE wyniósł 54%). Import i przywóz z UE wyrobów stalowych w 2020 r. wyniósł 10,8 mln ton i był niższy o 3% w stosunku do odnotowanego w 2019 r. Przywóz z krajów UE uległ zmniejszeniu o 3% a jego udział w całkowitym imporcie wzrósł do 73%. Import z krajów trzecich w porównaniu do 2019 r. spadł o 2%. W grupie krajów trzecich największy wzrost importu odnotowano z Białorusi, Serbii, RPA (odpowiednio +32%,+27%, +24%) a spadek z Brazylii (-78%). Największy ilościowo import realizowany był z Rosji, Ukrainy i Białorusi (kraje te odpowiadają

za 72% importu z krajów trzecich). Rosja z importem w wysokości 1,2 mln ton wyrobów stalowych w 2020 r. odpowiadała za 41% procent importu z krajów trzecich do Polski.

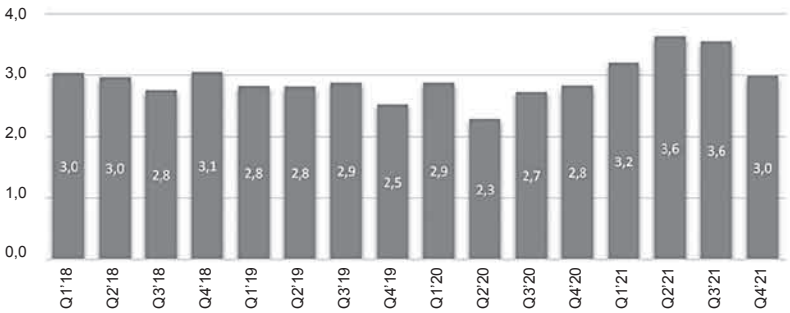
Negatywny bilans handlowy utrzymuje się od wielu lat, ale w 2021 r. był rekordowy (-29 mld zł) i już znacznie przekroczył poziom z całego 2020 r., mimo wzrostu wartości eksportu o 53%. Dużo wyższy wzrost nastąpił jednak w przypadku wartości importu (50,4 mld zł, +76% r/r). Import był również dwukrotnie wyższy niż wartość sprzedaży krajowej (26,7 mld zł), której udział kształtował się na poziomie 35% w wartości rynku krajowego.

Handel zagraniczny stalą w 2021 r. charakteryzował się wzrostem wielkości eksportu oraz dostaw wewnątrzwspólnotowych z Polski wynoszącym +8% w odniesieniu do 2020 r. (Rys. 17). Ta sama tendencja dotyczy importu oraz nabyć wewnątrzwspólnotowych do Polski, przy czym dynamika wzrostu była znacznie wyższa +28% r/r (Rys. 18).



Rysunek 17. Eksport oraz dostawy wewnątrzwspólnotowe wyrobów stalowych z Polski w okresie od I kw. 2018 r. do IV kw. 2021 r. (mln ton)

Źródło: Opracowanie własne HIPH na podstawie danych Ministerstwa Finansów.

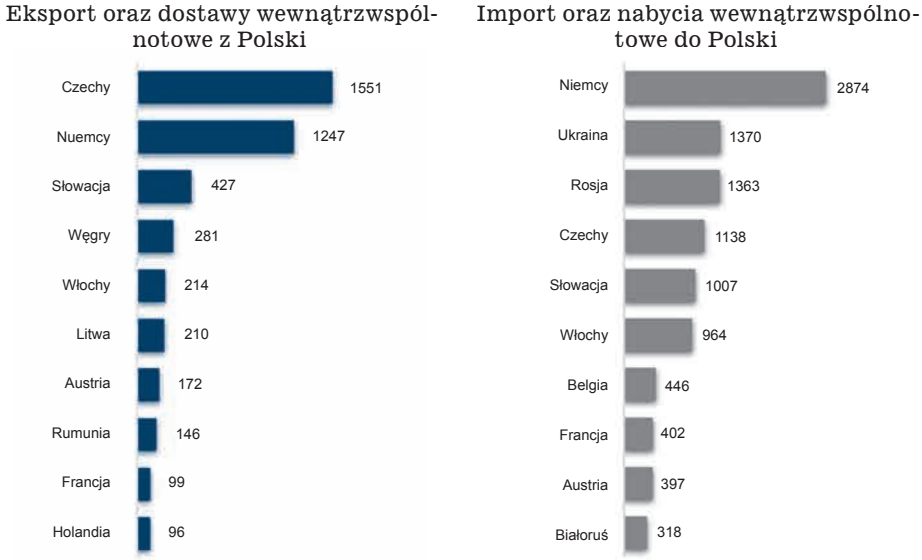


Rysunek 18. Import oraz nabycie wewnątrzwspólnotowe wyrobów stalowych do Polski w okresie od I kw. 2018 r. do IV kw. 2021 r. (mln ton)

Źródło: Opracowanie własne HIPH na podstawie danych Ministerstwa Finansów.

Z perspektywy kierunków handlu wyrobami stalowymi w 2021 r. warto odnotować rosnący import z krajów trzecich. Po pierwsze z Rosji, która dostarczyła do Polski 1,4 mln ton wyrobów, co oznacza wzrost o 15%. Po drugie z Ukrainy, która również wyeksportowała do Polski 1,4 mln ton stali, natomiast sam wzrost wyniósł +100% r/r. W pierwszej dziesiątce eksporterów wyrobów do Polski każdy kraj charakteryzował się wzrostem dostaw w porównaniu do poprzedniego roku.

W zakresie eksportu i wywozu wyrobów z Polski największymi odbiorcami w powyższym okresie były Czechy oraz Niemcy. Dla tych kierunków nastąpił wzrost dostaw wynoszący odpowiednio +6% i +21%. Jednocześnie wśród grupy odbiorców polskich wyrobów można znaleźć kraje, do których wielkość dostaw w 2021 r. była niższa w porównaniu do analogicznego okresu roku poprzedniego, np. Węgry -6%, Litwa -14%, Rumunia -4% (Rys. 19).



Rysunek 19. Handel wyrobami stalowymi według kierunku za 2021 r. (tys. ton)
Źródło: Opracowanie własne HIPH na podstawie danych Ministerstwa Finansów.

3.7. Krótkoterminowe trendy w zakresie kosztów ponoszonych przez hutnictwo

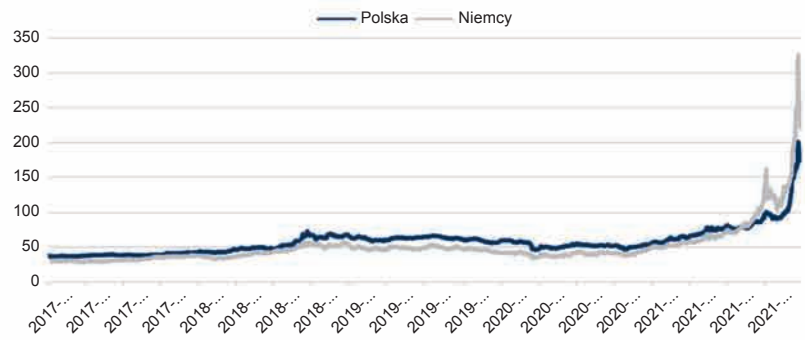
Od strony kosztowej, najważniejszym czynnikiem wpływającym negatywnie na rentowność hutnictwa są zmiany cen złomu, rudy, koksu, energii elektrycznej oraz gazu.

Zapotrzebowanie na złom hutnictwa w Polsce w latach 2020-2021 wyniosło ok. 5,5-6 mln ton rocznie, z czego ok. 0,5-0,7 mln ton pochodziło z importu (przede wszystkim z Czech, Słowacji i Niemiec), a większość złomu (90%) huty pozyskiwały z rynku krajowego. Eksport złomu z Polski był za to znaczący ok. 2,5 mln ton, a ponad 30% eksportu zrealizowano poza UE.

Zapotrzebowanie na koks wyniosło ok. 2 mln ton i praktycznie w całości koks był pozyskiwany ze źródeł krajowych. Ruda żelaza do produkcji stali w procesie zintegrowanym jest w całości importowana z krajów spoza UE. Import rudy do Polski w latach w 2020-2021 wynosił ok. 5,5 mln ton na rok, a głównym kierunkiem importu (70%) była Ukraina.

Zakup energii elektrycznej oraz gazu przez przedsiębiorstwa hutnicze był realizowany ze źródeł krajowych.

W roku 2021, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach europejskich zanotowano drastyczne wzrosty cen energii elektrycznej, które osiągnęły historyczne rekordy (Rys. 20). Związane to było przede wszystkim ze wzrostem cen paliw, w tym w szczególności gazu ziemnego spowodowanym niewystarczającą podażą tego surowca na rynku. Silne odbicie światowych gospodarek po wcześniejszym spowolnieniu wywołanym pandemią, zawirowania w sektorze wydobywczym będące m.in. następstwem pandemii, a także decyzje na poziomie geopolitycznym doprowadziły do niezbilansowania popytu i podaży energii i paliw. Kolejnym czynnikiem wpływającym na wzrost cen energii elektrycznej był wzrost cen uprawnień do emisji CO_2, które w trakcie roku 2021 wzrosły z poziomu 30 EUR/t CO_2 nawet do 90 EUR/t CO_2.



Rysunek 20. Hurtowe ceny energii elektrycznej w Polsce i Niemczech (EUR/MWh) – roczne kontrakty terminowe BASE z dostawą w roku następującym po roku notowania

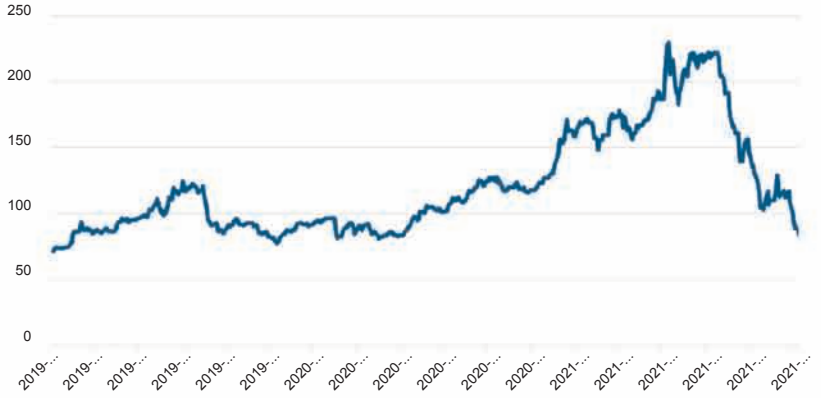
Źródło: TGE, EEX.

Historycznie, ceny energii elektrycznej w Polsce należą do najwyższych w Europie, co wynika ze struktury polskiej energetyki opartej w znacznej mierze na węglu pozyskiwanym na drodze długoterminowych kontraktów z krajowych kopalń. W obliczu nagłych wzrostów cen na światowych rynkach paliw, a także niskiej generacji z OZE, w drugiej połowie roku 2021 energia elektryczna produkowana w Polsce stała się jednak jedną z najtańszych w Europie i to pomimo wzrostu cen uprawnień do emisji. Taka sytuacja rynkowa spowodowała, że Polska stała się znacznym eksporterem energii do krajów sąsiednich, co jednocześnie przyczyniło się do wzrostu cen energii w Polsce. Pokazuje to, że rynek energii elektrycznej Polski, pomimo samowystarczalności w zakresie produkcji energii jest jednak powiązany z innymi krajami UE, choć w mniejszym zakresie niż np. w przypadku Czech czy Niemiec.

Rok 2021 uwypuklił strukturalne niedoskonałości rynku energii oraz ryzyka związane z kształtowaniem się cen energii w przyszłości. Energetyka oparta w znacznej mierze na gazie podatna jest na globalne zawirowania na rynku tego surowca. Energetyka oparta na węglu jest wygaszana w ramach dążenia do neutralności klimatycznej i związanymi z tym coraz wyższymi kosztami uprawnień do emisji CO_2. Z kolei OZE nie są w stanie zapewnić stabilnych dostaw o każdej porze.

W tej sytuacji, w ocenie sytuacji ekonomicznej sektora hutniczego należy uwzględnić ryzyko utrzymywania się bardzo wysokich cen także w przyszłości, zwłaszcza w pewnych okresach zmniejszonej generacji z OZE. Ma to odzwierciedlenie w cenach kontraktów rocznych BASE notowanych w grudniu 2021 na rok dostaw 2023. Pomimo faktu, że ceny były średnio o 23% niższe w Polsce i 44% niższe w Niemczech względem analogicznych kontraktów na rok dostaw 2022, to jednak w dalszym ciągu były to ceny znacznie wyższe niż w ubiegłych latach i wynosiły ok. 124 EUR/MWh w Polsce i ok. 120 EUR/MWh w Niemczech. Dla porównania, ceny z grudnia 2019 na rok 2020 (przed pandemią) wyniosły odpowiednio 57 EUR/MWh w Polsce i 43 EUR/MWh w Niemczech. Ceny rudy żelaza systematycznie rosły od drugiego kwartału 2020 r., osiągając rekordowe poziomy w maju 2021 r. wynoszące ok. 224 USD/t (Rys. 21). W porównaniu z 84 USD/t z maja 2020 r. oznacza to aprecjację o ok. 167%.

Dopiero końcówka 2021 r. przyniosła wyhamowanie wzrostów i zmianę trendu na malejący. W listopadzie 2021 r. ceny rudy żelaza wróciły do poziomów z drugiego kwartału 2020 r.



Rysunek 21. Ceny rudy żelaza w okresie od 1 stycznia 2019 r. do 11 listopada 2021 r. (dane dzienne, USD/t)

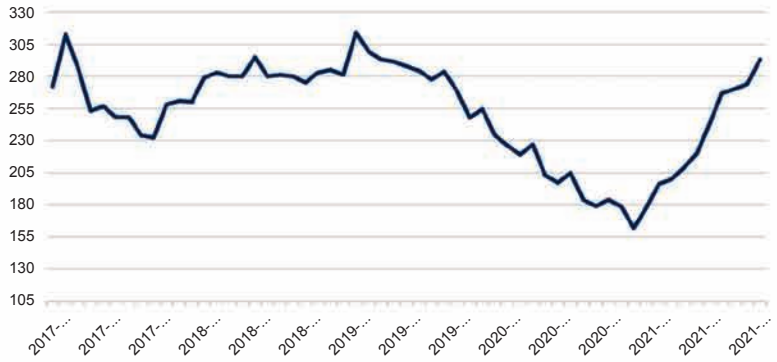
Źródło: Opracowanie własne na podstawie S&P Market Intelligence (Iron Ore Fe 63,5%, CIF China).

Ceny złomu wykazały się podobną tendencją jak ceny rudy żelaza, tj. systematycznie rosły od trzeciego kwartału 2020 r., osiągając rekordową cenę 424 EUR/t w lipcu 2021 r., co stanowi wzrost o +117% w porównaniu do lipca 2020 r. – 195 EUR/t (Rys. 22). Różnica polega jednak na tym, że ceny złomu w końcówce 2021 r. nadal utrzymywały się na wysokich poziomach. Koszty złomu uległy krótszej i płytszej korekcie w porównaniu do rudy żelaza. Co więcej, w listopadzie 2021 r. złom był droższy niż w poprzednim miesiącu.

Rysunek 22. Średnie miesięczne ceny złomu w okresie od stycznia 2016 r. do listopada 2021 r. (EUR/t)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: www.bdsv.org/unser-service/markt-preise

Ceny koksu również charakteryzowały się wzrostami, które rozpoczęły się pod koniec 2020 r. Jeszcze w listopadzie 2020 r. za tonę koksu płacono 162 EUR, podczas gdy we wrześniu 2021 r. wartość ta wynosiła 293 EUR, co przekłada się na wzrost o ok. 80% (Rys. 23). Co prawda ceny wrześniowe nie stanowią historycznych maksimów (jak miało to miejsce w przypadku rekordowych wartości dla rudy żelaza oraz złomu), niemniej jednak kumulują się one z pozostałymi czynnikami kosztowymi, które są na wysokich poziomach, istotnie wpływając na rachunek zysków i start polskich hut.



Rysunek 23. Średnie miesięczne ceny eksportowe koksu w okresie od stycznia 2017 r. do września 2021 r.

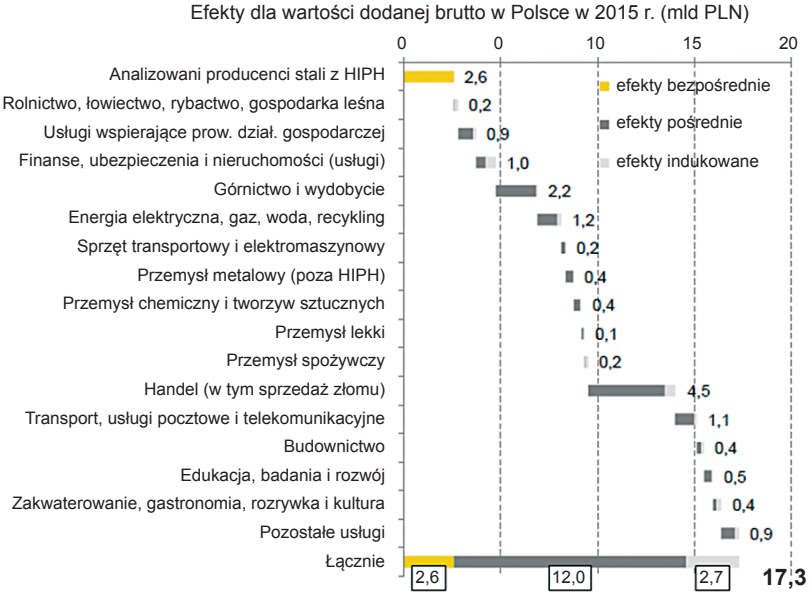
Źródło: Opracowanie własne HIPH na podstawie danych Ministerstwa Finansów.

3.8. Podsumowanie bieżącej sytuacji

Dobre wyniki sprzedaży polskiego hutnictwa w 2021 r. wspierane przez rosnące w krótkim okresie ceny wyrobów gotowych, wynikały przede wszystkich z czasowych ograniczeń światowej podaży. Branża stalowa w Polsce nie jest w stanie przenieść wyższych kosztów na odbiorców i w sytuacji odblokowania zagranicznej podaży zagrożona będzie utratą rynku lub koniecznością sprzedaży poniżej kosztów. Wszystkie firmy sektora odczują to negatywnie, a w przypadku części z nich może zakończyć się zaprzestaniem działalności. Obawy firm dotyczące utrzymania rentowności przełożą się z kolei na wstrzymanie decyzji inwestycyjnych, w tym także inwestycji związanych z transformacją energetyczną. To zaś będzie oznaczać, że nawet dobre wyniki z 2021 r., w połączeniu z zagrożeniami po stronie kosztów i brakiem zachęt inwestycyjnych, nie powstrzymają wygaszania sektora hutnictwa stali w Polsce.

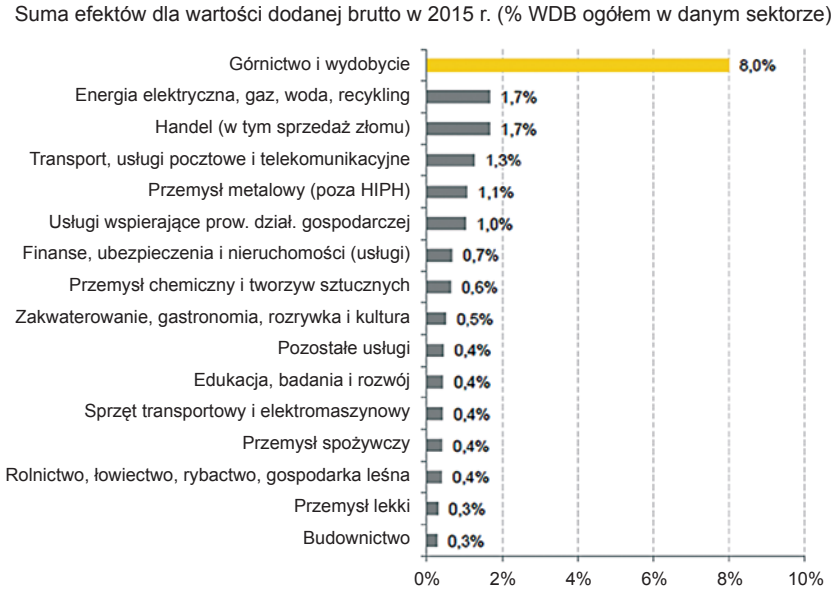
4. Wpływ sytuacji w branży na inne sektory polskiej gospodarki

Poniższa analiza przepływów między sektorami została oparta na raporcie firmy EY („Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r."). Mimo, iż badania te były przeprowadzone na podstawie danych z 2015 r. to, jak się wydaje, struktura tego wpływu nie uległa większym zmianom. Sektorami, w których sektor stalowy przyczynia się do powstania najwyższej Wartości Dodanej Brutto w Polsce są handel (4,5 mld PLN WDB, 26,0% efektów dla WDB ogółemw 2015 r.), górnictwo i wydobycie (2,2 mld PLN, 12,7%) oraz energia elektryczna, gaz, woda i recykling (1,2 mld PLN, 6,0%) (Rys. 24). Wysokie efekty w handlu związane były głównie ze znacznymi wydatkami sektora stalowego na zakup złomu (sprzedaż złomu zalicza się do sektora handlu), który stanowi główny „wsad" do produkcji stali dla większości jej producentów w Polsce. Wysokie efekty dla sektora górnictwa i wydobycia wynikają przede wszystkim z dużej wartości zakupów koksu i węgla koksowego przez jednego z producentów stali posiadającego własne koksownie na potrzeby produkcji koksu. Koks wykorzystywany jest następnie w wielkich piecach, co umożliwia topienie i redukcję żelaza. Proces produkcji w sektorze stalowym generuje również istotne zapotrzebowanie na energię elektryczną i gaz.



Rysunek 24.
Źródło: EY Polska.

Z punktu widzenia innych sektorów, branża stalowa ma szczególnie istotny wpływ na sektor górnictwa i wydobycia. W 2015 r. wspierała ona ok. 8,0% wartości dodanej brutto („wielkości produkcji") tego sektora (Rys. 25). Powyższy efekt dotyczy całego sektora górnictwa i wydobycia w Polsce, obejmującego wydobycie różnego rodzaju surowców (m.in. węgla, ale również miedzi, srebra i innych). W przypadku samego górnictwa węgla, efekt ten jest z pewnością jeszcze wyższy. Ze względu na brak odpowiednich danych, wyróżnienie tego sektora w przeprowadzonej analizie jest jednak niemożliwe. W ujęciu relatywnym wpływ branży stalowej na wielkość produkcji w pozostałych sektorach jest istotnie niższy niż w przypadku górnictwa i wydobycia – najwyższy w sektorze związanym z energią elektryczną, gazem, wodą i recyklingiem oraz w sektorze handlu (dla obu sektorów udział sumy oszacowanych efektów w WDB ogółem tych sektorów wyniósł ok. 1,7%).



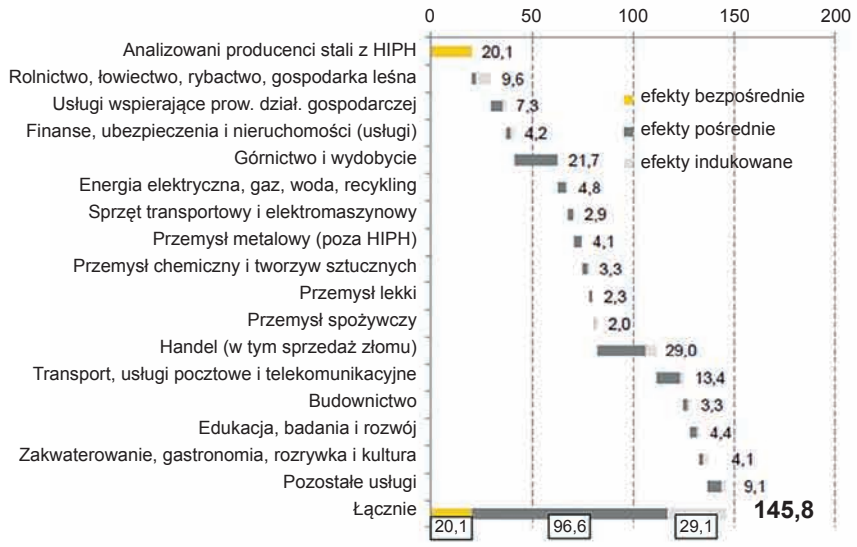
Rysunek 25.

Źródło: EY Polska.

Oszacowane efekty dla liczby pracujących w 2015 r. były najwyższe w przypadku: (1) handlu (ok. 29,0 tys. osób, 19,9% łącznego efektu dla liczby pracujących); (2) górnictwa i wydobycia (ok. 21,7 tys. osób, 14,9%); (3) transportu, usług pocztowych i telekomunikacyjnych (ok. 13,4 tys. osób, 9,2%) (Rys. 26). W przypadku efektów dla liczby pracujących, dysproporcja pomiędzy sektorem handlu oraz górni-

ctwem i wydobyciem jest relatywnie niższa niż w przypadku efektów dla wartości dodanej brutto. Wynika to z relatywnie niższej przeciętnej wydajności pracy w polskim górnictwie (wytworzenie 1 mln PLN WDB w górnictwie wymaga większej liczby pracowników niż w sektorze handlu).

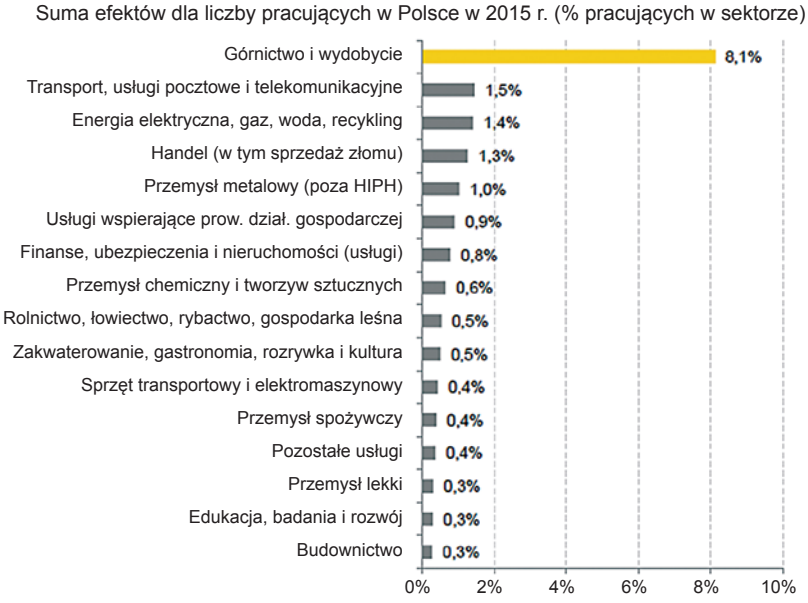
Efekty dla liczby pracujących w Polsce w 2015 r. (tys. osób)



Rysunek 26.
Źródło: EY Polska.

W zakresie sytuacji na rynku pracy w poszczególnych sektorach, branża stalowa ma zdecydowanie największy wpływ na sytuację w sektorze górnictwa i wydobycia – wspiera ona ok. 8,1% miejsc pracy ogółem w tym sektorze (Rys. 27). W przypadku sektorów związanych z transportem, usługami pocztowymi i telekomunikacyjnymi oraz energią elektryczną, gazem, wodą i recyklingiem, efekty dla rynku pracy są istotnie niższe i wynoszą odpowiednio ok. 1,5% i 1,4% pracujących ogółem w tych sektorach[33].

[33] EY: *Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r.*



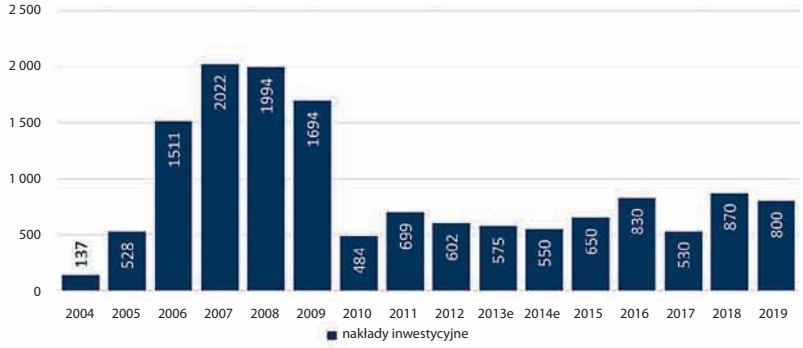
Rysunek 27.

Źródło: EY Polska.

5. Inwestycje w hutnictwie

5.1. Przeszłość

W okresie szesnastu lat od wstąpienia Polski do UE, krajowe przedsiębiorstwa hutnictwa stalowego zainwestowały ok. 14,5 mld zł. Najbardziej intensywny okres inwestycyjny przypadał na czas bezpośrednio po restrukturyzacji hutnictwa tj. lata 2006-2009 i był związany z unowocześnieniem parku maszynowego oraz zmniejszeniem oddziaływania hut na środowisko i klimat (Rys. 28).



Rysunek 28. Wartość nakładów inwestycyjnych hutnictwa w Polsce w latach 2004-2019

Źródło: Opracowanie własne HIPH.

Do przykładowych największych inwestycji można zaliczyć:

Grupa ArcelorMittal

Zrealizowano tam cztery następujące strategiczne inwestycje, tj.

- Budowę walcowni gorącej blach w Krakowie (czerwiec 2007) o wartości 1,159 mld zł. W chwili uruchomienia była to najnowocześniejsza walcownia gorąca na świecie i najbardziej wydajna pod względem wykorzystania energii.
- Nową linię COS nr 3 w Dąbrowie Górniczej (grudzień 2006) o wartości 447 mln zł, o zdolnościach produkcyjnych 3 mln t slabów rocznie.
- Modernizację walcowni walcówki w Hucie Cedler w Sosnowcu (listopad 2006) o wartości 140 mln zł.
- Nową linie powlekania organicznego blach w Hucie Florian w Świętochłowicach (wrzesień 2006) o wartości 107 mln zł.
- Na inwestycje te w sumie wydano 1,853 mld zł. Oprócz tego przeprowadzono cały szereg mniejszych inwestycji jak np.:
  - Modernizacja wielkiego pieca nr 2 w Dąbrowie Górniczej (październik 2006) – inwestycja w wysokości 260 mln zł, który stał się najnowocześniejszą jednostką wielkopiecową w Europie o zdolnościach produkcyjnych na poziomie 2,7 mln ton/rok;
  - 2 nowe baterie koksownicze w ZK Zdzieszowice (2007 r. – Bateria Nr 11, 2008 r. – Bateria Nr 12 o wartości 364 mln zł;
  - Dwustanowiskowy piec kadziowy w Dąbrowie Górniczej (czerwiec 2009) o wartości 132 mln zł z technologią do produkcji gatunków motoryzacyjnych, o wydajności 4,5 mln ton/rok;
  - Przebudowa linii długiej szyny w Dąbrowie Górniczej o wartości ok. 140 mln zł.

W sumie tylko w latach 2005-2007 wydano na inwestycje blisko 3,091 mld zł.[34]

Celsa Huta Ostrowiec

- Od 2003 r. Celsa HO dokonała znacznych inwestycji w modernizację instalacji, zwiększenia mocy produkcyjnych i rozszerzenia asortymentu produktów: o wartości ponad 3 mld zł tj.: nowa walcownia wyrobów długich, Wydział obróbki maszynowej – inwestycja umożliwiająca wytwarzanie nowych produktów dla sektora energetycznego (wały monolityczne) oraz Stalownia – nowy piec, zwiększenie mocy wytwórczych, poprawa wydajności i zmniejszenie zużycia jednostkowego.

[34] J. Podsiadło, *Złota Stal*..., s. 171.

CMC Poland – Huta w Zawierciu

- W ciągu ostatnich kilkunastu lat, nakładem prawie 2 mld zł, w hucie CMC Poland nastąpił strategiczny rozwój, który zapewnił obecną silną pozycję technologiczną i rynkową w Europie. Główne inwestycje to: jedno z największych na świecie urządzeń do strzępienia i czyszczenia złomu stalowego, nowoczesne linie walcownicze (2009/2010), piec elektryczny (EAF) w 2014 r. linia COS w 2016 r. oraz Walcownia walcówki (2021). Nowoczesne i innowacyjne instalacje umożliwiły produkcję jakościowych wyrobów do zastosowań nie tylko budowlanych i konstrukcyjnych, ale też przemysłowych i maszynowych, posiadających duży potencjał dalszego rozwoju.

ISD Huta Częstochowa

- Od czasu prywatyzacji w 2005 r. na modernizację wydane zostało do 2020 r. 500 mln zł.

5.2. Przyszłość

Powyższe przykładowe inwestycje, które pozwoliły zmodernizować krajowe hutnictwo, czyniąc je jednym z najbardziej nowoczesnych na świecie, będą musiały być zwielokrotnione, jeśli hutnictwo w Polsce ma przetrwać. W rysującej się perspektywie najbliższych trzech dekad, spodziewać się można następujących przeobrażeń:

Technologia BF/BOF

ArcelorMittal Poland S.A., która jest jedynym operatorem technologii zintegrowanej w Polsce w ramach swojego oddziału w Dąbrowie Górniczej (Huta Katowice) w 2021 r. zapowiedział[35] konieczność realizacji strategii inwestycyjnej obejmującej:

- Budowę nowych instalacji w oparciu o technologię bezpośredniej redukcji rudy żelaza (**proces DRI**), w których w pierwszym etapie będzie zastosowany gaz koksowniczy i gaz ziemny, a docelowo zielony wodór ma pełnić rolę reduktora. Proces DRI powinien być jednocześnie połączony z wielkoskalowymi piecami elektrycznymi zbudowanymi w technologii EAF, które będą bazować na wsadzie w postaci żelaza gąbczastego uzyskiwanego w ramach DRI;
- Optymalizację funkcjonowania w okresie przejściowym technologii wielkopiecowej, aż do kresu jej funkcjonowania, w celu minimalizacji emisji bezpośrednich i pośrednich. Temu celowi

[35] www.wnp.pl/hutnictwo/sanjay-samaddar-szczerze-o-zielonych-hutach-w-polsce-sa-trzy-warunki,519916.html

ma w szczególności służyć remont wielkiego pieca nr 2 w Dąbrowie Górniczej wraz z wymianą wszystkich bloków węglowych i zestawów dyszowych, modernizacja systemów oczyszczania gazów i systemu odpylania hali lejniczej i wreszcie budowa nowoczesnego układu chłodzenia z obiegami zamkniętymi;
- Stworzenie strategii wyjścia dla sektora koksowego, którego faktyczny kres wyznaczy koniec technologii wielkich pieców[36]. Jest to szczególnie duże wyzwanie dla Polski, która jest, obok Niemiec, największym w Unii Europejskiej i liczącym się w świecie producentem tego produktu.

Technologia EAF

Przewiduje się, że technologia pieca łukowego, dla którego wsadem jest złom (produkcja wtórna) lub żelazo gąbczaste w technologii DRI będzie kontynuowana i rozwijana. Z racji jej wysokiej efektywności i dojrzałości nie jest przewidywana w tym zakresie zmiana o charakterze rewolucyjnym, lecz jedynie nadal postępujące udoskonalanie, w szczególności w kierunku poprawienia efektywności energetycznej i oddziaływania na środowisko.

W efekcie dla tej części hutnictwa decydującego znaczenia nabiera szeroki dostęp do zielonej energii po konkurencyjnych cenach. Przemawiają za tym następujące okoliczności:
- obecnie energia z odnawialnych źródeł energii jest już zasadniczo tańsza od energii konwencjonalnej (problem niestabilnego profilu produkcji energii elektrycznej w technologii OZE można rozwiązać w szczególności poprzez synchronizację produkcji stali z takim profilem);
- oczekiwania rynkowe premiować będą tzw. zieloną, czyli zeroemisyjną, stal[37].

Taka sytuacja tworzy szczególne wyzwania dla Polski, której miks energetyczny oparty jest przede wszystkim na węglu kamiennym i brunatnym, a polityka energetyczna stawia liczne przeszkody rozwojowi energetyki odnawialnej.

---

[36] Struktura zużycia koksu na świecie i w UE jest podobna: około 80% koksu zużywane jest do produkcji surówki żelaza w procesie wielkopiecowym, pozostałe 20% poza wielkimi piecami. Zdecydowana większość koksu produkowana jest w koksowniach będących częścią koncernów stalowych (https://www.jsw.pl/raportroczny-2019/nasze-otoczenie/otoczenie-rynkowe-i-konkurencyjne#rynek_koksu-tab)

[37] https://klimat.rp.pl/zielone-technologie/art18835751-pierwsza-na-swiecie-partia-zielonej-stali-trafi-do-volvo

Istnieje znaczące ryzyko, że bez zmian i inwestycji w tym zakresie, pochodzące z Polski wyroby stalowe, pomimo ich doskonałości technicznej, będą towarem niechcianym na rynkach międzynarodowych z racji wysokiej ceny i wyższego niż w innych krajach śladu węglowego.

6. Wnioski

6.1. Podsumowanie ogólnej sytuacji hutnictwa żelaza i stali

W najbliższych latach nastąpi bezprecedensowa w całych dziejach ludzkiej cywilizacji transformacja technologiczna w produkcji stali. W skali Polski oznaczać to może co najmniej kilkadziesiąt miliardów złotych bezpośrednich inwestycji w moce produkcyjne stali surowej, ale także w wytwarzanie zielonej energii elektrycznej oraz jej nowoczesny przesył i dystrybucję. W tak wyjątkowej sytuacji, wyzwaniem dla hutnictwa w Polsce staje się nie tylko jego dalszy rozwój, ale w ogóle utrzymanie istniejącego potencjału produkcyjnego.

Jak trudne jest to zadanie pokazuje ciężki dla gospodarki rok 2020, kiedy to w wyniku zamknięcia wielkiego pieca w Krakowie, zdolności produkcyjne w Polsce zmniejszyły się z 13 mln ton do 10,6 mln ton stali surowej rocznie. W 2021 r. produkcja stali surowej wyniosła 8,45 mln ton, a zużycie jawne wyrobów stalowych ukształtowało się na poziomie 15,3 mln ton. Rozwierają się więc coraz bardziej nożyce pomiędzy zdolnościami produkcyjnymi i w konsekwencji wielkością produkcji a zapotrzebowaniem gospodarki narodowej na wyroby hutnicze. Bez śmiałych decyzji inwestycyjnych proces ten w najbliższych latach będzie się pogłębiał.

Polska, dla swojego bezpieczeństwa ekonomicznego i zapewnienia jej harmonijnego, zrównoważonego rozwoju, nie może sobie pozwolić na dalszy regres hutnictwa. Stal jest niezbędnym i kluczowym materiałem wykorzystywanym w sektorach, które w kolejnych latach będą stanowiły główny motor napędowy światowej i polskiej gospodarki, od których to branż będzie zależeć transformacja Polski w kierunku niskoemisyjnym. Energetyka, budownictwo, transport i przemysł – inwestycje w tych sektorach niemożliwe są bez stali. Polski najzwyczajniej nie stać na dalsze zmniejszanie własnej bazy produkcyjnej stali. Ostatnie lata jasno dowodzą, że globalne zawirowania rynkowe, poprzerywane łańcuchy dostaw, coraz bardziej napięta sytuacja geopolityczna na świecie jednoznacznie wskazują, że krajowe zasoby i produkcja diametralnie zwiększają bezpieczeństwo i pewność do-

staw, zapewniając zarazem stabilne miejsca pracy i znaczące wpływy budżetowe.

Globalny spadek popytu na wyroby stalowe w 2020 roku uwydatnił problem nadwyżki zdolności produkcyjnych, które nieustannie się zwiększają. Produkcja, jak również konsumpcja wyrobów stalowych skoncentrowana jest w Chinach, gdzie uruchomiono kilka bardzo dużych projektów inwestycyjnych na południowych i wschodnich obszarach przybrzeżnych, co więcej przy wsparciu rządowego systemu zamiany mocy produkcyjnych[38].

Wsparcie dla wzrostu mocy produkcyjnych występuje nie tylko w Chinach. Przykładowo zgodnie z krajowym programem dla stali (ang. *National Steel Policy*, 2017) w Indiach planowane jest dwukrotne zwiększenie mocy produkcyjnych stali surowej do poziomu 300 milionów ton rocznie. Program rozwoju sektora stali posiada również Turcja, gdzie zidentyfikowane zostały obszary, w których krajowy sektor powinien uzyskać wsparcie w celu dalszego rozwoju. Dalsze zwiększanie nadwyżki mocy produkcyjnych może prowadzić m.in. do zakłóceń w handlu oraz zaszkodzić stabilności gospodarczej przemysłu stalowego[39]. Na tym tle widać więc, że w Polsce brakuje przekrojowego programu ukierunkowanego na całościowa ocenę i rozwój sektora w kraju.

Wybuch pandemii związanej z COVID-19 uwidocznił jak w krótkim czasie mogą zostać zerwane łańcuchy dostaw. Tymczasem, uczestnicy rynku stali potrzebują przewidywalności dostaw. Właśnie ta przewidywalność została wtedy zakłócona. Podobna sytuacja powstała na początku 2022 r w wyniku agresji Rosji na Ukrainę.

Latem oraz jesienią 2020 r. zamówienia wciąż pozostawały na niskim poziomie, utrudniając analizę sytuacji w zakresie popytu i perspektywy rynku stali. W czwartym kwartale 2020 r. popyt na wyroby stalowe gwałtownie wzrósł, w związku z czym unijni producenci natychmiastowo zareagowali zwiększając produkcję, przedkładając obsługę popytu unijnego nad kierunki eksportowe (czego przykładem było zmniejszenie eksportu stali z UE o 17% w 2020 r. i o 14% na początku 2021 r.). Niniejszy przykład elastyczności unijnego, jak i krajowego sektora stali obrazuje jak ważny jest ten sektor dla funkcjonowania lokalnej gospodarki.

[38] Motyw 41 Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2021/1029 z dnia 24 czerwca 2021 r. zmieniającego rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/159 w celu przedłużenia środka ochronnego w odniesieniu do przywozu niektórych wyrobów ze stali (Dz.U. L225 z 25.06.2021, s. 1).

[39] Ibid.

Jak wynika z powyższego, polskie hutnictwo stoi obecnie przed szeregiem nowych wyzwań związanych przede wszystkim z zieloną transformacją i dekarbonizacją, przy jednoczesnej konieczności zachowania międzynarodowej konkurencyjności. Utrzymanie hutnictwa w Polsce i tym samym bezpieczeństwa gospodarczego Polski, jest możliwe jedynie poprzez zapewnienie warunków do jego kompleksowego przeobrażenia i rozwoju. Nie będzie to jednak możliwe bez zwiększenia zaangażowania i wsparcia ze strony Państwa.

6.2. Wsparcie dekarbonizacji produkcji stali w Polsce

Wsparcie hutnictwa przez Państwo w procesie dekarbonizacji wydaje się dzisiaj niezbędne. Transformacja hutnictwa związana jest z wdrożeniem kosztownych, innowacyjnych technologii produkcji stali opartych początkowo na gazie koksowniczym i gazie ziemnym, ale docelowo na wykorzystaniu zielonego wodoru i zielonej energii elektrycznej. Zmiana technologiczna wymaga w pierwszym etapie ogromnych nakładów inwestycyjnych, a w kolejnych wiąże się z wyższymi kosztami operacyjnymi i nakładem energii. Równie istotne jest Zapewnienie bezpiecznych dostaw taniej, niskoemisyjnej energii elektrycznej oraz racjonalnych kosztów regulacyjnych i sieciowych związanych z energią. Koszty energii elektrycznej są jedną z najważniejszych pozycji kosztowych sektora decydujących o jego konkurencyjności. Zachowanie konkurencyjności polskiego hutnictwa wymaga utrzymania ich na porównywalnym poziomie jak w innych krajach. Dotyczy to całkowitych kosztów zaopatrzenia w energię, a więc zarówno hurtowych cen energii elektrycznej, jak i obciążeń regulacyjnych i sieciowych. Coraz większe znaczenie odgrywa także ślad węglowy zużywanej energii elektrycznej. Hutnictwo potrzebuje taniej i zielonej energii, a taką są w stanie zapewnić odnawialne źródła energii.

Hutnictwo już dziś jest jednym z największych odbiorców energii elektrycznej zużywając ok. 6 TWh rocznie. Nieuchronna transformacja sektora wiązać się będzie ze zwiększeniem tej wielkości nawet do ponad 30 TWh w ciągu obecnej dekady (dla porównania w całej polskiej gospodarce zużyto w 2020 r. 165,5 TWh). Ogromnym wyzwaniem jest zatem zapewnienie tak znacznych dodatkowych wolumenów energii i mocy w systemie, przy utrzymaniu standardów bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Kolejnym problemem jest zapewnienie skutecznego mechanizmu rekompensat kosztów pośrednich emisji. Rekompensaty tych

kosztów to najważniejszy, obok przydziału darmowych uprawnień, instrument zabezpieczający przed ucieczką emisji i wzrostem cen uprawnień do emisji. Pomimo że aktualna cena uprawnień sięgnęła 90 EUR/tonę CO_2, w przyszłości cena może być jeszcze wyższa. Konieczne jest jak najszybsze przyjęcie nowelizacji ustawy o rekompensatach uwzględniającej aktualizację limitów wydatkowych.

6.3. Zabezpieczenie międzynarodowej konkurencyjności

Ze względu na rolę sektora stalowego w gospodarce Polski oraz położenie geograficzne, kluczowe jest zapewnienie szczelnego i efektywnego mechanizmu CBAM. W tym zakresie, jedną z najważniejszych kwestii w kontekście opublikowanego projektu CBAM jest zagadnienie bezpłatnego przydziału uprawnień. Ilość darmowych uprawnień powinna być utrzymana, a ich ewentualne wygaszanie po 2030 r. powinno następować pod warunkiem monitoringu efektywności funkcjonowania CBAM i jego wpływu na ograniczenie zjawiska ucieczki emisji. Dodatkowo, zakres CBAM powinien uwzględniać włączenie emisji pośrednich przy jednoczesnym utrzymaniu rekompensat kosztów emisji pośrednich.

Niezwykle ważną sprawą jest konsekwentne stosowanie unijnych środków ochrony handlu. Nadrzędnym celem w tym kontekście jest poparcie przez Polskę przedłużenia obowiązywania unijnych środków ochronnych na wyroby stalowe do 30 czerwca 2026 r., czyli do momentu wejścia w życie mechanizmu CBAM w pełnej formie. Jest to jedyna możliwość zapewnienia kompleksowej ochrony unijnego przemysłu stali w dobie wojen celnych i rosnącego protekcjonizmu w handlu stalą. Dodatkowo, w kontekście trwającego przeglądu środka ochronnego, Komisja Europejska powinna mieć na uwadze, że otwarcie amerykańskiego rynku stali dla dostaw unijnych nie jest jeszcze powrotem do stanu sprzed nałożenia środków w ramach Sekcji 232. Istotne jest także aktywne wsparcie dla korzystania przez Komisję Europejską ze zmodernizowanych przepisów dotyczących środków ochrony handlu w postępowaniach antydumpingowych oraz antysubsydyjnych skutecznie adresujących zniekształcenia rynkowe w krajach trzecich.

Dbanie o międzynarodową konkurencyjność krajowego hutnictwa wymaga także podejmowania szeregu lokalnych działań zapewniających uczciwe warunki konkurowania na nowoczesnym rynku, które skutecznie będą odstraszać przed nieuczciwymi praktykami. Warto w tym świetle wymienić w szczególności:

- Wprowadzanie i egzekwowanie stosowania nowoczesnych standardów jakościowych dla wyrobów stalowych (krajowe hutnictwo jest jednym z najnowocześniejszych w Europie, zatem wysokie wymagania jakościowe spełniają zarówno postulaty w zakresie bezpieczeństwa, jak i wprost przyczyniają się do rozwoju polskiej gospodarki).
- Nowoczesny system zamówień publicznych, który m.in. wprowadzi minimalne obowiązkowe kryteria w zakresie priorytetu wykorzystania surowców wtórnych, takich jak żużel po produkcji hutniczej powinien mieć pierwszeństwo jako surowiec pochodzenia antropogenicznego przed kopalinami.
- Wprowadzanie regulacji ukierunkowanych na odpowiedzialne konstruowanie łańcuchów dostaw. Warto w tym względzie wskazać przykład niedawno przyjętych rozwiązań prawnych w Niemczech, które nakładają na przedsiębiorców wymóg badania należytej staranności łańcucha dostaw. W szczególności, niemieckie podmioty zobligowane są do przestrzegania praw człowieka w ramach własnego łańcucha dostaw, m.in. poprzez wdrożenie systemu zarządzania ryzykiem pozwalającego na identyfikację, zapobieganie oraz minimalizację ryzyka łamania praw człowieka[40].

6.4. Wsparcie wdrożenia i rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

Hutnictwo potrzebuje racjonalnej polityki w zakresie eksportu odpadowych surowców wtórnych (m.in. złomu), która wynika z istoty polityki klimatycznej. Niejednokrotnie cenne surowce wtórne (m.in. złom) są wywożone poza UE, gdzie następuje ich przetworzenie przy zastosowaniu mniej przyjaznych środowisku technologii. Finalnie takie gotowe produkty importowane są ponownie do UE, w tym także do Polski, co jedynie zwiększa ślad węglowy takich produktów. Hutnictwo potrzebuje ochrony cennych zasobów w postaci surowców wtórnych, m.in. złomu, aby przetwarzając je w kraju, przyczyniać się tym samym do redukcji śladu węglowego powstających wyrobów. Opublikowany 17 listopada 2021 r. Wniosek dotyczący Parlamentu i Rady w sprawie przemieszczania odpadów oraz zmieniający rozporządzenie WSR i (UE) 2020/1056 COM (2021)709 odpowiada w pewnym stopniu na postulaty sektora stalowego i wskazuje, że dla GOZ niezbędne jest stworzenie silnego i sprawnie funkcjonującego ryn-

[40] https://www.csr-in-deutschland.de/EN/Business-Human-Rights/Supply-Chain-Act/supply-chain-act.html

ku surowców wtórnych w instalacjach na terenie UE, a temu służyć mają usprawnienia w zakresie przepisów o przemieszczaniu odpadów wewnątrz UE, a także dalsze ograniczenie możliwości wywozu odpadów poza Unię Europejską.

Ważny w tym kontekście jest równoległy rozwój krajowego rynku surowców wtórnych poprzez różnorodne działania na rzecz ograniczenia eksportu z Polski i zwiększenia importu surowców wtórnych do Polski. Przemysł potrzebuje w tym zakresie ograniczenia dodatkowych i często bezcelowych, coraz to nowych obowiązków w przypadku importu i wewnątrzwspólnotowego nabycia cennych odpadowych surowców wtórnych (m.in. złomu), które mogą zagrozić dostępności surowców wtórnych wykorzystywanych w procesach produkcyjnych. Przykładem jest objęcie z dniem 22 lutego 2022 r. wszystkich odpadów, a więc także odpadów metali, systemem SENT, a więc jest to kolejna uciążliwość administracyjna dla nabywania za granicą złomu stalowego, który (w przeciwieństwie do wielu innych rodzajów odpadów) jest ważnym surowcem, wybitnie pożądanym w gospodarce.

Bardzo istotne jest także wsparcie rozwoju krajowego rynku odpadowych surowców wtórnych, w tym szczególnie złomu i surowców powstających w procesach hutniczych (np. żużle). Dostępność odpadowych surowców wtórnych przyczynia się do redukcji wykorzystania surowców naturalnych (pierwotnych), ograniczając tym samym emisje do środowiska, co jest flagowym założeniem GOZ. Należy więc dążyć do maksymalizacji wykorzystania surowców wtórnych. Hutnictwo od lat działa w zgodzie z ideą i założeniami GOZ, a wytwarzane w procesie produkcji stali odpady o charakterze użytkowym (m.in. żużle) z powodzeniem znajdują zastosowanie w innych gałęziach przemysłu (np. sektor cementowy). Rozwój GOZ potrzebuje stworzenia otoczenia prawnego i złagodzenia restrykcyjnych obowiązków w stosunku do surowców wtórnych, czyli wprowadzenia przepisów umożliwiających i ułatwiających dalsze zagospodarowanie odpadowych surowców wtórnych, istotnych dla polskiej gospodarki, poprzez oddzielenie odpadów trudnych w ich zagospodarowaniu od kategorii odpadów będących surowcami wtórnymi, od lat wykorzystywanymi z powodzeniem w procesach produkcyjnych i stworzenie grupy „odpadowych surowców wtórnych"

Dla prowadzenia właściwej gospodarki surowcami wtórnymi konieczne jest usprawnienie i przyspieszenie procedur administracyjnych oraz racjonalizacja obowiązków związanych z recyklingiem odpadów. Hutnictwo potrzebuje sprawnie działających postępowań

administracyjnych. Obecnie zmiana lub uzyskanie nowej decyzji administracyjnej trwa ponad 2 lata. Przedłużające się procedury administracyjne wpływają na obniżenie konkurencyjności polskiego hutnictwa oraz znacznie utrudniają prowadzenie procesu inwestycyjnego. Docelowy model w zakresie procesu inwestycyjnego powinien obejmować jedno zezwolenie na inwestycje, integrujące zagadnienia z zakresu ocen oddziaływania na środowisko i procedury w zakresie prawa budowalnego. Konieczne jest także uproszczenie procesu wydawania decyzji administracyjnych dla podmiotów gospodarujących odpadami oraz w zakresie uzyskania przez odpad statusu produktu ubocznego, utraty przez odpad statusu odpadu, zmiany decyzji administracyjnych i wprowadzenia przepisów umożliwiających przedłużenie okresu obowiązywania decyzji sektorowych wydanych na czas oznaczony.

Od lat na przedsiębiorstwa gospodarujące odpadami, w tym na podmioty sektora stalowego, nakładane są nowe kosztowne i obciążające obowiązki, co bezpośrednio wpływa na spadek konkurencyjności polskich przedsiębiorców. Kolejne zmiany w przepisach powinny uwzględniać wypracowane dobre praktyki oraz symbiozę przemysłową, wykorzystujące odpady przemysłowe w kontekście nakładania nowych obowiązków/regulacji w gospodarce odpadami.

2

Jan Mróz, Marian Niesler

WYTWARZANIE STALI BEZPOŚREDNIO Z RUDY ŻELAZA

1. Wstęp – zarys rozwoju technologii żelaza i stali w świecie w latach 1970-2020

Hutnictwo żelaza i stali jest gałęzią przemysłu, która nie zmienia się radykalnie w krótkim czasie, ani pod względem skali produkcji, ani też stosowanej technologii i struktury produkcji. Jednak z perspektywy półwiecza tj. od lat siedemdziesiątych XX w. do początków trzeciej dekady XXI w. można już wyróżnić pewne zmienne okresy rozwoju. Dotyczą one przede wszystkim:

a) skali produkcji i zmian technologicznych w procesie wielkopiecowym i stalowniczym;
b) powstawania nowych sposobów wytwarzania ciekłego żelaza dla potrzeb procesów stalowniczych – tzw. technologia bezkoksowa (procesy wytapiania redukcyjnego *smelting reduction*);
c) wdrażanie nowych koncepcji wytwarzania żelaza, spełniających wymagania radykalnej redukcjiemisji CO_2 do atmosfery, a także opracowywanie technologii o docelowej, zerowej emisji dwutlenku węgla.

Ad. a) W roku 1970 światowa produkcja stali wynosiła 600 mln Mg [1], zaś podstawową technologię stanowiły tzw. huty zintegrowane (o rocznej produkcji 3÷6 mln Mg stali), w których główną linią technologiczną jest układ: wielki piec – konwertor tlenowy. Nakład kapitałowy na budowę takiej huty kształtował się w zakresie od 1200 do 1500 $/Mg zdolności produkcyjnej, przy czym do wyprodukowania 1 Mg stali zużywano 35÷40 GJ energii, oraz 6÷12 roboczogodzin [1, 2].

inne jednostki !!!

W tym czasie formułowano optymistyczne prognozy, że w końcu lat osiemdziesiątych produkcja stali może osiągnąć poziom 1,2 mld Mg. Jednakże kryzys energetyczny lat siedemdziesiątych zweryfikował wcześniejsze prognozy intensywnego wzrostu produkcji i przewartościował strategię dalszego rozwoju hutnictwa [2]. W wyniku tego w hutach zintegrowanych wprowadzono wiele przedsięwzięć doskonalących technologię produkcji surówki i stali głównie pod względem energetycznym i ekonomicznym. Do najważniejszych przedsięwzięć należy zaliczyć: wdmuchiwanie paliw zastępczych i podawanie tlenu do dmuchu wielkopiecowego, wdrożenie komputerowego sterowania procesem wielkopiecowym [3], szerokie wprowadzanie technologii ciągłego odlewania stali, a także redukcję zatrudnienia. Doprowadziło to w latach dziewięćdziesiątych do dwukrotnego zmniejszenia nakładu energii na jednostkę produkcji, a nakład pracy został zredukowany do 3 roboczogodzin na 1 Mg stali. Należy zakładać, że obok innych, obiektywnych czynników ekonomiczno-gospodarczych, umożliwiło to radykalny wzrost produkcji stali, szczególnie w dekadzie lat 2000-2010, a także w latach 2010-2020 (Tabela 1).

Tabela 1. Globalna produkcja stali surowej w dekadach lat 1970-2021 [4]

Rok	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2021
Produkcja, mln Mg	600,0	717,4	770,5	847,1	1417,3	1877,5	1953,3
Wzrost produkcji, w dekadzie %	-	19,6	7,4	9,9	67,3	32,5	-

Produkcja 1 mld ton stali surowej została osiągnięta w roku 2004 (1 071,5 mln t) z czego 674,7 mln ton wyprodukowano w konwertorach tlenowych, natomiast 352,6 mln w piecach elektrycznych (33,5 mln t wyprodukowano w piecach martenowskich). Wynika z tego, że w przełomowym 2004 roku produkcja stali w technologii wielki piec – konwertor tlenowy (BF-BOF) wynosiła 63,0% natomiast w technologii pieców elektrycznych – 32,9%.

Gwałtowny wzrost produkcji stali w wymiarze globalnym jest związany z włączeniem się Chin do gospodarki światowej, szczególnie w pierwszych dwóch dekadach XXI w. W Tabela 2 podano wielkość produkcji stali w 2020 roku w świecie w odniesieniu do krajów i kontynentów.

Tabela 2. Produkcja stali surowej w świecie w 2020 roku [5]

L.p.	Kontynent/Kraj		Produkcja, mln Mg	Udział, % (w skali świata)
1.	Azja		1 341	71,7
2.	**w tym**	**Chiny**	**996**	**53,3**
3.		**Indie**	**111**	**5,9**
4.		**Japonia**	**99**	**5,3**
5.	Europa		298	16,0
6.	**w tym**	**UE**	**159**	**8,5**
7.	Ameryka Płn.		120	6,4
8.	**w tym**	**USA**	**87**	**4,7**
9.	Ameryka Płn.		120	6,4
10.	Środkowy Wschód		45	2,4
11.	Afryka		17	0,9
12.	Australia/Nowa Zelandia		6	0,3
	Produkcja globalna		**1 870**	**100,0**
	Polska		**9**	**0,5**

Z danych zawartych w Tabeli 2 widoczna jest dominującą pozycja Chin oraz prawie całkowite wykluczenie Afryki z udziału w tym sektorze gospodarki światowej, biorąc pod uwagę potencjał ludnościowy tego kontynentu.

W Tabeli 3 pokazano kształtowanie się produkcji stali surowej w latach 1980-2020 wg technologii BOF i EAF oraz wskaźniki procentowe tych udziałów (obliczone w odniesieniu do produkcji globalnej w poszczególnych latach, podanej w Tabeli 1).

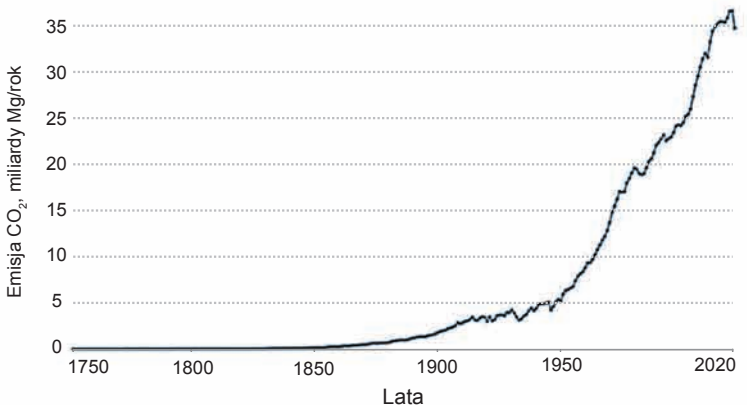
Tabela 3. Produkcja stali surowej w świecie wg technologii BOF i EAF, mln Mg oraz udziału procentowego w latach 1980-2020

Rok	1980	1990	2000	2010	2020
Technologia BOF	357,2	385,2	459,8	988,6	1374,3
Technologia EAF	143,0	186,5	261,1	410,7	493,8
Technologia BOF,%	49,8	50,0	54,3	69,8	73,2
Technologia EAF,%	19,9	24,2	30,8	29,0	26,3
Suma udziałów BOF i EAF, %	69,7	74,2	85,1	98,8	99,5

Jak widać z danych, jeszcze w roku 2000 ok. 15% globalnej produkcji wytwarzano w innych technologiach, jak piece martenowskie i konwertory Thomasa. Dopiero w latach 2010-2020 prawie wyłącznymi sposobami wytwarzania stali są technologie: wielki piec-konwertor tlenowy, oraz technologie pieców elektrycznych.

Ad. b) W kluczowej dla wytwarzania stali w świecie technologii wielki piec-konwertor tlenowy (BF-BOF), zużycie energii w procesie wielkopiecowym stanowi największy udział w odniesieniu do całkowitej ilości energii potrzebnej do wyprodukowania 1 Mg stali i wynosi od 70 do 85%. Źródłem energii i reduktora w wielkim piecu jest nadal w dominującej części koks wielkopiecowy. Ze względu na narastający deficyt węgli koksujących z jednej strony oraz duży wzrost produkcji surówki żelaza z drugiej strony, w latach 1980-1990 wystąpił realny problem opracowania nowych technologii wytwarzania żelaza z wykorzystaniem węgli niekoksujących, które są najtańszym nośnikiem ciepła i reduktora, i jednocześnie są paliwami o relatywnie największych zasobach. Takimi procesami są opracowywane w ostatnich dwóch dekadach ubiegłego wieku technologie tzw. redukcyjnego wytapiania żelaza (*smelting reduction processes*). Obecnie, do zaawansowanych technologicznie należy zaliczyć technologie: *Corex* oraz *HIsmelt*. Są to instalacje składające się z dwóch podstawowych agregatów: do redukcji wstępnej w stanie stałym i końcowej – w stanie ciekłym. W obydwu przypadkach reduktorem jest węgiel oraz tlenek węgla, zaś redukcja tlenków żelaza przebiega dwuetapowo: w przypadku instalacji *Corex* w piecu szybowym (wsad kawałkowy), natomiast w przypadku instalacji *HIsmelt* redukcja przebiega w złożu fluidalnym (ruda żelaza w stanie miałkim). W przypadku procesu *Corex* w pierwszym etapie redukcji osiągany jest stopień metalizacji ok. 93%, natomiast w procesie *HIsmelt* stopień wstępnej redukcji wynosi ok. 22%. W obydwu przypadkach II etap redukcji przebiega w reaktorach w stanie ciekłym. Gazy generowane w tych reaktorach, po oczyszczeniu, są wykorzystywane w procesie jako źródło ciepła i reduktora. Instalacje *Corex* pracują w skali przemysłowej w Korei Płd. (koncern Posco), oraz w Indiach (IindalGroup) [6].

Rozwój tych i innych mniej zaawansowanych technologicznie procesów redukcyjnego wytapiania żelaza opartych na prawie wyłącznym wykorzystaniu reduktorów węglowych, generujących dwutlenek węgla, został zahamowany w ostatnich dwudziestu latach w związku z nadmierną kumulacją gazów cieplarnianych w atmosferze i globalnymi zmianami klimatycznymi. Na Rys. 1 oraz w Tabeli 4 pokazano kształtowanie się koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze ziemskiej w okresie 1750-2020 r.



Rysunek 1. Przebieg emisji CO_2 w latach 1750-2020 w świecie [7]

Tabela 4. Poziom emisji CO_2 w okresie od 1750 do 2020 r., mln Mg [7]

Lata	1750	1800	1850	1900	1950	2020
Emisja, mln Mg	9,35	28,09	196,90	1 0950,0	6 000,0	34 800,0

Ze względu na związane z tym zmiany klimatyczne, wystąpiła pilna potrzeba ograniczenia emisji CO_2 do atmosfery we wszystkich istotnych sektorach gospodarki światowej, w tym przemysłu żelaza i stali, którego udział w ogólnym bilansie w roku 2016 wynosił 7,2% [8], natomiast w emisji generowanej przez przemysł – 33,8% [9]. Oznacza to przede wszystkim zmiany w technologiach wytwarzania żelaza i stali z rud żelaza, bowiem w dotychczasowych procesach redukcji rud żelaza (wielki piec, redukcja bezpośrednia DRI oraz procesy redukcyjnego wytapiania ciekłego żelaza) wykorzystywane są głównie reduktory węglowe tj. koks, węgle niekoksujące, pył węglowy, gaz ziemny, koksowniczy i inne surowce węglopochodne, które są głównym źródłem emisji CO_2 w hutnictwie żelaza i stali [10].

W związku z tym w skali globalnej podejmowane są działania na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych do atmosfery; na obszarze UE zgodnie z celami Komisji Europejskiej zdefiniowanymi w 2009 r. europejski przemysł powinien zmniejszyć emisję CO_2 o 34-40% do roku 2030 r. i o 83-87% do 2050 roku [11]. Stanowi to również zobowiązanie dla sektora hutniczego do wprowadzenia radykalnych zmian technologicznych, szczególnie w obszarze procesów wytwarzania żelaza i stali z surowców naturalnych tj. z rud żelaza.

Ad. c) Wdrażanie nowych koncepcji wytwarzania żelaza, spełniających wymagania radykalnej redukcji emisji CO_2 do atmosfery, a także opracowywanie technologii o docelowej, zerowej emisji dwutlenku węgla staje się obecnie warunkiem dalszego rozwoju hutnictwa, co wynika nie tylko z zagrożenia klimatycznego, ale wpisuje się także w uniwersalną zasadę zrównoważonego rozwoju gospodarki światowej i społeczeństw. W światowej metalurgii można wyodrębnić obecnie kilka kierunków przedsięwzięć, które stanowią odpowiedź na te wyzwania [9, 11]:

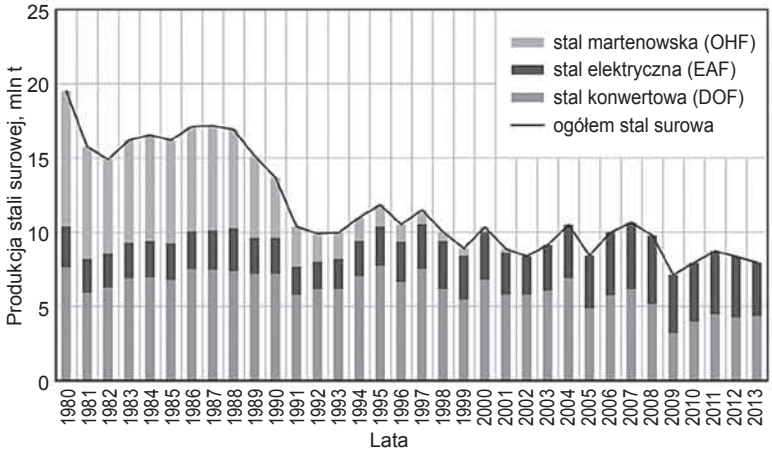
- modyfikacje procesu wielkopiecowego (recykling wielkopiecowego gazu gardzielowego) oraz procesów wytapiania redukcyjnego (np. projekt HISARNA), tj. technologii, których produktem jest ciekłe żelazo. Przykładowo: w projekcie HISARNA zakłada się ograniczenie emisji CO_2 o ok. 80%;
- rozwój procesów DRI przy szerokim wykorzystaniu wodoru jako reduktora oraz przystosowaniem instalacji wielkich pieców do technologii DRI w której redukowane są grudki rud żelaza w stanie stałym. Zmetalizowane grudki stanowią wsad do wytapiania stali w łukowych piecach elektrycznych. W przypadku tej technologii (DRI-EAF) istnieje możliwość całkowitego wyeliminowania emisji CO_2 do atmosfery.
  Przykładem wdrażania niektórych z tych rozwiązań jest projekt niskoemisyjnej technologii wytwarzania stali ULCOS, realizowany wspólnie przez 15 krajów europejskich i 48 przedsiębiorstw, którego celem jest osiągnięcie minimum 50% redukcji emisji CO_2 [12].
- opracowanie i wdrożenie nowych sposobów wytwarzania ciekłego żelaza i stali spełniających warunek zeroemisyjnych (względem CO_2) technologii, jest trzecim kierunkiem prac badawczo-rozwojowych i wdrożeń. Do takich projektów rozwijanych w świecie można obecnie zaliczyć [9]: projekt *HYBRIT* realizowany przez szwedzkie koncerny: hutniczy – Vattenfall SSAB oraz wydobywczy – LKAB, projekt *H_2FUTURE* realizowany przez Voestalpine, projekt firmy Salzgitter AG i Tenovapod nazwą *SALCOS*, proces redukcji zawiesiny miałkiej rudy w atmosferze wodoru (*Flash Ironmaking Technology – FIT*) realizowany w USA, japoński projekt *H_2ReductionIronmaking* oraz doskonalona technologia *Midrex H_2™* przez firmę Midrex Technology Inc. (USA). Według niepełnych danych, również Chiny rozwijają nową, zeroemisyjną technologię produkcji ciekłego żelaza i stali opartą na wykorzystaniu wodoru.

W Polsce prowadzone są obecnie badania związane z opracowaniem technologii wytwarzania stali bezpośrednio z rudy żelaza w jednym agregacie hutniczym. Badanie te są realizowane w Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach według patentu krajowego „Sposób wytwarzania stali bezpośrednio z rudy żelaza" [13].

2. Produkcja żelaza i stali w Polsce w latach 1990-2020

2.1. Technologia, wielkość i struktura produkcji żelaza i stali

Wielkie przemiany społeczno-gospodarcze ostatniej dekady XX wieku spowodowały, że również hutnictwo żelaza i stali doświadczyło gruntownych przemian związanych z przejściem na gospodarkę rynkową i rachunek ekonomiczny prowadzonej działalności produkcyjnej. Skutkiem tego był spadek ogólnego wolumenu produkcji stali surowej pod koniec ubiegłego wieku do poziomu 10 mln Mg stali rocznie (maximum produkcji stali w Polsce miało miejsce w 1980 roku i wynosiło 19,5 mln Mg, zaś w latach osiemdziesiątych pozostawała na poziomie ponad 15 mln Mg [14]). Okres restrukturyzacji zakończył się formalnie w 2006 roku, w wyniku czego zmodernizowane zakłady produkcyjne osiągnęły znacznie wyższy poziom technologiczny, odbyło się to jednak kosztem zmniejszonych zdolności produkcyjnych do 12,6 mln Mg [14]. Do istotnych zmian technologicznych należy zaliczyć stopniowe ograniczanie i wreszcie zlikwidowanie nieefektywnej ekonomicznie technologii wytapiania stali w piecach martenowskich oraz budowa instalacji ciągłego odlewania stali. Na Rys. 2 pokazano udział poszczególnych technologii wytapiania stali surowej w latach 1980-2013 [14].



Rysunek 2. Struktura produkcji stali surowej w Polsce wg procesów w latach 1980-2013, mln Mg [14]

Jeszcze w roku 1990 przy rocznej produkcji stali surowej w ilości 13,6 mln Mg, udział stali martenowskiej wynosił 29%; całkowite zakończenie produkcji stali w tej technologii miało miejsce w 2003 roku.

Począwszy od 2003 roku w krajowym hutnictwie dominują tylko dwie technologie wytapiania stali tj.: wielki piec – konwertor tlenowy (BF-BOF) oraz piece elektryczne (EAF). W Tabeli 5 podano dane liczbowe produkcji w latach 2000-2021 z podziałem na technologie: BF-BOF i EAF.

Tabela 5. Produkcja stali surowej w Polsce ogółem oraz w podziale na stal produkowaną w technologii BF-BOF i EAF w latach 2000-2021, mln t (produkcja całkowita w latach 2000-2002 obejmuje także stal martenowską) [15,16]

Rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Prod. całk.	10,5	8,4	8,4	9,1	10,6	8,4	10,0	10,6	9,7	7,1	8,0
BOF	6,8	5,8	5,8	6,2	6,3	4,4	5,8	6,2	5,2	3,2	3,9
EAF	3,3	2,8	2,5	2,9	4,2	3,9	4,2	4,5	4,5	3,9	4,0

Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Prod. całk.	8,8	8,4	8,0	8,6	9,2	9,0	10,3	10,2	9,1	7,9	8,5
BOF	4,4	4,2	4,4	5,0	5,3	5,1	5,7	5,4	4,9	3,9	4,1
EAF	4,4	4,2	3,6	3,5	3,9	3,9	4,6	4,8	4,2	4,0	4,4

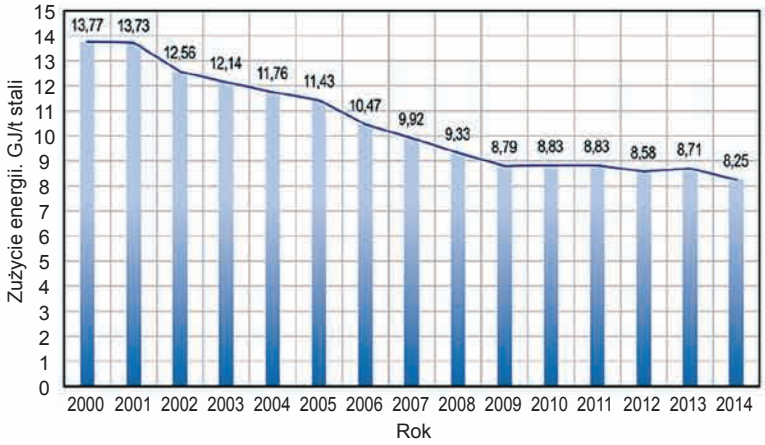
Jak widać z danych, w latach 2000-2008 produkowano więcej stali w technologii konwertorowej niż w stalowniach elektrycznych, dopiero w 2009 roku po raz pierwszy większą produkcję zanotowano w sta-

lowniach elektrycznych (55%). W ostatnich dwóch latach wskaźniki procentowego udziału stal konwertorowa/stal elektryczna wynosiły: 49,4% / 50,6% w roku 2020 i 48,2% / 51,8% na korzyść stali wytapianej w elektrostalowniach.

W procesie modernizacji do 2006 roku, dokonała się także skokowa zmiana w technologii odlewania stali – udział ciągłego odlewania stali zwiększył się z 7 do 82%, co, obok zmiany w sposobach wytwarzania stali, miało istotny wpływ na wskaźniki energochłonności i ekonomikę produkcji stali surowej w kraju.

2.2. Energochłonność i wskaźniki emisji dwutlenku węgla w procesach produkcji żelaza i stali w Polsce

W krajowym przemyśle przetwórczym ok. 60% energii zużywają hutnictwo oraz przemysł chemiczny i mineralny [17, 18]. W latach 2000-2015 notuje się zmniejszenie energochłonności produkcji w odniesieniu do 1 Mg stali (Rys. 3). Związane jest to z dość radykalnymi zmianami technologicznymi, jak rezygnacja z wytapiania stali w piecach martenowskich oraz szerokie wdrażanie technologii ciągłego odlewania.



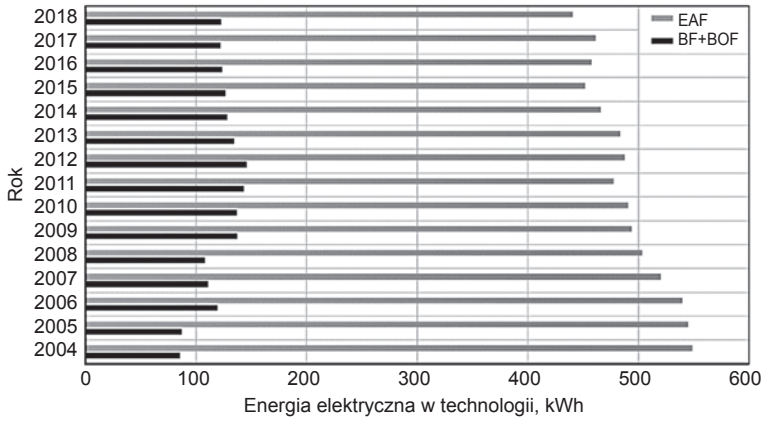
Rysunek 3. Jednostkowe zużycie energii w produkcji stali w Polsce w latach 2000-2014 [17-19] (wskaźnik łączny technologii (BF+BOF) i technologii EAF)

Jak widać z Rys. 3 zużycie energii w okresie lat 2000-2014 zmniejszyło się o 5,52 GJ/t stali, tj. o 40%, zatem było to ogromne osiągnięcie krajowego hutnictwa żelaza i stali. Widoczne jest, że począwszy od 2009 roku zużycie energii na 1t stali zaczyna się stabilizować i wg danych zawartych w pracy [20] w latach 2009-2019 przeciętne zużycie energii na 1t stali wynosi 8,1 GJ/t stali. Wskaźnik ten dotyczy

całkowitej ilości stali produkowanej zarówno w technologii wielki piec konwertor tlenowy (BF-BOF), jak i technologii wytapiania w łukowych piecach elektrycznych (EAF). Wskaźniki zużycia energii w tych dwóch wiodących technologiach różnią się znacząco, ze względu na fakt, że w technologii BF-BOF dużą część energii pochłaniają procesy chemiczne redukcji tlenków żelaza w wielkim piecu, zaś reduktor węglowy (C, CO i częściowo także wodór) utleniając się w procesach redukcji, neutralizują swój potencjał energetyczny (wartość opałową), co należy uwzględniać w ogólnym bilansie zużycia energii. (Wg danych [21], zużycie energii na wytopienie 1 t surówki żelaza w wielkim piecu, bez uwzględnienia wartości opałowej zużytego reduktora wynosi 8,70 GJ/t, natomiast wliczając do bilansu tę pozycję, zużycie energii osiąga wartość 14,07 GJ/t surówki żelaza. Przy uwzględnieniu zużycia energii w procesie otrzymywania koksu oraz spiekania rud żelaza bilans zużycia energii wynosi 16,62 GJ/t surówki żelaza. W obliczeniach bilansu stosowano procedury DOE – Departamentu Energii USA).

Analiza zużycia energii elektrycznej w produkcji stali w technologii EAF w okresie 2004-2018 wykazała [22], że przeciętne zużycie energii elektrycznej wynosi 557 kWh/t, natomiast w latach 2014--2018 obniżyło się do 452 kWh/t, tj. zostało zredukowane o 18,8%.

Na Rys. 4 pokazano wyniki analizy zużycia energii elektrycznej w obydwu podstawowych technologiach wytapiania stali tj. BF-BOF i EAF.

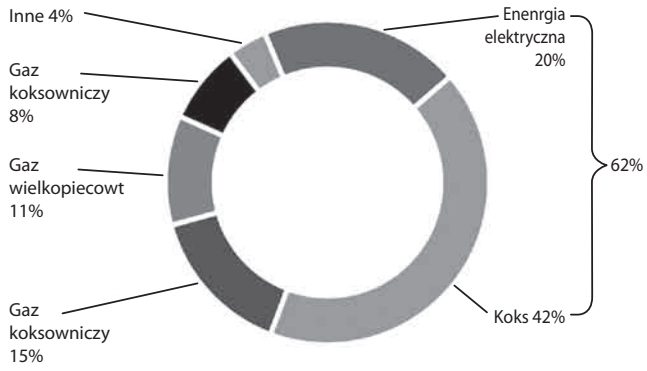


Rysunek 4. Zużycie energii elektrycznej w technologiach BF-BOF i EAF produkcji stali w latach 2004-2018, kWh/M stali

Wynika z nich, że w 2004 roku zużycie energii elektrycznej w procesie EAF było 6,4 razy większe w porównaniu z procesem BF-BOF, natomiast w roku 2018 było większe tylko 3,6 razy, tzn. zostało zredukowane o 19,89 % w stosunku do technologii wielki piec-konwertor tlenowy. Było to możliwe dzięki dużym inwestycjom w sektorze produkcji żelaza i stali w latach 2004-2018 wynoszącym 13,7 mld zł. Najwyższe nakłady na modernizację miały miejsce w latach 2007 i 2008, kiedy wynosiły one odpowiednio: 2,02 mld i 1,99 mld zł [22].

W linii technologicznej wielki piec-konwertor tlenowy, proces wielkopiecowy jest podstawowym i najbardziej energochłonnym etapem tej technologii. Głównym nośnikiem energii jest węgiel w postaci koksu oraz pył wielkopiecowy jako tzw. paliwo zastępcze, lub węglowodorowe paliwa ciekłe. Koks jest dominującym i kosztownym źródłem energii, stąd każda modernizacja i intensyfikacja procesu wielkopiecowego ma na celu ograniczenie zużycia koksu. W analizie jednostkowego zużycia koksu w latach 2004-2018 stwierdzono, że przeciętne zużycie koksu w tym okresie wyniosło 0,48 Mg/t surówki żelaza.

Strukturę źródeł i wielkości zużycia energii w krajowym przemyśle żelaza i stali przedstawia Rys. 5 [22, 23].



Rysunek 5. Struktura źródeł energii w przemyśle stalowym w Polsce [22, 23]

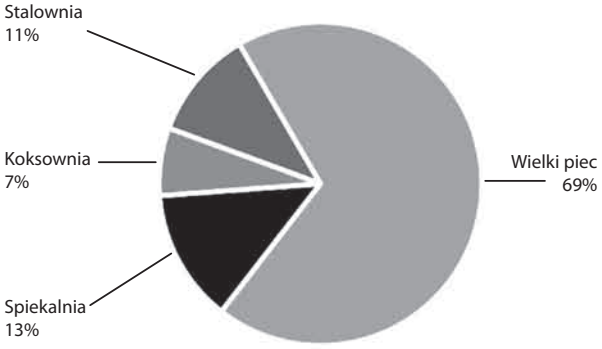
Z danych widocznych na rysunku widoczne jest, że największy udział w ogólnej ilości energii zużywanej w hutnictwie żelaza i stali w kraju stanowi koks – udział ten wynosi 42% i jest związany z energochłonnością procesu wielkopiecowego; zużycie energii cieplnej w procesie wielkopiecowym wynosi ok. 58% ogólnego zużycia energii cieplnej w hutnictwie. Drugim źródłem energii pod względem wielkości udziału jest energia elektryczna, która stanowi 20% ogólnego zużycia energii w procesie produkcyjnym żelaza i stali.

Pozostałe pozycje w strukturze zużycia energii stanowią gaz koksowniczy i gaz wielkopiecowy, które są wykorzystywane głównie jako źródło energii cieplnej w łańcuchu technologicznym koksownia – wielkie piece i w sumie stanowią 34% udziału.

Poniesione nakłady inwestycyjne w okresie modernizacji techniczno-technologicznej hutnictwa żelaza i stali miały ogromny wpływ na poprawę efektywności energetycznej produkcji stali. Wskaźnik zużycia produktów energetycznych (produkty energetyczne to m.in.: węgiel, koks, gaz ziemny, koksowniczy, gardzielowy, konwertorowy czy wielkopiecowy) od 2000 roku zmniejszył się z 0,33 do 0,21 t/t stali surowej, czyli o 36 %. Oznacza to zdobycie znaczącej przewagi w odniesieniu do średniej unijnej, która wynosi 0,30 t/t stali surowej [14].

Hutnictwo żelaza i stali w Polsce emituje około 4,5% krajowej ogólnej emisji CO_2 [24]. W strukturze zanieczyszczeń gazowych, emitowanych w przemyśle stalowym, największy udział stanowi emisja CO_2 (98,1%). Emisje pozostałych gazów: NO_2, SO_2, CO stanowią około 1,9%. W krajowym hutnictwie żelaza wydziały surowcowe tj. koksownie, spiekalnie i wielkie piece pochłaniają około 60% dostarczonej energii. Wielkie piece zużywają ponad połowę tej energii, generując jednocześnie największe ilości CO_2 w systemie BF-BOF produkcji stali.

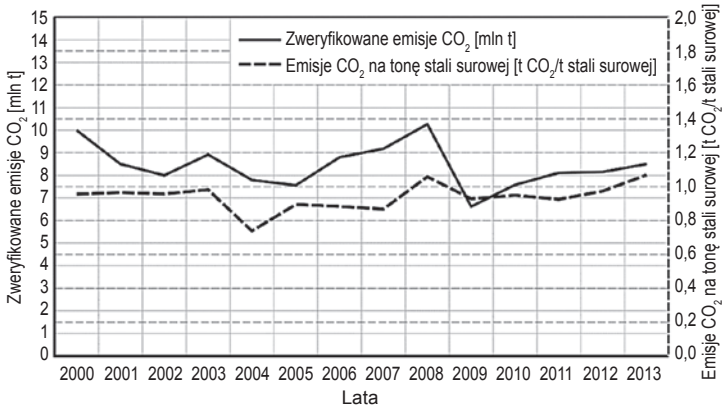
Na Rys. 6 pokazano udział procentowy każdego z węzłów technologicznych produkcji stali w technologii wielki piec – konwertor tlenowy.



Rysunek 6. Emisja CO_2 w produkcji stali w technologii wielki piec – konwertor tlenowy [24]

Widoczny jest dominujący udział procesu wielkopiecowego w całym ciągu technologicznym wytwarzania stali tym sposobem. Wynika z tego, że głównym kierunkiem zmian celem istotnego ograniczenia emisji CO_2, powinny być technologie wytwarzania żelaza (stałego lub ciekłego) radykalnie ograniczające stosowanie węgla i węglopochodnych i promujące technologie zeroemisyjne w tym wykorzystujące w szerszym zakresie wodór, jako czynnik redukcji tlenków żelaza.

Emisję CO_2 generowaną w procesie produkcji surowej stali w latach 2000-2013 przedstawiono na Rys. 7 [14]. Pokazano całkowitą, zweryfikowaną i jednostkową tj. w przeliczeniu na 1 t stali emisję CO_2 w poszczególnych latach.



Rysunek 7. Zweryfikowane emisje CO_2 sektora hutniczego i jednostkowe emisje na Mg stali surowej w Polsce w latach 2000-2013 [14]

Jak widać emisja jednostkowa odnosząca się do całkowitej produkcji hutniczej na 1 t stali surowej, jest względnie niska i wynosi ok. 1 t CO_2/1 t stali, szczególnie biorąc pod uwagę, że globalne hutnictwo charakteryzuje się znacznie wyższą (o 50%) emisją. Jest to istotnym osiągnięciem krajowego hutnictwa żelaza i stali, biorąc pod uwagę obecne i przyszłe wymagania w zakresie redukcji gazów cieplarnianych.

3. Nowe wyzwania dla technologii wytwarzania żelaza i stali w Polsce

Wobec szkodliwego wpływu gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne w skali globalnej, hutnictwo żelaza i stali oparte na węglu i węglopochodnych zaczyna podlegać reorientacji w kierunku istotnych modyfikacji dotychczasowych technologii i opracowania

podstaw całkowicie nowych procesów. Dotyczy to głównie procesów wytwarzania żelaza i stali, które generują największe ilości dwutlenku węgla. Najbardziej efektywną drogą radykalnego zmniejszenia tej emisji jest zastąpienie w procesach redukcji rud żelaza stosowanych dotychczas reduktorów węglowych (koks, pył węglowy i inne węglopochodne) wodorem. Produktem gazowym tej redukcji jest H_2O, tj. związek chemiczny pozbawiony szkodliwego wpływu na atmosferę.

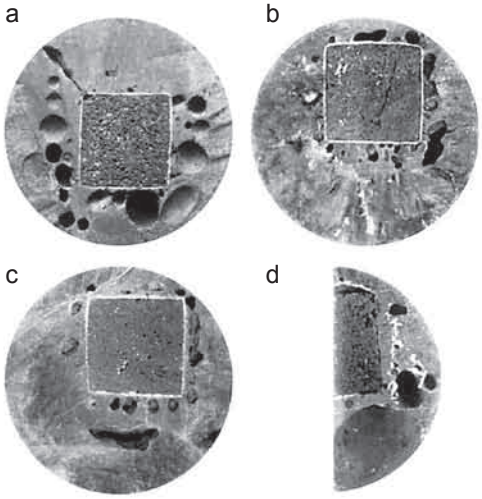
Drugim warunkiem zmniejszenia emisji CO_2 jest skrócenie czasu procesu redukcji, bowiem czas ten w wielkim piecu wynosi przeciętnie 6-7 godz., co pociąga za sobą duży wydatek energii dla zapewnienia wysokiego poziomu temperatury w dolnej części wielkiego pieca ok. 1550°C a nawet 2200°C (w rejonie komór spalania). Długi czas procesu redukcji tlenków żelaza w wielkim piecu jest związany z tym, że redukcja przebiega w ok. 70% w stanie stałym rudy żelaza, zaś szybkość procesów fizykochemicznych w stanie stałym jest stosunkowo wolna. Barierę zbyt małej szybkości redukcji można pokonać poprzez redukcję tlenków żelaza w stanie ciekłym. W takim stanie, szybkość redukcji wzrasta wielokrotnie, co pozwala na znaczne zmniejszenie zużycia energii i związanej z tym emisji CO_2.

3.1. Redukcja tlenków żelaza w stanie ciekłym

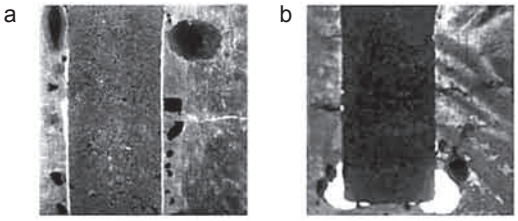
Badania redukcji tlenków żelaza w fazie ciekłej rozpoczęte w szerszym zakresie w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, związane były głównie z rozwojem technologii metalurgii bezkoksowej (*smelting reduction*), ale także z doskonaleniem procesu wielkopiecowego. Wykazały one, że proces redukcji w stanie ciekłym przebiega wielokrotnie szybciej niż redukcja tlenków żelazaw stanie stałym. M.in. eksperymenty redukcji z fazy ciekłej [25, 26] za pomocą tlenku węgla w temp. 1400 i 1450°C pokazują, że szybkość redukcji wistytu w stanie ciekłym jest sześć razy większa niż w stanie stałym.

Badania redukcji tlenków żelaza z ciekłych faz żużlowych prowadzone w Katedrze Metalurgii Politechniki Częstochowskiej pozwoliły znacznie bliżej poznać mechanizm redukcji i zjawiska wpływające na szybkość redukcji [27-29]. Wykazano występowanie następujących zjawisk i zależności, które wpływają istotnie na przebieg i wyniki procesu redukcji:

A. zjawisko blokowania powierzchni reduktora węglowego przez powstającą warstwę żelaza metalicznego, Rys. 8a, 8b.



Rysunek 8a. Makrofotografia próbki reduktora i warstwy zredukowanego żelaza metalicznego w stanie stałym (przekrój poziomy): a) 1300°C, b) 1350°C, c) 1450°C, d) 1450°C – przejście warstewki do żużla

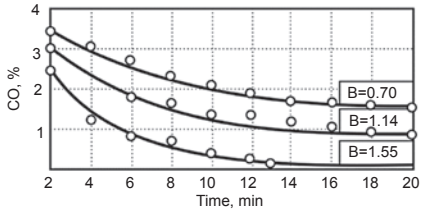


Rysunek 8b. Makrofotografia próbki reduktora i warstwy zredukowanego żelaza metalicznego (przekrój pionowy): a) warstwa żelaza metalicznego w stanie stałym – temp. 1300°C, b) stopiona warstwa żelaza powyżej 1450°C [27-29]

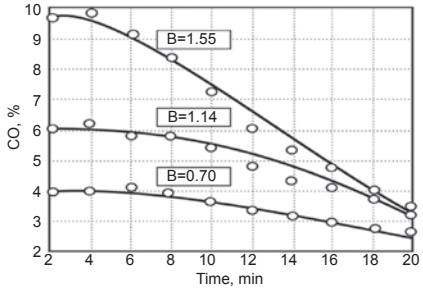
Powstająca warstewka żelaza blokuje dostęp jonów tlenu do powierzchni reduktora węglowego i powoduje zmniejszenie szybkości redukcji, co pokazano na krzywych kinetycznych (Rys. 9). To inhibitujące proces redukcji zjawisko ustępuje w wyższych temperaturach tj. powyżej 1450°C, wskutek współdziałania dwóch czynników: postępującego nawęglenia próbki i wzrostu temperatury. Wówczas, roztapiająca się warstewka żelaza metalicznego spływa w dół, uwalniając powierzchnię reduktora, co sprzyja zwiększeniu szybkości redukcji.

B. zmienny wpływ zasadowości żużli na szybkość redukcji w zależności od temperatury.

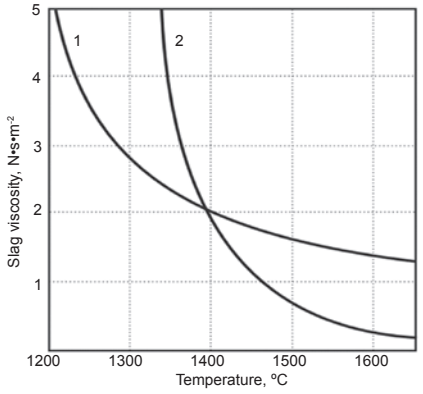
W badaniach publikowanych w pracach [27-29], stwierdzono niejednoznaczny wpływ zasadowości ciekłych faz żużlowych na przebieg procesu redukcji. Wykazano, że zwiększona zasadowość żużli nie zawsze jest czynnikiem przyśpieszającym redukcję. Wpływ ten zależy od temperatury procesu – Rys. 9.



a) 1350°C



b) 1450°C, z żużli o zasadowości: 0,70; 1,15; 1,55



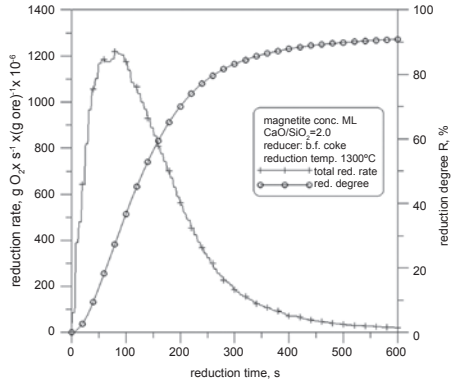
c) lepkość żużli w funkcji temperatury:
1- żużle kwaśne,
2- żużle zasadowe [27-30]

Rysunek 9. Przebieg redukcji FeO przy temperaturze

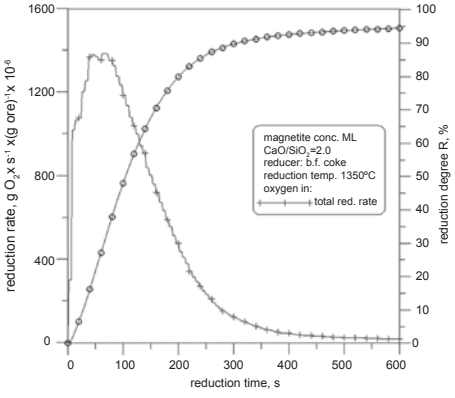
Jak widać z Rys. 9a, przy temp. 1350°C wzrost zasadowości żużla powoduje zmniejszenie szybkości redukcji i dopiero wzrost temperatury o 100°C daje zgodny z przewidywaniami wzrost szybkości redukcji wraz ze zwiększeniem zasadowości (Rys. 9b). Zjawisko

to wyjaśnia się przebiegiem zmian lepkości żużli kwaśnych i zasadowych w funkcji temperatury – Rys. 9c [30]. Widoczne jest, że w zakresie temperatur 1350-1450°C (w temp. ok. 1400°C) ma miejsce przecięcie krzywych lepkości, co skutkuje inwersją wpływu zasadowości na szybkość redukcji w badanym zakresie temperatury.

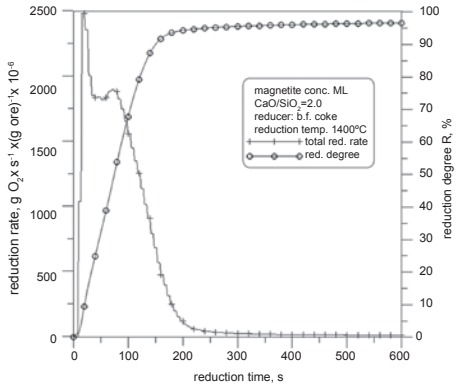
Potwierdzeniem dużych szybkości redukcji tlenków żelaza w zakresie temperatur topnienia rud żelaza są wyniki badań [31]. Redukcję koncentratu magnetytowego lebiedeńskiego (KML) prowadzono w temp. 1300, 1350 i 1400°C. Wyniki szybkości redukcji pokazano na Rys. 10a, b, c. Widoczne jest, że w ciągu 10 minut redukcji możliwe jest osiągnięcie stopni redukcji 90,6; 94,5; oraz 96,7% odpowiednio dla temperatur redukcji 1300, 1350 i 1400°C.



a) szybkość redukcji I stopień redukcji, 1300°C



b) szybkość redukcji I stopień redukcji, 1350°C



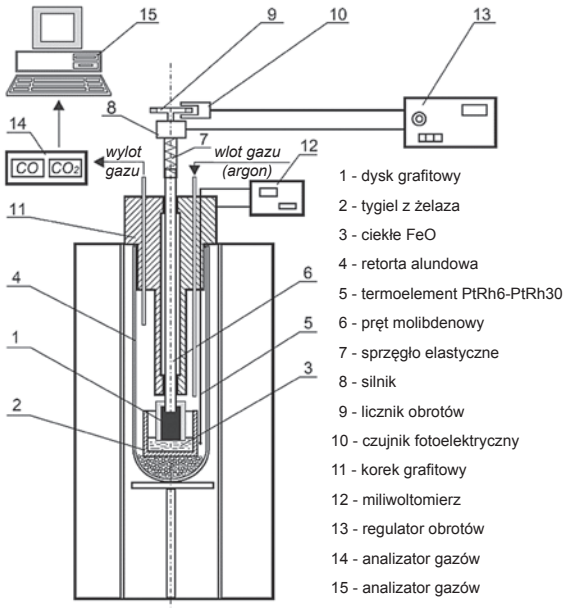
c) szybkość redukcji I stopień edukcji, 1400°C

Rysunek 10a, b, c. Szybkość i stopień redukcji w procesie izotermicznej redukcji koncentratu magnetytowego ML o zasadowości 2,0 w temperaturze 1300°C, 1350°C, 1400°C [31]

Stwierdzono jednocześnie, że czas potrzebny dla osiągnięcia 90% redukcji w temperaturach 1300, 1350 i 1400°C wynosi odpowiednio 500s, 300s i 160s. Widoczne jest zatem, że wzrost temperatury o 100°C w badanym zakresie skraca ponad trzykrotnie czas redukcji do poziomu 90%. W oparciu o wyniki badań opracowano sposób wytwarzania żelaza w stanie stałym drogą redukcji z faz ciekłych [32]. Według tego sposobu możliwe jest – poprzez redukcję w stanie ciekłym – otrzymywanie żelaza w stanie stałym w czasie kilkakrotnie krótszym niż w tradycyjnych procesach redukcji w stanie stałym realizowanych np. w szybowych piecach w technologiach DRI.

Dalsze badania procesu redukcji tlenków żelaza z ciekłych żużli typu CaO-FeO-SiO_2 prowadzone w Katedrze Metalurgii Politechniki Częstochowskiej dotyczyły identyfikacji czynników kontroli kinetycznej procesu. W tym celu opracowano i zbudowano unikatowe narzędzie umożliwiające badania kinetyki redukcji z wykorzystaniem tzw. techniki wirującego dysku – w trakcie redukcji istnieje możliwość zmiany czasu dostępu ciekłego wistytu do reduktora węglowego) [28, 33] (Rys. 11).

Badania redukcji przeprowadzono na dwóch podstawowych poziomach stężenia FeO w żużlach, tj. 20% i 60% FeO w temperaturze 1350 i 1420°C. Jako reduktor stosowano grafit o zawartości popiołu poniżej 0,1%.



Rysunek. 11. Schemat stanowiska do badań kinetyki redukcji FeO z zastosowaniem wirującego dysku grafitowego [28]

Wyniki badań wykazały, że proces redukcji w zakresie temperatury 1300-1450°C jest kontrolowany przez dyfuzję jonów tlenkowych w ciekłym żużlu [28, 33]. Stwierdzono też, że wpływ temperatury na szybkość redukcji (w badanym zakresie) ma charakter liniowy; współczynniki temperaturowe przyrostu szybkości redukcji są zbliżone i wynoszą $1{,}17 \cdot 10^{-6}$ $gFeO \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1} \cdot K^{-1}$ oraz $1{,}26 \cdot 10^{-6}$ $gFeO \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1} \cdot K^{-1}$ odpowiednio dla żużli o zasadowości 1,05 i 1,51. Jednocześnie potwierdzono prawie znikomy wpływ temperatury na szybkość redukcji z żużli kwaśnych o zasadowości 0,28 i 0,48.

Badania redukcji ciekłego FeO z zastosowaniem wirującego dysku grafitowego pozwoliły graficznie pokazać wzajemną współzależność pomiędzy reakcją redukcji i reakcją Boudouarda zgazowania węgla – równania (1) i (2). Jak widać, produktami gazowymi tych reakcji są CO i CO_2.

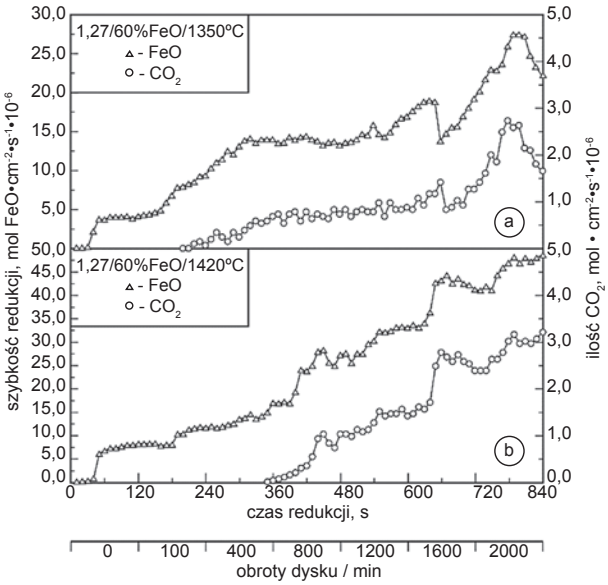
$$FeO_{(c)} + CO_{(g)} = Fe_{(s,c)} + CO_{2(g)} \quad (1)$$

$$C_{(s)} + CO_{2(g)} = 2CO_{(g)} \quad (2)$$

Na Rys. 12 pokazano wyniki redukcji FeO z żużla o zasadowości 1,27 w temperaturach 1350°C i 1420°C. Jak widać, w stanie stacjonarnym redukcji (bez obrotów dysku) dwutlenek węgla w gazach poreakcyjnych nie występuje; zaczyna pojawiać się dopiero podczas redukcji z wirującym reduktorem, przy większych szybkościach redukcji, tj. przy około $10{,}0 \cdot 10^{-6}$ mol $FeO \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$ w przypadku temperatury 1350°C (Rys. 12a). Podczas redukcji w temperaturze 1420°C (Rys. 12b) CO_2 pojawia się przy szybkości redukcji ok. $15{,}0 \cdot 10^{-6}$ mol $FeO \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$.

Widoczne ściśle skorelowane zmiany przebiegu szybkości redukcji i stężenia CO_2 w gazach, są graficznym obrazem współzależności dwóch podstawowych reakcji (1) i (2), których sumarycznym efektem jest reakcja znana jako reakcja redukcji bezpośredniej (3), w której produktem gazowym redukcji jest tlenek węgla CO.

$$FeO_{(c)} + C = Fe_{(s,c)} + CO_{(g)} \qquad (3)$$



Rysunek 12. Szybkość redukcji i ilość wydzielanego dwutlenku węgla w zależności od obrotów dysku dla danych warunków redukcji [28]

Badania wykazały, że w wariancie redukcji z żużla, który zawierał 20% FeO w gazach poreakcyjnych nie pojawia się dwutlenek węgla, ponieważ szybkość redukcji nie przekraczała $10{,}0 \cdot 10^{-6}$ mol$FeO \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$ w całym zakresie obrotów dysku, zarówno w temperaturze 1350, jak i 1420°C.

Badania redukcji z ciekłych faz tlenków żelaza prowadzono również w Politechnice Śląskiej [34, 35]. Redukcję tlenków żelaza z ciekłej faz wistytowej prowadzono w warunkach laboratoryjnych przy zastosowaniu mieszaniny gazów wodoru i argonu. Badania dotyczyły m.in. określenia czynnika kontroli kinetycznej procesu w badanych warunkach redukcji. Stwierdzono, że proces redukcji jest kontrolowany przez przenoszenie masy w fazie gazowej.

Prowadzone w kraju badania redukcji tlenków żelaza z ciekłych faz żużlowych oraz wyniki badań prowadzonych w świecie [36-43], mogą stanowić podstawę do opracowania nowych technologii wytwarzania żelaza i stali, spełniających dwa kluczowe wymagania:

a) wielokrotnie zwiększona szybkość redukcji tlenków żelaza w stosunku do dotychczasowych technologii;
b) radykalna redukcja emisji CO_2, a docelowo – wdrożenie procesów zeroemisyjnych.

3.2. Wytwarzanie stali bezpośrednio z rudy żelaza

W opracowanym i opatentowanym w kraju wynalazku [13](patent nr 236288 – Rys. 13), realizowanym w Instytucie Metalurgii Żelaza w Gliwicach (Sieć Badawcza Łukasiewicz) zakłada się wytwarzanie stali bezpośrednio z rud żelaza.

URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

DOKUMENT PATENTOWY

Na podstawie przepisów ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r. Prawo własności przemysłowej (Dz.U. z 2020 r. poz. 286 z późn. zm.) został udzielony na rzecz:

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - INSTYTUT METALURGII ŻELAZA IM. STANISŁAWA STASZICA, Gliwice, Polska; MRÓZ JAN, Częstochowa, Polska

PATENT

NR 236288

NA WYNALAZEK PT.

Sposób wytwarzania stali bezpośrednio z rudy żelaza

przedstawiony w opisie patentowym
włączonym do niniejszego dokumentu

Patent trwa od dnia: **2017-05-22**

Warszawa, dnia 2021-01-22

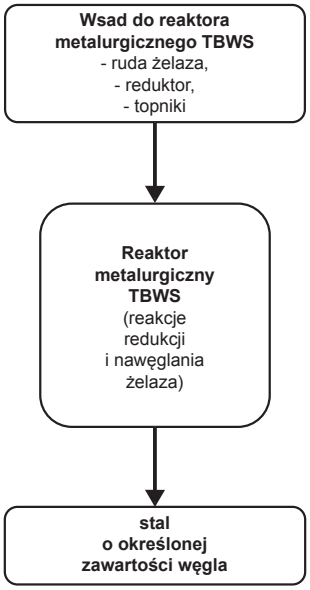
Z upoważnienia Prezesa
Urzędu Patentowego

Rysunek. 13. Dokument patentowy nr 236288 na wynalazek „Sposób wytwarzania stali bezpośrednio z rudy żelaza”

W tym celu dla spełnienia pierwszego z przyjętych wymogów, tzn. zwiększenia szybkości procesu redukcji, będzie on prowadzony głównie w fazie ciekłej, zaś maksymalna temperatura redukcji nie powinna przekraczać 1550°C. Proces redukcji jest realizowany w jednym agregacie – reaktorze metalurgicznym TBWS (Technologia Bezpośredniego Wytwarzania Stali), którego schemat przedstawiono na Rys. 14.

Do zamkniętego reaktora wdmuchiwany jest wsad żelazonośny w postaci mieszanki pylastych i drobnoziarnistych koncentratów rud żelaza i topników wraz z reduktorem gazowym, którym może być gaz będący mieszaniną wodoru i tlenku węgla, otrzymany z konwersji parowej gazu ziemnego (CH_4) zawierający 25% obj. CO i 75% obj. H_2 lub czysty wodór otrzymywany z elektrolizy wody. W pierwszym przypadku, przy zastosowaniu jako reduktora mieszaniny wodoru i tlenku węgla z dodatkiem stałego reduktora węglowego, po proce-

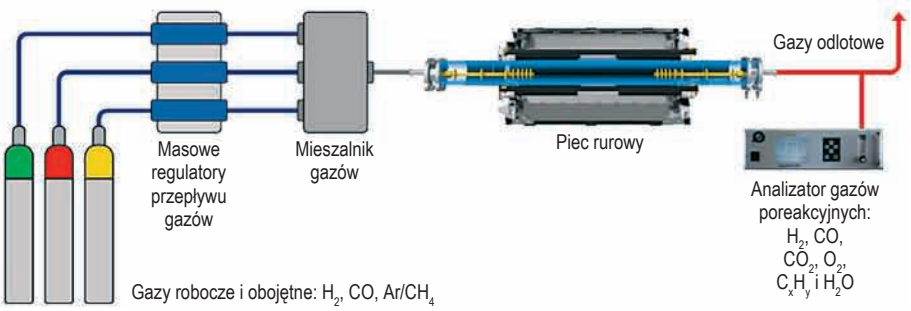
sie redukcji i roztopieniu żelaza metalicznego, następuje nawęglenie kąpieli do żądanego poziomu zawartości węgla poprzez kontrolowanie składu atmosfery gazowej w reaktorze i dodatek reduktora węglowego do kąpieli metalowej. Sposób ten umożliwia wytapianie stali średnio- i wysokowęglowych. W drugim przypadku, przy stosowaniu czystego wodoru jako reduktora, w reaktorze reakcyjnym nie występuje węgiel, co umożliwia wytapianie stali niskowęglowych, poprzez wprowadzanie odpowiednich dodatków węgla w końcowym etapie procesu.



Rysunek 14. Schemat reaktora metalurgicznego (TBWS) do wytwarzania stali bezpośrednio z rudy żelaza

Zastosowanie tych reduktorów gazowych pozwoli na spełnienie drugiego z wymagań stawianych nowej technologii tj. radykalnego ograniczenia emisji CO_2, a docelowo – wdrożenie procesów zeroemisyjnych.

Obecnie w Instytucie Metalurgii Żelaza w Gliwicach uruchamiana jest instalacja doświadczalna do badań redukcji tlenków żelaza z koncentratów rud żelaza w fazie ciekłej z zastosowaniem wodoru jako reduktora (rys. 15). Badania będą prowadzone na wysokotemperaturowym piecu laboratoryjnym (do 1700°C) z możliwością dozowania określonych mieszanek gazowych (rys. 16).



Rysunek 15. instalacja doświadczalna na 100 g rudy żelaza (termin uruchomienia instalacji: początek 2023 r.)

Rysunek. 16. Wysokotemperaturowy piec laboratoryjny do badań procesu redukcji tlenków żelaza w fazie ciekłej

Celem tych badań jest określenie niezbędnych parametrów i podstawowych założeń dla budowy instalacji w skali pilotowej. Obecnie opracowane wstępne założenia, należy uzupełnić o wyniki badań eksperymentalnych maksymalnie odwzorowujących warunki badań w instalacji pilotowej.

Obecny stan nauki, technologii materiałowej i fizykochemii procesów metalurgicznych z możliwością komputerowego sterowania procesami pozwalają na wdrożenie do przemysłu technologii bezpośredniego wytwarzania stali z rudy żelaza. Technologia TBWS wyróżnia się następującymi cechami:

- redukcja tlenków żelaza przebiega bezpośrednio z rudy żelaza w jednym agregacie metalurgicznym w stanie ciekłym. Maksymalna temperatura procesu – 1550°C;
- w I etapie rozwoju tej technologii reduktorem może być wodór „szary" otrzymany z gazu ziemnego drogą konwersji parowej. Produktem konwersji jest mieszanina gazów 75% H_2+ 25% CO. W drugim etapie rozwoju tej technologii zastosowany może być wodór „zielony" z elektrolizy wody;
- szybkość redukcji tlenków żelaza w fazie ciekłej jest ok. 10-krotnie większa od szybkości redukcji w stanie stałym. W związku z tym, przewiduje się, że cykl wytapiania stali w reaktorze TBWS będzie zawierać się w przedziale 30-40 minut;
- energia całkowita zużyta na wytopienie 1 Mg stali w procesie redukcji czystym wodorem wynosi ok. 12 GJ/Mg stali;
- biorąc pod uwagę „kompaktowość" tej technologii tj. skoncentrowanie reaktora metalurgicznego i towarzyszącej infrastruktury na jednym określonym obszarze w postaci jednego węzła technologicznego, należy zakładać, że zarówno koszty inwestycyjne CAPEX, jak i operacyjne OPEX będą konkurencyjne w stosunku do obecnych dominujących technologii;
- osiągany jest cel redukcji emisji CO_2, który przy obecnych technologiach wytapiania stali jest nieosiągalny.

Opracowanie i wdrożenie tej technologii do praktyki przemysłowej umożliwi rozwiązanie wielu obecnych problemów hutnictwa żelaza i stali w wielu istotnych aspektach a przede wszystkim w odniesieniu do radykalnego zmniejszenia emisji CO_2 i maksymalnego zbliżenia się do technologii zeroemisyjnej wytwarzania stali.

BIBLIOGRAFIA

[1] Szekely J., Trapaga G.: *Zukunftsperspektiven für neue Technologien in der Stahlindustrie*, Stahl und Eisen, 1994, nr. 9, s. 43.
[2] Szekely J.: *Some perspectives on steel industry technology*, Steel Technol. Int., 1994/95, s. 21. (sygn. IMZ 22160/DL, 22170/DL).
[3] Łędzki A., Stachura R., Sadowski A., Bernasowski M., Migas P., Klimczyk A.: *Komputerowy system wspomagania technologii wiel-*

kopiecowej w HTS S.A., Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2004, nr 3, s. 88.
[4] www.worldsteel.org (listopad 2022).
[5] www.eurofer.eu; 2.11.2021.
[6] Mróz J., Kolmasiak C.: *Kierunki rozwoju technologii redukcyjnego wytapiania żelaza*, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 1998, nr 6, s. 225--230.
[7] www. ourworldindata.org/CO_2-emissions, 11-11-2021.
[8] www. ourworldindata.org/emissions-by-sectors, 11-11-2021.
[9] Tang J., Chu M., Li F., Feng C.,Liu Z., Zhou Y.: *Development and progress on hydrogenmetallurgy*, Int. J. Miner. Metall. Mater., Vol. 27, No. 6, Jun 2020.
[10] Mróz J., Borinder T., Niesler M.: *Dust-gasemission in iron- and steelmakingindustry*, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2009, nr 10, s. 735-740.
[11] *Steel's contribution to a low-carbon Europe 2050*, The Boston Consulting Group, Steel Institute VDEh, June 2013.
[12] Abdul Quader M., Ahmed S., Dawal S.Z.: Nukman Y.,*Presentneeds, recent progres and futuretrends of Energy efficient Ultra-Low Carbon Dioxide (CO_2) Steelmaking (ULCOS) program*, Renewable Sustainable Energy Rev., 55(2016), s. 537.
[13] Patent nr 236288 na wynalazek p.t. *Sposób wytwarzania stali bezpośrednio z rud żelaza*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Metalurgii Żelaza im. Stanisława Staszica, Gliwice, Polska; Mróz Jan, Częstochowa, Polska (Warszawa 2021).
[14] Dzienniak S.: *Sytuacja sektora stalowego w Polsce*, Biuletyn AGH 2014, Maj 2014, nr 77, s. 5.
[15] www.statista.com/statistics/550591/crude-steel-production-Poland, 11.12.2022.
[16] Gajdzik B.: *Consumption of steel in Poland – Quantityanalysis in time*, ScientificQuarterly Organization and Management, 2020, Vol. 1, nr 49.
[17] Gajdzik B.: *Energochłonność produkcji stali – analiza retrospektywna i prognostyczna*, Prace Instytutu Metalurgii Żelaza nr 4/2016, tom 68.
[18] *Efektywność wykorzystania energii w latach 2000-2010 GUS*, Warszawa 2012, s. 52-53.
[19] *Efektywność wykorzystania energii w latach 2004-2014 GUS*, Warszawa 2016, s. 59-60.
[20] Gajdzik B., Sroka W., Vveinhardt J.: *Energy Intensity of Steel Manufactured Utilising EAF Technology as a Function of Investments*

Made: The Case of the Steel Industry in Poland, *Energies* 2021, 14(16), 5152.
[21] Sohn H.Y.: *Suspension ironmaking technology with greatly reduced energy requirement and CO_2 emissins*, Steel Times International May/June 2007.
[22] Gajdzik B., Sroka W.: *Resource Intensity vs. Investment in ProductionInstallations – The Case of the Steel Industry in Poland*, *Energies* 2021, 14(2), 443.
[23] Polish Steel Association (HIPH), *Expensive energy causes low competitiveness of the Polish economy on the example of the steelindustry*. *The economici mpact of the pandemic,* In Proceedings of the Polish Economic Society Conference, Katowice, Poland, 22 September 2020.
[24] Burchart-Korol B.: *Środowiskowa ocena technologii hutnictwa żelaza i stali na podstawie LCA*, Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko, Kwartalnik, 3/2010, s. 5-13.
[25] Banya S., Iguchi Y., Nagasaki T.: Trans ISIJ, t. 23, 1983, s. B-197.
[26] Nagasaki T., Iguchi Y., Banya S.: Trans. I.S.I.J, t. 24,1984, s. B-288.
[27] Mróz J.: Scand. Journal of Metallurgy, t. 16, 1987, s. 16.
[28] Mróz J.: *Redukcja tlenków żelaza z ciekłych żużli stałym reduktorem węglowym*, Wyd. Wydziału Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej, Seria: Metalurgia nr 4, Częstochowa 2000.
[29] Mróz J.: *Redukcja tlenków żelaza z fazy ciekłej*, Hutnik, 1989, nr 2, s. 67.
[30] Behrendt G., Kootz T.: Stahl u. Eisen, t. 69, 1949, nr 12, s. 399.
[31] Mróz J., *Badania podstaw nowej technologii wytwarzania żelaza w stanie stałym drogą redukcji tlenków żelaza z faz ciekłych*, Sprawozdanie z grantu KBN, Nr. N N507 280336 (niepublikowane), Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2011.
[32] Patent nr 222401 na wynalazek p.t. *Sposób wytwarzania żelaza w stanie stałym*, Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polska (Warszawa 2016).
[33] Mróz J.: Metallurgical a. Materials Transactions B, October 2001, s. 821-830
[34] Węgrzyn J.: *Redukcja wodorem tlenku żelaza w stanie ciekłym*. Rozprawa doktorska, Katowice, 1996, Politechnika Śląska. Wydział Metalurgii i Inżynierii Materiałowej.
[35] Węgrzyn J., Król L.: *Reduction of FeO_x in liquidstate by H_2+Ar mixtures*, Steel Research 69 (1998) No. 2, s. 33-40.
[36] Ito K., Fruehan R.J.: Steel Research, 1989, Vol. 60, nr. 3-4, s. 151.

[37] Ito K., Fruehan R.J.: Metall. Trans. B, 1989, Vol. 20B, s. 509.
[38] Jiang R., Fruehan R.J.: Metall. Trans. B, 1991, Vol. 22B, August, s. 481.
[39] F. Tsukihashi, K. Kato, K. Otsuka, T. Soma: Transactions ISIJ, 1982, Vol. 22, s. 688.
[40] Sato A., Aragane G., Kamihira K., Yoshimatsu S.: Trans. ISIJ, t. 27, 1987, s. 789.
[41] Sato A., Aragane G., Kamihira K., Yoshimatsu S.: Trans. ISIJ, t. 25, 1985, s. B-335.
[42] Wang H., Sohn H.Y.: *Hydrogen reductionkinetics of magnetite concentrate particles relevant to a novel flash ironmaking process*, Metallurgical and Materials Transactions B, Vol. 44 B, February 2013, s. 123.
[43] Sohn H.Y., Mossahab Y.: *Development of a novelflashiron making technology with greatly reduced energy consumption and* CO_2 *emissions*, J. Sustain Metall, 2016, 2, 216-227.

3

Bożena Gajdzik

PRODUCENCI STALI W POLSCE WOBEC WYZWAŃ CZWARTEJ REWOLUCJI PRZEMYSŁOWEJ

1. Wprowadzenie

Przemysł (produkcja dóbr) odgrywa istotną rolę w rozwoju gospodarek oraz budowaniu światowego dobrobytu. W globalnym świecie każda następna innowacja technologiczna ma większy, niż poprzednia, wpływ na rozwój przedsiębiorstw, gospodarek i społeczeństw. Rozwój innowacji technologicznych postępuje bardzo szybko w ostatnich latach. Postęp technologiczny kreuje nowe modele biznesu. W ostatnich latach, rośnie zainteresowanie, przedsiębiorstw, zaawansowanymi (wysokimi) technologiami przemysłowymi. Technologie czwartej rewolucji przemysłowej stosowane są do budowania cyber-fizycznych systemów wytwarzania (CPS). W warunkach czwartej rewolucji przemysłowej promowana jest koncepcja Przemysłu 4.0. Pomysł na Przemysł 4.0 powstał, w Niemczech, w 2011 roku. Termin Industrie 4.0 (nazewnictwo z języka niemieckiego), w skrócie I 4.0, zaproponowały środowiska biznesowe i rządowe, dla strategii technicznej Niemiec. Termin, po raz pierwszy, użyty na targach elektroniki w Hanowerze w 2011 roku. Koncepcję Przemysłu 4.0 (ang. *Industry 4.0*) tworzy ogół technologii, którym przypisuje się cechy, takie jak: zwinność, elastyczność, autonomiczność, cyfrowość, przyrostowość, samodzielność uczenia, inteligentność. W Przemyśle 4.0 świat fizyczny jest silnie powiązany ze światem cyfrowym. Silna interakcja i wzajemne przenikanie się tych dwóch światów nazywa się cyber-fizyczną przestrzenią lub cyber-fizycznymi systemami. Podstawą, czy też fundamentem, budowania Przemysłu 4.0 jest głęboka cyfryzacja (digitalizacja) gospodarek, społeczeństw i organizacji (biznesu). Cyfrowe technologie wspierają w pełni automatyczne procesy przemysłowe. Digitalizacja

i automatyzacja są kluczowymi warunkami (determinantami) rozwoju Przemysłu 4.0.

Po dekadzie od pojawienia się koncepcji Przemysłu 4.0, Komisja Europejska przedstawiła program rozwoju Przemysłu 5.0. W styczniu 2021 roku, Komisja opublikowała dokument pt.: „Industry 5.0. Towards a sustainable, human-centric and resilient European Industry". Dokument należy do dokumentów badawczych, w kategorii: Badania i Innowacje, jako wprowadzenie do polityki Unii Europejskiej. Nowa koncepcja Przemysłu 5.0 jest budowana na filarach i technologiach Przemysłu 4.0, lecz silniej (wyraźniej) niż dotychczas są w niej wyeksponowane kwestie odpowiedzialności przemysłu wobec środowiska, czynnika ludzkiego i światowych zagrożeń, do których należała pandemia COVID-19. Przemysł 5.0 jest wizją rozwoju Europy bazującą na koncepcji Przemysłu 4.0. Przyjmując to rozumienie rozwoju przemysłu, wydaje się być zasadnym używanie nazewnictwa wspólnego, czyli Przemysł 4.0/5.0

Obecna czwarta rewolucja przemysłowa jest determinantą rozwoju współczesnego świata. W wielu branżach przemysłu widać wpływ nowych technologii na prowadzenie biznesu. Technologie wytwarzania wsparte technologiami komputerowo-informatycznymi (ICT) są szansą dla rozwoju przemysłu tradycyjnego, do którego należy przemysł stalowy (hutniczy).

Celem niniejszego opracowania (rozdziału) było rozpoznanie uwarunkowań rozwoju hutnictwa w kraju i ustalenie wyzwań technologicznych w warunkach Przemysłu 4.0.

2. Przemysł stalowy w Polsce w czwartej rewolucji przemysłowej

Klaus Schwab, autorytet w dziedzinie badań dotyczących technologii i ekonomii, pomysłodawca „World Economic Forum" w Davos, w opracowaniu z 2016 roku[1], wyraził pogląd, że przełomowe technologie cyfrowe czwartej rewolucji przemysłowej należą do najważniejszych wyzwań ludzkości. Zmiany są długookresowe i dotyczą procesów, organizacji pracy, relacji technologia-człowiek, wpływu na środowisko i wielu innych obszarów działalności człowieka.

Spośród wielu gałęzi przemysłu, przemiany technologiczne szczególnie są widoczne w sferze przetwórstwa przemysłowego. Technologie współpracują ze sobą w środowisku przetwarzania i analizy danych, chmury obliczeniowej i Internetu Rzeczy (IoT), pozwalają-

[1] K. Schwab: *The fourth industrial resolution*, World Economic Forum, Davos 2016.

cego na globalny dostęp w czasie rzeczywistym do poszczególnych maszyn oraz danych produkcyjnych i szybkich reakcji rzędu milisekund. Technologie wysokie mają rozbudowane algorytmy analityczne i korzystają z programów i modeli komputerowych o zdolności do inteligentnego zachowania i automatycznego pozyskiwania danych oraz ich analizy w celu ulepszenia własnego systemu i eliminowania jego słabości. Są to również technologie wytwarzania przyrostowego opartego na druku 3D i polegającego na budowaniu wyrobu warstwa po warstwie przez selektywne przetapianie proszku metalowego za pomocą promienia lasera (proces ten pozwala na tworzenie skomplikowanych kształtów, niemożliwych do uzyskania tradycyjnymi metodami obróbki ubytkowej, np. toczenia czy frezowania). Rozwiązania informatyczno-komputerowe to także techniki symulacji funkcjonowania rzeczywistych obiektów (w tym zwłaszcza maszyn i wytwarzanych wyrobów) w ich wirtualnych odwzorowaniach[2].

Czwarta rewolucja przemysłowa dotyczy zarówno modernizacji szeroko pojętego procesu wytwarzania, co stanowiło główny nurt trzeciej rewolucji, jak i zmian w całych łańcuchach dostaw. Technologie produkcji współpracują z technologiami dostawców i odbiorców, a stosowane systemy informatyczno-komputerowe są zintegrowane i kompatybilne. Nowoczesne technologie są częścią współbieżnych rozwiązań w integracji łańcuchowej.

Dla krajowego sektora stalowego liczą się sektor motoryzacyjny i budowalny, jako główni odbiorcy wyrobów stalowych. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego, sektor motoryzacyjny (produkcja pojazdów samochodowych) zużywa (udział uśredniony) ponad 15% wyrobów metalowych, a budownictwo około 20% (Tabela 1).

Tabela 1. Struktura zużycia wyrobów metalowych (stalowych i z metali nieżelaznych) w głównych sektorach konsumujących [%]

Nr PKD	Nazwa sektora	2005	2010	2015
25	Wyroby gotowe z metali	21,3	20,5	22,0
29, 45	Produkcja pojazdów samochodowych	13,0	19,2	18,5
35-37, 39, 41-43, 49-98	Produkcja budowlano-montażowa	21,6	19,7	21,2
28, 33	Maszyny i urządzenia	20,9	13,7	13,3
27	Urządzenia elektryczne	11,6	12,6	12,8
26	Urządzenia elektroniczne i komputery	1,2	4,3	3,4

[2] P. Wieczorek: Wizja przemysłu nowej generacji – perspektywa dla Polski. Czwarta rewolucja przemysłowa. *Państwo i Społeczeństwo*. Nr 3, maj-czerwiec 2018.

30	Pozostały sprzęt transportowy	4,1	2,8	3,5
	Pozostałe	6,3	7,2	5,3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS: tabela *Bilans przepływów międzygałęziowyc*h. Dane publikowane są w okresach pięcioletnich, co 5 lat. Dane pochodzą z rozprawy doktorskiej: M. Zagórska: *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Politechnika Śląska, 2022.

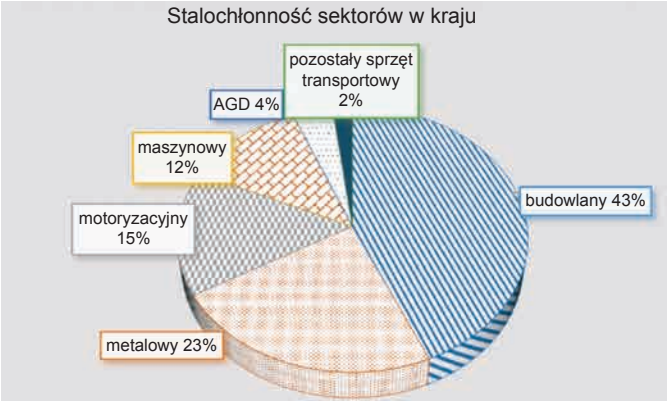
Motoryzacja według PKD 2007 należy do działu 29 – Produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep, z wyłączeniem motocykli. Dostawcami półwyrobów i wyrobów są przedsiębiorstwa krajowe i zagraniczne. Największym dostawcą do tego sektora, poza ogromnym zużyciem własnym, jest produkcja wyrobów z metali (14%). W krajowym sektorze motoryzacyjnym produkcja jest zróżnicowana. Obecnie dominującym segmentem jest produkcja części i akcesoriów samochodowych (60%) przy spadku segmentu produkcji pojazdów z 62% do 37% (ustalono na podstawie danych za okres 2014-2018)[3].

Współczynnik stalochłonności w poszczególnych gałęziach gospodarki rozumiany jako wykorzystanie wyrobów stalowych przez użytkowników rynku (sektory zużywające stal do wytworzenia wyrobów finalnych)[4], w ujęciu procentowym przedstawia się następująco: budowlany (43%), przemysł metalowy (23%), przemysł motoryzacyjny (15%), przemysł maszynowy (12%), produkcja sprzętu gospodarstwa domowego (4%) i produkcja pozostałego sprzętu transportowego (2%)[5] – Rys. 1.

[3] M. Zagórska: *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Rozprawa doktorska pod kierunkiem B. Gajdzik, Politechnika Śląska, 2022.

[4] M. Zagórska: Selected research problems in the field of measuring steel use intensity in polish industry, Scientific Papers of Silesian University of Technology 2020. *Organization and Management*, nr 143.

[5] Udziały poszczególnych sektorów w konsumpcji stali podano na podstawie danych HIPH z 2017 roku.



Rysunek 1. Stalochłonność sektorowa krajowego przemysłu

Branża motoryzacyjna jest jednym z kluczowych sektorów polskiej gospodarki ze względu na znaczny udział w tworzeniu PKB, zapewnienie miejsc pracy oraz nakłady inwestycyjne. W sektorze tym działalność prowadzą przedsiębiorstwa krajowe i zagraniczne. Największe koncerny międzynarodowe działające na polskim rynku to: Toyota, Brembo, Motherson Sumi System, MRF, Plastic Omnium, Gentherm, Kolto Manufacturing, Continental, Linamer, Valeo. Zlokalizowane w Polsce przedsiębiorstwa tego sektora stanowią najczęściej ogniwa międzynarodowych łańcuchów produkcji (producenci podzespołów i części). Największe światowe koncerny samochodowe są zaawansowane we wdrażaniu kluczowych dla Przemysłu 4.0 technologii, takich jak automatyzacja czy robotyzacja, czego także oczekują od swoich kooperantów w łańcuchach dostaw. Pomimo większego niż przedsiębiorstwa z innych branż nasycenia automatyką i robotyką w procesach produkcyjnych (szacuje się, według danych z raportu Polskiego Instytutu Ekonomicznego (2019)[6], że w Polsce na początku 2019 roku 39% robotów przemysłowych było zainstalowanych w przedsiębiorstwach branży motoryzacyjnej. Przedsiębiorstwa stoją przed wyzwaniami nieuniknionej transformacji cyfrowej w całym łańcuchu wartości[7], co determinuje zmiany w sektorze stalowym, który jest dostawcą blach i wyrobów stalowych dla przemysłu motoryzacyjnego.

[6] Polski Instytut Ekonomiczny: *Drogi do przemysłu 4.0 Robotyzacja na świecie i lekcje dla Polski*. Warszawa 2019 [online:] https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/11/PIE-Raport_Robotyzacja.pdf [data dostępu: 30.06.2020].

[7] D. Lin, C.K. Lee, H. Lau, Y. Yang: Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. *Industrial Management & Data Systems*, 2018, Vol. 118, No. 3, s. 589-605.

Producenci stali nie istnieją na rynku bez swoich odbiorców. Przedsiębiorstwa hutnicze (stalownie), które już wprowadzają zmiany technologiczne w kierunku Przemysłu 4.0, uwzględniają oczekiwania odbiorców, w tym, a może przede wszystkim, sektora motoryzacyjnego. M. Zagórska, w opracowanych prognostycznych modelach ekonometrycznych[8] szacuje, że w latach 2023-2025, zapotrzebowanie na blachy ocynkowane będzie rosło, średnio rocznie (rok do roku) o 4,8% (tabela źródłowa nr 45).

Przywołując badania E. Stawiarskiej[9] motoryzacja już stosuje metody i techniki budowania relacji z dostawcami (ang. *Supplier Relationship Management*, skrót: SRM), w tym poprzez systemy kontroli jakości dostaw i wskaźniki szybkości dostaw. Wiele firm ma wypracowane rozwiązania innowacyjne z dostawcami i deklaruje posiadanie jasno zdefiniowanych wskaźników KPI (ang. *Key Performance Indicators*) do mierzenia produktywności. Należy również podkreślić, że współcześni producenci samochodów funkcjonują w wielu łańcuchach dostaw. Dotychczasowy zintegrowany łańcuch dostaw, dzięki wielu możliwościom technologicznym, ewoluuje w kierunku dynamicznych struktur łańcuchowych. Potrzeba tworzenia struktur sieciowych jest oczywista w warunkach Przemysłu 4.0. Poza dynamicznymi strukturami łańcuchowymi, firmy motoryzacyjne wykorzystują nowoczesne rozwiązania technologiczne do zarządzania innowacjami w modelu otwartym (wspólnie z kooperantami)[10]. W kreowanie wyrobu finalnego (samochodu) uczestniczą producenci stali (huty) poprzez zbiór procesów i praktyk. Ważny jest udział wartości wnoszonej przez dostawców do wyrobu finalnego. Zarządzanie interakcjami, na styku: producent stali – sektor motoryzacyjny, czyli partner – partner, jest dzisiaj budowane w oparciu o współbieżne technologie i komputerowe systemy informacyjne. Partnerzy wiedzą, jakie projekty inicjować i jak planować proces, aby sprostać wymogom zamawiającego. Standaryzację i zabezpieczanie interesów kooperujących podmiotów zapewniają technologie *blockchain*.

Najwięksi producenci stali, między innymi ci posiadający lokalizację w Polsce, już budują rozwiązania typu smart manufacturing. Aby przystąpić do omawiania procesu transformacji przemysłu stalowe-

8 M. Zagórska: *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, 2022.

9 E. Stawiarska, D. Szwajca, M. Matusek, R. Wolniak: *Wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0 w wybranych funkcjonalnych obszarach zarządzania przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej – próba diagnozy*. Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2020.

10 E. Stawiarska i in., op. cit.

go do wymogów czwartej rewolucji przemysłowej, warto podkreślić znaczenie krajowego sektora w rozwoju gospodarki. Sektor stalowy w Polsce tworzy sześciu producentów dysponujących stalowniami. Producentami stali surowej w Polsce są: ArcelorMittal Poland Oddział w Dąbrowie Górniczej, ArcelorMittal Huta Warszawa, CELSA Huta Ostrowiec, Alchemia Oddział Stalownia Batory w Chorzowie, CMC Poland w Zawierciu, Liberty Częstochowa, Cognor SA Oddział Ferrostal Łabędy w Gliwicach. Wiele (większość) z tych przedsiębiorstw należy do kapitału zagranicznego, który nabył państwowe huty w okresie prywatyzacji (lata 90. i późniejsze).

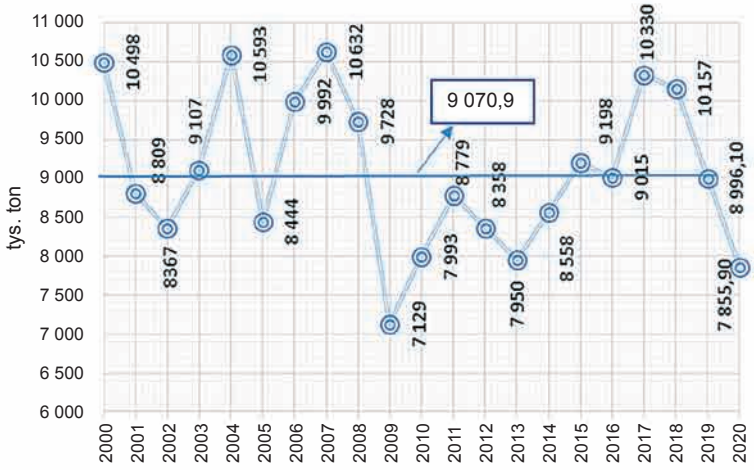
Obecnie sektor stalowy w kraju zatrudnia ponad 24 tys. osób, w tym ponad 10 tys. osób pracuje w przedsiębiorstwie hutniczym ArcelorMittal. Sektor stalowy poprzez współpracę z konsumentami stali, czyli przedsiębiorstwami, dla których stal i wyroby stalowe są półwyrobami na wejściu do ich własnych procesów produkcyjnych, tworzy około 120 tys. miejsc pracy. Stal ciągle pozostaje ważnym materiałem przemysłowym. Wyroby stalowe są nowoczesnym materiałem inżynieryjnym o zastosowaniu w wielu różnych działach przemysłu i budownictwie. Ze względu na swoje właściwości stal może konkurować z innymi materiałami np. wyrobami ceramicznymi, wyrobami z tworzyw sztucznych oraz drewnem. Zapotrzebowanie na stal w Polsce utrzymuje się ciągle na wysokim poziomie (Tabela 2). Producenci stali w kraju nie są w stanie pokryć krajowego zapotrzebowania na stal. Począwszy od 2005 roku udział importu w porównaniu z eksportem w krajowym handlu zagranicznym jest wyższy, a bilans handlowy jest ujemny (zarówno w ujęciu wartościowym, jak i ilościowym) (Tabela 3)[11]. Wielkość produkowanej stali, przez przedsiębiorstwa sektora stalowego w Polsce, na przestrzeni ostatnich dwóch dekad zmieniała się. Zmiany odpowiadały sytuacji rynkowej (spadek lub wzrost produkcji w porównaniu do roku poprzedniego). Szczegółowe informacje (dane statystyczne) dotyczące produkcji stali i zużycia stali w kraju zostały zestawione w Tabeli 2. W ostatnich dwóch dekadach średnia roczna produkcja stali wynosiła ok. 9,07 mln ton (Rys. 2). Zużycie jawne obliczane jako produkcja stali w kraju pomniejszona o eksport i powiększona o import w ostatnich dwudziestu latach wyniosło średnio 10,65 mln ton, a jego tendencja była rosnąca z przeciętną dynamiką wzrostu na poziomie 3,9% rocznie.

[11] B. Gajdzik: *Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Dynamika zmian w krajowym sektorze hutniczym w latach 1992-2010,* Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia, Gliwice 2012.

Tabela 2. Wolumen produkcji i zużycia stali [tys. ton] wraz z dynamiką zmian [%]

	produkcja stali		zużycie jawne	
rok	wolumen	rok do roku	wolumen	rok do roku
2000	10 498	+19,32	7 105,9	-6
2001	8 809	-16,08	7 105,9	-6,2
2002	8367	-5,02	7 079,5	-0,4
2003	9 107	8,84	7 716,0	+9,0
2004	10 593	16,32	8 470,4	+9,8
2005	8 444	-20,29	8 373,9	-1,1
2006	9 992	18,33	10 661,9	+27,3
2007	10 632	6,41	12 051,2	+13,0
2008	9 728	-8,50	11 517,5	-4,4
2009	7 129	-26,72	8 194,1	-28,9
2010	7 993	12,12	9 952	+21,5
2011	8 779	9,83	11 021,2	+10,7
2012	8 358	-4,80	10 406	-5,6
2013	7 950	-4,88	10 397	-0,1
2014	8 558	7,65	12 278	+18,1
2015	9 198	7,48	12 579	+2,5
2016	9 015	-1,99	13 148	+4,5
2017	10 330	14,59	13 601	+3,4
2018	10 157	-1,67	14 895	+9,5
2019	8 996,1	-11,43	13 633	-8,5
2020	7 855,9	-12,67	12 911	-5,3
średnia roczna	9 070,9	-0,62	10 646,0	3,9

Źródło: HIPH.



Rysunek 2. Produkcja stali w kraju w latach 2000-2020 [tys. ton]

Tabela 3. Handel zagraniczny wyrobami stalowymi Polski w latach 2000-2020 [tys. ton]

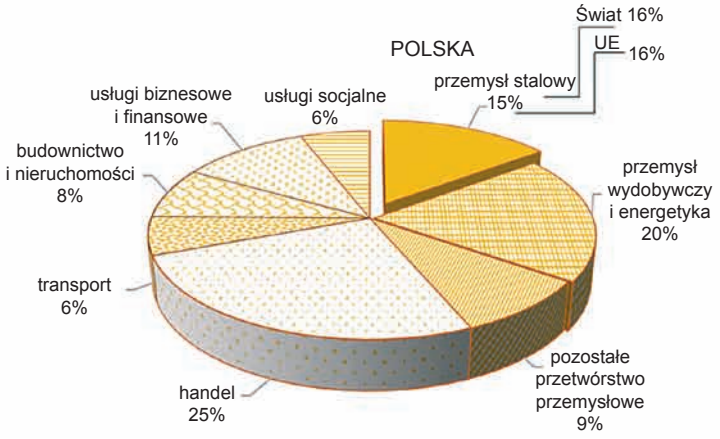
rok	import	eksport	bilans
2000	2 000,0	2 200,0	200
2001	3 172,8	3 727,8	555
2002	3 119,6	3 569,2	450
2003	3 482,2	3 666,4	184
2004	4 118	4 765	648
2005	5 041	3 907	-1 133
2006	6 535	4 052	-2 483
2007	8 196	5 138	-3 058
2008	8 206	5 402	-2 804
2009	5 471	4 018	-1 453
2010	6 895	4 308	-2 587
2011	7 898	5 030	-2 868
2012	8 083	5 506	-2 577
2013	8 038	4 922	-3 116
2014	9 103	4 823	-4 280
2015	9 110	4 961	-4 149
2016	9 883	5 303	-4 580
2017	10 489	6 098	-4 391
2018	11 829	5 853	-5 976
2019	11 055	5 730	-5 325
2020	10 865	5 195	-5 670
średnio	7 266, 2	4 675	-2 591

Źródło: HIPH.

Wyroby stalowe wytwarzane przez polski sektor stalowy cechuje wysoka wartość dodana. Coraz więcej produkuje się takich asortymentów, jak: blachy powlekane, blachy ocynkowane, pręty i walcówka ze stali stopowych, przy spadku produkcji sprzedanej wyrobów o niskim stopniu przetworzenia, np. wlewki, kęsiska. Wyroby przedsiębiorstw hutniczych posiadają atesty i certyfikaty wymagane na rynku krajowym i rynkach zagranicznych. Przedsiębiorstwa hutnicze wdrożyły systemy kontroli jakości i certyfikowane systemy zarządzania jakością, przyjmując wymogi standardu ISO 9001. Przedsiębiorstwa wdrażają metody i techniki pozwalające im osiągnąć standardy produkcji klasy światowej (ang. *World Class Manufacturing* – WCM). Standardy te dotyczą zarówno procesu podstawowego, jakim jest produkcja oraz procesów okołoprodukcyjnych, np. utrzymanie ruchu, a także procesów pozostałych, w tym administracyjnych z obszaru finansów przedsiębiorstwa (analiza kosztów), jak i obszarów handlowo-marketingowych: obsługa klienta i serwis[12].

[12] B. Gajdzik: World Class Manufacturing in metallurgical enterprise. *Metalurgija* 2013, nr 1 (t. 52), s. 131-134. B. Gajdzik, Kompleksowo o filarach Produkcji Klasy Światowej w hutnictwie stali – WCM. *Hutnik-Wiadomości Hutnicze* 2012, nr 10 (t. 79), s. 755-761.

Produkcja stali i wyrobów stalowych w kraju oprócz bezpośredniej aktywności całkowitego wkładu przemysłu stalowego w gospodarkę jest impulsem do tworzenia wartości dodanej w pozostałej działalności przetwórstwa przemysłowego. Udział sektorów w tworzeniu wartości dodanej w gospodarce w produkcji stali i wyrobów stalowych uwzględniający powiązania w łańcuchu dostaw przedstawiono na Rys. 3.



Rysunek 3. Udział sektorów w tworzeniu wartości dodanej w gospodarce w produkcji stali i wyrobów stalowych uwzględniający powiązania w łańcuchu dostaw

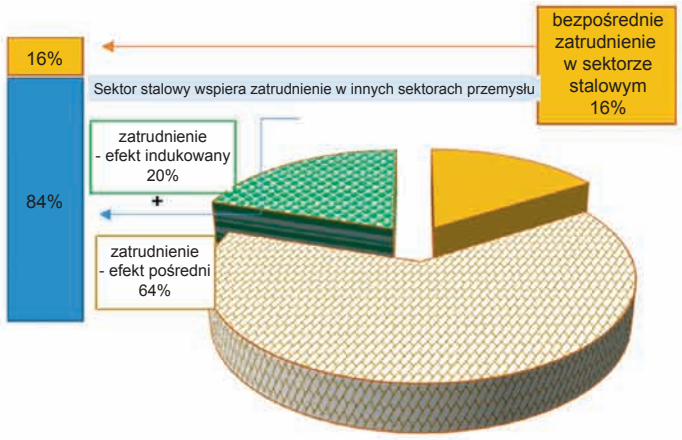
Źródło: Opracowano na podstawie: The impact of the European steel industry on the EU economy, Eurofer & Oxford Economics, February 2018, [online] www.eurofer.be; The Role of Steel Manufacturing in the Global Economy, Worldsteel & Oxford Economics, May 2019 [online] www.worldsteel.org, World Economic Outlook, April 2019, IMF [online] www.imf.org. Zobacz także: M. Zagórska, *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Rozprawa doktorska pod kierunkiem B. Gajdzik, Politechnika Śląska, Gliwice 2022.

Na podstawie danych z raportu EY[13] można stwierdzić, że po uwzględnieniu powiązań z innymi sektorami, przemysł stalowy przyczynia się do wygenerowania w Polsce 15% wartości dodanej brutto z efektów ogółem, poprzez powiązania z innymi sektorami. Sektorami, w których hutnictwo najbardziej przyczynia się do powstania wartości dodanej w gospodarce są: handel (25% efektów ogółem), przemysł wydobywczy i energetyka (20%). Wysokie efekty w handlu związane są głównie ze znacznymi wydatkami sektora stalowego na zakup złomu (sprzedaż złomu zalicza się do sektora handlu), który stanowi wsad do produkcji stali dla producentów. Wysokie efekty dla sektora górnictwa i wydobycia wynikają przede wszystkim z dużej

[13] Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r., 2016, EY.

wartości zakupów węgla używanego do produkcji koksu. Koks wykorzystywany jest w wielkich piecach jednocześnie do topienia i redukcji żelaza. Proces produkcji w sektorze stalowym generuje również wysokie zapotrzebowanie na energię elektryczną i gaz.

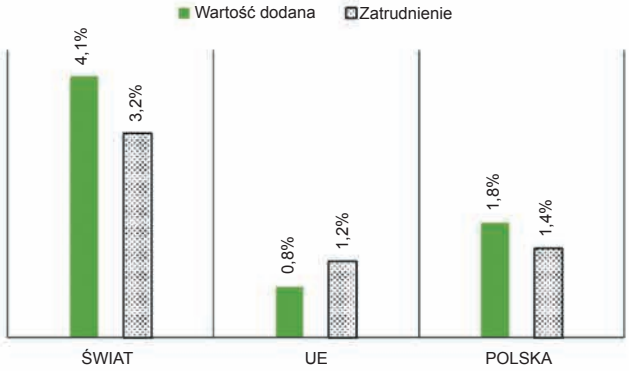
Po uwzględnieniu powiązań z innymi sektorami, sektor stalowy wspierał funkcjonowanie innych miejsc pracy – ok. 146 tys. osób w Polsce. Na łączny efekt składa się ok. 24 tys. osób pracujących bezpośrednio w analizowanym sektorze (16% łącznego efektu dla liczby pracujących), ok. 95 tys. pracujących poprzez występowanie efektów pośrednich (64%) oraz ok. 27 tys. miejsc pracy związanych z efektami indukowanymi (20%) – Rys. 4.



Rysunek 4. Wsparcie miejsc pracy przez sektor stalowy w kraju poprzez współpracę w łańcuchu dostaw

Źródło: Opracowano na podstawie: The impact of the European steel industry on the EU economy, Eurofer & Oxford Economics, February 2018, [online] www.eurofer.be; The Role of Steel Manufacturing in the Global Economy, Worldsteel & Oxford Economics, May 2019 [online] www.worldsteel.org, World Economic Outlook, April 2019, IMF [online] www.imf.org. Zobacz także: M. Zagórska: *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Rozprawa doktorska pod kierunkiem B. Gajdzik, Politechnika Śląska, Gliwice 2022.

W ujęciu rozszerzonym działalność produkcyjna przemysłu stalowego w Polsce kształtuje się na poziomie 1,8% tworzenia krajowego PKB i 1,4% w tworzeniu miejsc pracy. Dla polskiej gospodarki przemysł stalowy jest dwa razy bardziej znaczący niż wynosi średnia uzyskana dla UE. Na Rys. 5 przedstawiono udział przemysłu stalowego w gospodarce w szerokim ujęciu jako element w łańcuchu dostaw.



Rysunek 5. Udział przemysłu stalowego w gospodarce w szerokim ujęciu („ślad ekonomiczny") jako element w łańcuchu dostaw

Źródło: Szacunek na podstawie dla roku 2021.: The impact of the European steel industry on the EU economy, Eurofer & Oxford Economics, February 2018, [online] www.eurofer.be; The Role of Steel Manufacturing in the Global Economy, Worldsteel & Oxford Economics, May 2019 [online] www.worldsteel.org, World Economic Outlook, April 2019, IMF [online] www.imf.org. Zobacz także: M. Zagórska: *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Rozprawa doktorska pod kierunkiem B. Gajdzik, Politechnika Śląska, Gliwice 2022.

3. Trendy technologiczne w hutnictwie w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej

Przedsiębiorstwa przemysłu stalowego w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej nie pozostają obojętne na innowacje (zmiany technologiczne) czwartej rewolucji przemysłowej. Technologie czwartej rewolucji przemysłowej zmieniają sposób produkcji stali i funkcjonowanie całych łańcuchów dostaw wyrobów stalowych. Producenci na rynku stalowym są silnie powiązani z użytkownikami stali. Sytuacja na rynku producentów stali wpływa na sytuację na rynkach zależnych. Popyt na stal rośnie wraz z aktywnością sektorów nabywających wyroby stalowe. Sprzedaż wyrobów stalowych przekłada się na wzrost udziału produkcji stali w produkcji przemysłu ogółem. Technologie czwartej rewolucji przemysłowej są szansą na stworzenie smart produkcji stali. Instytucje rządowe zachęcają huty do wprowadzania zmian technologicznych czwartej rewolucji i budowania inteligentnych systemów produkcji[14].

[14] B. Gajdzik: *Diagnoza kierunków transformacji przemysłu stalowego w Przemyśle 4.0*, ISBN 978-83-7880-850-3. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia 945, Gliwice 2022.

Producenci stali inwestują w narzędzia, które usprawniają ich procesy logistyczne i pozwalają kontrolować procesy podstawowe. Korzystają z platform zakupowych do zarządzania łańcuchem dostaw. Za ich pośrednictwem budują bazę potencjalnych odbiorców, wysyłają do nich elektroniczne zaproszenia do udziału w projektowaniu wyrobów. Coraz większe znaczenie mają technologie, które służą do współpracy z odbiorcami stali. Huty zainwestowały w nowe funkcje systemów ERP, CRM i inne wspomagające zarządzanie procesami łańcuchów dostaw. W sektorze samochodowym powstają autonomiczne pojazdy, w sektorze budowlanym inteligentne, czy też pasywne budynki. Rośnie zapotrzebowanie na systemy łączności w łańcuchach dostaw. Nowych poziomów łączności potrzebują technologie, produkty i rynki. Nowe technologie Przemysłu 4.0 stwarzają bardziej skuteczne sposoby współpracy niż dotychczasowe. Dostawcy są zobowiązani do złożenia szczegółowych informacji o składzie materiałowym dóbr dostarczanych i substancji stosowanych w produkcji i w usługach. Robią to online za pośrednictwem platform i dostają informację zwrotną dotyczącą dopuszczalności. Poprzez dostęp do platform i kody QR wyrobów stalowych można monitorować, kontrolować, procesy i produkty, minimalizując niepewność dzięki posiadanej wiedzy w rynkach międzynarodowych. Istnieją platformy wykorzystujące Business Intelligence do kompleksowej analizy łańcuchów dostaw.

Producenci stali wraz z rynkami odbiorców stali stoją dziś przed złożonymi wyzwaniami, którym muszą sprostać. Z jednej strony są to wymogi ochrony środowiska i oszczędzania zasobów, a z drugiej wzrost procesów zintegrowanych informatycznie-komputerowo. Ze względu na wzrastający udział rozwiązań informatycznych w konstrukcji technologii wytwarzania stali już dziś wiodący producenci stali w kraju poszukują inżynierów oprogramowania. Popyt na wiedzę informatyczną przewyższa podaż, a trend taki będzie utrzymywał się w nadchodzących latach[15]. Na rynku obserwuje się zjawisko niedoboru pracowników o kwalifikacjach związanych z IT. Wielu wiodących dostawców zaczyna zatrudniać prawie tyle samo inżynierów oprogramowania, co duże firmy tworzące oprogramowanie. Według badań przeprowadzonych przez autorkę opracowania, w sektorze produ-

[15] N. Duell, T. Vetter: *The employment and social situation in Germany. The employment and social situation in Germany Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies Directorate-General for Internal Policies*, 2020 [online:] https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/648803/IPOL_STU(2020)648803_EN.pdf [data dostępu: 30.06.2020].

centów stali i wyrobów z metali w kraju, przewiduje się do 2030 roku, potrojenie liczby pracowników o kwalifikacjach związanych z IT. Przedsiębiorstwa będą zatrudniać coraz więcej pracowników z kompetencjami cyfrowymi (deklaracja respondentów)[16]. Według danych GUS, sektor producentów metali w kraju realizuje szkolenia wewnętrzne, których celem jest wykształcenie własnej kadry o podstawowych kwalifikacjach cyfrowych. W 2020 roku, udział producentów metali w ogólnej liczbie badanych przez GUS, którzy organizowali szkolenia wewnętrzne z zakresu IT wyniósł 15,6%, co w porównaniu do danych z 2014 roku było więcej o 6,9%[17]. Nadal problemem sektora stalowego jest starzejąca się kadra. Od ponad dekady przedsiębiorstwa hutnicze odnotowują silne dysproporcje w strukturze pracowników pomiędzy kadrą młodą a pracownikami w wieku 50+[18]. Luka pokoleniowa w hutach jest zarówno skutkiem radykalnej redukcji pracowników w okresie restrukturyzacji hut, jak i starzenia się społeczeństw Unii Europejskiej. Z powodu braku na rynku odpowiedniej liczby pracowników z kompetencjami IT, jak również wysokich oczekiwań płacowych tej grupy zawodowej, a także starzenia się pracowników, przedsiębiorstwa hutnicze przekazują częściową obsługę procesów firmom z branży IT, które pod zamawiającego przygotowują oferty IT wraz z zespołem dedykowanych programistów. Analityka i chmura mają jednak duży wpływ na branżę, a to wymaga nowych umiejętności technologicznych. Branża IT wspiera przedsiębiorstwa w obszarze IT, w tym implementacji ostatnich innowacji technologicznych, takich jak: cloud computing, technologie mobilne czy analityka biznesowa[19]. Wszystkie nowe technologie w ramach SMAC (*Social, Mobile, Analytics and Cloud services*), które przeniknęły do obszarów business-to-customer, mają wpływ na branżę stalową.

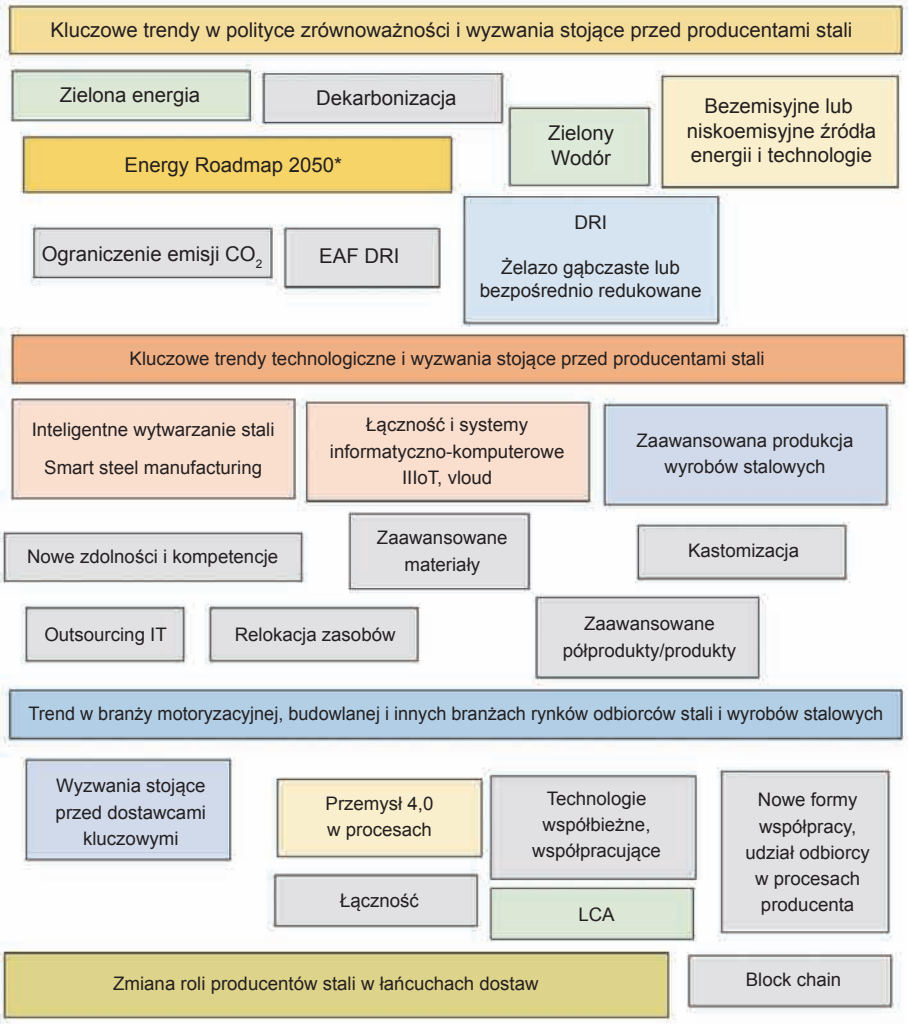
---

16 B. Gajdzik (2022), *Diagnoza...,* op. cit.

17 Raport GUS: *Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w 2020 roku*.

18 B. Gajdzik, J. Szymszal: Generation gap management in restructured metallurgical enterprises in Poland. *International Journal of Management and Economics*, No. 47, July-September 2015, s. 107-120.

19 M. Lacity, S. Solomon, A. Yan, L. Willcocks: Business process outsourcing studies: A critical review and research directions. *Journal of Information Technology*, 2011, Vol. 26, 4, s. 221-258.



Rysunek 6. Kluczowe trendy w branży stalowej i wyzwania stojące przed producentami stali

Źródło: Opracowanie własne.

Wyjaśnienie: * European Commission (2012), *Energy roadmap 2050*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, s. 5.

W zakresie aplikacji systemów informatycznych i automatyki czynności, huty przeszły, ostatnim czasie, radykalne zmiany. Współczesne systemy są coraz bardziej zwinne (ang. *agility*) i wspierają decydentów w czasie rzeczywistym (ang. *real-time business*). Codziennie zachodzą zmiany w popycie na stal, cenach surowców, cenach stali, harmonogramach produkcji, które muszą być uwzględnione

w projektowaniu systemów informacyjno-komputerowych. Działy IT w przedsiębiorstwach stoją przed wieloma wyzwaniami związanymi z pozyskiwaniem różnorodnych zestawów umiejętności technologicznych, szkoleniem personelu IT, zatrzymywaniem doświadczonych pracowników i zastępowaniem starzejących się specjalistów IT. Dodatkowo, rosnąca aktywność w zakresie fuzji i przejęć sprawia, że globalny krajobraz IT i automatyzacji staje się coraz bardziej złożony. Każda zmiana w zintegrowanym systemie ma wpływ na procesy i systemy produkcji. Wsparcie zewnętrzne może pomóc w zapewnieniu stabilności. Outsourcing usług IT wymaga jednak starannej oceny w celu zminimalizowania ryzyka, np. nieodpowiednie mechanizmy ochrony danych i własności intelektualnej producentów stali[20].

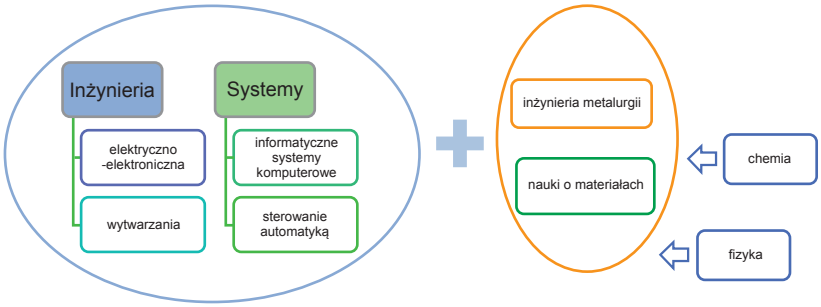
W hutach istnieje potrzeba harmonizacji procesów biznesowych przy decentralizacji produkcji i centralizacji przepływu informacji. Istnieje również potrzeba posiadania globalnego widoku łańcucha dostaw, z funkcjami optymalizacji dostaw, zarządzania zapasami, maksymalizacji rentowności i zapewnienia płynnego przepływu rozliczeń finansowych. Istnienie złożonych aplikacji pakietów ERP i MES na różnych platformach technologicznych sprawia, że transformacja może być trudna, czasochłonna i ryzykowna. Przy szybszych zmianach technologii IT, istnieje potrzeba współpracy z globalnymi dostawcami oprogramowania procesów[21]. Zespół IT jest wsparciem dla kierowników procesów. Wsparcie dotyczy aplikacji korporacyjnych lub produkcyjnych systemów IT w ramach automatyzacji na poziomie zakładu[22]. Operacje w przemyśle stalowym wymagają głębokiego zrozumienia domeny, a czynniki takie, jak: układ, rozmiary jednostek, rodzaje produktów, źródła surowców, dynamika rynku i poziom automatyzacji zmieniają strukturę modelu zarządzania projektami informatyczno-komputerowymi[23].

Nowoczesne technologie czwartej rewolucji przemysłowej są implementowane w przemyśle stalowym w następujących obszarach: inżynieringu procesowym, automatyzacji systemów kontroli, bu-

20 R. Cigolini, T. Rossi: A note on supply risk and inventory outsourcing. *Production Planning and Control*, 2006 Taylor & Francis. doi: 10.1080/09537280600650338 [online:] http://www.tandf.co.uk/journals; B. Mandal: Steel Companies Look to Join IT Outsourcing Bandwagon [online:] https://www.wipro.com/process-and-industrial-manufacturing/steel-companies-look-to-join-it-outsourcing-bandwagon/ [dostęp: 23.11.2022].
21 B. Mandal: *Steel*..., op. cit.
22 Ibid.
23 Ibid.

dowaniu komputerowych systemów informatycznych, gospodarowaniu materiałami (zasobami), ERP, sterowaniu i nadzorowaniu procesów metalurgicznych, monitorowaniu i gospodarowaniu energochłonnością. Poza produkcją stali, znaczny postęp dokonał się w magazynowaniu wyrobów stalowych (pełna automatyzacja pracy magazynów).

Przemysł 4.0, który wkracza do hut stanowi silne połączenie rozwiązań technologicznych zaliczanych do kategorii usprawnień inżynieryjnych (procesowych) oraz systemów informacyjnych, czy tez systemów komputerowo-informatycznych. Technologie należące do kategorii: inżynierii wytwarzania są z kolei silnie powiązane z gospodarką energetyczną hut. Optymalizowanie wytwarzania i zapewnienie odpowiedniej jakości produktom stalowym, wymaga z kolei inwestowania w najnowsze technologie, zaliczane do kategorii: inżynierii materiałowej i inżynierii metalurgii (Rys. 7).

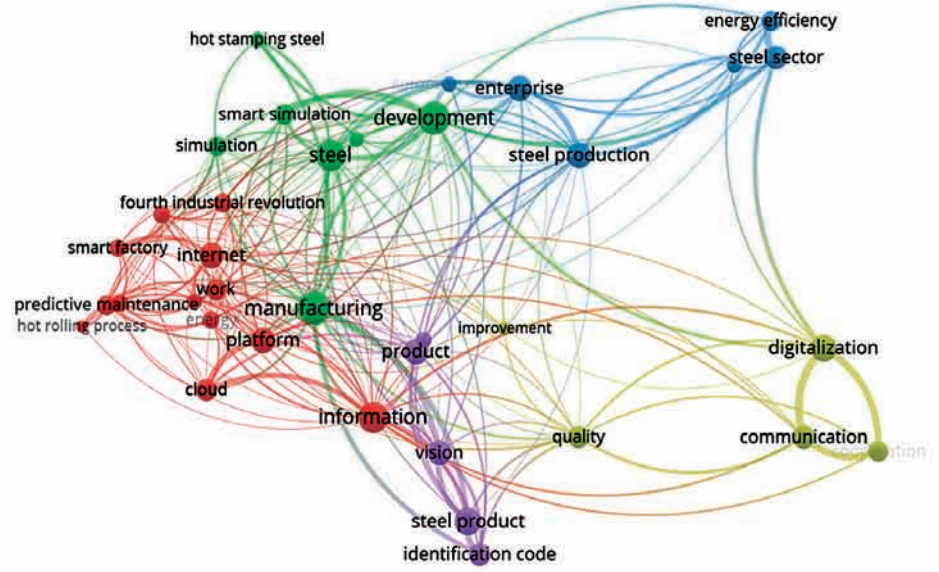


Rysunek 7. Powiązania obszarowe technologii czwartej rewolucji przemysłowej w hutnictwie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie analizy bibliometrycznej. Szczegóły w monografii: B. Gajdzik: *Diagnoza*..., op. cit., 2022.

Huty wykorzystują już sztuczną inteligencję, kupując na zewnątrz usługę modelowania procesów i łańcucha dostaw oraz symulacji metaprocesów mogących przebiegać w nowym łańcuchu. Jest silna współpraca hut z podmiotami łańcucha dostaw, zwłaszcza z firmami sektora motoryzacyjnego, który inspiruje huty do zmian w kierunku Przemysłu 4.0. Istnieją platformy wykorzystujące Business Intelligence do kompleksowej analizy łańcuchów dostaw. Platformy wymagają zestawu danych pożądanych od potencjalnych dostawców, które są przechowywane w hurtowniach i poddawane obróbce przez narzędzia web 4.0. Koncerny motoryzacyjne rozwijając innowacje potrzebują pewnej, zwizualizowanej informacji o lokalizacji

i dostępnych zasobach potencjalnych ogniw, ale ważne dla pracowników działu zakupów są też skłonności menedżerów firm dostawczych. Wiedza taka musi być zaczerpnięta z ekonomii behawioralnej. A zatem nie wystarczy już zwykły system ewidencyjny, czy baza danych łatwo poddających się obróbce analitycznej, ale właśnie narzędzie *Business Intelligence* wyposażone w wiedzę z teorii zasobowej, dominacji i sieci. Podstawowymi informacjami w bazie mogą okazać się zmienne, relacje przyczynowe, hipotezy, aktorzy i grupy, struktury władzy i interesy, opisy i studia współzależności, ewolucji i rozwój w ujęciu przestrzennym i produktowym, konfiguracje i koordynacje[24]. Technologie informacyjno-komputerowe oplatają huty, które są uczestnikami wielu łańcuchów dostaw. Same huty, również, nie pozostają obojętne na dziejące się zmiany. W strukturze powiązań technologicznych powstają klastry silnie zazębiających się obszarów rozwoju (Rys. 8), szczegóły w Tabeli 4.



Rysunek 8. Sieć powiązań technologii czwartej rewolucji przemysłowej w hutnictwie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie bibliometrics.
Szczegóły w monografii B. Gajdzik (2022).

[24] E. Stawiarska, D. Szwajca, M. Matusek, R. Wolniak: *Wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0 w wybranych funkcjonalnych obszarach zarządzania przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej – próba diagnozy*. Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2020.

Tabela 4. Klastry technologii 4.0 użyteczne w przemyśle stalowym

Klastry	Opis	Słowa kluczowe
K-1	obszar badań procesów wytwórczych w kontekście opracowania i stosowania techniki symulacji procesów i znakowania wyrobów stalowych przetwarzanych na gorąco	steel, manufacturing, development, simulation, smart simulation, hot stamping steel.
K-2	obszar przełomowych technologii czwartej rewolucji przemysłowej, takich jak: Internet i IoT, predykcja, platforma danych, rozwiązania chmury, stosowanych do budowania inteligentnych fabryk	smart factory, Internet, predictive maintenance, work, platform, Cloud AND hot rolling process
K-3	obszar wpływu innowacji procesowych i produktowych na jakość procesów i produktów stalowych przy wykorzystaniu między innymi funkcji komunikacji i rozwiązań świata cyfrowego	improvement, quality, digitalization, communication
K-4	obszar technik wizualizacji, kodowania i identyfikacji wyrobów stalowych w pełnym cyklu życia	product, vision, steel product, identification code

Źródło: Opracowanie własne na podstawie bibliometrics.
Szczegóły w monografii B. Gajdzik (2022).

4. Podsumowanie

Przemysł 4.0 stał się koniecznością dla producentów wielu wyrobów przemysłowych i konsumpcyjnych. Branże przemysłu nie pozostają obojętne na coraz bardziej popularne technologie czwartej rewolucji przemysłowej. Głęboka cyfryzacja i pełna automatyzacja nie są odrębnymi (oderwanymi od siebie) obszarami technologicznymi, lecz technologiami silnie powiązanymi w przedsiębiorstwach. Do tego dochodzi Internet Rzeczy i rozwiązania chmurowe, które umożliwiają technologiom współpracę na innym niż dotychczas poziomie. Technologie wymieniają się danymi, technologie uczą się na danych historycznych, technologie ze sobą współpracują itd. Rozwiązania sztucznej inteligencji (AI) powodują, że większa jest autonomia technologii. Globalne rozwiązania IT, z kolei, zwiększają zwinność (ang. *agility*) technologii stosowanych w hutach. Przed hutami stoi wiele wyzwań technologicznych, organizacyjnych i kadrowych. Zmiany technologiczne w hutach będą wymagały realokacji zasobów i budowania nowych kompetencji i umiejętności pracowników. Technologie czwartej rewolucji przemysłowej są dla producentów stali szansami na rozwój. Wielcy producenci stali już budują *smart steel manufacturing*, współpracując z uczestnikami łańcuchów dostaw. Technologie hut są podporządkowane (powiązane)

z technologiami dostawców materiałów i odbiorców wyrobów stalowych. Liderem zmian na rynku odbiorców stali (wyrobów stalowy) jest sektor motoryzacyjny, który wymusza na producentach zmiany przemysłowe. Kooperacja producentów stali (hut) z branżą motoryzacyjną i innymi rynkami zależnymi, przy silnym wsparciu technologii czwartej rewolucji przemysłowej, tworzy modelu biznesu.

BIBLIOGRAFIA

Cigolini R., Rossi T.: A note on supply risk and inventory outsourcing. *Production Planning and Control*, 2006 Taylor & Francis, doi: 10.1080/09537280600650338 [online:] http://www.tandf.co.uk/journals.

Duell N., Vetter T.: The employment and social situation in Germany. The employment and social situation in Germany Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies Directorate-General for Internal Policies, 2020, [onine:] https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/648803/IPOL_STU(2020)648803_EN.pdf [data dostępu: 30.06.2020].

Gajdzik B.: *Diagnoza kierunków transformacji przemysłu stalowego w Przemyśle 4.0*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Monografia 945, Gliwice 2022.

Gajdzik B.: Kompleksowo o filarach Produkcji Klasy Światowej w hutnictwie stali – WCM. *Hutnik-Wiadomości Hutnicze* 2012, nr 10 (t. 79), s. 755-761.

Gajdzik B.: *Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Dynamika zmian w krajowym sektorze hutniczym w latach 1992-2010,* Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia, Gliwice 2012.

Gajdzik B.: World Class Manufacturing in metallurgical enterprise. *Metalurgija* 2013, Trans ISIJ, Vol. 52, No. 1, s. 131-134.

Gajdzik B.: Szymszal J., Generation gap management in restructured metallurgical enterprises in Poland. *International Journal of Management and Economics*, 2015, No. 47, July-September, s. 107-120.

Lacity M.: Solomon S., Yan A., Willcocks L.: Business process outsourcing studies: A critical review and research directions. *Journal of Information Technology*, 2011, Vol. 26, 4, s. 221-258.

Lin D., Lee C.K., Lau H., Yang, Y.: Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. *Industrial Management & Data Systems*, 2019, Vol. 118, No. 3, s. 589-605.

Mandal B.: Steel Companies Look to Join IT Outsourcing Bandwagon [online:] https://www.wipro.com/process-and-industrial-manufacturing/steel-companies-look-to-join-it-outsourcing-bandwagon/ [data dostępu: 23.11.2022].

Polski Instytut Ekonomiczny: *Drogi do przemysłu 4.0 Robotyzacja na świecie i lekcje dla Polski*, PIE, Warszawa 2019 [online:] https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/11/PIE-Raport_Robotyzacja.pdf [data dostępu: 30.06.2020].

Raport GUS: *Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w 2020 roku*.

Schwab K.: *The fourth industrial resolution*, World Economic Forum, Davos 2016.

Stawiarska E., Szwajca D., Matusek M., Wolniak R.: *Wdrażanie rozwiązań Przemysłu 4.0 w wybranych funkcjonalnych obszarach zarządzania przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej – próba diagnozy*. Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2020.

The impact of the European steel industry on the EU economy, Eurofer & Oxford Economics, February 2018, [online] www.eurofer.be

The Role of Steel Manufacturing in the Global Economy, Worldsteel & Oxford Economics, May 2019 [online] www.worldsteel.org, World Economic Outlook, April 2019, IMF [online] www.imf.org

Wieczorek P., Wizja przemysłu nowej generacji – perspektywa dla Polski. Czwarta rewolucja przemysłowa. *Państwo i Społeczeństwo*, 2018, nr 3, maj-czerwiec 2018.

Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r., 2016, EY.

Zagórska M.: *Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego*. Rozprawa doktorska pod kierunkiem B. Gajdzik, Politechnika Śląska, Gliwice 2022.

Zagórska M.: Selected research problems in the field of measuring steel use intensity in polish industry. *Organization and Management*, Scientific Papers of Silesian University of Technology, 2020, No. 143.

4

Marta Zagórska

WYZWANIA ZWIĄZANE Z DEKARBONIZACJĄ SEKTORA STALOWEGO VS SKUTKI KRYZYSU EKONOMICZNEGO I ENERGETYCZNEGO W 2022 ROKU

1. Wprowadzenie

Europejski przemysł stalowy w 2022 r. doświadczył nowych wyzwań związanych z sytuacją na rynku oraz kluczowymi decyzjami przywódców UE w zakresie polityki przemysłowej i klimatycznej. Doświadczenia poprzedniego kryzysu w 2020 r. związanego z obostrzeniami podczas pandemii Covid-19, a następnie inwazja zbrojna Rosji na Ukrainę dały wielu krajom podstawy do włączenia stali do produktów zapewniających bezpieczeństwo ekonomiczne tak, jak chemia i leki. Bezpieczeństwo ekonomiczne to pojęcie, które obejmuje szereg różnorodnych zagadnień, w tym bezpieczeństwo łańcucha dostaw – nie tylko stałość i różnorodność łańcuchów dostaw, ale także przejrzystość i kontrolę partnerów (uczestników w łańcuchach dostaw). Bezpieczeństwo ekonomiczne to również zapewnienie ochrony i prawidłowego funkcjonowania infrastruktury krytycznej dla trwałości gospodarki oraz dostęp do materiałów, produktów i technologii kluczowych dla zapewnienia bezpieczeństwa narodowego. Produktem, który wliczony jest do kategorii produktów bezpieczeństwa ekonomicznego, jest stal wraz z surowcami potrzebnymi do wytworzenia stali (ruda żelaza, koks, energia elektryczna).

W okresie kryzysu, w 2022 r., ochrona rynku stali może się objawiać poprzez zakaz wywozu, wprowadzenie lub podniesienie ceł eksportowych (np. Chiny, Indie) lub wsparcie odporności produkcji krajowej poprzez wprowadzenie kontyngentów i ceł importowych (USA, UE i Wielka Brytania). W 2022 roku europejski przemysł stalowy (kraje

Unii Europejskiej) stanął na rozdrożu, po dekadach niewspierającej polityki państw członkowskich i wspólnotowej oraz dumpingu stali z krajów trzecich, które nie przestrzegają zasad gospodarki wolnorynkowej i transparentnej konkurencji.

Rok 2022 był również niekorzystny dla producentów stali z powodu kryzysu energetycznego. Producenci stali musieli zmierzyć się z pogłębiającym się kryzysem energetycznym i spowolnieniem gospodarczym, co wywołało potrzebę dodatkowych działań ochronnych dla przemysłu. Sytuacja na rynku skłoniła producentów stali (przedsiębiorstwa hutnicze) do wprowadzania ograniczeń w wolumenie produkcji, co mogło również zmniejszyć optymizm w zakresie wyzwań związanych z procesem dekarbonizacji produkcji stali, czyli ograniczenia emisji dwutlenku węgla i poprawy efektywności energetycznej procesów technologicznych.

Celem niniejszego opracowania było przedstawienie sytuacji przemysłu stalowego w 2022 roku w aspekcie opóźnień inwestycyjnych związanych z polityką i programami dekarbonizacji przemysłu stalowego w Unii Europejskiej.

2. Sytuacja w produkcji sektora stalowego w 2022 r.

Pomimo, że wiele krajów podjęło walkę ze skutkami kryzysu ekonomicznego i energetycznego, to nie wszystkie przemysły odczuły jednakowo negatywnie kryzys. W globalnym przemyśle stalowym widoczna była utrzymująca się długoterminowa tendencja wzrostowa. W 2021 r. odnotowano rekordową produkcję stali surowej na świecie 1 mld 912 mln ton. Dynamika produkcji rok do roku była wtedy na tym samym poziomie co średni roczny wzrost[1] produkcji w latach 2000-2021 r. czyli +4%. W 2022 r. nastąpiła kontynuacja trwającego od drugiej połowy roku trendu spadkowego, a w całym była to czwarta ujemna dynamika produkcji w ciągu ostatnich dwóch dekad oraz pierwszy po 2015 r. spadek. Głównym powodem był niższy popyt na globalnym rynku stali. Według prognoz światowej asocjacji stalowej Worldsteel, opublikowanych w październiku 2022 r., globalna konsumpcja stali zmniejszyła się w całym roku o 2,3%. Ze względu na rozmiary spadek produkcji stali surowej był największy w Chinach (-5% rok do roku), na co wpłynął kurczący się już drugi rok z rzędu chiński rynek. Ogromny procentowy spadek wolumenu produkcji dotyczył Ukrainy (-71%), która od 24 lutego 2022 roku zmaga się z wojną (tamtego dnia Rosja rozpoczęła inwazję na Ukrainę). Z dru-

[1] Wskaźnik CAGR.

giej strony wśród największych dwudziestu krajów (w tym UE jako całość) w pięciu krajach odnotowano wzrost produkcji, były to: Indie (+6%), Iran (+9%), Indonezja (+5%), Malezja (+10%) oraz Arabia Saudyjska (+4%)[2]. W Polsce produkcja spadła, i to dosyć mocno. W 2022 roku huty w Polsce wyprodukowały 7,7 mln ton stali (w porównaniu do roku poprzedniego był to spadek o 9%).

W ostatnich latach stopniowo zwiększała się liczba gospodarek produkujących stal. W 2021 r. w Boliwii rozpoczęła działalność pierwsza huta, aby zaspokoić lokalne zapotrzebowanie na stal[3]. W niedalekiej przyszłości kolejnymi gospodarkami posiadającymi własną produkcję stali mogą stać się również Namibia, Mozambik i Zimbabwe[4]. Według prognoz Worldsteel na 2023 r. globalny popyt na stal wzrośnie o 1%, chociaż spadek o około 7% utrzyma się w krajach zaangażowanych w wojnę i w całej Unii Europejskiej (spadek o 1%)[5].

Pomimo spadku światowego popytu na stal oraz produkcji stali w 2022 r. powiększyła się globalna nadwyżka mocy produkcyjnych w branży stalowej. Według badań prowadzonych przez OECD globalne zdolności produkcyjne stali surowej wzrosły o blisko 30 mln ton w 2022 r., czyli o 1,2%. Uzyskano poziom 2 461 mln ton globalnych zdolności produkcyjnych. Największy wpływ na ten wzrost wśród regionów miały Bliski Wschód i Azja (zwłaszcza Iran, Indie i Wietnam). Pomimo wzrostu zdolności produkcyjnych na światowym rynku producentów stali, wskaźniki wykorzystania mocy produkcyjnych uległy pogorszeniu. Udział produkcji w zdolnościach produkcyjnych zmniejszył się z 78,5% w 2021 r. do 77,1% w 2022 r. Wzrost globalnych mocy produkcyjnych stali pomimo pogarszającego się światowego popytu na stal, wywierał presję na ceny stali i osłabiał rentowność przemysłu. W przyszłości globalne moce produkcyjne stali będą nadal rosnąć (inwestycje). W okresie najbliższych trzech lat (2023-2025) zrealizowanych zostanie 53,5 mln ton nowych zdolności produkcyjnych, podczas gdy dodatkowe 90,8 mln ton rozbudowy mocy produkcyjnych jest na etapie planowania (technologia

[2] Worldsteel December 2022 crude steelproduction and 2022 global crude steelproduction totals, January 2023, https://worldsteel.org/wp-content/uploads/December-2022-crude-steel-production.pdf

[3] https://www.steelorbis.com/steel-news/latest-news/bolivias-esm-using-35000-mt-of-metals-to-build-state-run-steel-and-iron-ore-complex-1233609.htm

[4] https://allafrica.com/stories/202011300833.html, https://www.gem.wiki/Groot_Suisse_steel_plant, https://clubofmozambique.com/news/tete-steel-plant-produce-1-5-million-tonnes-year/,https://allafrica.com/stories/202207040192.html

[5] Worldsteel Short Range Outlook October 2022, October 2022, https://worldsteel.org/wp-content/uploads/worldsteel-Short-Range-Outlook-October-2022_press-release.pdf

embrionalna). Jednocześnie widoczne jest zróżnicowanie regionalne w zakresie rodzaju technologii wytwarzania stali na świecie. W Azji i Ameryce Łacińskiej ponad 75% planowanych na lata 2023-2025 zdolności wytwórczych, dotyczy stalowni z procesem wielkopiecowym. W pozostałych regionach w tym samym okresie większość projektów jest powiązana z elektrycznym piecem łukowym[6], a w dalszej przyszłości także z technologią DRI (bezpośredniej redukcji żelaza).

W 2021 r. produkcja stali surowej w UE zwiększyła się o 16% do poziomu prawie 153 mln ton. Przemysł stalowy w Unii Europejskiej zaczął wychodzić z kryzysu po ograniczeniach i obostrzeniach pandemicznych wprowadzonych w 2020 roku. Pod koniec lutego 2022 roku wybuchła wojny Rosja – Ukraina, co wywołało panikę na rynkach przemysłowych oraz obawy o braki surowców i ceny energii. Początkowe nadwyżki zapasów nagromadzonych krótko po wybuchu wojny na Ukrainie, w połączeniu z malejącym popytem ze strony odbiorców końcowych, spowodowały spadek cen wyrobów stalowych w kolejnych miesiącach 2022 r. Europejskie huty musiały wówczas znacznie ograniczyć produkcję, aby zrównoważyć podaż i popyt. Produkcja stali surowej w UE w 2022 r. zmniejszyła się o 11% w porównaniu z 2021 r., a ujemna dynamika była obserwowana w większości krajów reprezentujących 98,5% produkcji stali. Najgłębsze spadki odnotowano wśród głównych producentów, wśród których były Włochy (-12% rok do roku), Francja (-13%), Hiszpania (-19%), Finlandia (-18%)[7]. Szczegóły dotyczące wolumenu produkcji stali ujęto w Tabeli 1.

Tabela 1. Produkcja stali surowej w głównych krajach w 2022 r.

	Kraj	2022	2022/2021		Kraj	2022	2022/2021
		Produkcja [mln ton]	Dynamika [%]			Produkcja [mln ton]	Dynamika [%]
l.p.	**ŚWIAT**	**1 878,5**	**-4**	l.p.	**UE**	**136,7**	**-11**
1	Chiny	1 013,0	-2	1	Niemcy	36,8	-8
2	UE(27)	136,7	-11	2	Włochy	21,6	-12
3	Indie	124,7	5	3	Francja	12,1	-13
4	Japonia	89,2	-7	4	Hiszpania	11,5	-19
5	USA	80,7	-6	5	Polska	7,5	-11
6	Rosja	71,5	-7	6	Austria	7,5	-5
7	Korea Pd.	65,9	-6	7	Belgia	6,9	0,4

[6] OECD, *Latest developments in steelmaking capacity*, December 2022, https://www.oecd.org/industry/ind/latest-developments-in-steelmaking-capacity-2022.pdf

[7] Op. cit., 2.

8	Turcja	35,1	-13	8	Holandia	6,1	-7
9	Brazylia	34,0	-6	9	Szwecja	4,4	-6
10	Iran	30,6	8	10	Czechy	4,3	-11
11	Tajwan	20,6	-11	11	Słowacja	3,9	-20
12	Wietnam	20,0	-13	12	Finlandia	3,5	-18
13	Meksyk	18,2	-2	13	Luksemburg	1,9	-10
14	Indonezja	15,6	5	14	Grecja	1,6	6
15	Kanada	12,0	-8	15	Węgry	0,9	-17
16	Malezja	10,0	10	16	Słowenia	0,6	-9
17	Egipt	9,8	-5	17	Bułgaria	0,5	-3
18	Arabia S.	9,1	5	18	Chorwacja	0,2	-11
19	Ukraina	6,3	-71		Pozostałe	4,5	-14
20	W.Brytania	6,1	-15				
	Pozostałe	69,4	-3				

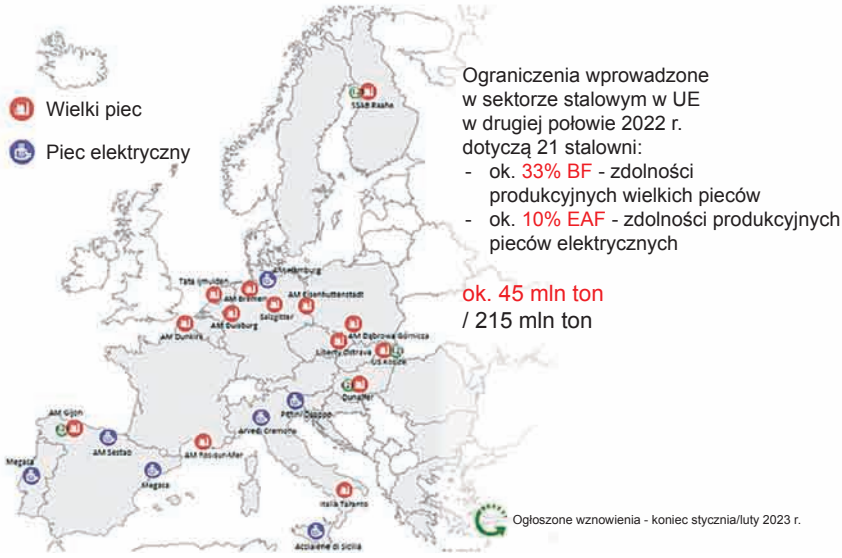
Źródło: *Worldsteel*..., op. cit. 2.

Wraz z toczącą się wojną, perspektywy gospodarcze w ostatnich miesiącach 2022 r. uległy dalszemu pogorszeniu. Głównym negatywnym czynnikiem były rosnące ceny energii elektrycznej i gazu ziemnego. Jednocześnie polityka klimatyczna UE nie uległa zmianie, co do kierunków dekarbonizacji przemysłu stalowego. Niekorzystną sytuację powodował również wysoki poziom importu, którego udział w rynku stalowym wynosił ponad 25%. Niestabilne otoczenie rynkowe oraz wahania popytu utrzymywały spadkową tendencję we Wspólnotowych zdolnościach produkcyjnych. W związku z kryzysem energetycznym oraz przewidywanym spadkiem popytu, producenci w krajach UE ogłosili na jesień szereg tymczasowych ograniczeń produkcyjnych w zakładach obejmujących ok. 10% potencjału produkcyjnego UE. Wstrzymanie lub zmniejszenie mocy produkcyjnych ogłoszono w dwudziestu jeden stalowniach, a aż siedemnaście z nich to zakłady dysponujące technologią produkcji z wykorzystaniem wielkiego pieca. W hutach z wtórną produkcją, dysponujących piecem elektrycznym, ogłoszone przez właścicieli ograniczenia dotyczyły ok. 10% potencjału produkcyjnego tj. stalowni posiadających ok. 9,2 mln ton zdolności, natomiast w przypadku produkcji pierwotnej z wielkim piecem ograniczono aż jedną trzecią istniejących mocy produkcyjnych, tj. stalowni posiadających ok. 95 mln ton zdolności[8].

Krajowy sektor stalowy doświadczył podobnych problemów ekonomicznych i technologicznych, co inne huty w Unii Europejskiej. Od lutego 2022 r. miesięczna wielkość produkcji była niższa niż

[8] Opracowanie własne na podstawie informacji publikowanych przez Fastmarkets, Kallanish i Eurofer.

w poprzednim roku, a kolejne miesiące przynosiły coraz większe spadki. W miesiącach letnich, w okresie od czerwca do sierpnia 2022 r., odnotowywano zmniejszenie produkcji stali surowej do poziomów niewiele ponad 600 tys. ton na miesiąc, a od września 2022 r. poziom produkcji był poniżej 600 tys. ton. Dla porównania przeciętna wielkość produkcji w 2021 r. wyniosła ok. 705 tys. ton na miesiąc. W 2022 r. wyprodukowano w Polsce ok. 7,5 mln ton stali surowej, co oznacza spadek o 11% w porównaniu poprzedniego roku. Nieco mniejszy, bo ok. 6% spadek odnotowano w produkcji wyrobów walcowanych na gorąco, w tym długich o 5% i płaskich o 8%[9]. Polska podobnie jak inne kraje unijne z produkcją stali musiała ograniczyć moce produkcyjne. We wrześniu 2022 r. firma ArcelorMittal Poland ogłosiła zamiar tymczasowego wstrzymania pracy jednego z dwóch wielkich pieców w stalowni w Dąbrowie Górniczej. Głównymi powodami podjętej decyzji było spowolnienie popytu na stal, któremu towarzyszył rosnący import, jak i bardzo wysokie ceny gazu i energii[10].



Rysunek 1. Ograniczenia mocy produkcyjnych wprowadzone w zakładach w UE w 2022 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji publikowanych przez Fastmarkets, Kallanish i Eurofer.

[9] Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa, estymacja na podstawie danych za 11 miesięcy 2022 r.

[10] https://poland.arcelormittal.com/fileadmin/Content/informacje_prasowe/2022/2022-09-08_ArcelorMittal_Poland_tymczasowo_wstrzymuje_prac_e_jednego_z_wielkich_piecow.pdf

3. Sytuacja na rynku stali i w obrotach handlowych w 2022 r.

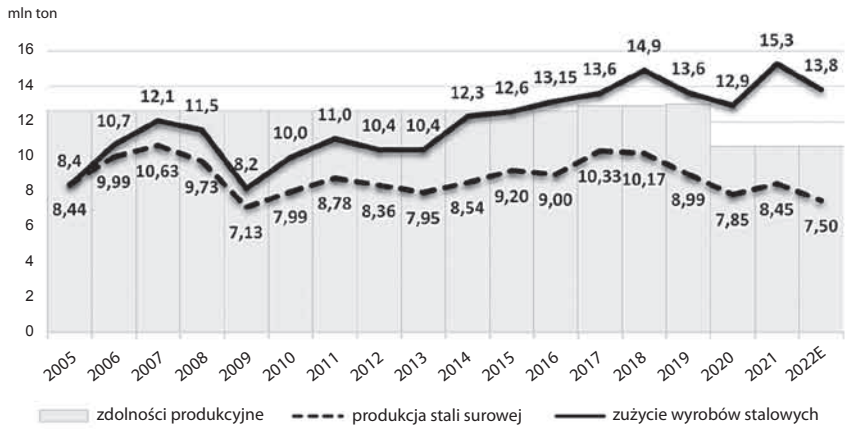
Trudną sytuację krajowego sektora stalowego w 2022 r. potwierdzają badania koniunktury gospodarczej zrealizowane u głównych użytkowników stali. Spadki produkcji stali były konsekwencją obniżającego się popytu na stal w gospodarce. Od wybuchu wojny indeks PMI obniżał się z 54,7 pkt. w lutym 2022 r. aż do 40,9 pkt. w sierpniu 2022 r. Niższy odczyt od sierpniowego był w okresie po 2009 r. (skutki światowego kryzysu ekonomicznego), w kwietniu 2020 r. w najgłębszym lockdownie, po którym szybko powrócił do poziomów powyżej 50 pkt. Rok 2022 zakończył się mało optymistycznie dla polskiego przemysłu z indeksem na poziomie 45,6 pkt. odnotowanym w grudniu[11]. Istotnymi różnicami w porównaniu do poprzedniego kryzysu były brak szybkiego odbicia koniunktury. Ponad sześć miesięcy odczytów wskaźnika PMI był poniżej 45 pkt. Cały czas utrzymywała się wysoka niepewność i nieprzewidywalność warunków rynkowych. Krajowy przemysł motoryzacyjny, doświadczony w poprzednich dwóch latach pandemią oraz brakami dostaw części i półprzewodników, odnotował kolejny rok z rzędu głębokie wahania koniunktury. W produkcji samochodów osobowych utrzymywał się kontynuowany od sześciu lat spadek, ale wzrost przychodów sektora był możliwy dzięki większej produkcji części oraz samochodów ciężarowych, czemu sprzyjało skracanie łańcuchów dostaw przez europejskich producentów. Wzrost niepewności na rynkach odbiorców stali, związany z wybuchem wojny na Ukrainie, wpłynął negatywnie na dynamikę nakładów inwestycyjnych w samych hutach i rynkach zależnych. Budownictwo pomimo dodatnich wyników dynamiki przychodów ze sprzedaży w ciągu 2022 r. zaczęło zmniejszać zakupy materiałów, w tym stali na przyszłe projekty. Oprócz wojny negatywnie na rozpoczynanie nowych obiektów i infrastruktury wpływała rosnąca inflacja, wysoki poziom stóp procentowych, przerwane łańcuchy dostaw, wyjazdy ukraińskich pracowników z Polski, wahania cen materiałów budowlanych oraz zablokowanie dla Polski funduszy unijnych z Krajowego Programu Odbudowy. Wymienione czynniki doprowadziły do spadku nowych inwestycji mieszkaniowych i samorządowych, co przełoży się na niższe wyniki produkcyjne w roku następnym[12].

Sytuacja makroekonomiczna przełożyła się na sytuację na rynku stali. Na początku 2022 roku utrzymywała się dobra koniunktura

[11] S&P Global PMI® Polski Sektor Przemysłowy, https://www.pmi.spglobal.com/Public/Home/PressRelease/3c725991fdcf448285382fd659a61ec3

[12] https://www.wnp.pl/budownictwo/budownictwo-jest-na-zakrecie-to-najtrudniejszy-czas-w-historii,659214.html

w sprzedaży stali, zużycie jawne wyrobów stalowych gotowych ogółem w pierwszym kwartale 2022 r. było wyższe niż rok wcześniej, a przeciętne zużycie miesięczne przekroczyło średnią z 2021 r. Jednak dynamika roczna od lutego spowalniała i od kwietnia odnotowywano już spadki. Największy spadek odnotowano w lipcu 2022 r., wyniósł on 34% w ujęciu rok do roku. W miesiącach letnich popyt na stal obniżył się o ok. 30% we wszystkich głównych grupach asortymentowych, a największe spadki odnotowano w grupie wyrobów długich. Po jedenastu miesiącach 2022 r. zużycie jawne wyrobów stalowych ogółem zmniejszyło się o 12% w porównaniu z analogicznym okresem 2021 r. W 2022 r. zużycie jawne stali (produkcja + import – eksport) wyniosło szacunkowo 13 814 tys. ton[13]. Wielkość rynku w całym roku pozostała jednak na solidnym poziomie biorąc pod uwagę analizę długoterminową, ponieważ wielkość zużycia jawnego ogółem była trzecim najwyższym wynikiem i była wyższa od dziesięcioletniej średniej o 7%[14].



Rysunek 2. Produkcja stali surowej i zużycie jawne wyrobów stalowych w Polsce

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej.

W obrotach handlowych Polski w asortymentach stalowych również widoczne były spadki. Eksport wyrobów stalowych z Polski w okresie styczeń – listopad 2022 r. wyniósł 4 863 tys. ton (spadek o 7% r/r), a import za ten sam okres wyniósł 11 071 tys. ton (spadek o 12% r/r). Wśród głównych kierunków eksportu spadek dotyczył zwłaszcza wywozu do Czech i Austrii, a z dalszych pozycji również Francji, Wielkiej Brytanii i Ukrainy. Większy spadek w imporcie był

13 Szacunek na podstawie danych za 11 miesięcy 2022 r.
14 Sytuacja w gospodarce HIPH.

skutkiem osłabienia rynku krajowego oraz ograniczeń w handlu stalą po wybuchu wojny na Ukrainie. Ogółem import z krajów trzecich, po ogłoszeniu sankcji, odnotował duży spadek (-25% za 11 miesięcy 2022 r.). W 2021 r. ponad 72% importu z krajów spoza UE należało do naszych sąsiadów ze wschodu (Ukraina, Rosja i Białoruś. W 2022 r. w wyniku nałożenia przez Komisję Europejską sankcji na import z Rosji i Białorusi oraz nieuniknionego ograniczenia importu z Ukrainy objętej działaniami wojennymi, import z tych trzech krajów do Polski zmniejszył się o połowę. W przypadku przywozu z krajów UE, za okres 11 miesięcy 2022 r. odnotowano ogółem spadek o 5%, ale wzrost w przypadku importu z Włoch i Belgii, ponieważ zakłady hutnicze w tych krajach należące do koncernu NLMK wciąż korzystały ze wsadu pochodzenia rosyjskiego. W dużej części ten import został zastąpiony importem z różnorodnych kierunków, który dla pozostałych krajów trzecich zwiększył się łącznie o 40%. Tak szybka zmiana kierunków pochodzenia dostaw stali do Polski była możliwa z powodu utrzymywania się ogromnej światowej nadwyżki mocy produkcyjnych w branży stalowej, łatwości przepływów handlowych w skali globalnej oraz atrakcyjności rynku krajowego. Największy wzrost importu odnotowano z: Japonii, Tajwanu, Wietnamu, Chin i Serbii. Kraje takie jak Indie czy Turcja również zwiększyły dostawy do Polski, a dodatkowo skorzystały na przecenie stali rosyjskiej i możliwości korzystania z tańszego wsadu. W przypadku półwyrobów importowanych z Rosji oraz wyrobów wytworzonych z tych półwyrobów, sankcje wprowadzone przez UE, zostały zawieszonena okres dwóch lat, dla wielkości określonych w kontyngentach na poziomie importu z 2021 r.

Tabela 2. Wielkość eksportu i importu Polski w asortymentach wyrobów stalowych ogółem według głównych kierunków w okresie 11 miesięcy 2022 r.

	Kraj	1-11'2022	2022/2021		Kraj	1-11'2022	2022/2021
		Eksport [tys. ton]	Dynamika [%]			Import [tys. ton]	Dynamika [%]
l.p.	**OGÓŁEM**	4 863	-7	l.p.	**OGÓŁEM**	11 071	-12
1	Niemcy	1 190	1	1	Niemcy	2 626	-3
2	Czechy	1 125	-23	2	Włochy	972	7
3	Słowacja	382	-5	3	Ukraina	939	-28
4	Węgry	265	0	4	Czechy	841	-21
5	Włochy	262	31	5	Słowacja	835	-10
6	Litwa	214	9	6	Belgia	493	20
7	Rumunia	148	10	7	Rosja	465	-65
8	Austria	131	-21	8	Francja	395	5
9	Szwecja	115	33	9	Austria	371	0

10	Estonia	89	9	10	Finlandia	206	-14
11	Francja	85	-8	11	Węgry	206	-11
12	Dania	83	0	12	Szwecja	205	-3
13	Łotwa	81	54	13	Hiszpania	200	-22
14	Holandia	76	-17	14	Korea Pd.	192	47
15	Ukraina	76	-16	15	Serbia	184	65
16	Luksemburg	59	0	16	Holandia	184	10
17	Belgia	58	4	17	Chiny	162	72
18	W.Brytania	56	6	18	Turcja	155	7
19	Finlandia	54	-3	19	Indie	153	-17
20	Hiszpania	30	-1	20	Rumunia	142	-17
	Pozostałe	282	-33		Pozostałe	1 145	-4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej.

Wraz ze spadkami produkcji, udział krajowych dostaw stali w zużyciu jawnym kolejny rok z rzędu był niższy. Udział importu i przywozu w zużyciu jawnym stali do Polski po 11 miesiącach 2022 roku wynosił 80%, co nawet biorąc pod uwagę częściowy reeksport i przetwórstwo w ramach branży jest wielkością bardzo wysoką i oznacza kontynuację negatywnych tendencji trwających już 12 lat w bilansie handlu zagranicznego w kraju (przewaga importu nad eksportem w ujęciu ilościowym i wartościowym).

O intensywności handlu zagranicznego wyrobami stalowymi świadczy liczba środków ochronny wprowadzonych przez kraje posiadające przemysł hutniczy. W 2021 r. liczba nałożonych ograniczeń handlowych w postaci ceł antydumpingowych i wyrównawczych przez importerów z sektora metale i minerały wyniosła 1007 i była największa w porównaniu do innych grup asortymentowych. Po stali, następne w kolejności liczby nałożonych ograniczeń handlowych, były wyroby chemiczne[15]. Na globalnym rynku stali, w okresie od stycznia do grudnia 2022 r., przyjęto co najmniej 30 nowych środków antydumpingowych i 4 nowe cła wyrównawcze dotyczące wyrobów stalowych. Cła te zostały wprowadzone przez kraje: w większości Stany Zjednoczone (20 ceł), Unię Europejską (4), Turcję (3) i Euroazjatycką Unię Gospodarczą (2). Ponadto w 2022 r. przedłużono na okres kolejnych 5 lat co najmniej 31 istniejących ceł dumpingowych i 8 ceł wyrównawczych, w większości również przez USA (27 ceł)[16]. Zmiany w polityce handlowej w obszarze wyrobów stalowych wyraźnie wskazują na utrzymujący się globalny protekcjonizm, w tym

[15] WTO, World Tariff Profiles 2022,

[16] Obliczenia własne na podstawie informacji prasowych: Fastmarkets, Steel trade case monitor from January to December 2022, dostęp limitowany.

restrykcyjne środki taryfowe i pozataryfowe przyjęte przez szereg krajów, takich jak: Stany Zjednoczone, Unia Europejska, Kanada, Meksyk, Argentyna, Brazylia, Wielka Brytania, Turcja, Egipt, Indonezja, Pakistan, Tajlandia, Japonia, Meksyk, Malezja, Nowa Zelandia i Australia.

Gospodarki Unii Europejskiej w tym Polska, pokazały odporność na recesję w 2022 r. dzięki bardzo pozytywnym wydarzeniom w I półroczu tj. rosnącym wydatkom konsumpcyjnym, aktywności sektora usług i budowaniu zapasów. Realny PKB w UE zwiększył się o 3,3%[17], a w Polsce o 4,9%. Jednak w związku z czynnikami zewnętrznymi i tendencjami spadkowymi w 2022 r., a w szczególności w związku ze skutkami wojny w Ukrainie i odnotowanymi w okresie letnim wysokimi cenami energii i gazu ziemnego, w połączeniu z utrzymującym się niedoborem komponentów i materiałów dla przemysłu, działalność w sektorach użytkowników stali spowolniła. Perspektywy inwestycyjne pogorszyły się w wyniku wysokiej inflacji, niskich nastrojów biznesowych i utrzymującej się niepewności na rynku stali (spadek zapotrzebowania na wyroby stalowe). Szacowane za 2022 r. zużycia jawne stali zmniejszyło się o 4,6% w UE i o 9,5% w Polsce. Recesja na rynku stali, która uwidoczniła się w 2022 roku, będzie trwała również w 2023 r. (prognozuje się dalszy spadek popytu na stal). Według przewidywań ekspertów dynamika zużycia jawnego będzie na poziomie minus 1,6% w UE i na poziomie minus 1,0% w Polsce, co by oznaczało czwartą coroczną recesję w ciągu kolejnych pięciu lat[18].

4. Wpływ polityki transformacji energetycznej wspólnoty na koszty produkcji stali

Po analizie rynkowej należy również zwrócić uwagę na sytuację ekonomiczną hutnictwa w kraju i Unii Europejskiej. Kryzys energetyczny w Europie, zaostrzony przez rosyjską inwazję na Ukrainę, rosnące stopy procentowe, niedobory materiałów i negatywne perspektywy gospodarcze spowodowały wzrost kosztów produkcji dla wszystkich producentów metali w regionie. Ceny głównych surowców i materiałów do produkcji stali utrzymywały się na podobnych poziomach dla wszystkich hut we wszystkich krajach UE. W przypadku rudy żelaza ceny osiągnęły wysoki poziom w czerwcu

[17] Estymacja Eurofer.

[18] *Eurofer Economic and steel market outlook 2023-2024, first quarter 2023 report*, https://www.eurofer.eu/publications/economic-market-outlook/economic-and-steel-market-outlook-2023-2024-first-quarter/

i lipcu 2021 r. potem nastąpiła korekta, ale po wybuchu wojny (Rosja-Ukraina) w marcu 2022 r. nastąpiła gwałtowna fala wzrostu cen, a w następnym kwartale odnotowano spadki do poziomu blisko połowy wartości cen maksymalnych. Ceny złomu również z dość wysokiego poziomu od 2021 r. zaczęły przyspieszać (w 2023 roku przystąpiono do korekty cen). Podobna sytuacja była w cenach koksu. Zarówno gwałtowne zmiany i wysokie poziomy, jak i szybkie spadki były bardzo niekorzystne dla producentów stali, którzy dokonywali zakupów surowców potrzebnych do produkcji stali z kilkumiesięcznym wyprzedzeniem[19].

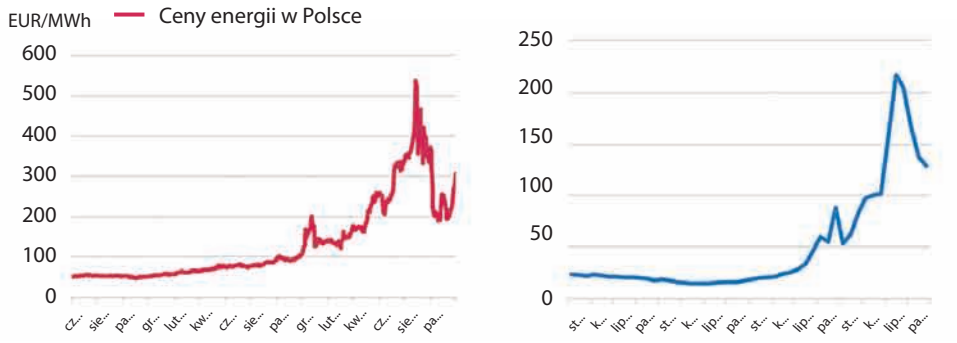
Ogromnym problemem stały się w 2022 r. ceny głównych produktów energetycznych tj. energii elektrycznej i gazu zimnego, ze wzrostami na niespotykaną skalę, destabilizującą produkcję stali. W sektorze stalowym ok. 80% kosztów stanowią materiały i energia[20]. Wysokie ceny energii dotknęły zwłaszcza hut elektrycznych (technologia EAF) i walcownie. Te przedsiębiorstwa stanęły wobec wyzwania dekarbonizacji i utrzymania międzynarodowej konkurencyjności poprzez zieloną energię elektryczną (ang. *Green energy*) w miejsce energii pozyskiwanej z węgla (ang. *Black energy*). Ceny hurtowe energii we wrześniu 2022 roku były czterokrotnie wyższe niż we wrześniu 2021 roku. Ceny gazu były w sierpniu 2022 roku ponad sześciokrotnie wyższe niż rok wcześniej (Rys. 3). Wewnątrz UE zróżnicowanie występuje w przypadku cen produktów energetycznych, ze względu na różnice w miksie energetycznym, a Polskie hutnictwo do funkcjonowania musi być kosztowo porównywalne z hutniczymi krajami UE[21]. Przemysł stalowy należy do sektorów energochłonnych i chociaż w całkowitym zużyciu energii elektrycznej jest na trzecim miejscu wśród sektorów przetwórczych gospodarki, to jest najbardziej wrażliwy na zmiany cen energii ze względu na najwyższy wskaźnik udziału zużycia energii w wartości produkcji sprzedanej (2,23 ktoe/€ wobec 0,21 w przetwórstwie przemysłowym w 2020 r.). Jednocześnie energochłonność hutnictwa krajowego jest na porównywalnym poziomie z przemysłem stalowym w UE. W 2020 roku energochłonność hutnictwa była nawet niższa niż w UE i wyniosła dla Polski 0,287 toe/t stali podczas, gdy średnia dla UE to ok. 0,33 toe/t stali[22].

[19] Obliczenia własne na podstawie danych celnych (CAAC) Ministerstwa Finansów: ruda żelaza – cena importowa do Polski, koks – cena eksportowa z Polski, złom – cena eksportowa i importowa z Polski, [średnia miesięczna w EUR/tonę].

[20] Dane za 2021 r. wg GUS, *Nakłady i wyniki przemysłu w 2021 r.*

[21] Więcej w... artykuł PTE.

[22] *GUS Efektywność wykorzystania energii w latach 2010-2020*, Enerdata, Specific energy consumption of steel, https://www.indicators.odyssee-mure.eu/



Rysunek 3. Hurtowe ceny energii elektrycznej i gazu w Polsce [EUR/MWh] – roczne kontrakty terminowe BASE z dostawą w roku następującym

Źródło: Opracowanie HIPH na podstawie danych TGE, EEX.

Przy wysokim poziomie kosztów w produkcji stali w 2022 r., istniejąca presja ze strony importu z krajów trzecich oraz słabnący rynek nie pozwoliły na wyższy poziom cen wyrobów stalowych. Gwałtowne wzrosty cen wyrobów stalowych w Polsce miały miejsce w okresie od momentu wybuchu wojny przez okres ok. 3-4 tygodni, kiedy ceny najważniejszych asortymentów podwoiły się, ze względu na obawy użytkowników o brak produktów z Rosji i Ukrainy oraz producentów stali o brak surowców. Jednak po początkowym okresie paniki na rynku i gwałtownym wzroście cen, w ciągu kolejnych dwóch miesięcy ceny powróciły do poziomu sprzed wojny. Pewne odbicie było jeszcze obserwowane we wrześniu, głównie na rynku stali zbrojeniowej, ale w ostatnim kwartale roku poziomy cen były zbliżone do tych obserwowanych pod koniec 2021 r.[23]

Polityka UE w zakresie klimatu i środowiska nie zmienia się w 2022 roku (nadal była ukierunkowana na znaczne obniżenie emisji dwutlenku węgla i ograniczanie energii wytwarzanej ze źródeł nieodnawialnych, w tym z węgla). Do istniejących regulacji wciąż dodawane były kolejne. Ogłoszony przez Komisję Europejską w 2021 roku pakiet „Gotowi na 55" (*Fit for 55*)[24], którego celem jest ograniczenie emisji w UE o co najmniej 55% do 2030 r., był w 2022 roku na etapie tworzenia ustawodawstwa, umożliwiającego przyśpieszenie dekarbonizacji w przemyśle poprzez wycofywanie bezpłatnych uprawnień do emisji (w systemie EU ETS) oraz wprowadzenie mechanizmu dostosowywania cen na granicach z emisjami dwutlenku węgla (ang. *Carbon*

[23] Na podstawie danych PUDS, Indeks cen stali, https://puds.pl/ – dostęp płatny
[24] https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14574-2021-INIT/pl/pdf

Border Adjustment Mechanizm – CBAM)[25]. Sposób wdrożenia planu będzie miał kluczowe znaczenie dla konkurencyjności przemysłu stalowego oraz przyciągnięcia czystych inwestycji na teren UE. Budowane przepisy powinny zapewnić ekonomiczne uzasadnienie transformacji sektora stalowego w Europie w kierunku zielonej gospodarki (ang. *Green Economy*). Pod koniec 2022 r., osiemnaście miesięcy po przedstawieniu wniosku, instytucje Unii Europejskiejw tzw. trilogu (Komisja Europejska, Rada Państw Członkowskich Parlament Europejski) osiągnęły ostateczne porozumienie w sprawie przeglądu EU ETS w unijnej polityce klimatycznej. W porozumieniu uzgodniono nowe zasady obowiązujące do 2030 r., które stanowią okres krytyczny dla absorpcji technologii niskoemisyjnych na skalę przemysłową w sektorze stalowym.

W istniejącym systemie ETS zaplanowano wyższe cele w obszarze redukcji emisji gazów cieplarnianych (w tym CO2) do 2030 r., z poprzedniej -43% w porównaniu do emisji z 2005 r. do -62%. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez szybszą redukcję darmowych uprawnień do emisji dla sektorów objętych EU ETS. Wskaźnik redukcji przydziału wzrośnie z zaplanowanych poprzednio 2,2% rocznie do 4,3% rocznie (w latach 2024-2027) i 4,4% rocznie (w latach 2028-2030). W przypadku sektorów podlegających CBAM (w tym: produkcja żelaza i stali, cementu, aluminium, nawozów, energii i wodoru) uzgodniono znoszenie bezpłatnych uprawnień w latach 2026-2034. W tym czasie CBAM będzie miał zastosowanie wyłącznie do tej części emisji, która nie korzysta z bezpłatnych uprawnień w ramach EU ETS. Eurofero szacował, że aby utrzymać produkcję na poziomie z ostatnich lat, teoretyczna konieczność zakupów uprawnień spowoduje koszty rzędu 2,6 mld EUR rocznie w pierwszym okresie 5-letnim, a w kolejnym okresie aż 9,6 mld EUR. Przy planowanym szybszym wycofywaniu uprawnień, w związku z CBAM, koszty wzrosną nawet do 14 mld EUR (szacunek nie uwzględniał przemian technologicznych w sektorze i zmiennego poziomu cen uprawnień do emisji CO_2 w przyszłości)[26].

Transformacja ekologiczna zagrożona jest także przez konkurencyjną sprzedaż eksportową do krajów trzecich, które nie mają odpowiednika systemu handlu emisjami, na wzór tego który obowiązuje

[25] https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/

[26] Przy założeniu stałej ceny uprawnień na poziomie 60EUR t w pierwszym okresie i 97 EUR/t w drugim okresieEurofer, EU ETS revision: benchmarks and CBAM free allocation phase out. Impact assessment on the EU steel industry.

w UE. Podczas gdy przegląd ETS wprowadza pewne silniejsze zachęty do wdrażania nowych technologii w celu dekarbonizacji przemysłu, z góry określona trajektoria wycofywania bezpłatnych przydziałów grozi wyeliminowaniem dużej części eksportu stali z UE, o wartości 45 mld EUR. W przyszłości Komisja Europejska rozważa możliwość wprowadzenia sprzedaży eksportowej do przepisów CBAM, ale te działania mogą być zbyt opóźnione by przeciwdziałać skutkom ekonomicznym w sektorze stalowym w UE, związanym ze zmniejszeniem eksportu[27].

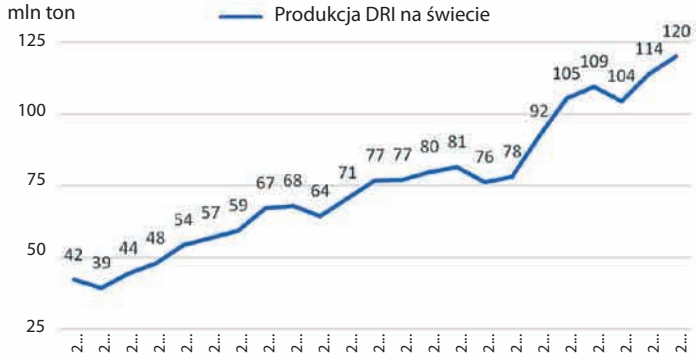
Zainicjowany w polityce UE proces dekarbonizacji sektora stalowego oznacza zmianę technologii i zastąpienie obecnych instalacji procesu zintegrowanego: technologia wielkopiecowa i konwertorowa (ang. *Blast Furnace and Basic OxygenFurnance* – BF+BOF), instalacjami bezpośredniej redukcji żelaza (ang. *Direct Reduced Iron* – DRI) połączonymi z elektrycznym piecem łukowym (ang. *Electric Arc Furnace* – EAF), w skrócie: DRI+EAF. W technologii DRI reduktorem rud żelaza jest gaz ziemny lub wodór. Tak otrzymane żelazo może stanowić następnie wsad do elektrycznych pieców łukowych. Docelowe, najmniej emisyjne rozwiązanie bazuje na wykorzystaniu w procesie redukcji zielonego wodoru, czyli produkowanego w procesie elektrolizy przy użyciu energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Ponieważ obecnie nie istnieją takie możliwości produkcji wodoru na skalę przemysłową, w okresie przejściowym, konieczne jest stosowanie innych rozwiązań np. wychwytywanie i składowanie lub wykorzystywanie emitowanego dwutlenku węgla w celu zmniejszenia śladu środowiskowego (ang. *Carbon Capture and Storage* – CCS), zwiększenie produkcji stali elektrycznej z wykorzystaniem złomu stalowego i/lub dodatku żelaza brykietowanego na gorąco (ang. *Hot Briquetted Iron* – HBI)oraz produkcja DRI oparta na gazie ziemnym.

Technologia DRI jest od kilku dekad już dostępna na świecie i dynamicznie się rozwija. Jednak nie jest ona całkowicie bezemisyjna gdyż wykorzystuje do redukcji inne gazy niż wodór. W 2022 r. produkcja DRI na świecie osiągnęła poziom 120 mln ton[28], co oznacza wzrost o ok. 5% w porównaniu z poprzednim rokiem. Największymi

[27] Eurofer, ETS revision sets stronger incentives for clean technologies uptake, but €45 bn EU steel exports are still at risk, December 2022, https://www.eurofer.eu/press-releases/ets-revision-sets-stronger-incentives-for-clean-technologies-uptake-but-45-bn-eu-steel-exports-are-still-at-risk-says-eurofer/

[28] Szacunek na podstawie wstępnych danych Worldsteel za 12 miesięcy obejmujących ok. 90% produkcji.

producentami w tej technologii były Indie (42 mln ton), Iran (33 mln ton) i Rosja (8 mln ton). Największy przyrost produkcji DRI nastąpił w takich krajach, jak: Katar (+106% w porównaniu z poprzednim rokiem), Libia (+22%) i Egipt (+13%)[29].



Rysunek 4. Produkcja stali z bezpośredniej redukcji żelaza (DRI) na świecie w latach 2000-2022[E]

Źródło: Worldsteel, Steel Statisical Yearboook, https://worldsteel.org/publications/bookshop/ssy_subscription-2022/ – dostęp limitowany (dane za 2022 r. niepublikowane).

Koszt produkcji wodoru z gazu ziemnego zależy głównie od ceny gazu, która jest najniższa w krajach z dostępem do tego surowca. Wodór wytwarzany w procesie elektrolizy to koszt od 50 do 55 kilowatogodzin (kWh) potrzebnych na wyprodukowanie 1 kg wodoru. Zastąpienie węgla wodorem wytwarzanym przy użyciu energii z OZE umożliwiłoby znaczną dekarbonizację przemysłu, jednak przy obecnym poziomie cen czynników wytwórczych podniosłoby to cenę tony stali o około jedną trzecią. Ta różnica może jednak zmniejszyć się w kolejnych latach, ponieważ z jednej strony ceny emisji dwutlenku węgla mogą wzrosnąć w wyniku wycofywanie bezpłatnych uprawnień, a z drugiej malejące koszty energii odnawialnej energii elektrycznej, wzrost wydajności wynikający z produkcji wodoru na większą skalę oraz optymalizacja procesów wytwarzania stali opartych na wodorze obniżą koszty tej alternatywy. Koszt produkcji ekologicznego wodoru spadł o 60% w ciągu ostatniej dekady i wynosił zazwyczaj od 3,6 do 5,3 EUR/kg (stan na koniec 2020 r.)[30]. Na skutek wojny na Ukrainie pod koniec 2022 r. ceny gazu w Polsce były sześciokrotnie wyższe, a energii elektrycznej czterokrotnie wyższe niż dwa lata wcześniej (Rys. 3). Kalkulacje pokazują, że aby

[29] Worldsteel, Steel Statisical Yearboook, dane za 2022 r. nieopublikowane.
[30] Christian Kurrer, The potential of hydrogen for decarbonising steel production, European Parliament Briefing, December 2020, https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/641552/EPRS_BRI(2020)641552_EN.pdf

przemysł był zeroemisyjny i konkurencyjny potrzebny jest zielony wodór w cenie na poziomie ok. 1,5 $/kg, co podniosłoby i tak ceny wyrobów o ok. 15-20% (100$/kg drożej). Jednak przy wprowadzeniu mechanizmu CBAM z ceną uprawnień CO_2 na poziomie ok. 120$/t zachęta do przyspieszenia inwestycji sektora stalowego byłaby większa[31].

Europejski przemysł stalowy może być przemysłowym liderem UE w zakresie głębokich redukcji emisji CO_2. W ciągu najbliższej dekady zaplanowano 60 projektów na skalę przemysłową w większości z zamiarem wdrożenia przed 2030 r. Jednak te czyste technologie wymagają znacznych inwestycji kapitałowych w wysokości około 31 miliardów euro. Całkowite wydatki operacyjne szacuje się na 53 mld euro (prognoza sprzed kryzysu), co daje łącznie 85 mld euro. Decyzje o rozpoczęciu inwestycji powinny zostać podjęte już teraz, chociaż kryzys związany z rosyjską wojną może je opóźnić, jeśli przemysł poniesie straty finansowe. Ponadto przedsiębiorstwa hutnicze muszą mieć w przyszłości zapewniony przez rządy krajów dostęp do odpowiedniej infrastruktury wodorowej oraz dużej ilości, przystępnej cenowo energii niskoemisyjnej (np. jądrowej). Obecnie hutnictwo UE zużywa rocznie około 75 TWh energii elektrycznej, która jest częściowo kupowana z sieci zewnętrznej. Wyprodukowanie ilości wodoru niezbędnych do pełnej dekarbonizacji hutnictwa wymagałoby wzrostu produkcji energii elektrycznej rzędu 20%, a tym samym wymagałoby jeszcze bardziej ambitnego rozwoju produkcji energii odnawialnej w UE, wykraczającej poza zastąpienie obecnej produkcji energii elektrycznej z paliw kopalnych[32].

Aby dokonać koniecznej transformacji technologicznej procesu zintegrowanego w polskim przemyśle stalowym, niezbędne są inwestycje warte kilka-kilkanaście miliardów złotych. W przeciwnym razie, w perspektywie najbliższych lat zdolności produkcyjne stali surowej w Polsce mogą się zmniejszyć o kolejne 4 miliony ton. Wśród 60 ogłoszonych projektów w UE, 4 znajdują się w Polsce: 3 w Ostrowcu Świętokrzyskim (huta z piecem EAF produkcja ze złomu) oraz 1 w Dąbrowie Górniczej (huta z wielkim piecem). Projekty tych inwestycji dotyczą m.in. efektywności energetycznej oraz zmniejszenia emisji (*Carbon Direct Avoidance* – CDA). Utrzymanie produkcji stali w Polsce na obecnym poziomie przy stosowaniu technologii

[31] Kalkulacje ArcelorMittal Argus, Green steel needs hydrogen price below $2/kg, June 2022, dostęp online: https://www.argusmedia.com/en/news/2340240-green-steel-needs-hydrogen-price-below-2kg

[32] *Eurofer, Low-CO_2 emissions projects in the EU steel industry*, Published: May 2022. update: November 2022. https://www.eurofer.eu/issues/climate-and-energy/maps-of-key-low-carbon-steel-projects/

DRI będzie jednak wymagać ok. 400 tys. ton wodoru rocznie oraz dodatkowych 22 TWh energii elektrycznej (do elektrolizy wodoru i nowych pieców EAF)[33].

Polityka mająca na celu zeroemisyjną produkcji stali będzie również wspierać produkcję wtórną, dlatego walka o pozyskanie już zdekarbonizowanego złomu stalowego na rynku globalnym będzie się nasilać. W ostatnich latach wyższe stawki frachtu morskiego przyczyniły się do deglobalizacji zakupów. Jednocześnie nastąpił wzrost popytu na złom na Bliskim Wschodzie i w Afryce Północnej, który był napędzany dążeniem do dekarbonizacji, a niektóre zakłady ogłosiły zamiar podwojenia lub potrojenia produkcji w ciągu najbliższych pięciu lat[34]. Tymczasem, biorąc pod uwagę te okoliczności, Unia Europejska zastanawia się nad ograniczeniami eksportu złomu. W marcu 2023 r. Komisja Europejskaprzedstaw i dokument o surowcach krytycznych (*The Critical Raw Materials Act – CRMA*). Nowe prawodawstwo będzie miało na celu zapewnienie wystarczających dostaw materiałów, w tym pierwiastków ziem rzadkich, niklu, manganu, miedzi, aluminium, złomu żelaznego i tkanin z włókna szklanego, które będą miały nadrzędne znaczenie dla zielonej i cyfrowej transformacji UE. Jeśli ustawa zostanie uchwalona, zostanie wdrożona przez okres trzech lat, dając przedsiębiorstwom czas na dostosowanie się. Europa jest obecnie zbyt zależna od importu pierwiastków ziem rzadkich z krajów Azji, zwłaszcza z Chin i Indonezji, które w zależności od własnej polityki wprowadzają drastyczne ograniczenia eksportowe. Natomiast złom jest najczęściej eksportowanym strumieniem odpadów z UE do krajów trzecich (59% w 2021 r. według Eurostatu). W perspektywie krótkoterminowej CRMA musi zapewnić dostęp do wszystkich krytycznych materiałów, w dłuższej perspektywie UE musi zwiększyć krajowe zdolności produkcyjne i przetwórcze kluczowych surowców w Europie[35].

5. Podsumowanie

Proces transformacji energetycznej i dekarbonizacji przemysłu stalowego w UE realizowany jest od wielu lat, lecz z początkiem drugiej dekady obecnego wieku uległ nasileniu (przytoczony w pracy

[33] Szacunek HIPH.

[34] Fastmarket: Ross Yeo, Andrew Wells, Five things we learnt at the 2022 Middle East Iron & Steel conference in Dubai, December 2022, dostęp limitowany.

[35] Eurofer, Ensuring access to critical materials for steel and wind sectors essential for EU clean-tech economy, styczeń 2023, https://www.eurofer.eu/press-releases/ensuring-access-to-critical-materials-for-steel-and-wind-sectors-essential-for-eu-clean-tech-economy/

Fit for 55). Aby produkować stal w technologiach o niskiej emisji $CO_{2,}$ huty potrzebują infrastruktury, kapitału i wsparcia ze strony instytucji rządzących. Europejska stal może być rentowna, lecz potrzebuje równych szans z globalnymi konkurentami oraz środków po stronie popytu, aby zwiększyć jej popularność na rynku. Kluczową kwestią dla umożliwienia prowadzenia projektów inwestycyjnych w UE na tak ogromną skalę będzie również wprowadzenie CBAM (*Carbon Border Adjustment Mechanism*) – rodzaj granicznego podatku na granicach z uwzględnieniem emisji CO_2, stanowiącego dochód dla UE. Jednak przez okres 3 lat będzie obowiązywało jedynie raportowanie (bez faktycznych opłat) a w obecnych przepisach jest przewidziane zakończenie trwającej ochrony rynku stalowego przed nadmiernym importem (ang. *Safeguard*) w połowie 2024 r. pod koniec 2022 r. został uruchomiony przegląd środków Safeguard z możliwością wcześniejszego zniesienia ochrony, co mogłoby w obecnej sytuacji zatrzymać procesy dekarbonizacyjne w UE.

Polski przemysł stalowy będąc częścią przemysłu UE przystąpił do planowania nowych inwestycji technologicznych. Dwa przedsiębiorstwa: Celsa Huta Ostrowiec i ArcelorMittal Poland są uczestnikami projektów dekarbonizacji przemysłu według stanu na koniec 2022 roku. Huty w Polsce są potrzebne, gdyż gospodarka zużywa rocznie ok. 13-15 mln ton wyrobów stalowych przy produkcji stali surowej wynoszącej ok. 8 mln ton. W 2022 roku, z powodu kryzysu energetycznego i ekonomicznego (w tym skutków wojny w Ukrainie) produkcja stali w Polsce spadła do poziomu 7,5 mln ton. Kryzys zamroził inwestycje a największe przedsiębiorstwo hutnicze wyłączało część mocy produkcyjnych. Stal w Polsce będzie dodatkowo potrzebna, aby zdywersyfikować źródła energii. Przed Polską bowiem ogromne stalochłonne inwestycje w energetyce morskiej, wiatrowej i innej.

5

Jadwiga Dyktus

PROJEKT WALCOWNI CIAGŁEJ RUR W SIEMIANOWICACH ŚLĄSKICH PRZYKŁADEM ZMARNOWANEJ SZANSY INWESTYCJI POTRZEBNEJ DLA POLSKIEJ GOSPODARKI

1. Wstęp

Z przebiegu projektowania, realizacji budowy oraz finansowania i zarządzania projektem Walcowni Ciągłej Rur początkowo przez Hutę „Jedność" i kolejny podmiot, powołany do życia dla kontynuacji tej inwestycji przy problemach finansowych Huty, tj. Walcownię Rur „Jedność" sp. z o.o. w Siemianowicach Śląskich wynika, że istnieje przynajmniej sześć krytycznych warunków sukcesu każdego przedsięwzięcia inwestycyjnego o dużej skali i znaczeniu:

PROJEKT musi być profesjonalnie zweryfikowany pod kątem zapotrzebowania rynku na zaplanowaną produkcję i uwzględniający prognozy zmian na rynku.

FINANSOWANIE projektu inwestycyjnego powinno zakładać nie tylko dostępność długoterminowych źródeł finansowania, ale także brać pod uwagę własny poziom kapitału oraz mieć bezpieczną relację długu do kapitału własnego.

ODPOWIEDNI CZAS – na planowanie projektu i podejmowanie decyzji(wejście z produktem w odpowiedni moment rozwoju rynku, tzw. wariant awaryjny wdrażany w koniecznym czasie) oraz terminowa realizacja projektu, przy stale pilnowanym na każdym etapie inwestycji budżetem, nie tylko ocenianym na finiszu projektu.

OTOCZENIE projektu, czyli świadomość prawnych ograniczeń oraz ryzyk zmian warunków funkcjonowania przedmiotu projektu w czasie, wybór do realizacji projektu silnych gospodarczo partnerów. Podmiot gospodarczy podejmujący się dużej inwestycjij ako inwestor powinien analizować zmiany otoczenia projektu (rynku,

prawnych i finansowych uwarunkowań) także w trakcie realizacji inwestycji a nie tylko przed jej rozpoczęciem.

LIDER PROJEKTU – podjęciu decyzji o realizacji projektu powinna towarzyszyć przemyślana decyzja o ustanowieniu Lidera Projektu. Powinna to być osoba o silnym autorytecie, kompetentna z odpowiednim doświadczeniem, oceniana i motywowana przez w oparciu o przejrzyste wskaźniki, nie może być nim osoba eksperymentująca swoje pierwsze rozwiązanie na projekcie o dużej skali.

ODPOWIEDZIALNOŚĆ – to cecha dotycząca nie tylko Lidera Projektu, ale także Właściciela spółki realizującej projekt, zwłaszcza projekt o długoterminowych skutkach. Chodzi o odpowiedzialność za podjęcie realizacji projektu, za spłatę zaciągniętego długu i kolejno efekty z realizacji przedsięwzięcia. Odpowiedzialność wiąże się z zarówno z podejmowaniem decyzji, jak i z ich zaniechaniem. Skutki tych samych decyzji podjętych w czasie odpowiednim i ze zwłoką różnią się przy projektach o dużej skali istotnie.

Żaden z sześciu wymienionych wyżej krytycznych warunków powodzenia projektu inwestycyjnego w przypadku siemianowickiej Walcowni Ciągłej Rur nie wystąpił na odpowiednim poziomie, a niektórych w ogóle zabrakło. Przewlekłość decyzji i „protezy" rozwiązań problemów projektu zniszczyły całkowicie szanse inwestycji potrzebnej dla polskiej gospodarki i Miasta Siemianowice Śląskie.

2. Historia Huty „Jedność" i siemianowickiego projektu „Walcownia Ciągła Rur"

Początki rozwoju Miasta Siemianowice Śląskie w I połowie XIX w. ściśle związane są z wybudowaną w latach 1836-1839 r. przez niemieckiego przedsiębiorcę na bazie brytyjskiej technologii huty żelaza i stali [1]. Pierwszy spust surówki nastąpił w 1839 r. a w następnych dwóch latach już ruszyła produkcja wyrobów walcowni (blach, szyn). Po 1844 roku była świetna koniunktura, Huta ciągle rozbudowywała się, zbudowano osiedla robotnicze wokół huty [2]. Huta była jakby centrum miasta, które rozrastało się wokół niej. W 1870 r. jej właściciel Hugo I Hencel von Donnersmark (był właścicielem Bytomia i Siemianowic) kupił Hutę Królewską w Chorzowie – największego konkurenta siemianowickiej Huty. Liczba mieszkańców Siemianowic Śl. wzrosła z 700 osób do 7500.

W 1922 r. odbył się plebiscyt na Śląsku i Siemianowice Śl. zostały po polskiej stronie. Kolejno, wybuch II wojny światowej zatrzymał rozwój Huty w 1939 r., która pracowała na rzecz hitlerowskiego przemysłu zbrojeniowego [3].

Po 1945 r. Hutę włączono w poczet strategicznych przedsiębiorst w mających za zadanie udział w odbudowie Polski ze zniszczeń wojennych. Załoga pracowała po 12 godzin i dłużej. Rozpoczęła się także modernizacja huty, powstał nowy wydział – rurownia Innocenti. Unowocześniono główny wydział tzw. Mannesmanna, rozpoczęto produkcję rur kwasoodpornych. W 1948 r. Hucie nadano nazwę „Jedność" zamiast dotychczasowej Huta „Laura".

W latach 60. zakupiono linie do produkcji rur wiertniczych i uruchomiono ciągłe odlewanie stali. Powstał też nowy wydział ciągarni rur bez szwu. Zatrudnienie wyniosło 5000 osób, Huta miała dobry okres na rynku i dbała o rozwój miasta, wybudowała 1200 mieszkań, przychodnie, przedszkola, szkoły przyzakładowe i ogólne oraz infrastrukturę rekreacyjno-sportową. Huta miała także swój udział w budowie siemianowickiego Centrum Oparzeniowego. W latach 70. rozwijała się działalność socjalna, huta posiadała ok. 20 ośrodków wczasowych w atrakcyjnych turystycznie miejscach [4].

W lipcu 1977 roku Komisja Planowania przy Radzie Ministrów podjęła decyzję o budowie ze środków centralnych Walcowni Ciągłej Rur (WCR) w Hucie „Jedność" S.A. Podstawą tej decyzji był przygotowany przez Hutę Jedność strategiczny projekt rozwojowy Huty, którego realizację uznano za priorytetowy także dla polskiej gospodarki zaopatrującej się w rury głównie z importu. Projekt zakładał zdolność produkcyjną WCR na 400-450 tys. Mg/rok i rozpoczęto jego realizację w 1978 roku, przeznaczając na ten cel 40 ha powierzchni. Produkcja rur stalowych bez szwu miała ruszyć w 1982 roku. Wyburzono osiedle robotnicze, zniwelowano teren, podpisano kontrakt z niemieckim dostawcą Mannesmann Demag AG, rozpoczęły się dostawy urządzeń, składowane w nowych halach specjalnie zbudowanych pod tzw. magazyn inwestycji.

Początek tzw. Dekady Edwarda Gierka (1970-1980) został zapamiętany przez Polaków jako okres wyjątkowego sukcesu gospodarczego. W latach 1971-1973 średnie tempo wzrostu PKB przekraczało 7% a produkcji przemysłowej 10%. Podobnie szybko rosły realne wynagrodzenia, co miało pozytywne przełożenie na poziom życia. Koniec lat 70. rozpoczął okres załamania gospodarczego, ale dynamicz-

nie rósł import zachodniej technologii, w tym licencji i uzależnienie polskiej gospodarki od importowanych surowców, półproduktów i części zamiennych, bez których utrzymanie produkcji było niemożliwe. W szczycie okresu przeinwestowania (rok 1975) maszyny i sprzęt transportowy odpowiadały za 38,5% importu Polski z krajów zachodniej Europy [5]. W 1979 r. zadłużenie zagraniczne przekroczyło 22 mld dolarów, było ponad trzykrotnie wyższe niż roczne wpływy z eksportu. Coraz bardziej dotkliwe było dla gospodarki uzależnienie od importu i wzrost długu zagranicznego, co doprowadziło do poinformowania przez Polskę w marcu 1981 roku swoich kredytodawców, że Polska nie jest w stanie dłużej obsługiwać zadłużenia zagranicznego i wnioskuje o odroczenie spłat rat. Wprawdzie tylko 20% otrzymanych w latach 70. kredytów przeznaczono na wzrost mocy wytwórczych a główna część zagranicznego zadłużenia, czyli około 65% była skutkiem zakupów importowych surowców i materiałów do produkcji [6].

W 1980 roku wstrzymano realizację siemianowickiej walcowni, jak wiele innych inwestycji przemysłowych, co było spowodowane poziomem zadłużenia kraju. Walcownia w chwili wstrzymania inwestycji posiadała już ok. 25% dostaw urządzeń z importu. Na sfinansowanie zakupu maszyn od firmy Mannesmann, a także odszkodowanie z tytułu zerwania kontraktu i późniejsze utrzymanie zakupionego majątku, Huta „Jedność" otrzymała w 1981 roku kredyt ze środków dedykowanych podmiotom, które uruchomiły realizację inwestycji centralnych, czyli dofinansowanych z budżetu państwa, ale nie mogły ich ukończyć z powodu decyzji rządowej. Zgodnie z Uchwałą nr 227 Rady Ministrów z 19.12.1985 r. dotychczasowi inwestorzy inwestycji zaniechanych zostali zobowiązani do pełnienia nadzoru nad placami budów tych inwestycji, konserwowania maszyn i urządzenia oraz wykonywania niezbędnych prac zabezpieczających – do czasu wznowienia inwestycji bądź zagospodarowania lub likwidacji majątku z placów budów [7].

Po 1989 roku zapotrzebowanie na rury z Huty Jedność spadło, bo Polska zaopatrywała się w coraz szerszym zakresie w rury importowane. Huta Jedność podjęła współpracę z EBOiR [8] w ramach programu „Stabilizacja, restrukturyzacja, prywatyzacja". Uruchomienie tego finansowania tak przedłużało się, że zmusiło to Hutę Jedność do zawarcia ugody z wierzycielami w 1994 roku. Przekształcono przedsiębiorstwo państwowe Huta „Jedność" w spółkę Skarbu Państwa i w 1995 roku wydano część akcji Huty jej wierzycielom.

Kolejno zaczęto wydzielać spółki z Huty, ale one szybko miały również problemy finansowe, bo przejmowały pracowników z Huty a Huta tym spółkom nie płaciła za wydzieloną im produkcję i usługi. Utworzone przez Hutę „Jedność" spółki były zbyt słabe finansowo, żeby móc kontynuować działalność Huty w tej nowej formie.

W budowie walcowni WCR, której ciągle montażu urządzeń nie uruchomiono, wszyscy upatrywali jedyną nadzieję, żeby podtrzymać, przy udziale PGNiG zmodernizowany wydział rur wiertniczych Huty Jedność, uzupełniając majątek o nową linię tych rur, również od firmy Mannesmann.

Inwestycję WCR popierali parlamentarzyści i lokalni politycy z różnych ugrupowań partyjnych, związki zawodowe starały się o poparcia dla niej w organach rządowych, ale niewiele to zmieniało w realiach finansowych Huty.

Realizację projektu walcowni wznowiono na podstawie uchwały Rady Ministrów z 1995 roku z ograniczeniem potencjału planowanej walcowni do 150-160 tys. Mg/rok. Ograniczenie zdolności produkcyjnej inwestycji z 400-450 tys. Mg/rok (czyli do 1/3 wielkości planowanej) wynikało ze zmian otoczenia prawnego hutnictwa w stosunku do momentu podjęcia decyzji o uruchomieniu budowy WCR w Hucie „Jedność" w 1978 r. Przedmiot tego artykułu nie obejmuje szczegółów tego zagadnienia, ale istotne kwestie warto zaznaczyć. Istotny wpływ na powodzenie projektu kontynuacji WCR miało zawarcie Układu Europejskiego ustanawiającego Stowarzyszenie między Rzecząpospolitą Polską z jednej strony, a Wspólnotami Europejskimi i ich Państwami Członkowskimi, z drugiej (dokument zawarty w Brukseli dnia 16 grudnia 1991 r.) [9] ograniczające go kolejno interwencje pomocowe państwa oraz zobowiązania ograniczenia produkcji przy szerokiej akceptacji dla tzw. bezpośrednich inwestycji zagranicznych.

Przygotowywane do 2003 roku przez Polskę Programy Restrukturyzacji Hutnictwa obejmowały zamierzenia inwestycyjne i restrukturyzacyjne podmiotów hutniczych a co do Huty „Jedność" postanowiono, że będzie podlegać likwidacji. Co było warunkiem uniemożliwiającym spółce otrzymanie pomocy i nie została uznana za potencjalnego beneficjenta. Ponadto wyraźnie stwierdzono, że kontynuacja działalności Huty jest realna tylko w przypadku pokonania obecnych trudności finansowych bez publicznej pomocy finansowej [10].

Z uwagi na konieczność zbudowania nowego systemu finansowania inwestycji, powołano w konsekwencji w 1995 roku spółkę pod nazwą Walcownia Rur Jedność sp. z o.o., której udziałowcami zostali: Huta „Jedność", Stalexport SA, PIW ENPOL Sp. z o.o. oraz Bank Śląski S.A. pierwotnie inwestując 40 tys. zł w kapitale zakładowym, po 10 tys. zł każdy z udziałowców. Głównym przedmiotem działalności Spółki było prowadzenie rozpoczętej w 1977 roku budowy walcowni ciągłej rur o docelowej rocznej zdolności produkcyjnej 150-160 tys. Mg rur stalowych, a po zakończeniu inwestycji, prowadzenie na oddanych obiektach działalności produkcyjnej.

Każdy z czterech założycieli WRJ posiadał 25% udziałów w spółce WRJ i spodziewał się osiągnięcia konkretnych korzyści. Huta Jedność S.A., w związku z tym, że planowano jej zamknięcie, liczyła na miejsca pracy dla zwalnianych pracowników. Spółka Stalexport na mocy umowy miała zapewnioną wyłączność na sprzedaż prawie całej produkcji rur. ENPOL miał uzyskać korzyści z wykonania projektu i budowy walcowni. Bank Śląski chciał zapewnić sobie bezpośredni nadzór nad spółką i finansowaną inwestycją poprzez reprezentację w Radzie Nadzorczej. Ponadto wszyscy udziałowcy mieli partycypować w przyszłych zyskach WRJ.

Jednym z głównych założeń inwestycji WRJ było maksymalne wykorzystanie w toku projektowania i realizacji inwestycji urządzeń już wcześniej dostarczonych przez Mannesmann Demag AG dla Huty Jedność. Zawarta w 1995 roku przez WRJ umowa z ENPOL obejmowała swym zakresem wykonanie prac projektowych, dostaw, robót budowlano-montażowych oraz uczestnictwo w rozruchu walcowni, opracowanie dokumentacji urządzeń w oparciu o dane przygotowane przez Mannesmann Demag AG, jak również dostarczenie urządzeń i wykonanie prac nie wchodzących w zakres dostaw Mannesmann Demag AG. W umowie z ENPOL nie została jednak określona kwotowo wartość usługi a jedynie zakres rzeczowy jej przedmiotu. Nie wskazano w umowie także czasookresu realizacji robót. Termin zakończenia budowy, z 24-miesięcznym cyklem jej trwania, spółka określiła w 1997 r. na III kwartał 1999 r. W kolejnych harmonogramach budowy, termin zakończenia inwestycji był trzykrotnie zmieniany i ostatecznie ustalono zakończenie budowy na koniec grudnia 2001 r., co oznaczało wydłużenie cyklu do 54 miesięcy (licząc tylko okres od 1995 roku, czyli okres od powołania spółki WRJ, pomijając budowę WCR przez Hutę Jedność). Na koniec września 2001 r. zaawansowanie rzeczowe i finansowe budowy walcowni ciągłej rur

wynosiło ok. 86-95%. Przy planowanej wartości kosztorysowej tego zadania określonej w lipcu 1996 r. na kwotę 380,6 mln zł, poniesione od początku budowy do września 2001 r. nakłady ogółem wyniosły 522,2 mln zł. Przy czym całkowity koszt budowy określony został na kwotę 544,6 mln zł [11].

Niewywiązywanie się udziałowców z przyjętych na siebie zobowiązań w zakresie dokapitalizowania Spółki i niezbudowanie przez WRJ kapitału zakładowego w terminach i kwotach wynikających z umów kredytowych było główną przyczyną wstrzymania kredytowania przez Banki, a następnie wstrzymania realizacji inwestycji.

W maju 1996 r. WRJ zawarł kontrakt z Mannesmann Demag AG na dostawę urządzeń dla walcowni ciągłej rur budowanej na bazie projektu i pod nadzorem tego dostawcy. W 1996 r. WRJ uzyskał także pożyczki od NFOŚIGW i WFOŚiGW w kwocie 135 mln zł, w 1997 r. otrzymał pozwolenie budowlane na realizację inwestycji, Huta Jedność przekazała aport rzeczowy w postaci gruntu i dotychczasowych dostaw urządzeń od Mannesmann, WRJ podpisał umowy kredytowe z konsorcjum banków dzięki ich poręczeniu w 45% przez Skarb Państwa i w grudniu 1997 roku podpisano nowy kontrakt z Mannesmann Demag AG i Ingelectric GmbH. Ustalono, iż w ramach inwestycji wykorzystane zostaną uprzednio dostarczone do Huty Jedność przez firmę Mannesmann urządzenia, ale wykorzystana będzie nowsza technologia MRK-AR.

Budowę WCR przez WRJ uwzględniały też rządowe dokumenty – „Programy restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza i stali w Polsce" przyjęte przez Radę Ministrów w czerwcu 1998 r. (i kolejny w czerwcu 2001 r.). Mimo tego, krytyczny dla utraty szansy zbudowania stabilnego kapitału WRJ był właśnie rok 1998, kiedy Huta „Jedność" nie mogła wywiązać się z udziału w dokapitalizowaniu WRJ ze względu na gwałtownie pogarszającą się sytuację ekonomiczną i utratę płynności finansowej a jednocześnie Mannesmann Demag i Stalexport wycofały się z udziału w dokapitalizowaniu WRJ. Angażowanie kapitałowe Stalexportu w WRJ nie zostało zaakceptowane przez EBOiR, który przejął nad spółką w 1998 roku kontrolę kapitałową i z udziałem 31% stał się największym akcjonariuszem Stalexportu po Skarbie Państwa [12].

Te zdarzenia były istotnie negatywne dla oceny sytuacji przez kredytodawców, ponieważ WRJ stracił zainteresowanie tzw. aktywnych podmiotów, realnie zaangażowanych w projekt. Wspólnicy WRJ

pozyskiwani w zastępstwie tych trzech firm aktywnych przystępowali do kapitału WRJ w odpowiedzi na ofertę jej Zarządu mocno popieraną przez przedstawicieli Ministerstwa Gospodarki i Ministerstwa Skarbu Państwa. W konsekwencji nowi udziałowcy próbowali w różny sposób zabezpieczać swoje interesy i ograniczać ryzyko strat poprzez:

- lokowanie środków wpłacanych na podwyższenie kapitału na blokowanych rachunkach bankowych i ich zwalnianie po zaistnieniu określonych warunków;
- pokrywanie udziałów w kapitale aportami np. w postaci wymagalnych (często trudno ściągalnych) wierzytelności, weksli a nie w formie wpłat gotówkowych;
- wycofywanie się z pierwotnie deklarowanych kwot wpłacanych środków i ograniczanie ich do minimum;
- opóźnianie realizacji deklaracji przez żądanie zmian umowy spółki z ograniczeniem odpowiedzialności wspólników.

Zwiększające się potrzeby finansowe prowadzonej inwestycji wymagały pozyskania zarówno nowych wspólników, jak i nowych źródeł finansowania. Obecni (wg stanu na marzec 2023 r.) wspólnicy i ich zaangażowanie w kapitał zakładowy WRJ są konsekwencją kolejnych podwyższeń kapitału jakie miały miejsce w latach 1996-2003. Lista udziałowców obejmuje po 10 dokapitalizowaniach szesnaście podmiotów: TFS, ENPOL, PGNiG, Fundacja Kulczyk, CZW Węglozbyt, Gdańska Stocznia Remontowa, KGHM ZANAM, Weglokoks, Budus, Energoinstal, Huta Jedność, ARP, Stalexport, ING oraz spółka WRJ. Serwis utworzona w 2001 roku z przekształcenia Zakładu Usług Energomechanicznych Huty Jedność. Udziałowcami kolejnej spółki związanej z umożliwieniem kontynuowania budowy walcowni przez WRJ była WRJ Serwis spółka z o.o., której udziałowcami zostali: TFS (54,66%), ENPOL (36,77%), Complex (8,29%) i Huta Jedność (0,28%).

Pierwotnym celem powstania spółki WRJ Serwis była realizacja części projektu WCR (linii wykańczania) i zapewnienie spółce WRJ lepszych możliwości kredytowania (przeniesienie części ryzyka i wykorzystanie majątku drugiej spółki na zabezpieczenia długów WRJ). Prac inwestycyjnych WRJ Serwis nie podjął, natomiast po zaprzestaniu przez Hutę Jedność działalności produkcyjnej w ciągarni rur ciągnionych w 2004 r. WRJ Serwis korzystał z majątku wydzierżawionego od Huty Jedność i przejął jej produkcję rur ciągnionych na zimno. Kolejno, przedsiębiorstwo spółki WRJ Serwis zo-

stało przewłaszczone na zabezpieczenie przez ING Bank Śląski SA, który pobierał pożytki z dzierżawy celem spłaty długu udzielonego Hucie Jedność. Ponadto spółka WRJ Serwis, wówczas pod kontrolą ENPOL nabyła od Huty Jedność 9/10 praw użytkowania wieczystego nieruchomości i praw własności budynków posadowionych na tym gruncie przy ul. Stalmacha 8 w Siemianowicach Śląskich. Do transakcji zostały wykorzystane wierzytelności od Huty Jedność, które wniósł do WRJ Serwis jako aport ENPOL (był także wierzycielem Huty Jedność). WRJ Serwis na zasadzie współwłasności z WRJ korzystał również z pozostałej 1/10 nieruchomości, która stanowiła aport wniesiony na kapitał WRJ. Współwłasność nie była oznaczona w konkretnych częściach, koszty jej utrzymania ponosił głównie WRJ Serwis, jako solidarnie odpowiedzialny podmiot przed Urzędem Miasta z tytułu podatku od nieruchomości lub opłaty za wieczyste użytkowanie gruntu. Temat rozszerzenia zaangażowania ENPOL o kontrole nad własnością nieruchomości, na której posadowiono WCR był publicznie negatywnie komentowany jako kolejne działanie ENPOL uzależniające realność projektu od jego działań [13].

Realizację projektu WCR przerwano w 2001 r., z powodu blokady finansowania projektu w dniu 30.01.2000 r. przez Konsorcjum Banków. Uznaje się, że wykonano ok. 86-95% przedmiotu projektu a mimo to spółka WRJ nigdy już nie dokończyła inwestycji. Dostawy urządzeń zostały zrealizowane. Wówczas w 2001 r. rozpoczął się 1,5-roczny okres, kiedy to co kilka miesięcy Zarząd WRJ był zobowiązany przedstawiać bankom i wspólnikom WRJ nowe biznesplany dla budowanej walcowni. Na posiedzeniach Konsorcjum Banków, zawsze któryś bank wetował zmiany i oczekiwano kolejnych zmian dokumentacji na kolejne posiedzenia. Po prywatyzacji banków, Bank Śląski został kupiony przez międzynarodową grupę finansową ING z kapitałem m.in. holenderskim, francuskim, niemieckim. Domniemywano wówczas, że WRJ konkurował z jednym z europejskich klientów banku. Po wypowiedzeniu w 2001 r. finansowania przez banki WRJ złożył pozew sądowy w przedmiocie zerwania umowy, który uznawał za sprzeczny z umową i narażający go na straty. Jednocześnie WRJ żądał od banków przywrócenia możliwości korzystania z kredytowania. Spór i utrata wzajemnego zaufania pogrążyły relacje WRJ z bankami.

Rok 2001 to pełne zatrzymanie realizacji projektu. Plac budowy nowej walcowni został zamknięty przez ENPOL i wynajęta przez niego służba ochrony uniemożliwiała wejście przedstawicielom WRJ,

który był inwestorem, na teren budowy. Rozpoczęły się sprawy sporne pomiędzy ENPOL i WRJ, którymi zainteresowali się parlamentarzyści i prokurator [14].

Sytuacja Huty „Jedność" stale pogarszała się. W 2002 roku zaległości płacowe Huty Jedność obejmowały 6-miesięczne wynagrodzenia. Wybuch społeczny, palone opony pod ratuszem Miasta Siemianowice Śląskie i protesty tłamszone przez policję objęły ponad 1000 pracowników Huty Jedność. Ówczesny Prezydent Miasta w celu chwilowego uspokojenia niepokojów pracowników wypłacił zapomogi dla załogi Huty ze środków budżetu miasta.

Załodze Huty Jedność ciągle budowano nadzieję przekazując informację, że już niedługo ruszy nowoczesna walcownia i zostaną zatrudnieni, prowadzono szkolenia pracowników Huty i nabór kadry kierowniczej do WRJ, posłowie i politycy lokalni składali interpelacje do Sejmu i Senatu. Temat walcowni opisywano powszechnie w prasie.

W 2003 roku ogłoszono upadłość Huty „Jedność", a projekt WCR realizowany po Hucie „Jedność" przez WRJ nie był już kontynuowany. Spółki Huty nadal nie płaciły pracownikom, bo Huta nadal nie regulowała wobec wszystkich wierzycieli zobowiązań. Jednocześnie w marcu 2003 r. wygasły wszystkie gwarancje kontraktowe na zakupy inwestycyjne od Mannesmann dla WRJ. Prokuratura wszczęła w 2002 roku dochodzenie przeciwko Zarządowi WRJ i ENPOL w przedmiocie nieprawidłowości związanych z realizacją inwestycji, w tym jej rozliczaniem (postępowanie zostało umorzone w 2010 r.).

W okresie 2004-2005 instytucje finansowe – najpierw WFOŚiGW, kolejno Konsorcjum Bankowe i NFOŚiGW dokonały wypowiedzeń wszystkich umów pożyczek i kredytów. Ostatecznie kapitał zakładowy WRJ po 10-krotnym jego podnoszeniu w trakcie realizacji projektu walcowni wyniósł 220 mln zł, przy zobowiązaniach spółki blisko 3-krotnie wyższych.

Cały majątek rzeczowy WRJ został obciążony zastawami rejestrowymi, hipoteką obciążone zostało prawo współwłasności nieruchomości przy Stalmacha 8 posiadane przez WRJ w 1/10 wraz z 9/10 części prawa współwłasności nieruchomości będącej aktywem WRJ Serwis. Zabezpieczenia majątku powstawały w różnych okresach porządku prawnego. Obciążeń majątku dokonały instytucje pożyczkowe i kredytodawcy, wykonawcy inwestycji, ZUS, Urząd Skarbowy, Miasto Siemianowice Śląskie. Oba podmioty realizujące projekt

WCR – Huta „Jedność" i WRJ straciły zdolność do kontynuowania działalności. Wnioski o upadłość likwidacyjną i układową były oddalane przez sąd ze względu na brak majątku WRJ wolnego od obciążeń. Upadłość likwidacyjna WRJ otwarta w styczniu 2008 roku została umorzona w czerwcu 2010 roku.

3. Zadanie naprawy projektu realizowane przez Towarzystwo Finansowe Silesia

Historia projektu siemianowickiej Walcowni Ciągłej Rurtrwała blisko 27 lat, począwszy od decyzji Huty Jedność o rozpoczęciu w 1978 r. projektu jako inwestycji centralnej współfinansowanej z budżetu państwa, po wstrzymaniu w 1980 r., kolejno – próbie reanimacji projektu przez zainteresowane inwestycją podmioty (Huta „Jedność" i wierzyciele) w ramach nowej spółki WRJ sp. z o.o., która rozpoczęła kontynuację inwestycji w 1997 r. przerywając inwestycję w 2001 roku ze względu na wstrzymanie jej finansowania przez Konsorcjum Banków, a zamknęło projekt definitywnie wypowiedzenie umów przez wszystkie instytucje finansowe w okresie do 2005 roku.

Zaangażowanie TFS w projekt WRJ w okresie od 2001 roku do zatrzymania tej inwestycji w 2005 roku polegało na udziale w procesie budowania kapitału spółki WRJ oraz WRJ Serwis, udzieleniu poręczeń dla funduszy WFOŚiGW i NFOŚiGW.

W 2001 r. spółka TFS udzieliła gwarancji do kwoty 5 mln zł w odniesieniu do pożyczki wynoszącej 20 mln zł. Spółka WRJ uzyskała przedmiotową pożyczkę w 1999 r. od WFOŚiGW. Następnie, także w 2001 r. TFS udzieliło gwarancji do kwoty 50 mln zł w odniesieniu do pożyczki udzielonej dla WRJ w 1996 r. przez NFOŚiGW wynoszącej 115 mln zł. W 2002 i 2003 roku w wyniku szeregu transakcji TFS nabyło 40,7% udziałów w kapitale WRJ i następnie dokonało interwencji kapitałowych w spółce WRJ-Serwis w 2003 r., w celu uzyskania udziału większościowego, co miało umożliwić przejęcie kontroli nad projektem WRJ, poprzez decydujący wpływ na możliwość dysponowania 9/10 części nieruchomości siemianowickiej. Udziałowcy spółki WRJ Serwis wyrazili zgodę na objęcie jej udziałów przez spółkę TFS. Nominalna wartość udziałów wynosiła 7,9 mln zł, ale TFS objęła udziały głównie w zamian za wierzytelności należne TFS od Huty Jedność. Ponadto TFS w zamian za udziały wniosła gotówkę (0,9 mln zł) i aport w postaci wsadu materiałowego – rury z Walcowni Rur Andrzej (WRA) do dalszego przerobu przez WRJ Serwis o wartości 0,45 mln zł.

W 2004 i 2005 TFS, bank ING i Stalexport współpracowali w celu pozyskania inwestora dla WRJ. Przygotowywane były również plany restrukturyzacji zadłużenia WRJ w dwóch niezależnych grupach (TFS i ENPOL) oraz banki i fundusze środowiskowe. W październiku 2005 roku TFS podpisał w uzgodnieniu z Konsorcjum Banków i Stalexport-em umowę z firmą Sinara – spółką celową koncernu rosyjskiego TMK, nie dającą gwarancji dokończenia budowy walcowni [15, 16] i o konstrukcji uznanej przez ENPOL za wadliwą prawnie. W tym samym czasie Białoruskie Zakłady Metalurgiczne (BMZ) [17] od marca 2005 roku budowały w Żłobinie nowoczesną walcownię rur bez szwu. Zamiary stron umowy obejmowały w pierwszym jej etapie doprowadzenie do sprzedaży prawa 9/10 współwłasności do nieruchomości siemianowickiej wykorzystując siłę głosu TFS na zgromadzeniu wspólników WRJ Serwis za symboliczną kwotę, nieadekwatną w żaden sposób do wartości nieruchomości, co tylko sparaliżowałoby proces kolejnych transakcji i restrukturyzacji długów przez spory dot. naniesień na obcym gruncie i żądanie wzajemnych rozliczeń.

Planowana umową z Sinarą transakcja dotycząca wyrażenia zgody na zgromadzeniu WRJ Serwis na sprzedaż 9/10 współwłasności nieruchomości przy Stalmacha 8 na rzecz Sinary, blokowana przez pozostałych wspólników WRJ Serwis nie znalazła także akceptacji TFS. W październiku 2006 roku TFS rozwiązało tzw. Umowę Podstawową zawartą z rosyjską firmą Sinara, ponieważ po roku jej obowiązywania strony nie były w stanie zrealizować żadnej z kilku objętych umową etapowych transakcji.

Przełom lat 2006/2007 to niezwykle trudny okres dla TFS jako podmiotu ze 100% udziałem Skarbu Państwa, zaangażowanego dodatkowo w powstanie i finansowanie Walcowni Rur Andrzej w Zawadzkiem oraz odpowiedzialnego za dalszy etap restrukturyzacji projektu siemianowickich spółek WRJ i WRJ Serwis.TFS poróżniony był wówczas z Konsorcjum Banków mocno zainteresowanych sprzedażą 9/10 prawa użytkowania wieczystego nieruchomości w Siemianowicach Śl. wraz z budynkami przez WRJ Serwis dla Sinary i realizacją dalszych kroków umowy z Sinarą uzależnionych od postawienia WRJ w stan upadłości. Umowa z Sinarą z 2005 roku nie obejmowała żadnych gwarancji uruchomienia walcowni a jej potencjalna aktywność po oczekiwanym przejęciu kontroli nad 9/10 części nieruchomością siemianowickiej byłaby odsunięta w nieokreślonym czasie aktywności syndyka, której harmonogramu jeszcze nie było podstaw do przewidywania [18]. Enpol złożył doniesienie do proku-

ratora na niezgodne z prawem działanie przy podpisywaniu przez TFS umowy z Sinarą i był zainteresowany upadłością z możliwością zawarcia układu sądowego, co nie miało z kolei podstaw merytorycznych i znowu wymuszałoby kolejne angażowanie środków publicznych oraz narastanie długów.

Wobec TFS kierowane było silne oczekiwanie samodzielnego dokończenia budowy walcowni ciągłej rur. Po dokonanych analizach rynkowych i technicznych, przy udziale ekspertów zewnętrznych [19], TFS uznał w 2006 r. za zasadne kontynuowanie procesu pozyskania inwestora branżowego. Negatywna decyzja w przedmiocie wariantu samodzielnej realizacji walcowni przez TFS uzasadniona była analizą rynkowa, oceną stanu technicznego urządzeń, brakiem gwarancji dostawców urządzeń i technologii, brakiem jakiegokolwiek badania sprawności ciągu technologicznego, niedokończeniem inwestycji, konfliktami prawnymi interesariuszy oraz wadami prawnymi procesu inwestycyjnego. Nie bez znaczenia był też argument finansowy – konieczność zapewnienia dodatkowych ok. 200 mln zł na pozostałą część inwestycji, brak zapewnionych dostaw od krajowego producenta wsadu w postaci wlewków ciągłych z COS o przekroju okrągłym i średnicy 170 mmw łącznej masie do ok. 150 tys. Mg/rok.

Równolegle do naprawy projektu WRJ, TFS zobowiązany był jako wspólnik w 70% walcowni rur WRA oraz w 55% ciągarni rur WRJ Serwis (odbiorcy rur produkowanych przez WRA) dbać o ich sprawne funkcjonowanie przy skonfliktowanych z TFS wspólnikach obu tych spółek. Ponadto dokończenie budowy WRJ i pełna modernizacja WRA spowodowałaby konieczność podziału rynku między te walcownie. Przeciągający się proces budowy nowoczesnej walcowni w Siemianowicach nałożył się na budowę i modernizację zrealizowane w konkurencyjnych walcowniach europejskich.

Wspólnikami WRA (walcowni rur bez szwu po upadłej Hucie Andrzej) oprócz TFS, który kontrolował spółkę dzięki udziałowi w 70% w jej kapitale, byli Roman Karkosik (10%) (dominujący akcjonariusz spółki notowanej na GPW – Alchemii SA, właściciela Huty Batory – dostawcy rur dla WRA) oraz niemiecki przedsiębiorca Max Aicher (20%) związany handlowo przez eksport rur z WRA i dostawy rur bez szwu do Polski po operacjach dodatkowych.

Kolejny przetarg na pozyskanie inwestora dla siemianowickiej walcowni został przez TFS uruchomiony w 2006 roku z rozszerzoną ofertą wyjścia przez TFS jednocześnie ze wszystkich spółek sekto-

ra rurowego, w jakich miał udziały tj. WRJ Serwis (ciągarnia), WRJ i WRA. Było to uzasadnione tym, że spółki te powiązane były wsadowo (rury produkowane przez WRA były wsadem dla WRJ Serwis a ponadto przy uruchomieniu WRJ obie spółki – WRJ Serwis i WRA straciłyby rację bytu ekonomiczno-rynkowego ze względu na nakładanie się typoszeregów rur przez nie produkowanych na ofertę i zakres rur produkowany przez WRJ. Oferty zostały złożone przez kilku potencjalnych inwestorów, przy czym żadna z nich nie spełniała warunków formalnych określonych przez TFS. W tej sytuacji Zarząd TFS zdecydował się na zmianę dotychczasowych kierunków działania.

W kwietniu 2007 roku Rada Nadzorcza TFS pozytywnie zaopiniowała wytyczne polityki właścicielskiej zawartej w dokumencie pt. „Jednolita Polityka TFS w stosunku do kontrolowanych przez nią producentów rur bez szwu", jednocześnie zwracając uwagę, że kolejne działania związane z realizacja tej Polityki, powinny być uwarunkowane dalszym rozwojem sytuacji, a w szczególności:

- oceną wiarygodności ofert potencjalnych inwestorów;
- uzależnieniem wykupu przez TFS wierzytelności WRJ od Konsorcjum Banków od realności ofert potencjalnych inwestorów, w kontekście możliwości odzyskania przez TFS środków zaangażowanych w wykup wierzytelności oraz dokończenia inwestycji WRJ;
- kierunku rozstrzygnięcia w postępowaniu upadłościowym WRJ;
- minimalizacji ryzyk po stronie TFS związanych z realizacją „Jednolitej Polityki...".

Dokument został przedstawiony w Ministerstwie Skarbu Państwa do konsultacji kolejnych działań. Uznano, że podstawowym celem TFS jest stworzenie warunków do dokończenia budowy i uruchomienia WCR, a zwłaszcza uzgodnienie w 2007 roku warunków zbycia skonsolidowanych aktywów związanych z projektem lub wynegocjowanie warunków ewentualnego współdziałania z inwestorem strategicznym w realizacji tego projektu. Uznano też, że warunkiem konsolidacji aktywów projektu WCR jest nabycie wierzytelności od Konsorcjum Banków [20] i jednocześnie uznano za optymalne dla TFS jednoczesne wyjście z WRJ, WRJ Serwisu i WRA.

W wyniku realizacji Polityki, TFS utworzyło w 2007 roku dwie spółki celowe WRS SA i Ferex sp. z o.o., których zadaniem było skonsolidowanie aktywów potrzebnych do dokończenia inwestycji WCR w jed-

nym podmiocie oraz uregulowanie kwestii obciążeń ustanowionych na majątku ruchomym i na nieruchomości stanowiącej współwłasność WRJ i WRJ Serwis. Spółka Ferex powstała, żeby zabezpieczyć brak konfuzji hipoteki i własności nieruchomości przy Stalmacha 8, spółka ta wykupiła jedynie wierzytelności zabezpieczone hipotecznie na pierwszym miejscu na nieruchomości stanowiącej współwłasność WRJ i WRJ Serwis

W sierpniu 2007 roku Zgromadzenie Wspólników TFS zaakceptowało realizację Projektu WCR i wyraziło zgodę na zaangażowanie środków posiadanych przez TFS na dokapitalizowanie spółek celowych przez udzielenie im stosownych pożyczek w celu wykupu wierzytelności. WRS i Ferex w wyniku szeregu transakcji nabyły wierzytelności wobec WRJ od Konsorcjum Banków oraz od Skarbu Państwa i w wyniku tych zdarzeń spółki celowe TFS stały się głównymi wierzycielami WRJ zabezpieczonymi na hipotekach i zastawach rejestrowych na pierwszym miejscu. Ta operacja wyeliminowała spory wierzycieli i stworzyła realne podstawy do pozyskania inwestora strategicznego dla WRJ przy zadbaniu o interesy posiadanego przez TFS pakietu udziałów w WRA.

W marcu 2007 r. TFS skierował zapytanie ofertowe do siedmiu potencjalnych inwestorów, wyrażających kiedykolwiek zainteresowanie inwestycją WRJi zadbało o równe traktowanie tych podmiotów.

Alchemia SA była tym podmiotem, który stwarzał największe szanse na spełnienie w maksymalnym stopniu celów TFS – nabycie wszystkich aktywów rurowych (WRJ, WRJ Serwis i WRA) i wierzytelności wraz z zabezpieczeniami (posiadanymi przez spółki celowe WRS i Ferex) za cenę obejmującą również zwrot poniesionych wszelkich kosztów TFS zw. z przygotowaniem projektu wraz z kosztem pieniądza w czasie od momentu wydatkowania środków na wykup wierzytelności od Konsorcjum Banków i Skarbu Państwa do dnia rozliczania transakcji zakupu z TFS. Polski inwestor branżowy – Alchemia SA była realnie zainteresowana dokończeniem inwestycji WCR jako elementu utworzenia Polskiego Koncernu Rurowego, będąc jednocześnie wspólnikiem w WRA (przez osobę dominującego akcjonariusza Alchemii) i właścicielem Huty Batory. Umowa główna i wykonawcze szczegółowe zostały podpisane przez TFS z Inwestorem pod koniec stycznia 2008 roku i przekazane do akceptacji przez Zgromadzenie Wspólników (Ministra Skarbu Państwa) wraz z wnioskiem pozytywnie zaopiniowanym przez Radę Nadzorczą.

Wniosek TFS został przez MSP odrzucony 19 maja 2008 roku [21], jednocześnie Zarząd TFS został zobowiązany do przygotowania kolejnego przetargu na pozyskanie inwestora. W mojej ocenie była to decyzja błędna. W 2010 roku Alchemia kupiła od TFS pakiet udziałów w WRA i rozszerzyła swoją grupę kapitałową o częstochowski Rurexpol. Alchemia straciła zainteresowanie zakupem od TFS zarówno pozostałych aktywów rurowych, jak i uczestniczenia w uruchomieniu WCR, podobnie zainteresowania takiego nie wykazywał nikt inny. I tak polska gospodarka i Miasto Siemianowice Śląskie definitywnie straciły szansę uruchomienia nowoczesnej walcowni rur, która mogła powstać dla ich dobra.

4. Podsumowanie

Decyzje dotyczące realizacji wielkich projektów mają tym większą efektywność, im bardziej i szybciej trafią w odpowiednią koniunkturę. To wyczucie mają lepsze przedsiębiorcy niż urzędnicy i instytucje finansowe.

Czy naprawdę nie można było podjąć decyzji akceptującej warunki umowy wynegocjowanej przez TFS z Alchemią w styczniu 2008 roku i umożliwić Alchemii stworzenie Polskiego Koncernu Rurowego, akceptując warunki umowyw 2008 roku na zakup wszystkich składników segmentu rurowego, które posiadało TFS wraz ze zwrotem poniesionych kosztów? Czy ryzyko takiej decyzji było większe niż szanse z niej wynikające dla TFS, WRJ, Alchemii, Miasta i polskiej gospodarki?

Pewnie z punktu widzenia MSP rok 2008 nie był łatwy na podjęcie decyzji:

- skutki zmian politycznych, zmiany osób decyzyjnych;
- niezadowolenie odrzuconego inwestora rosyjskiego;
- wszczęta przez Komisję Europejską w 2007 roku na wniosek jednego z interesariuszy spółek sektora rurowego TFS (podmiotu zagranicznego) ocena ryzyka uznania interwencji TFS w spółki WRJ, WRJ Serwis i nabycie wierzytelności od banków za niedozwoloną pomoc publiczną (zakończona w 2010 roku pozytywnie dla TFS), Komisja, po trzech latach analizy zaangażowania TFS w projekt siemianowicki, „uznała, że nie posiada kompetencji do przeglądu środków przyznanych na rzecz polskich producentów rur przed przystąpieniem, w szczególności zaś w latach 1997-2003, na podstawie protokołu nr 8” [22] a działania TFS, obejmujące również transakcje wykupu wierzytelności od Konsorcjum Banków w 2007 r. były uzasadnione

dodatkowo testem prywatnego inwestora, cena zakupu obejmowała dyskonto a ponadto działanie to było uzasadnione zamiarem zbycia aktywów inwestorowi;
- pozew sądowy złożony przez wspólnika WRA z udziałem TFS o działanie przez TFS na szkodę tej spółki [23, 24], pomimo faktów wskazujących na całkowicie odwrotne działanie i oddalony przez sąd;
- zaskarżona przez Enpol uchwała zgromadzenia wspólników WRJ Serwis (i złożony kolejno pozew przeciwko TFS), której przedmiotem było wydzierżawienie zorganizowanej części przedsiębiorstwa spółki WRJ Serwis, skutkujące kontynuacją prowadzenia działalności tej spółki w utworzonej przez TFS nowej spółce WRS, nie przeszkodziła w zrealizowanej koncentracji aktywów związanych z produkcją rur w podmiocie pod 100% kontrolą TFS i kolejno wykupienie od ING obciążenia aktywów tej spółki przewłaszczonych na zabezpieczenie. Sąd oddalił po 2 latach pozew ENPOL.

Jednocześnie I kwartał 2008 roku uznaję za najlepszy do podjęcia decyzji przez MSP na akceptację warunków uzgodnionych w trakcie 1,5-rocznego okresu trudnych negocjacji prowadzonych z jedynym inwestorem akceptującym zakup wszystkich aktywów segmentu rurowego posiadanych przez TFS w postaci udziałów w spółkach, wierzytelnościach i aktywach stanowiących zabezpieczenia, które trzeba było dopiero wyegzekwować w trybie komorniczym, żeby oczyścić je z wszelkich obciążeń (dot. to hipoteki WRJ/WRJ Serwis i zastawów na aktywach WRJ). W 2008 roku zaczynał się kryzys finansowy i kryzys na rynku wyrobów stalowych. Doradca w uzupełnieniu swojej opinii dla MSP informował o zmienności warunków rynkowych i możliwości uznania transakcji za korzystną dla TFS i oceniając spółkę notowaną na GPW – Alchemia SA „jako partnera dającego szansę na uruchomienie WCR, co jest zgodne ze strategią TFS" nawet w sytuacji wyższej wyceny WRA sporządzonej przed załamaniem rynku stali.

Podsumowując oś czasu związaną z projektem siemianowickim:
- historia projektu siemianowickiej Walcowni Ciągłej Rur trwała 27 lat (1978-2005);
- proces negocjacji z Alchemia SA – 1,5 roku (2007-05.2008);
- weryfikacja niedozwolonej pomocy przez Komisję Europejską – 3 lata (07.2007-07.2010);
- egzekucja komornicza na wniosek TFS – 4 lata (2017-2021) w sytuacji wierzyciela zabezpieczonego na pierwszym miejscu

hipotecznie na nieruchomości z kwotą wierzytelności przysługującej TFS od WRJ wyższej niż wartość wyceny nieruchomości oraz i będąc zastawnikiem rejestrowym na pierwszym miejscu z wierzytelnością wyższą niż wartość przedmiotu zastawu;
– pozyskanie przez TFS nabywców na przejęty w egzekucji majątek – 1 rok (po kilku akcjach promocyjnych o zasięgu światowym w okresie 3 lat [25]).

Wg stanu aktualnego majątek ruchomy wywiózł klient z Omanu [26] z Siemianowic Śląskich a polski inwestor branżowy [27], spółka notowana na GPW rozpoczeła realizację inwestycji w walcownię prętów i kształtowników, którą planuje zakończyć w grudniu 2024 roku. Obu inwestorom trzeba życzyć oprócz profesjonalizmu, sporo czujności rynkowej i szczęścia.

5. Wnioski

Duży, potrzebny dla polskiej gospodarki i Miasta Siemianowice Śląskie projekt uruchomienia najnowocześniejszej walcowni ciągłej rur w Europie był dobrym pomysłem, ale był też projektem nieprofesjonalnie przygotowanym i nieprawidłowo realizowanym. Popełniono błędy, których nie należy powtarzać:

- Przed rozpoczęciem inwestycji nie uzgodniono możliwości zapewnienia źródła dostaw surowca ani nie zapewniono właściwego systemu komunikacji dróg dojazdowych, umożliwiających wwóz materiałów i wywóz wyrobów gotowych.
- Skali inwestycji nie była w stanie ponieść słaba finansowo i tracąca konkurencyjność przestarzała Huta Jedność.
- Uzasadniona gospodarczo inwestycja nie miała zapewnionego stabilnego kapitału własnego ani prawidłowego finansowania.
- Kapitał WRJ budowany był w większości przez niezainteresowanych branżowo ani finansowo podmiotów, którzy nie zakładali wzrostu swojego zaangażowania a ponadto niektórzy wnosili aportem tzw. wierzytelności „trudne", które nie były źródłem gotówki dla WRJ.
- Niektórzy wspólnicy związani byli interesem gospodarczym z WRJ a pozostali jedynie „dawcą" kapitału bez wiary w jego zwrot. Struktura udziałowców WRJ była nieefektywna i nie sprzyjała podejmowaniu trudnych decyzji w odpowiednim czasie.
- Banki, po ich prywatyzacji były podporządkowane strategii swoich właścicieli i niektóre mogły mieć kolizję interesów przy kontynuowaniu finansowania dla WRJ.

- Przewlekłość realizacji inwestycji przyspieszała brak jej rynkowego uzasadnienia, przy budowaniu i modernizacji walcowni konkurencyjnych, zmianie pozycji Polski w Europie podczas transformacji i rozszerzaniu importu rur konkurencyjnych.
- Nastąpiła utrata zaufania partnerów (złożenie pozwu przez WRJ przeciwko bankom po wypowiedzeniu kredytów, prokuratorskie postępowania wobec generalnego wykonawcy, utrata zaufania wspólników i banków do WRJ przy ciągle zgłaszanym ciągłym wzroście potrzeb finansowych na rosnące nakłady inwestycyjne).
- Ograniczenie zdolności walcowni do 40% potencjału musiało być odbierane przez banki i wspólników jako ryzyko nieefektywności walcowni po jej wybudowaniu.
- Włączenie ENPOL przez WRJ jako generalnego projektanta i wykonawcy, przy jednoczesnym występowaniu ENPOL jako wspólnik WRJ, mający wpływ na organy tej spółki, wierzyciel WRJ oraz kreator rozwiązań formalnych odsuwających rozwiązanie definitywne a uruchamiających konfliktowe i nieefektywne rozwiązania (np. poprzez WRJ Serwis). Włączenie ENPOL w realizację inwestycji pomiędzy współpracujących niemieckich dostawców urządzeń i automatyki wpłynęło negatywnie na rozliczanie wszystkich podmiotów z gwarancji i odpowiedzialności za całość procesu budowy ciągu technologicznego nowej walcowni.
- Brak właściwej opieki prawnej i siły negocjacyjnej nad umowami z generalnym wykonawcą, dostawcą urządzeń i bankami, które zmuszały kilkakrotnie Skarb Państwa do dodatkowych interwencji w formie udzielania gwarancji i dbania o uzupełnianie kapitału oraz długu.
- Zasadnicze błędy formalne i nieprzygotowanie realizacji inwestycji od strony organizacyjno-prawnej (np. współwłasność nieruchomości na rzecz dwóch podmiotów w każdej części z odwróconą relacją wykorzystania nieruchomości, budowa inwestycji bez przestrzegania granic działek).
- Zmieniające się zarządy i koncepcje podmiotów zaangażowanych pośrednio lub bezpośrednio w realizację inwestycji w walcownię oraz brak ciągłości stanowiska MSP w okresie transformacji gospodarczej i zmian politycznych nie sprzyjały powodzeniu projektu.
- Nieuwzględnianie konieczności uzyskiwania efektów synergii i jednocześnie nieuwzględnianie skutków przerostu oczekiwań

inwestycyjnych dla istniejących i dobrze rozwijających się podmiotów gospodarczych na rynku – tzw. polski kanibalizm gospodarczy zamiast efektywnej współpracy.

Celem prezentacji historii projektu siemianowickiej Walcowni Ciągłej Rur zaplanowanej na 400-450 tys. Mg/rok w 1978 roku, która pochłonęła blisko miliard zł i przy zaawansowaniu w 86-95% realizacji projektu z ograniczoną zdolnością produkcyjną do 150-160 tys. Mg/rok rocznie została zatrzymana formalnie ostatecznie w 2005 roku, nie jest szukanie winy kogokolwiek zaangażowanego w jego realizację lub zaniechanie decyzji.

Zależało mi na przedstawieniu i skomentowaniu przypadku dużego projektu inwestycyjnego, który miał istotne znaczenie dla polskiej gospodarki uzależnionej od importu rur, kilkuset przyszłych pracowników i Miasta. Lista osób zainteresowanych jego powodzeniem, obejmująca szereg podmiotów gospodarczych, instytucje finansowe, doradców, polityków lokalnych i parlamentarzystów oraz przedstawicieli organizacji związkowych, członków zarządów, rad nadzorczych i nadzoru właścicielskiego firm, banków, funduszy jest imponująco długa. Historia wątków siemianowickiej walcowni była przedmiotem postępowań sądowych, prokuratorskich, audytów i źródłem wielu sporów, ale także prac prawników, syndyków, komorników, nawet polskiego Rządu, Komisji Europejskiej, i ambasadorów lobbujących interesy podmiotów międzynarodowych zaangażowanych w wątki zw. z walcownią. Media krajowe i zagraniczne komentowały ciekawe dla nich momenty historyczne zw. z realizacją i restrukturyzacją tego wielkiego projektu.

Przedstawiłam w artykule poza historią nieudanego projektu, także jego ocenę, która jest skutkiem mojego doświadczenia i subiektywnej refleksji jako osoby zaangażowanej w powodzenie polskiej gospodarki, poprzez wykonywanie obowiązków Prezes Towarzystwa Finansowego Silesia sp. z o.o. w latach 2006-2008 i od 2016 roku do nadal. Zapewne każdy, kto był zaangażowany w realizację jakiegokolwiek etapu i rodzaju spraw zw. z siemianowickim projektem walcowni, mógłby ocenić go inaczej, z własnej perspektywy interesów i doświadczeń. W artykule nie umieszczam istotnych kwot transakcji objętych tajemnicą TFS i jego partnerów. W rezultacie działań Zarządu TFS uporządkowany został prawnie proces zatrzymanego projektu, zakończono z sukcesem odzyskiwanie wierzytelności przysługujących TFS od WRJ, sprzedany został odzyskany majątek walcowni w postaci wyposażenia technicznego niedokończonej

inwestycji i nieruchomość partnerom wybranym w otwartych postępowaniach.

Moim celem jest, żeby Czytelnicy artykułu mając szansę poznać historię siemianowickiej walcowni, zapamiętali zasadność stosowania zestawu sześciu krytycznych warunków sukcesu każdego przedsięwzięcia o dużej skali i znaczeniu, zaprezentowaną we wstępnej części artykułu. Rekomenduję wykorzystywanie takiej check-listy w projektach, jak również dzielenie się tą wiedzą z decydentami uczestniczącymi w dużych projektach.

BIBLIOGRAFIA I NETOGRAFIA [dostęp: 24.03.2023]

[1] *Huta Jedność* – praca zb. (red.), Andrzeja Topola, Wyd. Uniwersytet Śląski, Katowice 1978.
[2] Derus M.: *Z dziejów przemysłu Siemianowic Śląskich*, Wyd. Urząd Miasta Siemianowice Śląskie, Siemianowice Śląskie 2012.
[3] *Huta Jedność – fakty i ludzie*. Wyd. Huta Jedność. 1996.
[4] *„Opowieść o Hucie, która zbudowała miasto"* – reżyseria Adrian Merta – Urząd Miasta w Siemianowicach Śląskich (1:13:59) – rok prod. 2016 https://youtu.be/Kq0QEwmtlA
[5] https://forsal.pl/gospodarka/artykuly/8116146,mija-40-lat-od-ogloszenia-przez-polske-niewyplacalnosci.html
[6] https://businessinsider.com.pl/gospodarka/bilans-epoki-edwarda-gierka-piec-rzeczy-za-ktore-rachunek-byl-bardzo-slony/85p5k35
[7] https://sip.lex.pl/akty-prawne/mp-monitor-polski/inwestycje-zaniechane-16821334
[8] https://pl.wikipedia.org/wiki/Program_Stabilizacja-Restrukturyzacja-Prywatyzacja
[9] https://www.prawo.pl/akty/dz-u-1994-11-38,16795742.html
[10] https://www.prawo.pl/akty/dz-u-ue-c-2007-282-21,67723270.html
[11] *Informacja o wynikach kontroli restrukturyzacji i przekształceń własnościowych w hutnictwie żelaza i stali* - Najwyższa Izba Kontroli Departament Gospodarki, Skarbu Państwa i Prywatyzacji P/01/119 KGP/DSPP/41004/01 (Nr ewid. 169/2002/P01119/KGP) – luty 2003 r. – s. 60.
[12] https://www.parkiet.com/gospodarka/art22739311-eboir-wierzy-w-wasacza
[13] https://www.pb.pl/wykuwanie-kleski-237409
[14] http://orka2.sejm.gov.pl/Debata5.nsf/main/77EA410D
[15] Czekański M.: *Brak jedności przy sprzedaży walcowni*, Rzeczpospolita 24-26.12.2005, https://www.wnp.pl/hutnictwo/brak-jed-

nosci-przy-sprzedazy-walcowni,6546.html
[16] Jaźwińska K.: *Zarząd został w*ymieniony, Puls Biznesu 19.01.2006, https://www.pb.pl/zarzad-zostal-wymieniony-296257
[17] Hutnictwo: *Rury ze Wschodu będą tańsze*, Rzeczpospolita 07.09.2006, https://www.wnp.pl/artykuly/hutnictwo-rury-ze-wschodu-beda-tansze,14095.html
[18] Śliwiński M.: *Jaka będzie przyszłość Walcowni Rur Jedność?* Parkiet 05.10.2006; https://www.parkiet.com/gospodarka/art24324091-jaka-bedzie-przyszlosc-walcowni-rur-jednosc
[19] Rury bez szwu – rynek krajowy i światowy w latach 2000-2006 – wydanie specjalne Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej – październik 2006.
[20] Trepińska M.: *Gigantyczne długi idą pod młotek*, Puls Biznesu 29.11.2006 https://www.pb.pl/gigantyczne-dlugi-ida-pod-mlotek-344663
[21] *Roman Karkosik nie kupi walcowni* 19.05.2008 https://www.wnp.pl/hutnictwo/roman-karkosik-nie-kupi-walcowni,50366.html
[22] https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:268:0032:0039:PL:PDF
[23] Trepińska M.: *Megastarcie – Dyktus kontra Karkosik*, Puls Biznesu 22.01.2007, https://www.pb.pl/megastarcie-dyktus-kontra-karkosik-352557
[24] *Roman Karkosik skarży uchwały WRA*, Puls Biznesu 21.02.2007, https://www.wnp.pl/artykuly/roman-karkosik-skarzy-uchwaly-wra,20638.html
[25] *Karkosik i Max Aicher powalczą z TF Silesia o WRA*, 13.11.2007 https://www.wnp.pl/hutnictwo/karkosik-i-max-aicher-powalcza-z-tf-silesia-o-wra,35985.html
[26] *TF Silesia próbuje sprzedać majątek Walcowni Rur Jedność*, PAP 24.04.2018, https://www.wnp.pl/hutnictwo/tf-silesia-probuje-sprzedac-majatek-walcowni-rur-jednosc,322037.html
[27] *Inwestor z Azji kupił urządzenia Walcowni Rur Jedność, PAP 17.11.2021, https://www.wnp.pl/hutnictwo/inwestor-z-azji-kupil-urzadzenia-walcowni-rur-jednosc,506246.html*
[28] *Cognor wyda blisko 500 mln zł na walcownię w Siemianowicach Śląskich,* PAP 25.03.202, https://www.wnp.pl/hutnictwo/cognor-wyda-blisko-500-mln-zl-na-walcownie-w-siemianowicach-slaskich,560204.html

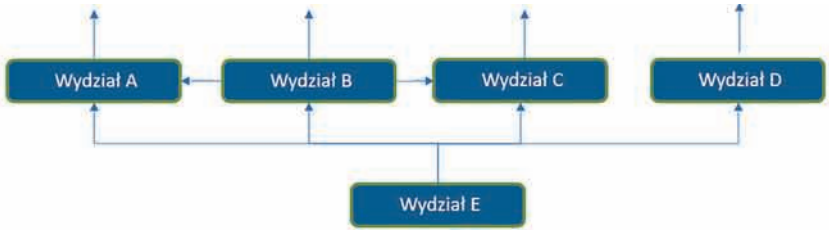
6

Bożena Gajdzik, Stanisław Chmist, Piotr Staroń

MODEL HARMONOGRAMOWANIA PRODUKCJI

Artykuł dotyczy produkcji złożonych wyrobów, które posiadają wielopoziomowe struktury. W analizowanych przypadkach każdy wyrób posiada minimum 3 poziomy struktury. Półfabrykaty zdefiniowane na poszczególnych poziomach struktury wyrobów są realizowane na różnych wydziałach/liniach produkcyjnych. Przepływy półfabrykatów na wyższe poziomy struktury wyrobów nie są jednokierunkowe. Półfabrykaty mogą być wykorzystywane przez pozycje produkowane wyższego poziomu realizowane na różnych wydziałach/liniach produkcyjnych.

Poniższy schemat obrazuje alokacji półfabrykatów do pozycji produkowanych wyższego poziomu.



Rysunek 1. Schemat alokacji półfabrykatów do pozycji produkowanych wyższego poziomu

Każdy wydział produkcyjny ma minimum kilka centrów roboczych. W efekcie w przedstawionym przykładzie mamy powyżej 20 centrów roboczych, których zdolność produkcyjną należy analizować.

Struktura zakładu produkcyjnego oraz produkowanych wyrobów skutkuje tym, że analiza harmonogramu produkcji jest przedsię-

wzięciem bardzo złożonym, a zadaniami przedsiębiorstwa produkcyjnego są:

- Dotrzymywanie terminów realizacji,
- Minimalizacja czasów realizacji,
- Minimalizacja stanu zapasów,
- Maksymalizacja wydajności.

Zaawansowany system planowania jest kluczowym narzędziem do optymalizacji produkcji, uwzględniający posiadane zasoby maszynowe, ludzkie oraz materiałowe.

Cel stosowania zaawansowanego systemu planowania i harmonogramowania:

- Minimalizacja wysiłków związanych z planowaniem;
- Możliwość natychmiastowego potwierdzania terminów realizacji;
- Przejrzystość i dostępność informacji.

Stosowane skróty w dalszej części artykułu:

- ERP – Enterprise Resource Planning (planowanie zasobów przedsiębiorstwa);
- EPPM – Enterprise Project Portfolio Management (zarządzanie portfelem projektów przedsiębiorstwa);
- APS – Advanced Planning and Scheduling (zaawansowane planowaniei harmonogramowanie)

System ERP planuje przy nieograniczonych zdolnościach wytwórczych, prowadzi bilansowanie zasobów, a nie optymalizowanie harmonogramu produkcji i jest nastawiony na kontrolę finansową. System APS uwzględnia w planowaniu i harmonogramowaniu ograniczenia zdolności wytwórczych [Vidoni, Vecchietti 2015, Ma, Yang, Liu et al. 2018] oraz uwarunkowania związane z realizowanym procesem produkcyjnym [Chen, Chen, Harianto 2017].

System APS optymalizuje harmonogram produkcji [Chen, Ji 2007]. W systemach klasy APS zaimplementowane są silniki analityczne o dużych możliwościach [Pessoa, Montesco, Junqueira et al. 2013] stosujące np. algorytmy genetyczne zaliczane do grupy algorytmów ewolucyjnych [Zhang, Ong, Nee 2015]. Oczywiście problem jest zazwyczaj sformułowany jako model matematyczny [Kelly, Menezes 2022], a do jego rozwiązania opracowuje się algorytm ewolucyjny [Moon, Seo 2005].

Zaawansowane planowanie i harmonogramowanie obejmuje [Öztürk, Ornek 2014]:

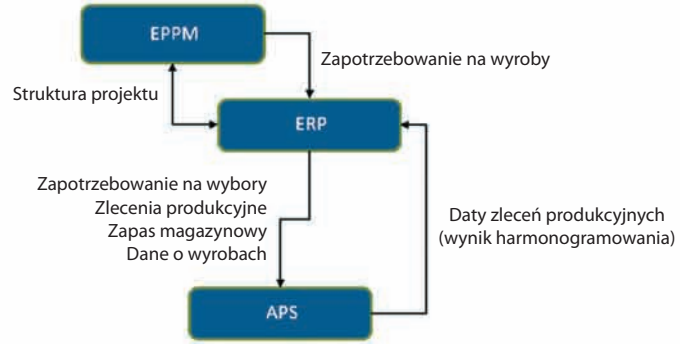
- Planowanie produkcji z uwzględnieniem ograniczeń zdolności produkcyjnych zasobów;
- Planowanie wielopoziomowe;
- Optymalizacja sekwencji realizacji operacji mająca na celu minimalizację czasów przygotowawczych;
- Poziomowanie obciążenia zasobów;
- Wizualizacja powiązań między procesami;
- Określanie indywidualnych czasów trwania operacji oraz czasów przygotowawczo-zakończeniowych dla tych samych wyrobów na różnych maszynach;
- Elastyczne kalendarze;
- Kalendarz konserwacji maszyn;
- Macierz kompetencji pracowników;
- Zintegrowany model przepływu procesów produkcyjnych.

Poniższy schemat obrazuje informacje stosowane w systemie klasy APS.

Rysunek 2. Schemat informacji w systemie klasy APS

System informacyjny przedsiębiorstwa składa się z kilku odpowiednio dobranych i skonfigurowanych zgodnie z potrzebami organizacji rozwiązańinformatycznych, w efekcie kilku połączonych ze sobą pojedynczych systemów stanowiących komponenty złożonego systemu informatycznego [Oliveira-Dias, Maqueira-Marín, Moyano-Fuentes 2022].

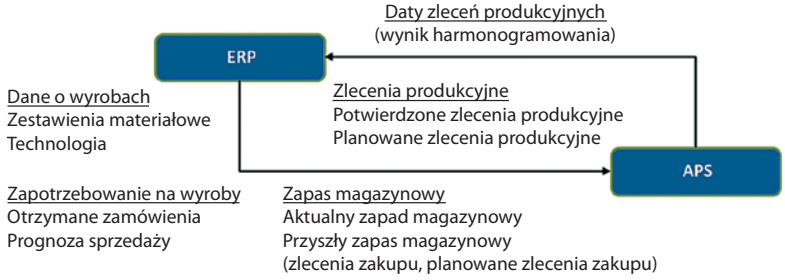
System APS, aby efektywnie był wykorzystywany musi być zintegrowany z systemem ERP [Vidoni, Vecchietti 2015, Staroń, Chmist 2020].



Rysunek 3. Przykładowy schemat przepływu informacji w systemie informacyjnym

Integracja systemów ERP i APS wymaga wymiany

- danych podstawowych o posiadanych zasobach:
  - definicje centrów roboczych;
  - definicje posiadanych zasobów maszynowych i ludzkich;
- zmieniających się cały czas danych podstawowych:
  - definicje pozycji kupowanych i produkowanych;
  - zestawienia materiałowe pozycji produkowanych;
  - technologie pozycji produkowanych;
- danych o popycie na wyroby:
  - otrzymane zleceń sprzedaży;
  - przewidywana sprzedaż [Tuomikangas, Kaipia 2014];
- zmieniających się danych o posiadanych i przyszłych zapasach magazynowych:
  - stany magazynowe;
  - zlecenia zakupu;
  - planowane zlecenia zakupu;
- zmieniających się danych wynikających z realizacji procesów produkcyjnych:
  - zlecenia produkcyjne;
  - planowane zlecenia produkcyjne.



Rysunek 4. Schemat wymiany informacji pomiędzy systemami ERP i APS

Zakres wymienianych danych może być zawężony lub rozszerzony w zależności od funkcjonalności systemów ERP i APS [Framinan, Ruiz 2010]. APS może być również funkcją wbudowaną systemu ERP [Aslan, Stevenson, Hendry 2015].

Dane o popycie na wyroby może pochodzić również z planu realizowanych projektów. Plan projektu ze wskazanym zapotrzebowaniem na wyroby może być zdefiniowany w systemie ERP lub EPPM [Neumann, Hajji, Rekik et al. 2022].

Przykłady z literatury, gdzie znajdujemy porównanie przedsiębiorstw niemieckich i japońskich w branży samochodowej wskazują na większe wsparcie systemami informatycznymi tych drugich i tym samym w ich przypadku krótszy horyzont planistyczny [Staeblein, Aoki 2015].

Zadaniami zaawansowanego systemu planowania i harmonogramowania [Aslan, Stevenson, Hendry 2012] są:

- Określenie terminu dostawy dla rozważanego zamówienia.
- Ustalenie optymalnego momentu rozpoczęcia realizacji poszczególnych zleceń.
- Wskazanie optymalnej kolejności realizacji zleceń na poszczególnych zasobach.
- Nakreślenie skutków zmiany priorytetów wybranych zamówień.
- Wyliczenie wskaźnika wykorzystania zdolności produkcyjnych poszczególnych zasobów.
- Zobrazowanie wąskich gardła lub niewykorzystanych zdolności produkcyjnych.
- Możliwość tworzenia własnych funkcji harmonogramujących.

Proces planowania i harmonogramowania w systemie APS będzie efektywny, jeżeli dane dostarczane z systemu ERP są odpowiedniej jakości [Herrmann, Tackenberg, Padoano et al. 2022].

Bardzo istotne dla skutecznego planowania jest, aby użytkownik był dobrze zaznajomiony z funkcjonalnością systemu Advanced Planning and Scheduling. Rozumienie funkcjonalności systemu APS jest niezbędne, żeby prawidłowo zdefiniować wiele często sprzecznych parametrów planowania. Użytkownik systemu APS powinien móc odpowiedzieć jednoznacznie na pytania, z czego wynika takie ustawienie planu produkcyjnego oraz z czego wynikają niezgodne z oczekiwanymi wyliczone daty rozpoczęcia i zakończenia zleceń produkcyjnych [Hvolby, Steger-Jensen 2010].

Wyniki harmonogramowania mogą być prezentowane w standardowych zdefiniowanych przez producenta systemu widokach, rozszerzeniach systemu zrealizowanych na etapie wdrożenia lub w trakcie jego eksploatacji oraz w zintegrowanym z bazą danych systemu APS systemie klasy Business Intelligence. Wszystkie trzy podejścia mogą być stosowane w elastycznym rozwiązaniu, które dostarcza niezbędne informacje uczestnikom procesów biznesowych [Gajdzik, Chmist, Staroń 2021].

Wyniki badań zostały uzyskane w ukierunkowanych dyskusjach zespołowo-tematycznych lub indywidualnych z ekspertami i specjalistami w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

BIBLIOGRAFIA

[1] Aslan B., Stevenson M, Hendry L.: *Enterprise Resource Planning systems: An assessment of applicability to Make-To-Order companies*, Computers in Industry, Vol. 63, Issue 7, 2012, s. 692-705.

[2] Aslan B, Stevenson M., Hendry L.: *The applicability and impact of Enterprise Resource Planning (ERP) systems: Results from a mixed method study on Make-To-Order (MTO) companies*, Computers in Industry, Vol. 70, 2015, s, 127-143.

[3] Chen J., Chen T., Harianto H.: *Capacity planning for packaging industry*, Journal of Manufacturing Systems, Vol. 42, 2017, s. 153-169.

[4] Chen K., Ji P.: *A mixed integer programming model for advanced planning and scheduling (APS)*, European Journal of Operational Research, Vol. 181, Issue 1, 2007, s. 515-522.

[5] Framinan J., Ruiz R.: *Architecture of manufacturing scheduling systems: Literature review and an integrated proposal*, European Journal of Operational Research, Vol. 205, Issue 2, 2010, s. 237--246.

[6] Gajdzik B., Chmist S., Staroń P.: *Stosowanie architektury komponentowo-modułowej systemów informatycznych w usprawnianiu zarządzania przedsiębiorstwem*, [w:] *Inżynieria zarządzania,. Cyfryzacja produkcji, Aktualności badawcze 3*, (red.) R. Knosala, PWE, Warszawa 2021, s. 51-58.

[7] Herrmann J., Tackenberg S., Padoano E., Hartlief J., Rautenstengel J., Loeser C., Böhme J.: *An ERP Data QualityAssessment Framework for the Implementation of an APS system using Bayesian Networks*, Procedia Computer Science, Vol. 200, 2022, s. 194-204.

[8] Hvolby H., Steger-Jensen K.: *Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems*, Computers in Industry, Vol. 61, Issue 9, 2010, s. 845-851.
[9] Kelly J., Menezes B.: *Advanced Process Control Modeling from an Advanced Planning and Scheduling Perspective*, IFAC-PapersOnLine, Vol. 55, Issue 10, 2022, s. 878-883.
[10] Ma Z., Yang Z., Liu S., Wu S.: *Optimized rescheduling of multiple production lines for flowshop production of reinforced precast concrete components*, Automation in Construction, Vol. 95, 2018, s. 86-97.
[11] Moon C., Seo Y.: *Evolutionary algorithm for advanced process planning and scheduling in a multi-plant*, Computers & Industrial Engineering, Vol. 48, Issue 2, 2005, s. 311-325.
[12] Neumann A., Hajji A., Rekik M., Pellerin R.: *A model for advanced planning systems dedicated to the Engineer-To-Order context*, International Journal of Production Economics, Vol. 252, 2022.
[13] Oliveira-Dias D., Maqueira-Marín J., Moyano-Fuentes J.: *The link between information and digital technologies of industry 4.0 and agile supply chain: Mapping current research and establishing new research avenues*, Computers & Industrial Engineering, Vol. 167, 2022.
[14] Öztürk C., Ornek A.: *Operational extended model formulations for Advanced Planning and Scheduling systems*, Applied Mathematical Modelling, Vol. 38, Issue 1, 2014, s. 181-195.
[15] Pessoa M., Montesco R., Junqueira F., Filho D., Miyagi P.: *Advanced Planning and Scheduling Systems based on Time Windows and Constraint Programming*, IFAC Proceedings Volumes, Vol. 46, Issue 7, 2013, s. 192-197.
[16] Staeblein T., Aoki K.: *Planning and scheduling in the automotive industry: A comparison of industrial practice at German and Japanese makers*, International Journal of Production Economics, Vol. 162, 2015, s. 258-272.
[17] Staroń P., Chmist S.: *Aspekty organizacyjne i techniczne integracji systemów ERP i APS*, [w:] *Rozwiązania i optymalizacje techniczne jako przedmiot badań naukowych*, (red.) K. Talarek, K. Maciag, Wydawnictwo Naukowe TYGIEL, Lublin 2020, s. 117-125.
[18] Tuomikangas N., Kaipia R.: *A coordination framework for sales and operations planning (S&OP): Synthesis from the literature*, International Journal of Production Economics, Vol. 154, 2014, s. 243-262.

[19] Vidoni M., Vecchietti A.: *A systemic approach to define and characterize Advanced Planning Systems (APS)*, Computers & Industrial Engineering, Vol. 90, 2015, s. 326-338.
[20] Zhang R., Ong S., Nee A.: *A simulation-based genetic algorithm approach for remanufacturing process planning and scheduling*, Applied Soft Computing, Vol. 37, 2015, s. 521-532.

T F S

GRUPA KAPITAŁOWA

budujemy kapitał polskich firm

Towarzystwo Finansowe Silesia Sp. z o.o.
40-568 Katowice, ul. Ligocka 103
tel. 32 494 57 48,
e-mail: sekretariat@tfsilesia.pl,
www.tfsilesia.pl

Inteligentna stal – dla nas i dla naszej planety

ArcelorMittal

GRUPA KAPITAŁOWA
WĘGLOKOKS

Stawiamy na STAL

HUTA POKÓJ PROFILE

Produkcja profili stalowych w różnych gatunkach stali:
- profile formowane na zimno (grubość ścianki 1,5÷6,0mm; długość 4÷12m):
  - okrągłe: średnice 32÷135mm,
  - kwadratowe: od 20x20 do 150x150mm,
  - prostokątne: od 30x10 do 200x100mm,
  - ceowniki półzamknięte, ceowniki równoramienne,
  - kątowniki równoramienne i nierównoramienne,
  - profile specjalne,
- profile walcowane na gorąco:
  - ceowniki 120mm, 140mm, specjalny 141mm,
  - dwuteowniki specjalne: I 155, I 175, G 110 Z,
  - teowniki,
  - kątowniki równoramienne i nierównoramienne,
  - profile specjalne,
- profile pod indywidualny projekt.

Usługi dopełniające w wyżej wymienionych obszarach.

www.hutapokoj.eu/huta-pokoj-profile/

HUTA ŁABĘDY

Produkty górnicze:
- stalowe obudowy górnicze,
- akcesoria obudów górniczych,
- obudowy tuneli,
- kształtowniki konstrukcyjne:
  - ceowniki,
  - dwuteowniki.

Produkty pozagórnicze:
- rury stalowe ze szwem, zgrzewane prądami wysokiej częstotliwości (HFW)
  - średnice: 114,3-323,9mm,
  - grubość ścianki: od 3,0 do 12,7mm, długości: od 6 do 18m,
  - normy wykonania: EN 10217; EN 10219; EN 10224; EN ISO 3183; API 5L,
- kształtowniki zimnogięte zamknięte:
  - kwadratowe: od 70x70 do 250x250mm,
  - prostokątne: od 80x50 do 300x200mm,
  - grubość ścianki: od 3,0 do 12,5mm, długości: od 6 do 18m,
  - wykonanie wg PN-EN 10219,
- cięcie wzdłużne blach w kręgach:
  - grubość blachy: od 3,0 do 12,7mm,
  - średnica zewnętrzna: od 800 do 2100mm,
  - szerokość kręgu: od 500 do 2100mm,
  - szerokość taśmy: od 100 do 2100mm,
  - waga kręgu: do 36 ton.

www.hutalab.com.pl

HUTA POKÓJ KONSTRUKCJE

Konstrukcje stalowe:
- mosty kolejowe i drogowe, kładki,
- konstrukcje technologiczne i wsporcze dla energetyki,
- konstrukcje obiektów przemysłowych,
- konstrukcje kubaturowe (hale produkcyjne, magazynowe, handlowe, stadiony),
- konstrukcje zbiornikowe o pojemności do 100 000 m3,
- kształtowniki spawane oraz prefabrykaty konstrukcyjne wypalane z blach.

Usługi:
- usługi cięcia blach, profili, cięcia termicznego oraz zabezpieczenia antykorozyjnego.

www.hutapokoj.eu/huta-pokoj-konstrukcje/

WALCOWNIA BLACH BATORY

Produkcja:
- blachy ze stali stopowej i niestopowej, narzędziowej oraz stali o specjalnym przeznaczeniu o wymiarach:
  - grubość: 8 – 180mm,
  - szerokość: 1250 – 3800mm,
  - długość: 4000- 17000mm (przy czym maksymalny ciężar nieprzekraczający 9,5Mg),
- blachy małogabarytowe (tj. 1000x2000, 1250x2500 i 1500x3000).

Brak minimum produkcyjnego.

Usługi:
- cięcia mechanicznego i termicznego blach,
- wypalania elementów na wypalarkach CNC z materiału powierzonego,
- obróbki mechanicznej (toczenie, frezowanie, gwintowanie, wiercenie, szlifowanie, wytaczanie),
- cięcia mechanicznego wyrobów wielkogabarytowych,
- śrutowania wyrobów płaskich i długich,
- zabezpieczenia antykorozyjnego (gruntem czasowej ochrony),
- obróbki cieplnej,
- przewalcowania wsadu powierzonego,
- wykonywania badań laboratoryjnych,
- prostowanie blach na zimno i na gorąco,
- ważenia na legalizowanej wadze samochodowej.

www.wbbatory.pl

WĘGLOKOKS SA, ul. Mickiewicza 29, 40-085 Katowice, info@weglokoks.com.pl, www.weglokoks.com.pl

BOWIM®

Kompleksowa dystrybucja stali
Labolatorium centralne
Logistyka i zakupy
Wypalanie blach

BOWIM® Podkarpacie

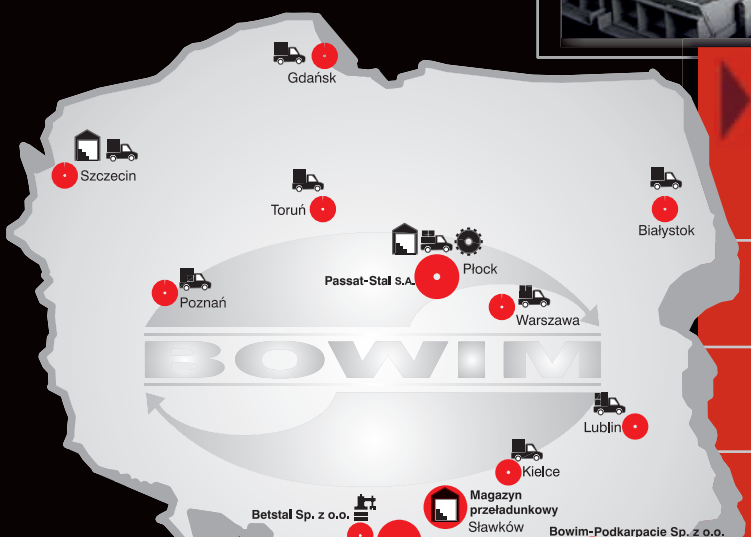
Centrum Dystrybucji Stali

PASSAT-STAL Stalowe Centrum Serwisowe

Produkcja kształtowników zimnogiętych
Cięcie blach wzdłużne i poprzeczne
Moce przerobowe 180 tys. ton/rok

BETSTAL

Zbrojarnia (produkcja stali cięto-giętej oraz koszy pali)
moce przerobowe
60 tys. ton rocznie



GRUPA BOWIM

80 przedstawicieli handlowych

14 centr dystrybucji

Zbrojarnia o mocy **60** tys. ton rocznie

6 magazynów o powierzchni **120** tys. m²

2 centra serwisowe o mocy **185** tys. ton

41-200 Sosnowiec
ul. Niwecka 1E
tel. +48 32 392 93 00
fax +48 32 392 93 80
e-mail: firma@bowim.pl

1 miejsce w rankingu PUDS - największy polski dystrybutor stali notowany na giełdzie - 2,7 mld przychodu - blisko 500 tys. ton wolumenu przetworzonego w 2022 r.

wyroby hutnicze steel products

www.bowim.pl

COGNOR

wielkość grupy

FERROSTAL ŁABĘDY

HSJ

SZOPIENICE

ZŁOMREX

pts