



Broń biologiczna

Historia czy realne zagrożenie?

Michał Laskowski*

1. Definicja broni biologicznej

Działanie bojowe broni biologicznej opiera się na wykorzystaniu mikroorganizmów głównie bakterii, wirusów i grzybów, a także na militarnym użyciu trucizn produkowanych przez organizmy. Wraz z bronią atomową oraz chemiczną zaliczana jest do broni masowego rażenia (oznacza się je skrótowo *broń A, B, C*, od pierwszych liter nazw) [1].

Działanie broni biologicznej może dotyczyć człowieka. W zależności od użytego czynnika wywołuje od lekkich stanów alergicznych do śmierci ofiary. Możliwe jest też wykorzystanie mikroorganizmów przeciwko roślinom uprawnym (w czasach PRL-u oficjalna propaganda wskazywała na stonkę ziemniaczaną „pasiaatego dywersanta” jako broń użytą przez państwa zachodnie [9]) lub zwierzętom hodowlanym.

2. Historia użycia oraz produkcji [3]

Wykorzystanie chorób zakaźnych oraz toksyn zwierzęcych ma długą oraz bogatą tradycję wojskową. W czwartym wieku przed naszą erą scytyjscy łucznicy używali strzał maczanych w rozkładających się zwłokach oraz ekskrementach (w czasach współczesnych podczas wojny wietnamskiej partyzantka Viet Congu zwiększała skuteczność swych pułapek tymi samymi metodami).

Z broni biologicznej korzystali też słynni wodzowie starożytności. Aleksander Macedoński przy wycofywaniu się po przegranej bitwie rozkazywał zostawiać niepogrzebane zwłoki, aby wywołać zarazę. Hannibal podczas bitew morskich przeciwko królowi Pergamonu Eumenesowi II użył glinianych pocisków do katapult wypełnionych jadowitymi węzami.

Pokrywanie strzał trucizną, zatrucie studni czy wrzucanie padliny za mury miast stanowiło codzienność walk germańskich plemion z Rzymianami. Również Rzymianie, choć oficjalnie potępiali używanie trucizn, korzystali z tych metod podczas walk w Anatolii. Także Indianie z Ameryki Południowej chętnie używali toksyn do zatrucia strzał ich tradycyjnej broni - dmuchawek. Wykorzystywano w tym celu między innymi jad dużych pajaków oraz wydzielinę niewielkich, bajecznie kolorowych żab drzewnych.

W średniowieczu wielokrotnie korzystano z broni biologicznej jako środka mającego ułatwić zdobycie obleganych miast. Najsłynniejszym atakiem biologicznym średniowiecza było katapultowane przez Tatarów na teren twierdzy Kaffa ciała zmarłych na dżumę.

3. Broń biologiczna w XX wieku

Użycie broni biologicznej, w sposób zorganizowany oraz na dużą skalę, nie było możliwe bez wcześniejszej izolacji i hodowli mikroorganizmów oraz zrozumienia mechanizmów chorobotwórczości. Umożliwił to szybki rozwój mikrobiologii w XIX i XX wieku. Podczas pierwszej wojny światowej były dokonywane przez niemiecki wywiad próby sabotażu biologicznego. Anton Diler próbował doprowadzić do zarażenia koni wysyłanych na front węglikiem. Brak rezultatów spowodował, że niemieckie dowództwo skupiło się na wykorzystaniu broni chemicznej. Jednakże po I wojnie światowej wszystkie większe państwa zainteresowały się wykorzystaniem broni biologicznej.

Do badania i użycia broni biologicznej na największą skalę przystąpiło Cesarstwo Japonii. Do najbardziej znanych jej placówek należała Jednostka 731 dowodzona przez gen. Shirō Ishii. Była to tajna jednostka wojskowa (oficjalnie Naczelne Biuro Zapobiegania Epidemiom i Departament Oczyszczania Wody Armii Kwantuńskiej), która realizowała program badań oraz rozwoju broni biologicznej i chemicznej. W czerwcu i lipcu 1942 r. w prowincji Zhejiang Japoń-

czycy rozpoczęli rozsiewanie zarazków dżumy i cholery za pomocą zrzuconych woreczków z zakażonymi pchłami i ziarnem. Ziarno zwabiło szczury, które następnie przeniosły insekty na ludzi. Szacuje się, że w ciągu wojny, w wyniku ataków biologicznych wykonanych przez cesarskie wojska, zginęło 400 tysięcy osób. Generał Douglas MacArthur, wódz naczelny alianckich sił okupacyjnych, udzielił immunitetu części naukowcom biorących udział w zbrodniach, w zamian za wyniki badań. Rząd USA uznał te informacje za cenne z uwagi na brak możliwości prowadzenia podobnych badań w USA [6].

Głównym powodem, dla którego broń biologiczna nie została użyta przez nazistowskie Niemcy i aliantów podczas konfliktu w Europie, była obawa przed odpowiedzialnością tymi samymi metodami. Jednak istniały plany szeroko zakrojonych operacji. Jedną z nich była „Operation Vegetarian” (operacja wegetarianin) - zrzuconie na niemieckie pola ciasteczek zawierających przetrwalniki węglika. Ciasteczka zjedzone przez krowy i owce miały spowodować ich masowy pomór oraz zarażenie się milionów Niemców. Jeszcze większe straty miał spowodować głód wywołany masową śmiercią zwierząt hodowlanych [2].



Zdjęcie z mikroskopu zabrawionej metodą Grama laseczki wąglika [18]

Klimat zimnej wojny sprzyjał dalszemu rozwojowi broni biologicznej - żadna ze stron nie chciała zostać w tyle. Prawdziwe rozmiary badań i produkcji nie są do końca znane [2]. Istnieją jednak dowody pokazujące, że były to prawdziwe „fabryki śmierci”. Jednym z takich przykładów jest „Incident w Swierdłowsku” zwany biologicznym Czarnobyłem. Prace badawczo-produkcyjne w wojskowej fabryce broni B, działającej w programie „Biopreparat” w Swierdłowsku spowodowały w 1979 roku zakażenie ludności cywilnej. Do katastrofy doszło w wyniku przeoczenia notki o potrzebie założenia nowego filtra, w wyniku czego z fabryki wydostały się laseczki wąglika. U zainfekowanych wystąpiły objawy płucnej postaci wąglika, a większa część chorujących zmarła. Liczbę ofiar zwiększył nakaz Borysa Jelcyna (I Sekretarza Swierdłowskiego Komitetu Obwodowego) spryskania dróg i dachów wodą, co zwiększyło mobilność patogenu (pacjenci zaczęli choro-

wać na postać skórną). Wydużyło to czas trwania epidemii o miesiąc [7].

4. Próby regulacji kwestii broni biologicznej w prawie międzynarodowym

Już od czasów starożytnych starano się wyeliminować korzystanie z broni biologicznej, ze względu na trudność w kontrolowaniu rozprzestrzeniania się, podatność ludności cywilnej oraz możliwość użycia na wielkich obszarach. Podczas wojen z germańskimi plemionami rzymscy jurysci ogłosili maksymę: „*Armis bella non venenis geri*” (wojnę prowadzi się bronią, nie trucizną). Nie była ona jednak honorowana.

Pierwszą powszechnie podpisaną (a także łamaną) umową zabraniającą używania broni biologicznej była konwencja genewska z 17 czerwca 1925 r. Nie zawierała ona jednak zakazu prac nad udoskonalaniem broni biologicznej ani jej gromadzeniem. Dopuszczała też użycie jej w przypadku wojny z państwem, które nie ratyfikowało Protokołu Genewskiego oraz odwetu w sytuacji ataku z użyciem broni chemicznej lub biologicznej.

Istotne kwestie związane z produkcją, gromadzeniem i rozwojem broni B reguluje dopiero Konwencja o broni biologicznej (*Biological Weapons Convention*) - traktat podpisany 10 kwietnia 1972 r. Obecnie konwencja wiąże 155 państw. Zobowiązuje ona państwa między innymi do:

- zaprzestania badań, produkcji, gromadzenia, nabywania

i przechowywania mikrobiologicznych lub innych środków oraz toksyn;

- zniszczenia lub przekształcenia na cele pokojowe, możliwie jak najwcześniej lecz nie później niż w terminie dziewięciu miesięcy od wejścia w życie Konwencji, wszystkich środków toksycznych, broni, urządzeń i środków przeniesienia broni biologicznej [3].

Jednocześnie nie powołano międzynarodowego organu kontrolującego przestrzegania postanowień Konwencji, w związku z czym nie jest pewne czy treści konwencji są przestrzegane. Istnieje jednak wiele dokumentów przeczących temu. Najnowszy z nich - raport Departamentu Stanu USA z 28 lipca 2010 r. - stwierdza, że Rosja prawdopodobnie nie przestrzega międzynarodowej konwencji o zakazie broni biologicznej [11].

5. Broń biologiczna jako narzędzie terrorystów

Dr Bartosz Bolechów zdefiniował terroryzm następująco:

Terroryzm jest formą przemocy politycznej, polegającej na stosowaniu morderstw lub zniszczenia (albo zagrożeniem stosowania takich środków) w celu wywołania szoku i ekstremalnego zastraszenia jednostek, grup, społeczeństw lub rządów, czego efektem mają być wymuszenia pożądanego ustępstwa politycznych, sprokowanie nieprzemyślanego działań lub/i zademonstrowanie/nagłośnienie politycznych przekonań [12].

Jednym z najbardziej dogodnych narzędzi, które mogłyby się przysłużyć do wywołania zastraszenia oraz spowodo-

wać duże starty ekonomiczne, jest broń biologiczna. Ataki terrorystyczne z 2001 r. z wykorzystaniem listów zawierających wąglika spowodowały śmierć 5 osób oraz poważną utratę zdrowia 17, paraliż prac systemu pocztowego oraz powszechną panikę (wzmocnianą przez osoby wysyłające listy zawierające biały proszek, przypominający ten użyty w atakach). W jedynym z dokumentów FBI koszty spowodowane aktem oceniono na miliard dolarów. Zaznaczyć należy, że było to dzieło jednego człowieka - Bruce E. Ivinsa, a nie zorganizowanej grupy, mającej własne laboratorium oraz duże możliwości finansowe [11].

Broń biologiczna jest także znacznie łatwiejsza do wyprodukowania i przewozu niż broń atomowa oraz chemiczna. Również brak natychmiastowych efektów działania przemawia za jej wykorzystaniem; zamachowiec może uciec zanim odpowiednie służby zorientują się, że zamach został w ogóle przeprowadzony. Szczególnie narażonymi na atak obiektami są lotniska oraz stacje metra. Dobitnie ukazuje to przykład eksperymentu opisanego przez dr Jana Golbe:

Żeby przetestować, jak szybko może się rozprzestrzeniać zakażenie bronią biologiczną w dużym mieście, brytyjski wywiad przeprowadził 26 lipca 1963 r. eksperyment na stacji metra Coliers Wood w Londynie. Ścisłej mówiąc, tam właśnie wszedł do wagonika metra agent z zarodnikami globigii, ukrytymi w zwykłej pudernicze. Bakteria ta nie wywołuje żadnej choroby



ani też skutków ubocznych. Między stacją Coliers Wood i Tooting agent wysypał zawartość pudełka przez okno na tory. Po tygodniu wykryto silne skażenie we wnętrzach pociągów oraz występowanie drobnoustroju na obszarze 16 km od punktu zero [2] [13].

6. Przegląd czynników mogących być użytych jako broń biologiczna

Laseczka wąglika (*Bacillus anthracis*) – jest bakterią Gram-dodatnią, rosnącą w warunkach tlenowych, wytwarzającą przetrwalniki. Bakteria ta wywołuje chorobę zakaźną - wąglika. Choroba ta znana już od czasów starożytnych, występuje na całym świecie. Wąglik występuje najczęściej u bydła, koni, owiec i kóz. Zwierzęta są dogodnym źródłem pozyskania laseczki wąglika [14].

Jej przetrwalniki są bardzo wytrzymałe na warunki środowiskowe. W latach 1941–1942 Brytyjczycy przeprowadzali próby polowe na wyspie Gruinard u wybrzeży Szkocji. Testowanie skuteczności rozpylania wąglika spowodowało skażenie wyspy. Pomimo wielu prób odkażania terenu (między innymi przez zrzucenie na wyspę około 290 ton formaldehydu) była ona objęta kwarantanną przez 48 (!) lat [2].

Pod koniec wojny także Armia Krajowa używała listów z wąglikiem - grupa Dr Franciszka Witaszka ps. „Warta”, jednak bez większych sukcesów [13].

Botulina - bakteryjna egzotoksyna wytwarzana przez bez-tlenowe laseczki *Clostridium botulinum*. Jest jedną z naj-

silniejszych znanych trucizn. Dawka śmiertelna dla człowieka oceniana jest na ok. 1 µg/kg. Zbudowana jest z dwóch łańcuchów polipeptydowych: lekkiego, o masie cząsteczkowej ok. 50 kDa oraz ciężkiego, o masie cząsteczkowej ok. 100 kDa, połączonych mostkiem dwusiarczkowym. Nie są znane udokumentowane przypadki udanego użycia tej toksyny podczas wojen. Botuliną próbowała się posłużyć japońska sekta „Najwyższa Prawda” (*Aum Shinrikyo*), która wyhodowała pewną ilość pałeczek jadu kiełbasianego. Między 1990 a 1995 rokiem usiłowała, bez powodzenia, użyć ich rozpylając je w Tokio (ta sama sekta dokonała ataku na metro przy pomocy gazu bojowego - pomimo że była ona nieudolnie wykonana - śmierć poniosło 12 osób, a blisko 6 tys. odniosło poważne obrażenia z powikłaniami na długie lata).

Botulina oprócz tego znajduje zastosowanie w medycynie kosmetycznej, jako środek przeciwzmarszczkowy, pod nazwą botox [16].

Ebola - wirus należący do RNA-wirusów z rodziny *Filoviridae*. Są one przyczyną poważnych i trudnych w leczeniu, występujących na obszarze Afryki, gorączek krwotocznych Ebola. Choroba wywoływana jest u ludzi przez 3 z 4 znanych biotypów wirusa - są nimi: Ebola-Zaire (najniebezpieczniejszy), Ebola-Sudan oraz Ebola-Ivory Coast. Okres choroby trwa do ok. 2 tygodni, przy czym śmiertelność waha się w granicach 60 - 90%. Ebola jest więc jednym z najbardziej niebez-

piecznych wirusów. Na terenie Afryki centralnej w czasie ostatniego pięćdziesięciolecia zanotowano prawdopodobnie sześć epidemii wywołanych różnymi szczepami, w których zmarło około 750 osób na 1000 zainfekowanych. Sytuację pogarsza brak naturalnej odporności u ludzi na tego wirusa oraz to, że nie jest znane leczenie przyczynowe. W gorączce krwotocznej stosuje się leczenie objawowe i podtrzymujące, polegające na utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej i wodno-elektrolitowej. Wirus gorączki krwotocznej Ebola jest wymieniany w kategorii A, jako jeden z najgroźniejszych czynników, o wysokim potencjale bioterorystycznym [5].



Zdjęcie z mikroskop elektronowego Wirusa Ebola [19]

7. Nowoczesna biotechnologia jako narzędzie do ulepszenia broni biologicznej

Odbywający się w ostatnim półwieczu bardzo szybki rozwój biologii molekularnej oraz inżynierii genetycznej służy doskonaleniu broni bio-

logicznej. Istnieje wiele metod polepszania „militarnych” właściwości patogenów, takich jak odporność na antybiotyki czy zmiana odporności immunologicznej.

Odporność na leki [17]

Jest to cecha części szczepów bakteryjnych, która umożliwia im przeciwstawianie się wpływowi antybiotyku. Odporność taką bakterie mogą uzyskać na skutek nabycia genów oporności od innych bakterii lub spontanicznych mutacji. W przypadku tworzenia „super bakterii” należy jedynie stymulować naturalną zdolność. Dokonać można tego poprzez podawanie niewielkich dawek antybiotyku do pożywki oraz poprzez fuzję z bakteriami posiadającymi te zdolności. Jedynie szczepy, które wykształciły odpowiednie mechanizmy są w stanie przeżyć w zmienionym środowisku, a tym samym stać się bardziej niebezpieczne.

Zmiana właściwości immunologicznych [8]

W eksperymencie dokonany przez Pomerantseva Staritsina, Mockova i Marianina gen cereolysin AB pochodzący z *Bacillus cereus* został wprowadzony do szczepów *Bacillus anthracis* za pomocą plazmidu pE194. Gen został następnie zintegrowany z genomem wąglika. Zarażone zmodyfikowanym szczepem chomiki nie wykazywały odporności, mimo wcześniejszego zaszczepienia ich. Stanowi to przykład możliwości uzyskania szczepów, na które dana populacja, mimo stosowania szczepień, nie jest odporna (a w przy-



padku planowanych działań militarnych można stworzyć wcześniej szczepionkę dla żołnierzy).

Synteza wirusów [4]

W roku 2002 w czasopiśmie „Science” pojawił się artykuł donoszący o czysto chemicznej syntezie wirusa Polio. Zespół badawczy z State University of New York wykorzystał jako podstawę sekwencję genomu dostępną w sieci. Sam wirus nie jest przydany jako broń, jednak pokazuje możliwość uzyskania wirusów bez dostępu do biologicznego materiału. Wśród wirusów możliwych do uzyskania tą metodą znajdują się wirus Ebola oraz Marburg. Na razie procedura ta jest bardzo skomplikowana i możliwa do zastosowania jedynie przez kilku specjalistów, jednak z czasem może stać się rutynową i zautomatyzowaną procedurą (podobnie jak obecnie synteza polipeptydów).

Literatura:

- [1] Zilinskas R.A. *Biological warfare* Lynne Rienner Publishers 2000
- [2] Parker J. *Fabryki śmierci* wydawnictwo Sensacje XX wieku 1999
- [3] Croddy E. *Chemical and biological warfare* Springer 2002
- [4] Cello, J., Paul, A.V. & Wimmer, E. (2002) *Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template.* *Science*, 297, 1016–1018.
- [5] Klenk, Hans-Dieter; Feldmann, Heinz (2004). *Ebola and Marburg viruses: molecular and cellular biology.* Wymondham, Norfolk, UK: Horizon Bioscience. ISBN 978-0954523237.
- [6] Barenblatt, Daniel. *A Pla-*

gue Upon Humanity: the Secret Genocide of Axis Japan's Germ Warfare Operation, HarperCollins, 2004

[7] Meselson, M.J., J. Guillemin, M. Hugh-Jones, et al. (1994), *The Sverdlovsk Anthrax Outbreak of 1979* *Science*, 266, no. 5188:1202-8.

[8] Pomerantsev, A.P., Staritsin, N.A., Mockov, Y.V. & Marinin,

L.I. (1997) *Expression of cereolysin ab genes in Bacillus anthracis vaccine strain ensures protection against experimental hemolytic anthrax infection.* *Vaccine*, 15, 1846–1850

[9] Polska Kronika Filmowa 25/59 WFDiF

[10] Polska Agencja Prasowa, POG/28.07.2010

[11] Little Progress In FBI Pro-

be of Anthrax Attacks”. The Washington Post. Retrieved 2008-04-08.

[12] B. Bolechów, *Terroryzm w świecie podwubiegunowym*, Toruń 2003

[13] *Focus Historia* nr 10/ 2009

[14] „*Bacillus anthracis and anthrax*”. *Todar's Online Textbook*

Dokończenie na str. 48.

Uni-Export Instruments Polska

MIKROSKOPIA ELEKTRONOWA
 Skaningowe mikroskopy Elektronowe: klasyczne i wysokorozdzielcze
 Systemy Focused Ion Beam
 Akcesoria i oprogramowanie
 Układy cyfrowej archiwizacji zdjęć do analogowych mikroskopów SEM

MATERIALOGRAFIA
 Przecinarki, praski, szlifierko-polerki
 Twardościomierze systemy automatycznego pomiaru twardości
 Spektrometry emisyjne typu GDS
 Analizatory elementarne: C, S, N, H, O
 Analiza obrazu

ANALIZA WŁASNOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH
 Pomiar porowatości i powierzchni właściwej
 Gęstość rzeczywista i nasypowa
 Analiza parametrów sztywnych pianek
 Analiza sorpcji gazów i cieczy
 Kalorymetry
 Analizatory: TGA, C, S, N, H, Hg
 Stabilność emulsji i zawiesin

TECHNIKA PRÓŻNIOWA
 Pompy i systemy pompowe dla nauki i przemysłu
 Pompy turbomolekularne
 Pompy dyfuzyjne
 Pompy jonowe
 Pompy rotacyjne i scroll
 Pomiar próżni: głowice i próżniomierze
 Detektory nieszczelności
 Naprawa i regeneracja pomp

Czerniakowska 155/109, 00-453 Warszawa,
 tel.: 22 626 87 86, faks: 22 626 87 85,
 e-mail: office@uni-export.com.pl
 SKYPE: biuroUEI

www.uni-export.com.pl



przypomniała krótko sylwetki osób szczególnie zasłużonych w popularyzacji wiedzy z dziedziny spektroskopii, które zostały już uhonorowane nagrodą im. Jerzego Fijałkowskiego (2005 r. - prof. Leon Pszonicki, prof. Philip Taylor; 2007 r. - prof. Adam Hulanicki, dr Gerhard Schlemmer; 2009 r. - prof. Rajmund Dybczyński, prof. Tibor Kantor). To szczególne wyróżnienie wraz ze specjalną statuetką zostało tym razem przyznane wybitnemu rosyjskiemu uczonemu **prof. Borisowi L'vov**, którego sylwetkę oraz działalność naukową przybliżył uczestnikom konferencji prof. B. Welz. Po odebraniu nagrody laureat, prof. B. L'vov przedstawił bardzo interesujący wykład pt.

Mechanism and kinetics of solid decompositions/reductions. Recent achievements or 'All novelties are well-forgotten relics'. W czasie trwania konferencji przedstawiono jeszcze następujące wykłady plenarne:

- *Electrothermal atomization: has the development finally come to an end or is there room for a second youth?*, G. Schlemmer (Germany)
- *Spectroscopic investigations by a high-resolution continuum source atomic absorption spectrometer*, B. Dočekal (Czech Republic)
- *Progress in the determination of non-metals using the absorption spectra of diatomic molecules in flames and furnaces*, B. Welz (Brazil)
- *Novel online-micro-flow ca-*

pillary FI-ICP-MS set-up with electrochemical control for time- and element-resolved investigation of the corrosion behaviour of metals, A. Ulrich (Switzerland)

- *New results in the development of laser ablation cells used to inductively coupled plasma mass spectrometry*, T. Kantor (Hungary).

Podczas sesji posterowej, której przewodniczył prof. H. Matusiewicz, wszyscy autorzy bardzo krótko przedstawiali swoje prace zachęcając zainteresowanych tematyką uczestników spotkania do dyskusji przy posterach.

Organizatorzy, oprócz wysokiego poziomu sesji naukowych, zadbali o miłe chwile,

którymi były: *Welcome Reception*, pokaz *Wrocław Fountain at Pergola - multimedia spectacle* oraz uroczysta kolacja w Muzeum Architektury.

Na zakończenie konferencji prof. W. Żyrnicki dziękując wszystkim uczestnikom konferencji, prelegentom, osobom z komitetu organizacyjnego oraz sponsorom, wyraził nadzieję, że spotkanie to na długo zostanie w naszej pamięci.

A my uczestnicy, bardzo dziękujemy organizatorom za ich trud, pożytecznie spędzony czas oraz wspaniałą atmosferę naukowo-towarzystką.

Małgorzata Iwona
Szykowska

Dokończenie ze str. 39:

of Bacteriology (University of Wisconsin-Madison Department of Bacteriology)

[15] Wykłady „Zagrożenia biologiczne - mgr Marianna Bulzacka Szkoła Wyższa Towar-

zystwa Wiedzy Powszechnej w Warszawie.” Jednakże są to informacje według mnie nie są w pełni udokumentowane.

[16] S.S. Arnon i in. *Public Health Management Botulinum Toxin as a Biological Weapon: Medical and Public Health Ma-*

nagement. „JAMA”. 8 (285), ss. 1059-1070 (2001)

[17] Dzierżanowska D. *Antybiotykoterapia praktyczna*. ISBN 978-83-7522-013-1.

[18] Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bacillus_anthraxis_Gram.jpg

[19] Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ebola_virus_em.jpg

*Student V roku Biotechnologii na Politechnice Gdańskiej, dyplomant Katedry Inżynierii Chemicznej i Bioprosesowej

Trzydzieste spotkanie SBM

Członkowie prężnie działającej Sekcji Badań Materiałowych (SBM) klubu POLLAB po raz 30 spotkali się by uzupełnić swoją wiedzę, zapoznać się z najnowszymi technologiami badawczymi oraz by omówić prowadzone i zakończone porównania międzylaboratoryjne. Trzydzieste spotkanie, w pięt-

nastym roku działalności sekcji. O tym, że jubileusze zobowiązują organizatorzy nie zapomnieli. Bogaty program merytoryczny, wyjątkowo liczna obecność członków i trzypiętrowy tort z racami potwierdziły doniosłość chwili. Organizatorami byli – poza przewodniczącym sekcji Bo-

gusławem Marciniakiem – Marzanna Książek i Andrzej Piątkowski jako lokalni gospodarze. W spotkaniu wzięła udział prezes Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB Krystyna Krzyśko. Spotkanie odbyło się w Krakowie w dniach 22-24 września. Ponad 80 osób odwiedziło ko-

lejno: Instytut Odlewnictwa, Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania, Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej oraz Instytut Metali Nieżelaznych – Oddział Metali Lekkich w Skawinie. Wszystkie odwiedzone instytuty łączy przynależność do Małopolskiego Centrum Innowacyjnych Technologii i Materiałów. W pierwszych dwóch dniach uczestnicy zwiedzali laboratoria i pracownie instytutów,