

ROBERT SIKORA

Politechnika Lubelska

Katedra Procesów Polimerowych

ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

## Wybrane problemy ogólne przetwórstwa tworzyw<sup>\*)</sup>

### SELECTED GENERAL PROBLEMS IN POLYMER PROCESSING

**Summary** — The 1960—1997 total and per-head productions of polymers in the world and in Poland are presented (Figs. 1—3) with particular reference to the total and per-head consumptions of polymers (including production, exports, and imports) in 20 countries including Poland in 1993—1997 (Table 3). The 1997 balance sheet is given for plastics with due account for technological utilization. General application directions are presented including the characteristics of processing machines and tools with particular reference to the situation in Poland (Tables 4—6). Processing plants and companies are characterized in general.

**Key words:** high-molecular-weight plastics, production, consumption, balance sheet in Poland, Poland's processing tool and machine market.

Wielkościami globalnymi charakteryzującymi rolę, znaczenie i zakres przetwórstwa w danym państwie lub w określonej gałęzi gospodarki bądź obszarze zainteresowań są skala i struktura zużycia tworzyw. Ze względu na możliwość uzyskania w miarę wiarygodnych informacji [1—4], analizy prowadzi się od dawna głównie w zakresie problemowym wytwarzania tworzyw, a z publikacji dotyczących produkcji można wymienić dla przykładu pozycje [5—9] ze spisu literatury. Okazuje się jednak, że od pewnego czasu są publikowane również odpowiednie dane dotyczące zużycia tworzyw i można się na nich opierać.

### PRODUKCJA TWORZYW

Całkowita produkcja światowa tworzyw w latach 1950—70 co najmniej podwajała się w okresach 5-letnich, a w latach następnych również rozwijała się intensywnie (tabela 1). Przyrosty produkcji całkowitej tworzyw były przez cały ten czas jedne z największych wśród materiałów konstrukcyjnych. Jeżeli umownie przyjmie się, wyrażoną w jednostkach masy, produkcję całkowitą tworzyw na świecie w 1997 r. za 1, to na przykład produkcja całkowita aluminium wynosi około 0,27, stali surowej 0,12 i cementu 0,24. Jak wynika z

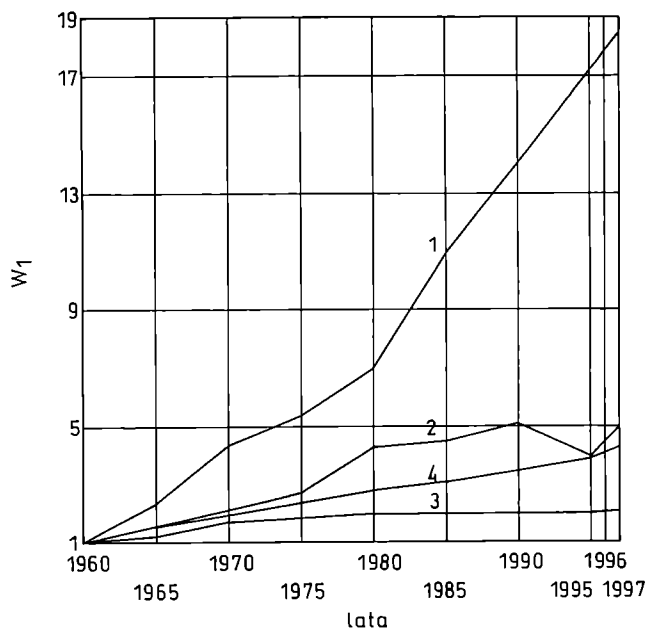
T a b e l a 1. Produkcja tworzyw na świecie i w Polsce w latach 1950—97 oraz przewidywana w roku 2050

T a b l e 1. The 1950—1997 and the 2050 (prognosis) productions of polymers in the world and in Poland

Produkcja \ Rok	1950	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	2050
<b>Świat</b>												
Całkowita, mln t	1,5	6,8	14,5	29,6	36	48	75	96	118	122	126	300
Na mieszkańca, kg	0,59	2,2	4,4	8,1	8,9	10,3	15,5	18,1	20,6	21,1	21,6	30
<b>Polska</b>												
Całkowita, tys. t	2,0	40,1	91,1	224	421	549	603	627	735	804	860	—
Na mieszkańca, kg	0,08	1,3	2,9	6,9	12,4	15,4	16,2	16,5	19,0	20,8	22,3	—

<sup>\*)</sup> Tekst wykładu otwierającego IV Profesorskie Warsztaty Naukowe "Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych", Kazimierz Dolny, 15—18 czerwca 1999 r.

rys. 1, od 1960 r. produkcja światowa tworzyw (jej masa) wzrosła aż 18,5 razy, aluminium 5,0 razy, stali surowej tylko 2,2 razy i cementu 4,3 razy.

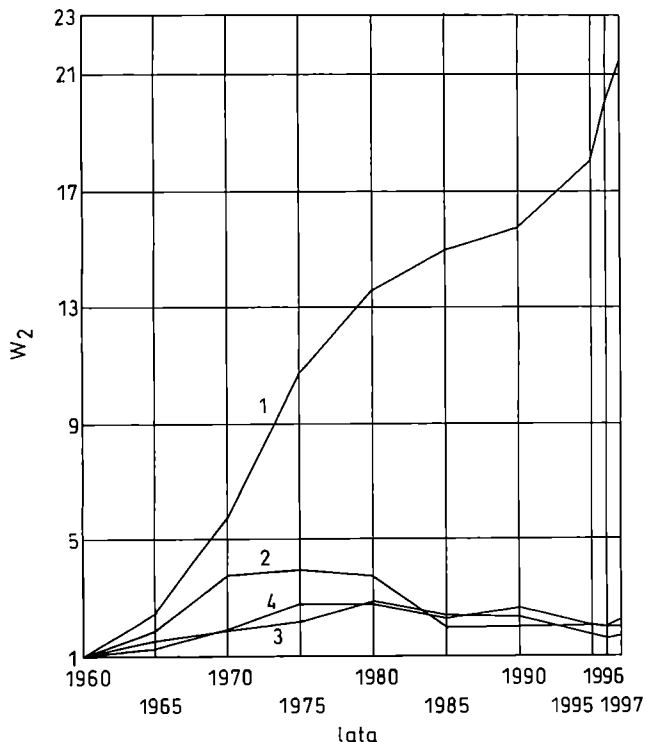


Rys. 1. Umowny wskaźnik względny ( $W_1$ ) wyrażonej w jednostkach masy produkcji całkowitej na świecie tworzyw (1), aluminium (2), stali surowej (3) i cementu (4) w latach 1960—97 [1]

Fig. 1. The conventional relative rate ( $W_1$ ) of world's 1960—1997 production of: 1 — polymers, 2 — aluminum, 3 — raw steel, and 4 — cement [1]

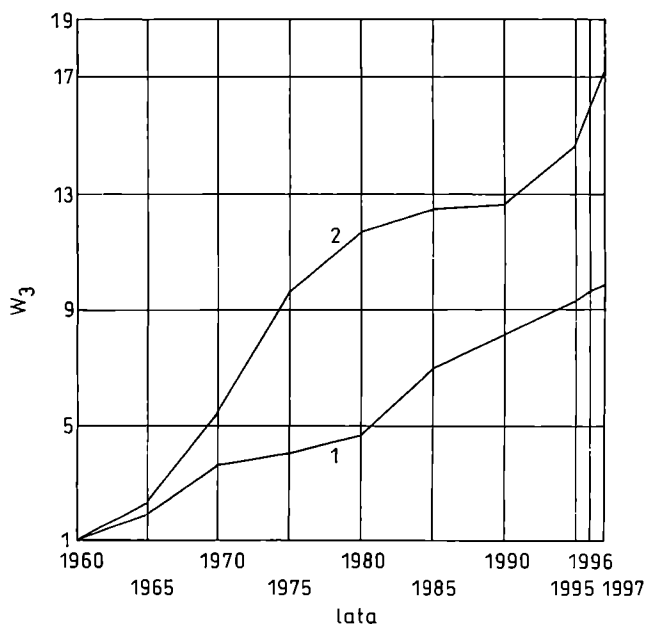
Produkcja całkowita tworzyw w Polsce w latach 1950—60 podwajała się średnio co 3 lata, w latach 1960—75 — co ok. 5 lat, zaś w latach następnych przyrosty były dość różne, ale zawsze jednak zdecydowanie większe niż innych materiałów konstrukcyjnych (rys. 2). Gdy umownie przyjmie się, wyrażoną w jednostkach masy, produkcję całkowitą tworzyw w Polsce w 1997 r. za 1, to produkcja aluminium wynosi ok. 0,09, stali surowej 0,08, a cementu 0,11. Od 1960 r. krajowa produkcja tworzyw, wyrażona w jednostkach masy, wzrosła aż ok. 21,3 razy, aluminium tylko ok. 2,0 razy, stali surowej 1,7 razy i cementu 2,3 razy. Stosunek wzrostu produkcji całkowitej tworzyw w Polsce do wzrostu produkcji całkowitej na świecie wynosi: tworzyw ok. 1,2, aluminium 0,4, stali surowej 0,8, a cementu 0,5. Tak więc produkcja całkowita tworzyw w Polsce rozwijała się intensywniej niż na świecie, natomiast produkcja wymienionych dla przykładu innych materiałów konstrukcyjnych powiększała się w Polsce w znacznie mniejszym stopniu niż na świecie.

Produkcja tworzyw liczona na jednego mieszkańca (jednostkowa) na świecie w 1960 r. wynosiła 2,2 kg, a po 37 latach, w 1997 r. — 21,5 kg, a więc wzrosła blisko 10-krotnie, rozwijając się zwłaszcza w latach osiemdziesiątych. Produkcja jednostkowa w Polsce w 1960 r. wynosiła 1,3 kg, zwiększając się wyraźnie w latach siedemdziesiątych: w ich połowie przekroczyła ona znacznie wartość światową. Następnie jednak, pod koniec lat osiemdziesiątych, zmniejszyła się o kilka procent poni-



Rys. 2. Umowny wskaźnik względny ( $W_2$ ) wyrażonej w jednostkach masy produkcji całkowitej w Polsce tworzyw (1), aluminium (2), stali surowej (3) i cementu (4) w latach 1960—97 [1]

Fig. 2. The conventional relative rate ( $W_2$ ) of Poland's 1960—1997 production of: 1 — plastics, 2 — aluminum, 3 — raw steel, and 4 — cement [1]



Rys. 3. Umowny wskaźnik względny ( $W_3$ ) produkcji tworzyw liczonej na jednego mieszkańca (jednostkowej) w latach 1960—97 na świecie (1) i w Polsce (2) [1]

Fig. 3. The conventional relative index ( $W_3$ ) of the 1960—1997 per-head production of plastics: 1 — world, 2 — Poland [1]

żej światowej, a w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych w przybliżeniu zrównała się z nią. W 1997 r. odpowiednie wartości wynosiły 21,6 kg (świat) i 22,3 kg (Polska), zatem były porównywalne (tabela 1). Jeżeli przyjmie się umownie produkcję tworzyw liczoną na mieszkańca na świecie w 1960 r. za 1, to produkcja w Polsce w 1997 r. wynosiła 17,5 (rys. 3).

Tabela 2. Produkcja niektórych tworzyw w Polsce w 1997 r. [3]  
Table 2. The 1997 production of selected polymers in Poland [3]

Rodzaj tworzywa	Skala produkcji	
	tys. ton	% produkcji całkowitej
Poli(chlorek winylu)	285 269	33,2
Poliolefiny,	275 091	32,0
w tym: polietylen	159 743	18,6
polipropylen	95 146	11,0
Poliuretany	67 231	7,8
Polistyren	48 940	5,7
Tworzywa estrowe	35 321	4,1
w tym: żywice poliestrowe	12 289	1,4
Poliamidy	33 889	3,9
Tworzywa alkidowe	30 176	3,5
Poli(octan winylu)	16 248	1,9
Żywice epoksydowe	5991	0,7
Tworzywa aminowe	3141	3,7
Tworzywa fenolowe	1861	2,2
Tworzywa akrylowe	1706	2,0
Kopolimery styrenu	883	1,0
Łącznie	805 947	93,7

Tabela 2 przedstawia produkcję niektórych tworzyw w Polsce w 1997 r. Zatem, dokładnie 1/3 produkcji stanowił poli(chlorek winylu), a niemal 1/3 to poliolefiny, w tym 58% polietylen (przede wszystkim małej gęstości) i 35% polipropylen.

Przedstawione względnie optymistyczne dane statystyczne dotyczące Polski nie obrazują oczywiście całości ogólnej sytuacji dotyczącej produkcji tworzyw w Polsce. Trzeba bowiem jeszcze uwzględnić strukturę produkcji, asortyment i jakość produkowanych tworzyw oraz aspekty typowo rynkowe. I tu optymizm jest znacznie mniejszy; analiza tych zagadnień przekracza jednak ramy tego opracowania.

Wiadomo, że produkcja tworzyw koncentruje się w państwach rozwiniętych gospodarczo. W latach sześćdziesiątych ponad 1/3 produkcji całkowitej tworzyw przypadała na USA. W 1970 r. było to dokładnie 33%, a łącznie USA, Japonia i RFN wytwarzały aż 65% tworzyw. W roku 1980 udział ten zmalał do 53%, w 1990 r. wynosił 39%, w 1995 r. — 40% i nie uległ istotnej zmianie w latach następnych. W 1997 r. największa produkcja całkowita tworzyw przypadała na USA, następnie zaś kolejno na Niemcy, Japonię, Belgię, Holandię, Włochy. Pod względem produkcji liczonej na jednego mieszkańca, kolejność jest następująca: Belgia, Holandia, Finlandia, Niemcy, USA. Na doskonałym miejscu

lokuje się też państwo często porównywane z Polską, mianowicie Hiszpania.

Jeżeli chodzi o przewidywania, to różne źródła podają nieco odmienne prognozy szczegółowe, ale w każdym przypadku ma nastąpić dalszy intensywny rozwój produkcji tworzyw. W odniesieniu do produkcji światowej przedstawia to tabela 1.

## ZUŻYCIE TWORZYW

Aby mówić o zużyciu tworzyw należy, oprócz produkcji (scharakteryzowanej zwięźle w poprzednim punkcie), dysponować danymi dotyczącymi eksportu, importu i utylizacji technologicznej tworzyw.

Największymi na świecie eksporterami tworzyw, licząc w wartościach bezwzględnych, są USA i Niemcy (eksport przekraczający w każdym z tych państw 6 mln ton tworzyw rocznie — tabela 3). Dużą wartość eksportu tworzyw mają Belgia, Holandia i Francja; jest on w przybliżeniu równy produkcji. Na Litwie i w Szwajcarii jest sytuacja nietypowa, mianowicie odpowiednio eksportuje się tam o ok. 340 i 40% więcej tworzyw niż produkuje. Z kolei największymi na świecie importerami tworzyw, również licząc w wartościach bezwzględnych, są Niemcy i Chiny (import > 5 mln ton rocznie w każdym z tych państw). We Włoszech importuje się o 20% więcej tworzyw niż produkuje. Dużo importują Francja i Wielka Brytania (w przybliżeniu tyle, ile produkują) oraz Belgia i Holandia. Na Litwie importuje się o ok. 500% tworzyw więcej niż wynosi produkcja, a w Szwajcarii — o ok. 450%.

W Polsce eksport tworzyw w ostatnich latach rośnie, ale nie jest duży i wynosi obecnie nieco więcej niż 200 tysięcy ton, co stanowi ok. 25% produkcji. Na razie nie ma czynników, które wskazywałyby na istotny wzrost eksportu. Jeżeli chodzi o import, to w ostatnich latach można go ocenić jako ilościowo średni, ale intensywnie rosnący. Stanowił on w 1993 r. — 28% produkcji, w 1994 r. — 41%, w 1995 r. — 57%, w 1996 r. — 70% oraz w 1997 r. — 83%. Są to dane głównie według publikacji ONZ [4]. Natomiast według W. Fileka [10, 11], który szczegółowo analizował import tworzyw do Polski, odpowiednie dane, po dodatkowych obliczeniach (m.in. uwzględniających import odpadów tworzyw) wynoszą: 1995 r. — 83% produkcji, 1996 r. — 101%. Nieco odmienne dane przedstawia P. Szewczyk [12].

Wartość importu tworzyw do naszego kraju, łącznie z importem odpadów, wynosiła w 1997 r. 750 mln USD. Najwięcej importuje się polietylenu, polipropyleny, polistyreny i poli(chloru winylu) z takich państw, jak Belgia, Rosja, Niemcy, Słowacja, Czechy (łącznie z co najmniej 12 państw). Dla zobrazowania całości sytuacji importu tworzyw do Polski, należy uwzględnić import wytworów zwanych umownie prostymi (np. rury, folie, kształtki, zabawki, pokrycia dachowe, guziki) oraz import tworzyw w wytworach złożonych (samochody, komputery, telewizory, meble, pralki, lodówki itp.).

Spośród tworzyw konstrukcyjnych zdecydowanie największy udział w zużyciu, szacowany na ok. 75%, ma poliamid 6, a następne miejsca zajmują poliacetale — ok. 20% (w większości poliformaldehyd). Tak więc tylko 5% zużycia stanowią wszystkie razem wzięte po-

zostałe tworzywa konstrukcyjne.

Niektóre metody utylizowania tworzyw — na przykład recykling materiałowy i surowcowy oraz utylizacja cieplna (spalanie, piroliza, hydrokraking, zgazowanie), utylizacja chemiczna, jak również inne podobne

T a b e l a 3. Produkcja, import, eksport i zużycie tworzyw w niektórych państwach (bez uwzględnienia obrotu wytworami prostymi z tworzyw, tworzywami w wytworach złożonych i odpadami z tworzyw) według [4] z lat 1997, 1998 i 1999.

T a b l e 3. Production, imports, exports and consumption of plastics in selected countries (excluding turnover of simple plastics articles, plastics in composite articles and polymer scrap) in 1997, 1998, and 1999 [4]

Państwo	Wartość całkowita, t							
	produkcja				import			
	1993	1994	1995	1996	1993	1994	1995	1996
Austria	954 637	997 134	971 857	—	707 494	838 527	873 960	—
Belgia	—	4 386 578	4 725 240	—	2 272 517	2 493 419	2 462 947	2 635 554
Bulgaria	165 045	182 932	195 819	—	63 749	69 412	65 984	—
Czechy	504 500	545 581	487 598	551 816	144 854	178 613	222 881	300 573
Finlandia	582 614	650 727	615 915	762 492	359 727	399 929	395 124	393 780
Francja	—	—	—	—	2 695 313	3 099 063	3 087 922	—
Hiszpania	2 122 752	2 487 115	2 593 899	2 650 651	988 199	1 374 018	1 297 570	1 505 444
Holandia	—	4 335 195	4 649 481	4 662 081	1 355 168	1 170 066	1 796 047	1 832 050
Japonia	—	—	—	—	512 477	581 992	556 726	—
Litwa	23 160	14 125	13 801	16 016	—	35 578	96 463	81 235
Niemcy	9 924 671	11 317 370	11 498 950	11 559 398	4 643 452	5 361 690	5 083 524	5 028 626
Polska	671 338	651 223	734 986	804 163	185 674	275 660	419 022	559 167
Portugalia	482 977	577 006	541 253	567 032	318 112	343 900	347 318	380 273
Rosja	1 989 000	1 669 479	1 804 004	1 200 000	74 717	185 186	163 568	209 948
Slowacja	252 341	393 783	449 914	—	—	75 957	77 253	88 848
Szwajcaria	132 380	155 010	160 000	—	664 871	729 474	714 500	—
Turcja	525 076	540 242	591 343	—	594 847	466 772	626 794	—
USA	26 985 000	29 536 000	—	—	1 913 905	2 469 522	2 673 860	—
Wielka Brytania	—	—	—	—	2 786 679	3 662 350	3 117 726	—
Włochy	3 268 689	3 400 780	3 492 936	3 465 732	3 464 734	4 086 290	4 201 562	—

Państwo	Wartość całkowita, t							
	eksport				zużycie			
	1993	1994	1995	1996	1993	1994	1995	1996
Austria	760 972	830 991	—	—	901 159	1 004 670	—	—
Belgia	4 453 749	5 046 390	4 732 325	5 241 706	—	1 833 607	2 455 862	—
Bulgaria	106 564	124 119	117 479	—	122 230	128 225	144 324	—
Czechy	254 807	348 326	284 130	349 637	394 547	375 868	426 349	502 752
Finlandia	357 959	423 081	380 221	434 424	530 382	627 575	630 818	723 848
Francja	—	4 162 745	3 743 196	—	—	—	—	—
Hiszpania	1 042 546	1 277 559	1 329 968	1 299 396	2 068 405	2 583 574	2 561 501	2 856 699
Holandia	5 020 960	3 631 967	3 985 491	4 637 434	—	1 873 294	2 460 037	1 856 697
Japonia	2 210 973	2 686 528	3 141 048	—	—	—	—	—
Litwa	—	32 055	54 670	54 586	—	17 648	55 594	42 665
Niemcy	5 227 158	6 460 949	6 355 793	6 669 836	9 340 965	10 218 111	10 226 681	9 918 188
Polska	156 395	131 874	160 667	198 531	700 617	795 009	993 341	1 164 799
Portugalia	211 468	264 611	162 410	157 247	589 621	656 295	726 161	790 058
Rosja	310 683	701 788	694 236	521 762	1 753 034	1 152 877	1 273 336	888 186
Slowacja	228 339	314 424	339 900	344 038	—	155 316	187 267	—
Szwajcaria	183 648	217 599	226 965	—	613 603	666 885	647 535	—
Turcja	240 354	181 326	104 457	—	879 569	825 688	1 113 680	—
USA	5 263 433	5 702 953	6 294 635	—	23 635 472	26 302 569	—	—
Wielka Brytania	1 446 831	1 694 794	1 729 977	—	—	—	—	—
Włochy	1 675 836	1 913 045	1 955 069	—	5 057 587	5 574 025	5 712 225	—

cd. tabeli 3

Państwo	Wartość na jednego mieszkańca, kg			
	zużycie			
	1993	1994	1995	1996
Austria	90,1	125,7	—	—
Belgia	—	183,2	242,9	—
Bulgaria	14,4	15,1	17,2	—
Czechy	38,2	36,4	41,2	48,7
Finlandia	104,4	123,3	123,4	141,3
Francja	—	—	—	—
Hiszpania	52,8	66	65,4	72,7
Holandia	—	121,8	159,2	119,7
Japonia	—	—	—	—
Litwa	—	6,9	15	11,5
Niemcy	115,1	125,5	125,3	121,1
Polska	18,2	20,6	25,7	30,2
Portugalia	59,8	66,4	67,2	80,5
Rosja	11,8	7,8	8,6	6
Słowacja	—	29,1	34,9	—
Szwajcaria	88,4	95,4	92	—
Turcja	14,6	13,5	18,1	—
USA	91,8	100,9	—	—
Wielka Brytania	—	—	—	—
Włochy	88,6	97,5	99,9	—

metody o mniejszym znaczeniu — mogą być traktowane jako metody specyficznego wtórnego zużycia tworzyw [13, 14]. Są to więc metody technologiczne — czynne. Z pewnością nie można tak traktować rozpo-

wszechnionej metody utylizowania poprzez składowanie na wysypiskach komunalnych, łącznie ze śmieciami. Metodę tę, razem z innymi podobnymi sposobami można konsekwentnie nazwać utylizacją nietechnologiczną — bierną.

Udział tych dwóch głównych grup metod utylizowania tworzyw w różnych państwach jest odmienny. Na przykład, w Europie Zachodniej ok. 65% odpadów tworzyw poddaje się obecnie utylizowaniu metodami technologicznymi (rys. 4)[15], podczas gdy w 1992 r. było to tylko ok. 27%. Szacuje się, że w Polsce udział ten jest mniejszy o kilka, a może nawet o kilkanaście procent.

Bilans tworzyw w Polsce w 1997 r. można więc przedstawić następująco:

- produkcja 860 tys. t,
- eksport 227 tys. t,
- import w postaciach podstawowych i odpadów 714 tys. t,
- import wytworów prostych 70 tys. t<sup>\*)</sup>,
- import tworzyw w wytworach złożonych 100 tys. t<sup>\*)</sup>,
- utylizacja technologiczna 600 tys. t<sup>\*)</sup>.

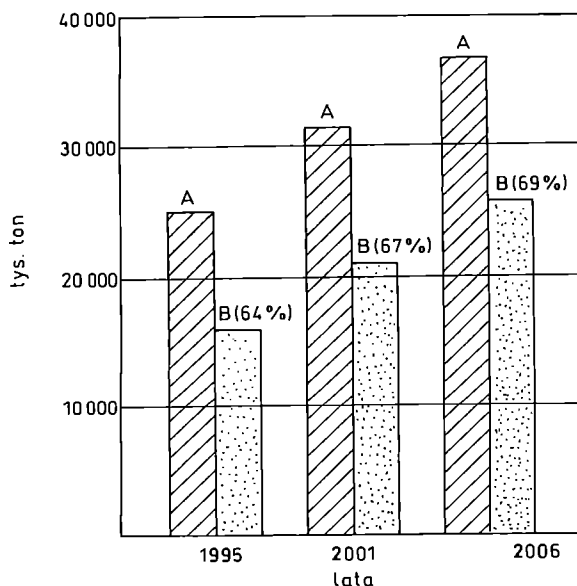
Zużycie tworzyw wynosi zatem  $860 - 227 + 714 + 70 + 100 + 600 = 2117$  tys. t. Jest to wartość przybliżona globalnego zużycia całkowitego, natomiast globalne zużycie w przeliczeniu na mieszkańca (jednostkowe) wynosi ok. 55 kg. Pod tym względem lokuje to Polskę wysoko, bo wśród państw więcej niż średnio rozwiniętych gospodarczo.

#### CHARAKTERYSTYKA PRZETWÓRSTWA

Charakteryzując ogólnie przetwórstwo, uwzględnimy w dalszym tekście problematykę kierunków stosowania tworzyw, udziały poszczególnych metod przetwórstwa oraz poszczególnych rodzajów maszyn i narzędzi przetwórczych, jak również sytuację rynkową w tym zakresie. Z powodu braku danych zostaną niestety pominięte zagadnienia udziału poszczególnych urządzeń uzupełniających oraz oprzyrządowania technologicznego do przetwórstwa.

#### Tworzywa i metody przetwórstwa

Największą ilość tworzyw stosuje się na opakowania, następnie w budownictwie, w przemyśle maszynowym i środkach transportu, elektrotechnice i elektronice, meblarstwie i zabawkarstwie, służbie zdrowia oraz rolnictwie. Opakowania zużywają na ogół w państwach rozwiniętych więcej niż 30% tworzyw, np. w Niemczech właśnie 30%, a we Włoszech 40% [16, 17]. Podana niedawno [12] wartość 43% w odniesieniu do Polski wydaje się nieprawdopodobnie duża, zwłaszcza w świetle danych o źródłach pochodzenia odpadów tworzyw [13]. W budownictwie stosuje się również dużo two-



Rys. 4. Ilość (A) i udział (B) odpadów tworzyw poddawanych utylizowaniu metodami technologicznymi w Europie Zachodniej w roku 1995 oraz w latach 2001—6 (prognoza) [15]  
Fig. 4. The quantity (A) and the share (B) of plastics scrap reutilized in Western Europe in 1995 and throughout 2001—2006 (prognosis) [15]

\*) Dane przybliżone, gdyż dokładne dane są na razie niemożliwe do wiarygodnego określenia.

rzyw (ok. 20%), a jest to w zasadniczej mierze PVC. Tak więc np. w USA i Niemczech wartość ta wynosi właśnie 20% [8, 18]. W przemyśle maszynowym i środkach transportu oraz w elektrotechnice i elektronice stosuje się zwykle po kilkanaście procent tworzyw w każdej z tych gałęzi gospodarki. W pozostałych gałęziach używa się kilku procent tworzyw, np. w rolnictwie 2,5–6%.

Ilość tworzyw w poszczególnych kierunkach ich stosowania wpływa na rozpowszechnienie i rozwój metod przetwórstwa. Ponieważ wspomniana ilość tworzyw jest odmienna w różnych państwach, to występuje odpowiednie zróżnicowanie udziału i znaczenia poszczególnych metod przetwórstwa w tych państwach. Zauważono jednak prawidłowość [18, 19] polegającą na tym, że zdecydowanie największy udział (ok. 50%) ma wytłaczanie i jego odmiany, a mniejszy w przybliżeniu o ok. połowę — wtryskiwanie i jego odmiany; na pozostałe metody przetwórstwa przypada udział łączny mniej więcej taki sam jak w przypadku wtryskiwania. Są też metody, których udział wyraża się ułamkiem procenta. Od kilku lat nie zauważa się pod tym względem istotnych zmian, za aktualne można więc przyjąć zawarte w tabeli 4 dane opublikowane wcześniej i pochodzące z różnych źródeł.

**T a b e l a 4.** Udział procentowy niektórych metod przetwórstwa tworzyw termoplastycznych (TT), w tym poliolefin (PO), w Europie Zachodniej, w tym we Francji i we Włoszech [17]

**T a b l e 4.** Percentual contribution of selected processing techniques in thermoplastics (TT) including polyolefins, in Western Europe, France and Italy [17]

Metoda przetwórstwa	Udział, %			
	Europa Zachodnia		Francja	Włochy
	TT	PO	TT	PO
Wytłaczanie	54	53	52	47
w tym: folie i płyty	42	42	27	31
rury	7	4,7	13	10
kształtowniki	—	—	10	5
Wtryskiwanie	25	26	28	24
Formowanie z rozdmuchiwaniem	10	10	14	7

### Maszyny przetwórcze

Udział poszczególnych rodzajów maszyn przetwórczych nie pozostaje w bezpośrednim związku z udziałem metod przetwórstwa, w których są one stosowane. Jest to spowodowane charakterystyką technologiczną metod (determinowaną procesami reologicznymi, cieplnymi, kinematycznymi i dynamicznymi) oraz możliwościami przetwórczymi maszyn określanymi zależnościami pomiędzy cechami i właściwościami maszyny a wydajnością, niedoskonałością, jakością i kosztem przetwórstwa. Udział ten jest też odmienny w różnych państwach. W każdym jednak przypadku dominuje udział wtryskarek. W Europie Zachodniej udział

wtryskarek co do wartości wynosi ok. 34%, wytłaczarek zaś 28%. W USA udziały te wynoszą odpowiednio 45 i 25%, a w Japonii 71 i 20%.

Największym producentem i eksporterem maszyn przetwórczych w Europie od wielu już lat są Niemcy z udziałem ok. 45%, co stanowi kwotę 5,2 miliarda DM; wyprzedzają one Włochy (20%), Francję, Austrię, Szwajcarię i Hiszpanię. Najwięcej maszyn importuje w Europie Wielka Brytania, następne miejsca zajmują Niemcy i Francja [20]. Na rynek polski w 1997 r. wprowadzono 387 wtryskarek, w tym tylko 80 z polskiej firmy Ponar Żywiec (tabela 5). Ponad 30 znanych firm zagranicznych produkujących maszyny przetwórcze ma swoje przedstawicielstwa w Polsce [12].

**T a b e l a 5.** Dostawcy wtryskarek do Polski i liczby dostarczonych wtryskarek w 1997 r. [12]

**T a b l e 5.** Injection molding machine suppliers to Poland and the numbers of machines supplied [12]

Nazwa dostawcy	Liczba wtryskarek
Ponar Żywiec	80
Arburg	55
Engel	45
Krauss Maffei/Demag	40
Battenfeld	20
Ferromatik	20
Chmielnicky Zavod	18
LG	15
Negri Bossi	10
DK Codin	10
Inni	74
Razem	387

### Narzędzia przetwórcze

Udział poszczególnych rodzajów narzędzi przetwórczych jest tylko w niewielkim stopniu skorelowany z udziałem maszyn przetwórczych współdziałających z nimi. Wpływa na niego różna zdolność przetwórcza narzędzia, zwana krócej przetwórczością. Zależy ona głównie od rozwiązania konstrukcyjnego narzędzia przeznaczonego do określonej metody i odmiany przetwórstwa danego tworzywa oraz od rodzaju i rozwiązania konstrukcyjnego maszyny, od właściwości i struktury materiałów użytych do wytworzenia narzędzi, zwłaszcza do wytworzenia gniazda formującego, od technologii wytwarzania jego elementów składowych i techniki montażu oraz wreszcie od warunków eksploatacji narzędzia. Tak więc dominuje udział form wtryskowych, szacowany co do wartości na 40–80%.

Narzędzia przetwórcze do wytworów, którym stawia się bardzo wysokie wymagania jakościowe, zwłaszcza do wytworów dużych wymiarów, są na ogół do Polski sprowadzane z zagranicy, przede wszystkim z Niemiec i Włoch. Większość narzędzi jest jednak produkowana w Polsce, a liczba ich producentów sięga 40. Jest zrozumiałe, że bardzo liczni spośród nich zajmują się produkcją kilku rodzajów narzędzi; najwięcej, bo aż 35, jest

T a b e l a 6. Rodzaje narzędzi przetwórczych i liczba ich producentów w Polsce w 1997 r. [12]

T a b l e 6. Processing tools and the number of manufacturers in Poland in 1997 [12]

Nazwa narzędzia	Liczba producentów
Formy do wtryskiwania (wtryskowe)	35
Formy do rozdmuchiwania (rozdmuchowe)	18
Formy do prasowania (prasownicze)	16
Formy do kształtowania próżniowego	6
Formy do formowania rozrostowego i spieniania	4
Głowice wytłaczarskie	5
Inne narzędzia	15 <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup> Liczba orientacyjna.

producentów form wtryskowych (tabela 6). Przedstawiciele firm zagranicznych produkujących narzędzia przetwórcze jest w Polsce niewielu.

Przed 1989 r. przetwórstwo w Polsce było zdominowane przez wielkie przedsiębiorstwa państwowe, takie jak na przykład zgrupowane w Zjednoczeniach Erg, Organika lub Metalchem. Przechodzą one teraz istotne procesy przekształceń i reorganizacji. Ale już wówczas istniało wiele mniejszych przedsiębiorstw prywatnych oraz spółdzielni, w których przetwarzano tworzywa, głównie metodą wtryskiwania i wytłaczania, często z rozdmuchiwaniem.

Ocenia się, że obecnie działa w Polsce ok. 5500 firm zajmujących się przetwórstwem tworzyw, zatrudniających w przybliżeniu 35 000 pracowników [21, 22]. Są to firmy bardzo zróżnicowane, np. jeżeli chodzi o zatrudnienie — od jednoosobowych i rodzinnych do dużych i bardzo dużych nowych oraz dawnych zakładów państwowych, zatrudniających więcej niż 1000 pracowników. Borykają się one z wieloma trudnościami, z których dla przykładu można wymienić zatrudnianie pracowników o niskich kwalifikacjach lub tylko przyuczonych bądź też często bezkrytyczne przenoszenie techniki (łącznie z normami i słownictwem) z firm zachodnich. Zagadnienia te oraz problemy organizacyjne, kapitałowe i rozwojowe wymagają odrębnego opracowania.

#### WNIOSKI I USTALENIA

Na podstawie informacji przedstawionych w dotychczasowym tekście można sformułować następujące wnioski i ustalenia o charakterze ogólniejszym:

— Produkcja i zużycie tworzyw na świecie oraz w Polsce od kilkudziesięciu lat nieustannie znacznie się zwiększają. Intensywność tego wzrostu jest w przybliżeniu aż o rząd wartości większa niż innych materiałów konstrukcyjnych.

— O potencjale gospodarczym danego państwa współdecyduje nie tyle skala produkcji, co ilość zużywanych tworzyw, ujmowana całościowo (produkcja, eksport, import, utylizacja technologiczna).

— Oceny kierunków stosowania tworzyw, udziału poszczególnych metod przetwórstwa, rodzajów maszyn i narzędzi przetwórczych oraz ich ścisłe korelacje są niemożliwe do jednoznacznego ustalenia, pozostają więc tylko oceny przybliżone. Są one jednak wartościowe, gdyż dają m.in. obraz olbrzymiego znaczenia omawianych problemów w gospodarce.

Gałąź gospodarki, jaką jest przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, jest w Polsce jedną z nielicznych, a może tylko jedną, która w okresie transformacji ustrojowej podlega nieustannemu i szybkiemu rozwojowi.

#### LITERATURA

1. Roczniki statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
2. Biuletyny statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
3. Materiały źródłowe, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
4. The Chemical Industry. Annual Review. United Nations, Nowy Jork i Genewa.
5. Plastics Information Europe (roczniki).
6. Sulima T., Czeakański J., Łuczycycki A.: Prace Naukowe Politechniki Wrocławskiej nr 17, seria Monografie 6, Wrocław 1978.
7. Sikora R.: "Tworzywa wielkocząsteczkowe — Rodzaje, właściwości i struktura", WPL, Lublin 1991.
8. Sikora R.: *Polimery* 1993, **38**, 474.
9. Piotrowski F.: *Przem. Chem.* 1983, nr 12, 58.
10. Filek W.: *Przetwórstwo tworzyw* 1996, nr 11, 12.
11. Filek W.: *Przetwórstwo tworzyw* 1996, nr 11, 10.
12. Szewczyk P.: *Przetwórstwo tworzyw* 1998, nr 10, 236.
13. Bieliński M.: "Materiałowa i przetwórcza charakterystyka wybranych termoplastycznych tworzyw wtórnych", Akademia Techniczno-Rolnicza, Rozprawy nr 90, Bydgoszcz 1998.
14. Rosik-Dulewska C., Kautorczyk J.: *Ekoinżynieria* 1998, **33**, nr 8, 9.
15. H. T.: *Przetwórstwo tworzyw* 1999, nr 3, 384.
16. Z. H.: *Polimery* 1995, **40**, 129.
17. Czaja K.: *Opakowanie* 1996, nr 6, 9.
18. Sikora R.: *Polimery* 1996, **41**, 277.
19. Anonim: *Mod. Plast. Intern.* 1995, **72**, nr 1, 57.
20. Z. D.: *Polimery* 1999, **44**, 69.
21. Szewczyk P.: *Przetwórstwo tworzyw* 1998, nr 9, 221.
22. E. P.: *Przetwórstwo tworzyw* 1999, nr 5, 440.