



Poligrafia i kserografia

– rozwój, technologie, zagrożenia

mgr Ivan MAKHNIASHVILI
mgr Joanna KOWALSKA
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Poligrafia to jedna z największych gałęzi przemysłu lekkiego. Sporą jej część stanowi drukowanie gazet i czasopism. Rozróżnia się cztery techniki druku: wypukły, offsetowy, wkłęsłodruk oraz sitodruk. Najbardziej popularny jest druk offsetowy. Wśród krajowych zakładów poligraficznych i punktów kserograficznych prawie 56% stanowią mikroprzedsiębiorstwa zatrudniające mniej niż 10 pracowników. W artykule omówiono zagrożenia związane z takimi czynnikami szkodliwymi, jak: substancje chemiczne, pyły, hałas i drgania mechaniczne, mikroklimat, promieniowanie (podczerwone, nadfioletowe, laserowe, magnetyczne, elektromagnetyczne), czynniki mechaniczne, które mogą występować na stanowiskach pracy w zakładach poligraficznych i kserograficznych.

Printing and xerography – evolution, technology, hazards

Printing is one of the more important branch of light industry. The printing of newspapers and magazines is a big part of that industry. There are four printing techniques: convex, offset, plate and silk-screen printing. The most popular is offset printing. Microenterprises with fewer than 10 workers constitute almost 56% of domestic printing plants and print shops. Because of the variety of technologies and printing techniques used in printing plants and print shops there can be risks connected with harmful factors: chemical substances, dusts, noise and vibration, radiation (infrared, ultraviolet, laser, magnetic and electromagnetic) and mechanical factors at workstations.



Drzeworyt J. Ammana z 1568 r. przedstawiający odlewanie czcionek

A.J. Amman woodcut of 1568 showing casting of fonts

Wstęp

Poligrafia to jedna z największych gałęzi przemysłu lekkiego. Sporą jej część stanowi drukowanie gazet i czasopism za pomocą trzech technik – druku wypukłego, offsetowego oraz wkłęsłodruku. Najbardziej rozpowszechniony jest konwencjonalny druk wypukły i offsetowy, natomiast wkłęsłodruk gazetowy jest stosowany tylko w wyjątkowych wypadkach. Udział druku offsetowego w tym sektorze zwiększa się z roku na rok. Również drukowanie i uszlachetnianie opakowań kartonowych jest zdominowane przez druk offsetowy. Za druk uważa się także różne techniki powielania tekstu i grafiki metodami komputerowymi z użyciem takich komputerowych urządzeń peryferyjnych, jak drukarki czy plotery – jakkolwiek tego rodzaju odбитki powinno nazywać się wydrukami.

Poligrafia sięga początku naszej ery, okresu kiedy wynaleziono papier. Do pisania na papierze używano wówczas płynnego tuszu, który produkowano z sadzy lampowej jako barwidła oraz klejów zwierzęcych i roślinnych jako spoiwa. W XV wieku w Europie zaczęto stosować drzeworyt – technikę, która rozpoczęła historię współczesnego drukarstwa i wymusiła przełom w technologii produkcji farb. Gutenberg, po wynalezieniu urządzenia do odlewania czcionek (ok. 1440 r.) oraz dostosowaniu prasy papierniczej i introligatorskiej do potrzeb druku, zapoczątkował nowy etap rozwoju sztuki drukarskiej. Tłoczenie wielobarwnego tekstu, zastąpienie drewnianej śruby w prasie – metalową, wreszcie przejście do pras w całości metalowych były kolejnymi etapami rozwoju pierwotnej techniki drukarskiej trwającej aż do wynalezienia przez Königa w roku 1811 maszyny cylindrycznej.

Rozwój sektora gazetowego w XVII wieku miał wpływ na postęp w produkcji farb. Jednocześnie rozkwit fotomechanicznych i fotochemicznych metod powielania umożliwił rozpowszechnienie stosowania druku barwnego i odtwarzania oryginałów w wielu technikach druku. Unowocześnianie maszyn poligraficznych oraz technik druku, a także zmiany w recepturach farb drukarskich i środków pomocniczych zmieniają warunki pracy osób zatrudnianych w zakładach poligraficznych.

Techniki druku

Druk, to wielokrotne odbicie obrazu z formy drukowej na podłoże drukowe (np. na papier). Drukiem nazywana jest potocznie również każda kopia, czyli odbitka drukowa. Rozróżnia się dwa rodzaje technik druku – przemysłową (poligrafia) oraz artystyczną (grafika warsztatowa).

Technika przemysłowa to:

- druk wklęsły, np. rotograwiura
 - druk płaski, np. offset, światłodruk, tampondruk
 - druk wypukły, np. fleksografia, typografia
 - sitodruk,
- natomiast technika artystyczna to:
- druk wypukły: drzeworyt, gipsoryt, linoryt
 - druk płaski: litografia, monotypia
 - druk wklęsły: akwaforta, akwatinta, mezzotinta, miedzioryt, staloryt, sucha igła
 - druk sitowy: serigrafia.

Procesy technologiczne w poligrafii

Ze względu na różnorodność technologii stosowanych w zakładach przemysłu poligraficznego, trudno jest jednoznacznie scharakteryzować poszczególne stanowiska pracy. Można jedynie określić grupy podobnych stanowisk pracy.

Niezależnie od rodzaju stosowanej techniki drukowania (offset, fleksodruk, wklęsłodruk, sitodruk, typografia), w zakładach poligraficznych można określić takie same etapy procesów technologicznych [1]:

- skład fotograficzny (fotoskład)
- przygotowania fotoreprodukcyjne
- przygotowania form drukarskich
- drukowanie
- uszlachetnianie druków
- procesy introligatorskie.

W Polsce mało jest drukarni, które realizują wszystkie etapy procesów technologicznych. Nie prowadzą ich szczególnie małe drukarnie, które kooperują z innymi zakładami dysponującymi urządzeniami np. do składu fotograficznego, uszlachetniania druków i obróbki introligatorskiej. Istnieją zakłady, które zajmują się wykonywaniem usług obejmujących prace wyłącznie w ramach jednego z wymienionych etapów (np. fotoskład, lakierownia, foliowanie, introligatorka).

Kserografia

Kserografia, w odróżnieniu od poligrafii, jest przemysłem młodym, narodziła się w połowie poprzedniego stulecia. W kserografii używane są urządzenia nazywane kserokopiarkami – nazwa ta pochodzi od nazwy firmy Xerox, która jako pierwsza wprowadziła na rynek fotokopiarki (1959 r.). W Polsce pierwsze modele kopiarek pojawiły się w latach siedemdziesiątych XX wieku.

Ponieważ nie było polskiej nazwy na nowe urządzenie, zaczęto je nazywać powszechnie *ksero*, a później – *kserokopiarką*.

Procesy powielania obrazów za pomocą kserokopiarek przebiegają pod wpływem działania światła i wysokiej temperatury, z sadzy, która jest głównym składnikiem tonerów, uwalniają się lub tworzą substancje chemiczne. Jednocześnie światło używane przy naświetlaniu przekształca dwuatomowy tlen w trójatomowy ozon. Dlatego kserokopiarki również są źródłem emisji ozonu.

Kserografia nie jest przemysłem o dużej skali – istnieją punkty usługowe, gdzie zatrudniona jest jedna lub kilka osób, albo komórki kserografii w dużych zakładach lub instytucjach.

Przemysł poligraficzny i kserograficzny w Polsce

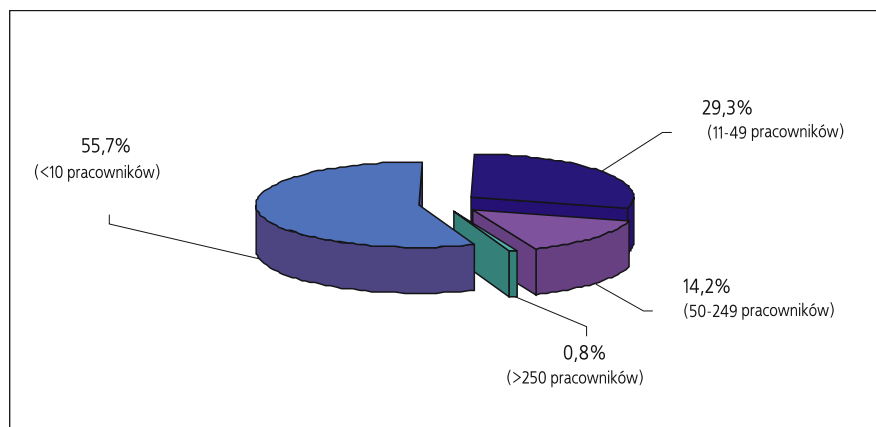
Dane Państwowej Inspekcji Sanitarnej (PIS) dotyczące:

- liczby zakładów poligraficznych i kserograficznych
 - liczby zatrudnionych pracowników w każdym zakładzie
 - liczby pracowników zatrudnionych w warunkach zagrożenia
 - czynników niebezpiecznych, szkodliwych i uciążliwych stanowiących zagrożenie dla zdrowia pracowników
 - rodzaju działalności,
- wskazują, że spośród krajowych zakładów poligraficznych i punktów kserograficznych objętych nadzorem PIS (ok. 1280) prawie

56% stanowią mikroprzedsiębiorstwa zatrudniające poniżej 10 pracowników (często 2–5 pracowników); natomiast duże przedsiębiorstwa (ponad 250 pracowników) stanowią tylko ok. 0,8% i są to z reguły duże wydawnictwa (rys. 1.). W zestawieniu znalazły się także duże zakłady o innym profilu działalności, posiadające własne drukarnie, gdzie zatrudnionych jest tylko część pracowników. Informacje z PIS potwierdziły, że najczęściej wykorzystywaną techniką drukowania jest druk offsetowy.

Ogólna liczba pracowników zatrudnianych przez przedsiębiorstwa objęte nadzorem PIS wynosi ponad 39 tys., w tym w małych przedsiębiorstwach – ok. 3,5 tys. Z danych PIS wynika, że około 47% pracowników małych zakładów, tj. 1600 osób jest zatrudnionych w warunkach zagrażających ich zdrowiu. W dużych przedsiębiorstwach sytuacja wygląda lepiej – około 28% pracowników jest narażonych na działanie czynników szkodliwych.

Należy zwrócić uwagę, że liczba pracowników narażonych na czynniki szkodliwe dla zdrowia jest prawdopodobnie większa, ponieważ z wielu zakładów pracy nie ma danych dotyczących liczby osób zatrudnionych w warunkach szkodliwych dla zdrowia (ponad 180 firm zatrudniających do 30 pracowników nie podaje takich danych). Rysunek 2. (str. 14.) przedstawia dane PIS dotyczące najczęściej występujących czynników szkodliwych w zakładach poligraficznych i kserograficznych. Dane te wskazują, że główne zagrożenie dla zdrowia pracowników tej gałęzi przemysłu stanowią czynniki chemiczne i hałas.



Rys. 1. Procentowy rozkład liczby zakładów poligraficznych i kserograficznych względem liczby zatrudnianych pracowników (dane PIS)

Fig. 1. The percentage of printing plants and print shops, and the number of employees (data from the Polish Sanitary Inspection)

Wśród ponad 1200 zakładów objętych nadzorem PIS ok. 150 zajmuje się usługami kserograficznymi i są to w większości małe punkty (1–3 pracowników) lub sekcje kserograficzne w firmach zajmujących się też inną działalnością (np. sprzedaż materiałów biurowych, wyrób pieczętek, uczelnie). Jako czynniki szkodliwe na stanowisku pracy wymienia się ozon, tlenki azotu, promieniowanie laserowe i pyły tonerów.

Zagrożenia – czynniki szkodliwe i niebezpieczne

Ze źródeł literaturowych wynika, że ze względu na różnorodność technologii i technik druku stosowanych w zakładach poligraficznych i kserograficznych, mogą występować następujące czynniki szkodliwe: substancje chemiczne, pyły, hałas i drgania mechaniczne, mikroklimat, promieniowanie (podczerwone, nadfioletowe, laserowe, magnetyczne, elektromagnetyczne), czynniki mechaniczne [2]. W zależności od stosowanej technologii, urządzeń oraz materiałów i środków stosowanych w poszczególnych procesach, czynniki te mogą występować w mniejszym lub większym stopniu.

W tabeli przedstawiono rodzaje stanowisk pracy na poszczególnych etapach produkcji poligraficznej oraz czynniki szkodliwe jakie mogą występować podczas danego etapu technologicznego [2].

Substancje chemiczne i pyły

Substancje chemiczne stanowią grupę czynników szkodliwych, które występują

podczas każdego procesu technologicznego stosowanego w przemyśle poligraficznym. Jak wskazują dane PIS, czynniki te stwarzają zagrożenie w ponad 90% zakładów poligraficznych i kserograficznych (rys. 2.). Głównym źródłem substancji chemicznych są w poligrafii farby, lakiery, zmywacze, środki pomocnicze itd.

W zależności od stosowanej techniki drukowania, rodzaju maszyn drukarskich oraz używanych farb i materiałów pomocniczych, narażenie pracowników w poligrafii może być bardzo zróżnicowane. W powietrzu podczas procesów drukarskich mogą występować przede wszystkim **węglowodory aromatyczne, estry kwasu octowego, alkohole**, które wchodzi w skład farb, lakierów i rozpuszczalników. Natomiast podczas prac introligatorskich pracownicy są narażeni przede wszystkim na **pary aldehydów, fenoli i jego pochodnych**. W wielu pracach badawczych, oprócz poszczególnych związków chemicznych, oznaczano również ogólną zawartość lotnych związków organicznych w powietrzu [3 – 5].

W odróżnieniu od zakładów poligraficznych – w małych zakładach lub punktach kserograficznych liczba i różnorodność substancji chemicznych jest zdecydowanie mniejsza. Źródłem emisji substancji chemicznych jest sadza znajdująca się w tonerach, z której pod wpływem działania światła i temperatury są uwalniane związki chemiczne. Do powietrza mogą być emitowane: ozon, tlenki azotu, lotne związki organiczne, aldehydy oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i ich nitrowe pochodne [6].

Obecność pyłów (jako czynnika szkodliwego) wymieniono w ponad 18% zakładów poligraficznych objętych nadzorem PIS (rys. 2.). Mogą one powstawać w procesie drukowania, np. na szybkobieżnych maszynach rotacyjnych i są to przede wszystkim pyły papieru, a ich ilość nie przekracza wartości dopuszczalnego stężenia. Pyły w procesach kserograficznych występują rzadko.

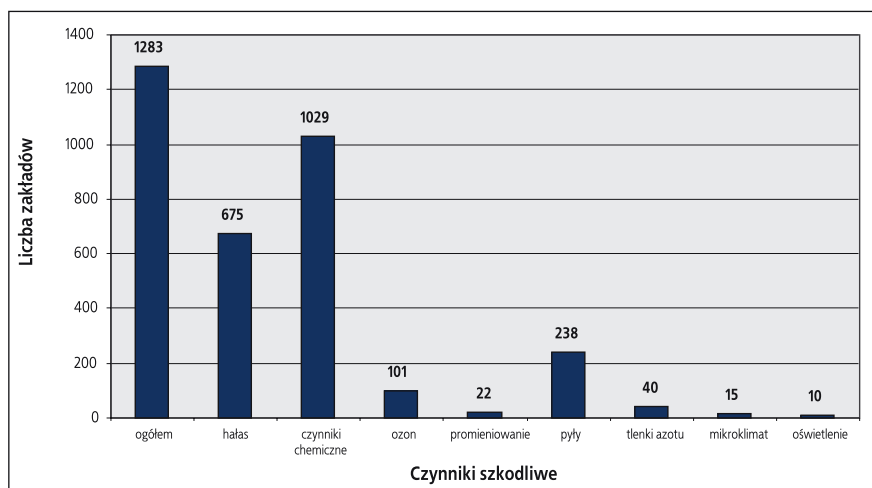
Hałas i drgania mechaniczne

Wszelkiego rodzaju maszyny drukujące i lakierujące, krajarki do papieru, złamarki (falcerki), zbieraczki czy urządzenia introligatorskie są źródłem hałasu lub drgań mechanicznych. Na przykład w drukarniach wkłesłodrukowych, gdzie pracują wysokowydajne, szybkobieżne maszyny rotacyjne, mogą występować hałasy o poziomach przekraczających najwyższe dopuszczalne natężenie (tj. 85 dB). Poziom hałasu czy drgań mechanicznych zależy od rodzaju, stanu technicznego i nowoczesności używanych urządzeń. Hałas, po substancjach chemicznych, jest drugim czynnikiem szkodliwym, na który narażonych jest większość pracowników w przemyśle poligraficznym (rys. 2.).

Promieniowanie

Na kilku etapach technologicznych w poligrafii ma zastosowanie promieniowanie o różnych długościach fali. Do naświetlania form drukowych w druku offsetowym, sitodruku czy w druku fleksograficznym stosowane są lampy ksenonowe, rtęciowe wysokociśnieniowe, łukowe, metalohalogenkowe itd., które są źródłem emisji promieniowania UV w zakresie 320 – 500 nm. Promieniowanie UV (180 – 400 nm) ma zastosowanie również do utrwalania farb i lakierów. Natomiast do suszenia druku z zastosowaniem farb konwencjonalnych oraz lakierów konwencjonalnych i dyspersyjnych stosuje się promieniowanie podczerwone. Źródłem promieniowania podczerwonego są lampy żarowe umieszczone w rurce kwarcowej. Lampy te znajdują się w specjalnych obudowach izolujących, w związku z czym pracownicy nie są narażeni na szkodliwe działanie promieniowania podczerwonego.

Zastosowanie promieniowania laserowego w poligrafii jest coraz bardziej popularne i obejmuje prawie cały proces produkcyjny. Technika laserowa jest wykorzystywana w procesach przygotowania form drukowych dla różnych technik druku, wykonywaniu wyciągów barwnych, technologii składu fotograficznego itd. Promieniowanie laserowe znalazło zastosowanie również w kserokopiarkach i drukarkach kompute-



Rys. 2. Narażenie pracowników zakładów poligraficznych i kserograficznych na czynniki szkodliwe w środowisku pracy (dane PIS)

Fig. 2. Exposure of workers in printing plants and print shops to harmful factors in the working environment (data from the Polish Sanitary Inspection)

STANOWISKA PRACY ORAZ CZYNNIKI SZKODLIWE W PRZEMYSŁE POLIGRAFICZNYM [2]
Workstations and harmful factors in the printing industry [2]

Nazwa etapu technologicznego	Stanowiska pracy	Czynniki szkodliwe
Fotoskład	przygotowanie, kodowanie, przetwarzanie, naświetlanie, redagowanie tekstów; obróbka błon lub papieru fotograficznego; kompleatacja, kontrola jakości, kopiowanie składu tekstów itd.	- praca przy monitorach ekranowych - obsługa naświetlarki
Przygotowanie fotoreprodukcji	obsługa aparatu reprodukcyjnego; obsługa powiększalnika reprodukcyjnego; obsługa kopioramy do wykonywania styków; obsługa skanera reprodukcyjnego; retusz ręczny; montowanie ręczne; montowanie mechaniczne	- substancje chemiczne (obróbka chemiczna ręczna i maszynowa)
Przygotowanie form drukowych offsetowych	naświetlanie płyt; ręczna odbitka płyt; maszynowa odbitka płyt; kontrola kopii; wykończanie form	- promieniowanie UV - substancje chemiczne
Przygotowanie form typograficznych	mocowanie klisz i stereotypów do podstawek; zestawienie form drukowych; wykonywanie odbitek próbnych; rozmontowywanie form drukowych	- substancje chemiczne
Przygotowanie form fleksodrukowych	naświetlanie płyt fotopolimerowych; wywoływanie płyt fotopolimerowych	- promieniowanie UV - substancje chemiczne
Przygotowanie form wkłesłodrukowych	obróbka galwaniczna cylindrów wkłesłodrukowych; trawienie lub grawerowanie powierzchni miedzi	- substancje chemiczne - czynniki mechaniczne - porażenie prądem - promieniowanie laserowe
Przygotowanie form sitodrukowych	przygotowanie szablonu sitodrukowego; nanoszenie warstwy światłoczułej; nanoszenie lakieru maskującego; naświetlanie warstwy kopiowej; wymywanie warstwy kopiowej; retusz, maskowanie	- promieniowanie UV - substancje chemiczne
Proces drukowania	operator maszyn drukujących; pomocnik operatora maszyn drukujących; odbieracz druku	- substancje chemiczne - hałas - wibracje - czynniki mechaniczne - porażenie prądem
Uszlachetnianie druku	operator maszyn do lakierowania, laminowania, kaszerowania druku; odbieranie druku	- substancje chemiczne - promieniowanie UV - hałas - czynniki mechaniczne
Introligatornia	krajacz gilotynowy; operator maszyn introligatori (złamywarek, klejarek, maszyn do szycia drutem, maszyn sztancujących, pras do tłoczenia i złoczenia); sortowanie, brakowanie, pakowanie	- substancje chemiczne - hałas - wibracje - czynniki mechaniczne

rowych, urządzeniach suszących, tnących oraz w procesach introligatorskich.

Czynniki mechaniczne

Niezależnie od rodzaju stosowanej techniki drukowania, w zakładach poligraficznych występuje zagrożenie czynnikami mechanicznymi na skutek działania maszyn oraz urządzeń pomocniczych. Maszyny i urządzenia poligraficzne są tak skonstruowane, aby jak największa liczba ruchomych części miała osłony chroniące pracowników przed urazami, jednakże istnieje niebezpieczeństwo, szczególnie w maszynach starego typu, że poruszające się części mogą zagrażać pracownikowi uderzeniem, pochwyceniem, uszkodzeniem.

Podsumowanie

Poligrafia z roku na rok staje się formą działalności gospodarczej, w której zatrudnionych jest coraz więcej pracowników. Powstają nowe drukarnie, a na targach poligraficznych przedstawiane są coraz nowocześniejsze rozwiązania technologiczne i konstrukcyjne w maszynach oraz urządzeniach oferowa-

nych przez znane na całym świecie firmy. Prezentowane tam innowacyjne rozwiązania obejmują wszystkie etapy produkcji poligraficznej. Trzeba więc zwracać uwagę na to, że nowe technologie mogą stwarzać nowe zagrożenia, które wymagają rozpoznawania i oceny.

W Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym realizowana jest obecnie praca mająca na celu ocenę zagrożeń chemicznych w przedsiębiorstwach poligraficznych i kserograficznych. Wyniki pomiarów przeprowadzonych na reprezentatywnych stanowiskach pracy oraz ocena narażenia związanego z występowaniem szkodliwych substancji chemicznych staną się podstawą do opracowania zaleceń do profilaktyki w coraz liczniejszych małych oraz średnich krajowych przedsiębiorstwach poligraficznych i kserograficznych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Magdzik S., Jakucewicz S. *Podstawy poligrafii*. Wydawnictwo WSiP, 1997
- [2] Kwiatkowska I., Stankiewicz B. *BHP na stanowiskach pracy w przemyśle poligraficznym z uwzględnieniem oceny ryzyka zawodowego*. Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Poligraficznego, Wyd. II, Warszawa 2004
- [3] Wadden R.A., Scheff P.A., Franke J.E., Conroy L.M., Javor M., Keil C.B., Milz S.A. *VOC emission rate and emission factors for a sheetfed offset printing shop*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 56, 368 – 376, 1995
- [4] Crouch K.G., Gressel M.G. *The control of press cleaning solvent vapors in small lithographic printing establishment*. Applied Occup. And Envir. Hyg., 14, 329 – 338, 1999
- [5] Pintindrud H. V., Zimmer A. T., Rourke A. B. *The development of substitute inks and control for reducing workplace concentrations of organic solvent vapors in vinyl shower curtain printing plant*. Applied Occup. And Envir. Hyg., 18, 597 – 619, 2003
- [6] Tuomi T., Engström B., Niemelä R., Svinhufvud J., Rejula K. *Emission of ozone and organic volatiles from a selection of laser printers and photocopiers*. Applied Occup. And Envir. Hyg., 15 (8), 629 – 634, 2000

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, dofinansowanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki, w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy