

dr inż. JAN SIKORA  
mgr inż. KRZYSZTOF KOSAŁA  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki – Kraków

## Rozwiązania ograniczające hałas uderzeniowy prasy mechanicznej

W latach 1998-2000 realizowano w Katedrze Mechaniki i Wibroakustyki zadanie badawcze [5], którego celem było przeprowadzenie badań podstawowych wyjaśniających zjawiska fizyczne zachodzące w trakcie uderzeń oraz badań stosowanych, ukierunkowanych na ograniczenie hałasu uderzeniowego w prasach mechanicznych. Założono również, że praktycznym rezultatem pracy badawczej będzie opracowanie rozwiązań zabezpieczeń przeciwhałasowych i zastosowanie ich w wybranej do badań testowych prasie mechanicznej [6,7] oraz opracowanie uogólnionych zasad projektowania zabezpieczeń ograniczających hałas uderzeniowy w prasach mechanicznych.

Celowość podjętego zadania potwierdzają wyniki badań CIOP [10] w zakresie bezpieczeństwa pracy na prasach mechanicznych, według których:

– spośród 50 tys. stanowisk pracy związanych z maszynami do obróbki plastycznej ponad 30 tys. stanowią prasy mechaniczne

– w strukturze organizacyjno-produkcyjnej tłoczni dominuje produkcja mała i średnioseryjna z ręczną obsługą pras

– tylko 10% pras mechanicznych pracuje w procesach zautomatyzowanych

– hałas, po mechanicznych zagrożeniach urazowych, jest najdokuczliwszym zagrożeniem występującym przy obsłudze pras

– rzadko stosowane są zabezpieczenia przeciwhałasowe na stanowiskach pras – najczęściej walka z hałasem na tłoczniach sprowadza się do stosowania indywidualnych ochronników słuchu.

Opracowane, zaprojektowane i wdrożone do prasy doświadczalnej zabezpieczenia mogą mieć właśnie zastosowanie w prasach mechanicznych z ręczną lub półautomatyczną obsługą. Zaprezentowane rozwiązania ograniczają z dobrym skutkiem hałas uderzeniowy, zarówno podczas procesu wykrawania, jak i tłocze-

nia, nie utrudniając obsługi prasy. Mogą być także, po dokonaniu niewielkich modyfikacji, adaptowane do innego typu pras z ręczną obsługą.

### Zastosowane rozwiązania techniczne

Po przeanalizowaniu najczęściej dotychczas stosowanych rozwiązań technicznych ograniczających hałas w prasach mechanicznych [3] oraz po uwzględnieniu własnych doświadczeń w zakresie badań i wdrożeń zabezpieczeń przeciwhałasowych, opracowano koncepcję zestawu nowych bądź zmodyfikowanych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych do ograniczenia hałasu uderzeniowego w prasie mechanicznej. Prototypowe rozwiązania zastosowano w prasie mimośrodowej typu KD 2122 (rys.1) o nacisku 16 ton, zainstalowanej w Katedrze Mechaniki i Wibroakustyki na stanowisku laboratoryjno-przemysłowym do badania hałasu uderzeniowego.

Zastosowano następujące rozwiązania redukujące hałas technologiczny-uderzeniowy (rys. 2):

- zmodyfikowany wykrojnik dwustopniowy do wykrawania podkładek z blachy stalowej (rys. 3)

- zintegrowaną obudowę dźwiękochłonna-izolacyjną zmodyfikowanego wykrojnika dwustopniowego (rys. 4)

- ruchome osłony dźwiękoizolacyjnej pola operacyjnego prasy (rys. 4)

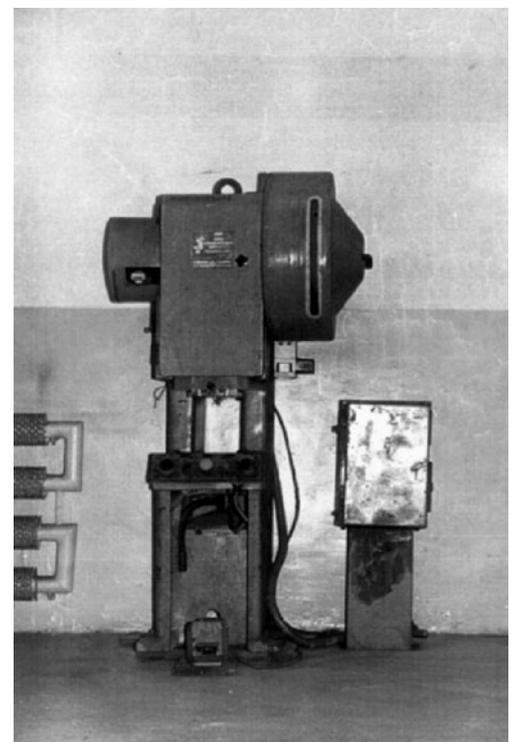
- ruchomą osłonę dźwiękoizolacyjną pola operacyjnego prasy, zintegrowaną z suwakiem do wytłaczania (profilowania) podkładek z blachy stalowej (rys. 5)

- tłumik hałasu powstającego w wyniku zrzutu powietrza z układu sterującego sprzęgła (rys. 6).

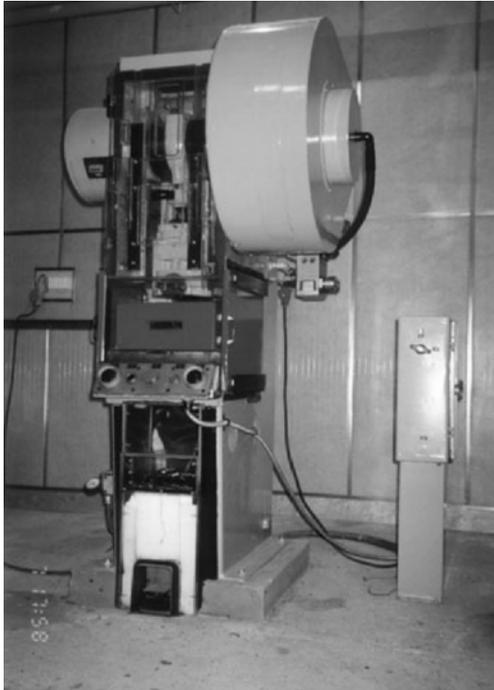
Zmodyfikowany wykrojnik stanowi rozwiązanie mające za zadanie łagodzenie udarowego przebiegu zmian energii uderzenia. Zmiana w przebiegu procesu wykrawania polega na tym, że w pierw-

*Artykuł opracowano na podstawie wyników zadania badawczego 03.8.13 programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego w zakresie prac badawczo-rozwojowych przez Komitet Badań Naukowych a w zakresie prac wdrożeniowych i upowszechniających przez Ministerstwo Gospodarki*

szym takcie wykrawania następuje częściowe nacięcie materiału, przy równoczesnym dociśnięciu drugiego stempla do materiału. Dokończenie operacji następuje wówczas przy mniejszej energii uderzenia. Poza tym zmodyfikowany wykroj-

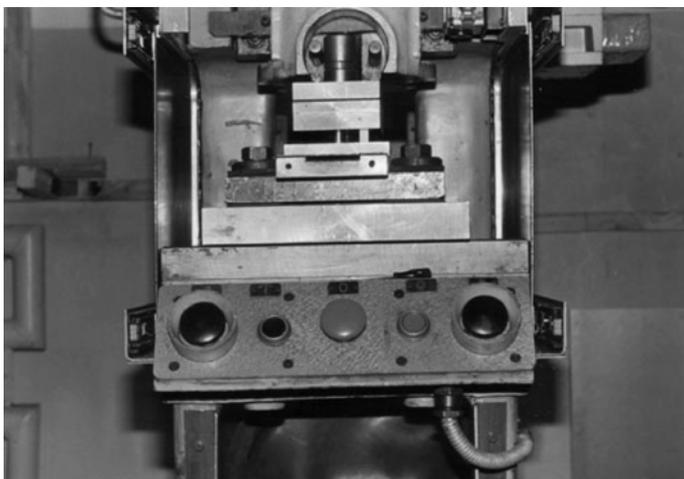


Rys. 1. Prasa doświadczalna przed zastosowaniem zabezpieczeń przeciwhałasowych



Rys. 2. Prasa z zastosowanymi zabezpieczeniami ograniczającymi hałas uderzeniowy

nik umożliwia stosowanie różnego typu podkładek tłumiących drgania spowodowane uderzeniami podczas wykrawania. Podkładowki te mogą być umieszczane pomiędzy płytą prowadzącą a podstawą wykrojnika, pomiędzy podstawą a podkładowkami, w połączeniu śrubowym



Rys. 3. Pole operacyjne prasy – na pierwszym planie zmodyfikowany wykrojnik dwustopniowy do wykrawania podkładek z blachy stalowej

sworzni prowadzących oraz pomiędzy płytą amortyzującą stemple a górną oprawą stempli.

Idea ruchomej osłony dźwiękoizolacyjnej pola operacyjnego prasy, zintegrowanej z suwakiem prasy została zastosowana do tłoczniaka. Do głowicy-stempla tłoczniaka (połączonego z suwakiem) zamocowano osłonę dźwiękoizolacyjną, wykonaną z płyty stalowej i odpowiednio wyprofilowanej osłony z gumy, hermetyzującą pole operacyjne prasy – wkładkę matrycy profilującej podkładkę. Ruch osłony dźwiękoizolacyjnej odbywa się równocześnie z ruchem głowicy, z tym że krawędź dolna osłony wcześniej spotyka się z podstawą tłoczniaka, hermetyzując źródło hałasu – uderzenie stempla o materiał (płaską podkładkę stalową).

W tłoczniaku zastosowano półautomatyczny podajnik półproduktu (podkładek) do matrycy. Działanie podajnika sprowadza się do podawania podkładki do matrycy, a po wyprofilowaniu przesunięcie jej do otworu w podstawie tłoczniaka, umożliwiającego odprowadzenie jej do kosza odbiorczego gotowych elementów.

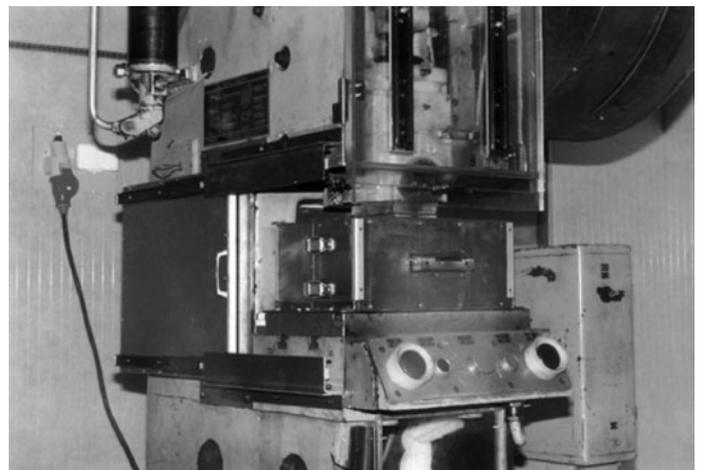
Dodatkowo opracowano rozwiązania elementów zintegrowanej obudowy dźwiękochłonna-izolacyjnej prasy (wzmacniającej izolacyjność akustyczną elementów oryginalnego korpusu), ograniczające głównie hałas własny prasy oraz tłumiące drgania materiałowe w korpusie podczas uderzeń. Są to:

- zmodyfikowana dźwiękochłonna-izolacyjna osłona koła zamachowego
- osłona dźwiękochłonna-izolacyjna silnika napędowego prasy
- hermetyzacja tylnej ściany korpusu prasy
- hermetyczny kosz odbiorczy w prasie przeznaczony na gotowe elementy
- wykładziny tłumiące hałas pochodzący od drgań materiałowych korpusu prasy.

Zastosowane rozwiązania uwzględniają wszystkie trzy rodzaje hałasu występującego w środowisku operatora prasy [3]: własnego, technologicznego-uderzeniowego i urządzeń pomocniczych. Wykaz prototypowych rozwiązań wdrożonych w prasie doświadczalnej dla poszczególnych źródeł hałasu zawiera tabela 1.

### Uzyskane skutki w ograniczeniu hałasu

Badania akustyczne weryfikujące skutki uzyskane po wdrożeniu podanych w tabeli 1. zabezpieczeń przeciwhałasowych, zarówno zmniejszających hałas uderzeniowy, jak i hałas własny prasy doświadczalnej, przeprowadzono według takiej samej metodyki jak podczas badań przed wdrożeniem [5, 6, 7]. Zmierzono i wyznaczono następujące parametry prasy:  $L_p$  – moc akustyczną w pasmach oktaowych częstotliwości,  $L_{pA}$  – skorygowany poziom



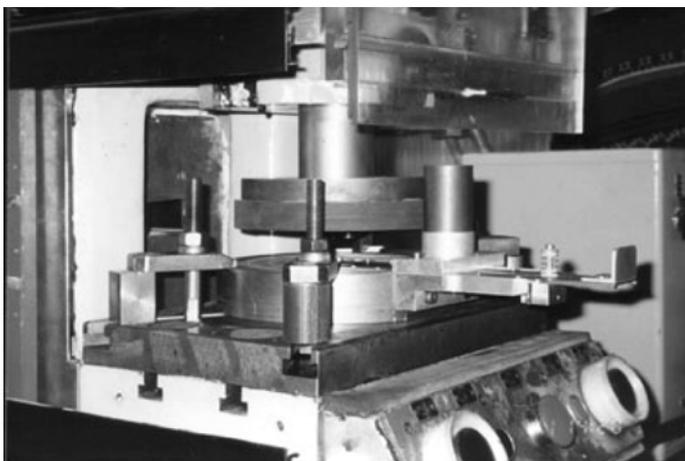
Rys. 4. Pole operacyjne prasy – na pierwszym planie zintegrowana obudowa dźwiękochłonna-izolacyjna hermetyzująca wykrojnik. Pionowa i boczne osłony pola operacyjnego odsunięte

mocy akustycznej  $A$ ,  $L_{pm}$  – poziom uśredniony ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych częstotliwości,  $L_{Am}$  – poziom dźwięku  $A$ ,  $L_{pmax}$  – maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych (przy pomiarach w polu bliskim).

Dokonywano również pomiarów na stanowisku operatora prasy wyznaczając:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$  i  $L_{Cpeak}$ . W tabeli 2. zamieszczono zestawienie porównawcze skutków obniżenia hałasu na stanowisku operatora prasy podczas procesów technologicznych wykrawania i tłoczenia, a także podczas biegu jałowego prasy. Z uwagi na to, że zarówno podczas badań przed wdrożeniem jak i po wdrożeniu, wartość szczytowego poziomu dźwięku  $C L_{Cpeak}$  nie przekraczała 103 dB, w tabeli 2. nie zamieszczono tego parametru.

\* \* \*

Realizując cele badawcze, opracowano, wykonano i wdrożono zestaw rozwiązań konstrukcyjnych zabezpieczeń przeciwhałasowych przeznaczonych do ograniczenia hałasu uderzeniowego w prasie mechanicznej. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że istnieją możliwości ograniczenia hałasu uderzeniowego w prasach mechanicznych, przez równoczesne ograniczanie hałasu u źródła, w wyniku zmian w rozwiązaniach matryc oraz na drodze powietrznej przez stosowanie biernych metod ograniczania hałasu.



Rys. 5. Pole operacyjne prasy – na pierwszym planie ruchoma osłona dźwiękoizolacyjna tłoczniaka zintegrowana z suwakiem (z prawej strony półautomatyczny podajnik półproduktu do matrycy)

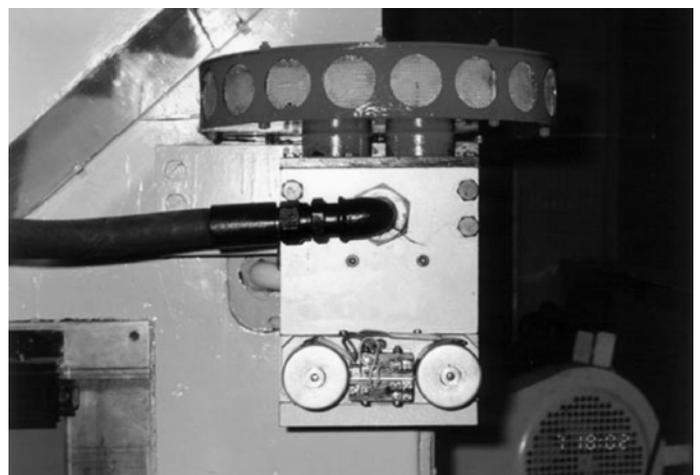
ŹRÓDŁA HAŁASU W PRASIE – ZASTOSOWANE PROTOTYPOWE ZABEZPIECZENIA W PRASIE DOŚWIADCZALNEJ

Tabela 1

	Źródła hałasu	Zabezpieczenia				
Hałas własny	Silnik napędowy	osłona dźwiękochłonna-izolacyjna				
	Przekładnie zębate					
	Koło zamachowe	zmodyfikowana dźwiękochłonna-izolacyjna osłona koła zamachowego				
	Sprzęgła	zmodyfikowana dźwiękochłonna-izolacyjna osłona koła zamachowego				
Hałas technologiczny	Uderzenia podczas operacji technologicznej	hermetyzacja tylnej ściany korpusu prasy	zmodyfikowany wykrojnik dwustopniowy	zintegrowana obudowa wykrojnika	osłony dźwiękoizolacyjne pola operacyjnego prasy	zmodyfikowany tłocznik z ruchomą osłoną
	Zrzut powietrza z układu sterującego sprzęgła	tłumik hałasu dla zrzutu powietrza z układu sterującego sprzęgła				
	Drgania materiałowe korpusu prasy wywołane siłami uderzenia	wykładziny tłumiące hałas drgań materiałowych korpusu prasy				
	Drgania osłony koła zamachowego i innych części metalowych prasy	zmodyfikowana dźwiękochłonna-izolacyjna osłona koła zamachowego				
Hałas urządzeń pomocniczych	Podajniki materiału					
	Wyrzutniki do usuwania wyrobów					
	Koszki odbiorcze na gotowe wyroby	hermetyczny kosz odbiorczy w prasie na gotowe elementy				
	Rynny zsypowe odprowadzające gotowe wyroby					

Rozwiązania zastosowane w wybranej do badań prasie mechanicznej można adaptować, po pewnych modyfikacjach, do innego typu pras mechanicznych. Stąd

też opracowane na podstawie uzyskanych wyników uogólnione zasady projektowania zabezpieczeń przed hałasem uderzeniowym, odnoszące się do pras mecha-



Rys. 6. Tłumik hałasu dla zrzutu powietrza z układu sterującego sprzęgła



Rys. 7. Możliwości wykorzystania uzyskanych efektów zadania badawczego i zadań wdrożeniowych.

nicznych, powinny znaleźć szerokie zastosowanie w praktyce.

Wdrożone kompleksowo prototypowe zabezpieczenia (bez stosowania wibroizolacji w posadowieniu maszyny) pozwoliły uzyskać następujące rezultaty w ograniczaniu emisji hałasu uderzeniowego na stanowisku operatora prasy:

- osiągnięto zmniejszenie hałasu z 94,4 dB do 85,8 dB w trybie pracy skokowej oraz z 96,2 dB do 87,2 dB w trybie pracy skokowej podczas procesu wykrawania podkładek z blachy stalowej o grubości 2 mm

- osiągnięto zmniejszenie hałasu z 72,9 dB do 68,3 dB w trybie pracy skokowej podczas procesu tłoczenia (profilowania) podkładek z blachy stalowej o grubości 2 mm

- osiągnięto zmniejszenie hałasu z 67,2 dB do 56 dB podczas biegu jałowego

- osiągnięto wyraźne obniżenie mocy akustycznej prasy ze 111 do 103 dB w trybie pracy ciągłej oraz ze 109 do 102 dB w trybie pracy skokowej.

Możliwości wykorzystania i upowszechnienia wyników badań ilustruje schemat działań na rys. 7.

PIŚMIENNICTWO

[1] Engel Z., Sikora J., Turkiewicz J. *Hałas w prasach mechanicznych*. Mat. XLVI Otwartego Seminarium z Akustyki, Kraków-Zakopane, 14-17 września 1999, s. 439-442

Tabela 2  
ZESTAWIENIE PORÓWNAWCZE SKUTKÓW OBNIŻENIA HAŁASU NA STANOWISKU OPERATORA PRASY DOŚWIADCZALNEJ KD 2122 PO WDROŻENIU W LATACH 1999-2000 ZABEZPIECZEŃ OGRANICZAJĄCYCH HAŁAS UDERZENIOWY

Tryb pracy	Zastosowane zabezpieczenia	Równoważny poziom dźwięku A $L_{Aeq}$ , dB			Maksymalny poziom dźwięku A $L_{Amax}$ , dB		
		przed wdrożeniem	po wdrożeniu	uzyskany skutek	przed wdrożeniem	po wdrożeniu	uzyskany skutek
Bieg jałowy	Elementy zintegrowanej obudowy dźwiękochłonna-izolacyjnej ograniczające hałas własny prasy	67,2	56,0	11,2	71,0	-	-
Wykrawanie podkładek	Zmodyfikowany wykrojnik dwustopniowy Zintegrowana obudowa wykrojnika	94,4	85,8	8,6	99,8	91,4	8,4
Tryb skokowy	Oslony pola operacyjnego						
Wykrawanie podkładek	Zmodyfikowany wykrojnik dwustopniowy Zintegrowana obudowa wykrojnika	96,2	87,2	9,0	99,9	92,0	7,9
Tryb ciągły	Oslony pola operacyjnego						
Profilowanie podkładek	Zmodyfikowany tłocznik z ruchomą osłoną dźwiękochłonna-izolacyjną zintegrowaną z suwakiem	72,9	68,3	4,6	82,0	81,1	0,9
Tryb skokowy	Elementy tłumiące drgania materiałowe w tłoczniku						

[2] Engel Z., Sikora J., Turkiewicz J. *Badania doświadczalne hałasu uderzeniowego*. Mat. XLVI Otwartego Seminarium z Akustyki, Kraków-Zakopane, 14-17 września 1999, s. 443-446

[3] Engel Z., Sikora J., Turkiewicz J. *Źródła hałasu uderzeniowego w prasach*. Bezpieczeństwo Pracy 9 (338), 1999, s. 2-5

[4] Engel Z., Sikora J., Turkiewicz J. *Hałasy uderzeniowe w prasach*. MECHANIKA t.19, zeszyt 2/2000, s. 151-168

[5] *Hałasy uderzeniowe w przemyśle i ich zwalczanie na przykładzie pras*. SPR-1 „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy”. Pr. zb. pod kier. Z. Engela. Zadanie badawcze nr 03.8.13, Katedra Mechaniki i Wibroakustyki AGH, Kraków 1998 (etap I), 1999 (etap II), 2000 (etap III)

[6] *Wstępna wersja dokumentacji rozwiązań zabezpieczeń przeciwhałasowych ograniczających hałas uderzeniowy w prasie mechanicznej*. Pr. zb. pod kier. Z. Engela. Sprawozdanie z realizacji prac wdrożeniowych i upowszechniających wyniki zadania badawczego nr

03.8.13 pn.: „Hałasy uderzeniowe w przemyśle i ich zastosowanie na przykładzie pras”, Katedra Mechaniki i Wibroakustyki AGH, Kraków 1999

[7] *Opracowanie dokumentacji i wykonanie prototypu ruchomej osłony dźwiękoizolacyjnej pola operacyjnego prasy, zintegrowanej z suwakiem*. Pr. zb. pod kier. J. Sikory. Sprawozdanie z realizacji prac wdrożeniowych i upowszechniających wyniki zadania badawczego nr 03.8.13, Katedra Mechaniki i Wibroakustyki AGH, Kraków 2000

[8] Kosala K., Sikora J. *Możliwości ograniczenia hałasu uderzeniowego w prasie*. Materiały 12. Międzynarodowej Konferencji Zwalczenia Hałasu *Noise control '01*, Kielce 23-26 września 2001, s. 299-304

[9] Engel Z., Sikora J., Turkiewicz J. *Zintegrowane obudowy dźwiękochłonna-izolacyjne*. Bezpieczeństwo Pracy 3 (332), 1999

[10] *Bezpieczeństwo pracy na prasach mechanicznych*. Materiał szkoleniowy dla użytkowników pras mechanicznych. Pr. zb. CIOP, Warszawa 1998