

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYCZYNIŁY SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII

GRAŻYNA GREGORCZYK

Komputery, telefony komórkowe, aparaty cyfrowe, konsole do gier czy zwykłe empetrójki znajdują się dzisiaj w powszechnym użyciu. Wykorzystujemy je do rozrywki, nauki, żeby sprawdzić, jaka będzie pogoda, usłyszeć „co tam panie w polityce” czy dowiedzieć się, jak przebiega pandemia koronawirusa.

Skądinąd pandemia „przystużyła” się naszej oświacie, odkrywając ogromny potencjał edukacyjny mobilnych technologii: środków multimedialnych – smartfonów, tabletów, laptopów oraz internetu.

Z tymi urządzeniami, sposobem ich działania i internetem związane są życiorysy dwóch nieprzeciętnych osób. Mogliście o nich nie słyszeć, chociaż z pewnością na co dzień korzystacie z ich wynalazków i pomysłów.

Bohaterami artykułu będą **Jan Czochralski** – polski naukowiec, chemik, metaloznawca, wynalazca nazywany ojcem światowej elektroniki oraz **Hedy Lamarr** – hollywoodzka gwiazda, w latach 30. i 40. uważana za najpiękniejszą kobietę świata, której pomysłowi zawdzięczamy komórkę i bezprzewodowy internet.

Życiorys Jana Czochralskiego wciąż pozostaje zagadką – bardziej przypomina losy bohatera przygodowej powieści niż cenionego naukowca.

Hedy Lamarr występowała u boku największych amantów amerykańskiego kina lat 40. – Clarka Gable’a, Spencera Tracy i Jamesa Stewarta. Mało kto wiedział, że aktorstwo nie było jej jedyną pasją. W przerwach między kręceniem filmów Hedy zajmowała się opracowywaniem wynalazków i nowych technologii.

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYZYNIŁY SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII

Jan Czochralski – uczony, którego odkrycie zmieniło świat

*Ale jak to zawsze bywa, szukając
jednej rzeczy, znajdujesz inną.*

Tiziano Terzani *Nic nie zdarza się
przypadkiem*

Choć dopiero od niedawna można uczyć się o nim w szkole, to w ciągu 67 lat, jakie minęły od jego śmierci, pozostaje najczęściej cytowanym polskim uczonym na świecie. Polskim, bo mógł robić karierę w Niemczech, Austrii czy Ameryce, a wybrał Polskę – na dobre i na złe. Uczonym, bo to, co odkrył ponad 100 lat temu wciąż jest aktualne, rozwija się i ogarnia wszystkie dziedziny życia.

23 października 2020 roku obchodziliśmy 135 rocznicę urodzin Jana Czochralskiego, wynalazcy powszechnie stosowanej do dzisiaj metody otrzymywania monokryształów krzemu nazwanej później „metodą Czochralskiego”. Bez jego wynalazku nie byłoby komputerów, telefonów komórkowych i innych elektronicznych urządzeń powszechnego użytku, całej współczesnej elektroniki.

NIECODZIENNA EDUKACJA PRZYSZŁEGO WYNAŁAZCY

Wykształceniu najlepiej pomaga czas.
Filoksenos

Jan Czochralski urodził się 25 października 1885 roku w Kcyni pod zaborem pruskim jako ósme z dziesięciorga dzieci wielkopolskich rzemieślników Franciszka Czochralskiego i Marty z Suchomskich. Ojciec prowadził zakład stolarski, wytwarzał meble domowe i trumny.

Zgodnie z wolą ojca ukończył Seminarium Nauczycielskie w Kcyni. Jednak był tak niezadowolony z uzyskanych ocen, że – według pierwszej wersji – nie odebrał świadectwa maturalnego, albo – jak wskazuje wersja druga – podarł je na



ILUSTRACJA 1. Jan Czochralski, fotografia ze zbiorów Narodowego Archiwum Cyfrowego
Źródło: Wikipedia – wolna encyklopedia

oczach swojego profesora, mówiąc: „Proszę przyjąć do wiadomości, że nigdy nie wydano bardziej krzywdzących ocen”. Na oceny miało bowiem wpływ jego polskie pochodzenie.

Tyle legenda. Jednak według Pawła Tomaszewskiego, autora jedynej jak do tej pory biografii uczonego pt. „Powrót. Rzecz o Janie Czochralskim”: Jan Czochralski nie miał świadectwa maturalnego upoważniającego do studiów wyższych z tej racji – przede wszystkim – że Seminarium Nauczycielskie w Kcyni wydawało tylko świadectwo zdania pierwszego egzaminu nauczycielskiego. Nie jest więc istotne, czy Czochralski podarł to świadectwo, czy go nie odebrał. W każdym razie brak dokumentu poświadczającego zdobyte wykształcenie zamykał mu w tamtym czasie drogę do dalszej kariery nauczycielskiej i naukowej.

GRAŻYNA GREGORCZYK

Już jako młody człowiek Czochralski bardzo interesował się chemią. Podobno bywało i tak, że szyby wylatywały z okien na skutek jego eksperymentów, a ojcu do tego stopnia się to nie podobało, że nakazał synowi opuścić dom. Zdeterminowany Jan postanowił, że wróci w rodzinne strony dopiero wówczas, gdy zdobędzie sławę.

Ponieważ kochał chemię, zatrudnił się w aptece w Krotoszynie, gdzie dalej prowadził doświadczenia i badania chemiczne. Gdy aptekarz doszedł do wniosku, że nie jest w stanie więcej Jana nauczyć, doradził mu wyjazd do dalekiej rodziny do Berlina w celu podjęcia pracy i kontynuowania nauki.

I tak się stało. W 1904 roku 19-letni Czochralski trafił do Niemiec, najpierw do apteki i drogerii dr. Herbranda w Altglienicke (dzisiaj jest to jedna z dzielnic Berlina). Apteki w tamtych czasach nie przypominały obecnych. Zajmowały się nie tylko sprzedażą farmaceutyków, ale również produkcją i badaniami laboratoryjnymi. Tam zdobywał wiedzę teoretyczną i doświadczenie jako aptekarz, chemik, materiałoznawca i uczony, realizując samodzielnie projekty badawcze, przeprowadzał analizę olejów, smarów i metali. Potem przeszedł do laboratorium firmy Kunheim & Co. w Niederschoenweide pod Berlinem, a następnie do koncernu Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) – Kabelwerk Oberspree.

Praca w Kabelwerk Oberspree i dwa lata spędzone w laboratoriach badawczych tego koncernu przygotowały go do objęcia funkcji kierownika laboratorium badania stali i żelaza. Zajmował się określaniem jakości i czystości metali, stopów i półproduktów oraz rafinowaniem miedzi.

W 1910 roku otrzymał nawet tytuł inżyniera chemika Politechniki w Charlottenburgu koło Berlina, choć formalnie, przez brak świadectwa maturalnego, nie mógł być nawet studentem.

W 1916 roku Czochralski dokonał odkrycia, które po latach okazało się jego największym osiągnięciem – opracował metodę pomiaru szybkości krystalizacji metali. Pracując nad krystalizacją metali, sporządzał notatki. Według anegdoty towarzyszącej

odkryciu przez pomyłkę zanurzył pióro w tyglu z roztopioną cyną zamiast w atramencie, a kiedy szybko je wyciągnął, na końcu stalówki zrobił się cieniutki drucik z tężejącego metalu. Kiedy powtórzył tę czynność, tylko wolniej, drucik był dłuższy i grubszy. Po zbadaniu okazało się, że ten drucik jest monokryształem¹.

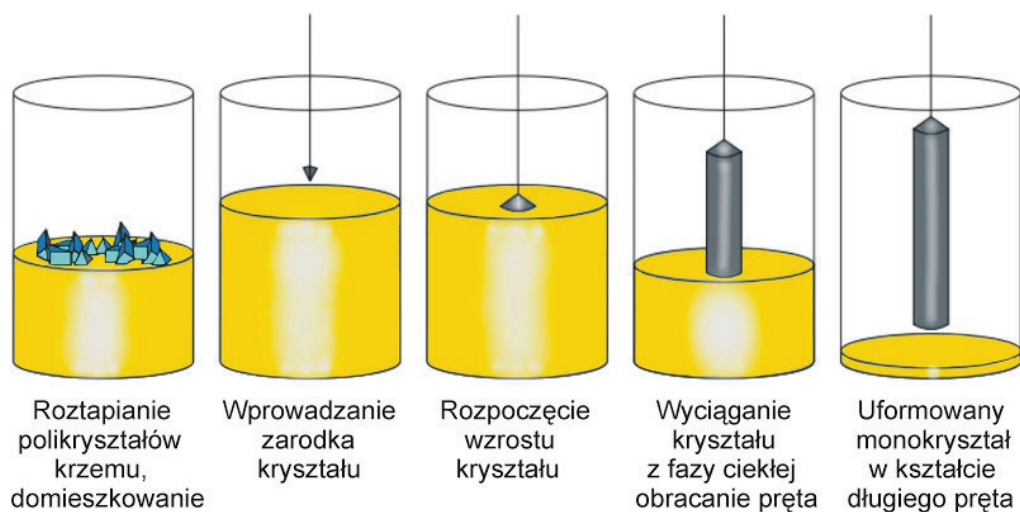
Zjawisko to Czochralski wykorzystał do zbadania szybkości, z jaką rekrystalizują się poszczególne substancje. Początkowo wykorzystywał cynk i cynę. Metodę wielokrotnie usprawniał, np. umieszczając zarodek krystaliczny wewnątrz tygla i wprowadzając go w ruch obrotowy za pomocą mechanizmu wyposażonego w silnik. Otrzymywane tak monokryształy miały średnicę milimetra, a długość około 15 cm.

Dzisiaj „metodę Czochralskiego” można opisać w następujący sposób: Materiał podlegający krystalizacji, po roztopieniu w tyglu, ochładzany jest przy powierzchni stopu do temperatury krzepnięcia. Do powierzchniowej warstwy stopu wprowadzany jest zarodek krystalizacji (kapilara, czyli specjalna wąska rurka lub odpowiednio zorientowany drobny monokryształ otrzymanego materiału), na którym zaczynają narastać kolejne warstwy kryształu o orientacji wymuszonej przez orientację tego zarodka. Zarodek zaczyna być wyciągany ze stopu z określoną szybkością tak by nie został zerwany kontakt wyciąganego kryształu ze stopem. Odpowiedni dobór szybkości wyciągania, wzajemny obrót kryształu i tygla, rozkład temperatur w tyglu i wiele innych parametrów wpływają na rozmiary i jakość otrzymanego monokryształu, np. stosowane w przemyśle półprzewodnikowym monokryształy krzemu mają zwykle średnicę około 20 cm.²

¹ Monokryształy – materiały o jednolitej budowie wewnętrznej, będące w całości jednym kryształem, o jednolitej sieci krystalicznej. W całej swej objętości nie wykazują defektów (lub tylko ich niewielką liczbę), czyli zrostów, pęknięć, wtrąceń obcych substancji. Znajdują szerokie zastosowanie w nauce i technice, np. monokryształy germanu, krzemu. Źródło: Wikipedia – wolna encyklopedia.

² <https://www.janczochralski.com/biografia-wstep/discovery-of-the-zochralski-method>, dostęp 5.08.2020.

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYSZŁY SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII



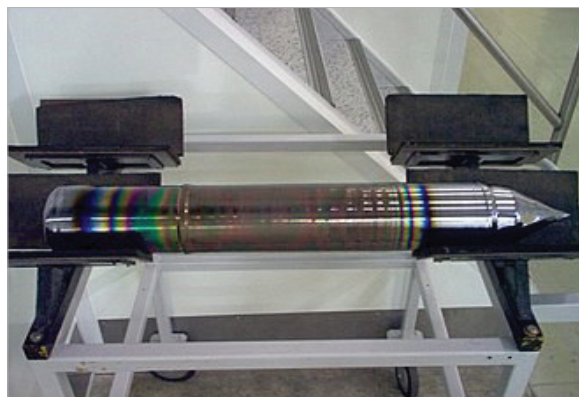
ILUSTRACJA 2. Schemat technologii otrzymywania monokryształów krzemu według „metody Czochralskiego”
Źródło: <https://bit.ly/2D8lfx7>

Pierwszy opis metody znalazł się w pracy pt. „Nowa metoda pomiaru szybkości krystalizacji metali”, którą opublikowano w niemieckim czasopiśmie branży chemicznej w 1918 roku. Redakcja otrzymała tę pracę od Jana Czochralskiego 19 sierpnia 1916 roku i tę datę uważa się za oficjalne narodziny metody.

Proces otrzymywania monokryształu w owym czasie nie znalazł zastosowania praktycznego, wynalazek wyprzedził epokę. Dopiero ponad 30 lat później gwałtowny rozwój elektroniki, wynalezienie tranzystora i poszukiwanie jak najlepszych komponentów do jego produkcji spowodowały, że zaczęto wykorzystywać metodę Czochralskiego.

Pierwszy był inżynier Gordon K. Teal z Bell Labs, który na początku lat 50. tą metodą otrzymał monokryształ germanu i użył go w tranzystorze. W 1954 roku, już jako pracownik Texas Instruments, zbudował pierwszy tranzystor oparty na monokryształu krzemu.

Tranzystory krzemowe, ze względu na powszechność występowania krzemu, były tanie i zapoczątkowały erę małych tranzystorowych odbiorników radiowych. Potem był układ scalony i cała rewolucja w elektronice i informatyce, oparta na monokryształach krzemu. Wszystko dzięki wynalazkowi Jana Czochralskiego.



ILUSTRACJA 3. Monokryształ krzemu otrzymany metodą Czochralskiego. **Źródło:** Wikipedia – wolna encyklopedia



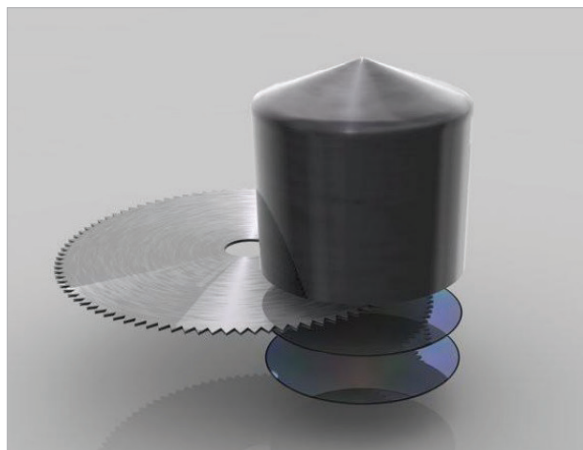
ILUSTRACJA 4. Pierwszy tranzystor krzemowy Gordona K. Teala. **Źródło:** <http://www.zdnet.com>

GRAŻYNA GREGORCZYK

**ZASTOSOWANIE
MONOKRYSZTAŁÓW KRZEMU**

Metoda wytwarzania monokryształów poprzez wyciąganie, początkowo interesująca wyłącznie metaloznawców, obecnie jest powszechnie stosowana w produkcji kryształów, zwłaszcza półprzewodnikowych, które służą do budowy układów używanych w elektronice.

Tylko w materiale, który jest zbudowany z idealnej sieci krystalicznej mogą być kontrolowane zjawiska elektryczne, które zachodzą w skali mikrometrycznej, tj. w przestrzeni liczącej kilka tysięcznych części milimetra.



ILUSTRACJA 5. Monokryształ krzemu
Źródło: <https://pclab.pl/art77664.html>

Taki monokryształ, jak przedstawiono na ilustracji 5, tnie się na cieniutkie płytki. Następnie w monokrystalicznej strukturze półprzewodnika umieszcza się podstawowe elementy elektroniczne, takie jak tranzystory, diody, rezystory, kondensatory i ścieżki dla prądu. W ten sposób powstają układy scalone i procesory, które znajdują się w niemal wszystkich dzisiejszych urządzeniach AGD, komputerach i innych urządzeniach „naszpikowanych” elektroniką, w każdej dziedzinie przemysłu i w każdym gospodarstwie domowym na świecie.

**INNE WAŻNE ODKRYCIA
JANA CZOCHRALESKIEGO**

Mówiąc o pracy Czochralskiego, warto pamiętać nie tylko o rewolucyjnej metodzie nazwanej jego nazwiskiem, ale także o innym wynalazku, który ujrzał światło dzienne w 1924 roku – stopie na panewki do produkcji ślizgowych łożysk kolejowych (tzw. metal B lub bahnmittel). Stop ten zawierał ołów zamiast drogiej i trudno dostępnej cyny. Był jednocześnie miękki, żeby dobrze smarował oś wagonu, i twardy, co miało zapobiegać jego szybkiemu zużywaniu się. To był ważny krok w rozwoju kolejnictwa, m.in. dlatego dzięki odkryciu Czochralskiego ówczesne pociągi mogły poruszać się szybciej. Naukowiec opatentował swój wynalazek i dzięki sprzedaży kolejnym krajom, takim jak Niemcy, ZSRR, Stany Zjednoczone, Czechosłowacja i Polska, zapewnił sobie dostatnie życie.

Czochralski to także twórca tzw. radiomikroskopu – pierwowzoru znanych dzisiaj mikroskopów skaningowych. Było to połączenie mikroskopu metalograficznego i układu odbiorczego radia kryształkowego. Urządzenie pozwalało na sprawdzanie składu próbek metali i stopów, ze szczególnym uwzględnieniem rodzaju i rozmieszczenia substancji niemetalicznych.

Za sukcesami szły rozgłos i pieniądze. W 1925 roku Czochralski został przewodniczącym Zarządu Głównego Niemieckiego Towarzystwa Metaloznawczego. Polskim uczonym zainteresował się Henry Ford, założyciel słynnego koncernu samochodowego. Zaprosił Czochralskiego do zwiedzenia swoich fabryk, po czym zaproponował objęcie stanowiska dyrektora w nowo powstałej fabryce duraluminium. Mimo kuszącej oferty Czochralski odmówił.

W 1928 roku, na usilną prośbę prezydenta Polski i wybitnego chemika Ignacego Mościckiego, Czochralski wrócił na stałe do ojczyzny. Objął stanowisko profesora kontraktowego Politechniki Warszawskiej, a w listopadzie 1929 roku otrzymał tytuł doktora *honoris causa*. W kolejnym roku z rąk prezydenta Polski przyjął tytuł profesora zwyczajnego.

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYSZŁY SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII

Zrzekł się obywatelstwa niemieckiego, lecz procedura nie została formalnie zakończona, co było powodem jego późniejszych kłopotów.

W 1932 roku Czochralski zakupił neoklasycystyczny pałacyk w Warszawie przy ulicy Nabelaka (dzisiaj znajduje się tam rezydencja ambasadora Republiki Słowackiej w Polsce), który stał się miejscem spotkań osób ze sfer rządowych i artystycznych. Stałymi bywalcami byli tu m.in. Ludwik Solski, Karol Roztworowski i Kornel Makuszyński.

Profesor Czochralski fundował stypendia dla studentów. Wspomagał finansowo odnowę dworku Chopina w Żelazowej Woli, współfinansował wykopaliska w Biskupinie. Na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej zorganizował Zakład Metalurgii i Metaloznawstwa. Pomimo swojej działalności doświadczał też ze strony niektórych kolegów profesorów nienawiści zawodowej, m.in. był poświadczony o wrogie działanie na rzecz polskiej gospodarki.

W czasie wojny kierował Zakładem Badań Materiałów, jednym z ośmiu zakładów utworzonych na Politechnice za zgodą okupanta. Zakład pomógł przetrwać wielu polskim naukowcom, ale wykonywał prace także dla Wehrmachtu. Oficjalną współpracę z Niemcami, jak miało się później okazać, podjęto za zgodą władz konspiracyjnych. Sam Czochralski w czasie wojny wielokrotnie wykorzystywał swoje koneksje i dobrą sytuację materialną, by ratować nie tylko naukowców i artystów przed represjami ze strony hitlerowskich Niemiec. W pomoc zaangażowana była cała rodzina, zwłaszcza najstarsza córka Leonia.

W tym czasie uczony wspomagał także Żydów z getta oraz pomagał w wydostawaniu więźniów z obozów koncentracyjnych. Dzięki znajomości wśród Niemców stał się pośrednikiem i pomocnikiem dla rodzin próbujących ocalić swoich bliskich. Jan Czochralski ratował także zbiory niszczonego muzeum oraz majątek Politechniki Warszawskiej.

Działalność naukowca przerwało Powstanie Warszawskie, podczas którego był ranny. Po zakończeniu walk trafił do Milanówka, gdzie znowu skorzystał ze swojej „uprzywilejowanej” pozycji wśród Niemców. Otrzymał od nich przepustkę, dzięki której mógł wjeżdżać do bezustannie niszczonej Warszawy i wywozić z miasta do Piotrkowa wyposażenie Instytutu Metalurgii i Metaloznawstwa. Jednak z powodu prac wykonywanych dla Niemców przez zakład kierowany przez Czochralskiego natychmiast po wojnie oskarżono profesora o zdradę i współpracę z okupantem. Na kilka miesięcy trafił do aresztu w Piotrkowie Trybunalskim. Wobec braku dowodów dochodzenie umorzono. W obronie poszkodowanego, dając świadectwo jego patriotyzmu, wystąpił m.in. dr Gustaw Olechowski, były konsul Rzeczypospolitej, członek Związku Zawodowego Literatów Polskich. Mimo uniewinnienia przez prokuraturę, w grudniu 1945 roku władze Politechniki Warszawskiej pozbawiły Jana Czochralskiego tytułu profesorskiego i praktycznie wykluczyły ze środowiska naukowego.

W sierpniu 1945 roku upokorzony Czochralski wrócił do Kcyni. Nie przyjął propozycji wyjazdu do Austrii, tak jak niegdyś odrzucił propozycję Forda. Wiedział, że jego miejsce jest w Polsce. Założył tu małą rodzinną firmę Zakłady Chemiczne BION, zajmującą się m.in. produkcją pasty do butów, soli pekującej, płynu do trwałej ondulacji, w tym znanego „proszku od kichania z Gołąbkim”. Po brutalnej rewizji przeprowadzonej w jego willi w Kcyni przez Urząd Bezpieczeństwa, Jan Czochralski doznał ataku serca i 22 kwietnia 1953 roku zmarł w szpitalu w Poznaniu.

Jan Czochralski był autorem lub współautorem ponad 120 publikacji naukowych, wielu wynalazków i patentów. Do dziś jest najczęściej cytowanym polskim uczonym. Jego największym osiągnięciem okazała się metoda wytwarzania monokryształów. Można przypuszczać, że gdyby Czochralski żył kilkanaście lat dłużej i doczekał rozkwitu elektroniki półprzewodnikowej, z ogromnym prawdopodobieństwem Polska miałaby noblistę w najbardziej prestiżowych naukach ścisłych.

GRAŻYNA GREGORCZYK

W tym miejscu można wspomnieć, że w 1958 roku Jack Kilby z Texas Instruments i Robert Noyce z Fairchild Semiconductor niezależnie od siebie zaprojektowali i zbudowali działające modele układów scalonych. Kilby zademonstrował swój wynalazek 12 września 1958 roku, za co otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki w 2000 roku.

Przez wiele lat Czochralskiego pomijano w wydawnictwach encyklopedycznych i opracowaniach naukowych. Starania o rehabilitację profesora Czochralskiego podejmowano na Politechnice Warszawskiej kilkakrotnie. Dopiero dokumenty odnalezione w 2011 roku pozwoliły jednoznacznie potwierdzić jego współpracę nie z okupantem, a z wywiadem Komendy Głównej Armii Krajowej. W tej sytuacji senat Politechniki Warszawskiej uchwałą z 29 czerwca 2011 roku – po 66 latach – całkowicie zrehabilitował profesora Jana Czochralskiego.

Jan Czochralski, pomimo osiągnięć i sławy, był postacią tragiczną, w życiu której można wyodrębnić trzy okresy: bardzo trudnej młodości, ogromnego sukcesu i wielkiej samotności w obliczu złej passy. Nie mógł odpierać ataków, kiedy posądzano go o zdradę i kolaborację z wrogiem. Świadomość, że sama współpraca z Armią Krajową była wówczas uznawana przez władze za przestępstwo, nie pozwoliła mu na obronę, której skutkiem byłoby pogrążenie wielu innych osób z kręgu podziemia AK.

Pięknie o nim pisała córka: Ojczyzna ponad wszystko – była to myśl przewodnia Ojca. O Niej myślał dla Niej pracował, dla Niej zdobył sławę i dla Niej tyle cierpiał.



ILUSTRACJA 6. Oficjalne logo Roku Jana Czochralskiego autostwa Mariusza Koszuty z Milanówka

W sześćdziesiątą rocznicę śmierci Jana Czochralskiego Sejm Rzeczypospolitej Polskiej postanowił oddać hołd jednemu z najwybitniejszych naukowców współczesnej techniki, którego przetomowe odkrycia przy-

czyniły się do światowego rozwoju nauki. Uchwałą z 7 grudnia 2012 roku ustanowił rok 2013 Rokiem Jana Czochralskiego.

Z dokonań Jana Czochralskiego korzystamy do dziś. Monokrystaliczne pręty z krzemu o dużej średnicy i małej liczbie defektów są podstawowymi surowcami przemysłu mikroelektroniki, który przejął kluczową pozycję w informacji i technologii komunikacyjnej.

Bez mikroprocesorów wykonanych z monokryształów krzemu nie moglibyśmy komunikować się za pomocą telefonu komórkowego czy internetu, płacić za pomocą karty kredytowej lub chronić samochodu za pomocą alarmu. Wszystko to zawdzięczamy twórcemu błędowi Jana Czochralskiego, praojcu współczesnej elektroniki. Człowiekowi, które na wiele lat został zapomniany.

Michał Grześlak z Ośrodka Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie stworzył grę terenową poświęconą Janowi Czochralskiemu. Szczegóły znajdują się na stronie 31 pisma „W cyfrowej szkole” nr 2 z 2020 roku. Numer z opisem gry dostępny jest pod adresem: <https://bit.ly/3gssKxs>

Hedy Lamarr – jej pomysłowości zawdzięczamy komórkę i bezprzewodowy internet

Wiadomo, że taki a taki pomysł jest nie do zrealizowania. Ale żyje sobie jakiś ignorant, który o tym nie wie. I on właśnie dokonuje tego wynalazku.

Albert Einstein

9 listopada 2020 roku Hedy Lamarr, słynna hollywoodzka aktorka oraz jedna z najpiękniejszych kobiet swojej epoki, obchodziłaby swoje 106 urodziny. W dniu jej święta w krajach niemieckojęzycznych, takich jak Austria, Niemcy i Szwajcaria obchodzony jest tzw. Dzień Wynalazców – Inventor's Day. I nie jest to zwykły zbieg okoliczności. Hedy Lamarr jest uważana za wynalazczynię metody rozpraszania

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYZYNIŁY SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII

widma w systemach szerokopasmowych (FHSS, ang. *frequency-hopping spread spectrum*), która wciąż jest wykorzystywana w wielu protokołach komunikacyjnych – w tym GPS, Bluetooth, Wi-Fi czy CDMA.

Hedy Lamarr, a właściwie Hedwig Eva Maria Kiesler, urodziła się w 1914 roku w Wiedniu. Jej rodzice byli zasymilowanymi wiedeńskimi Żydami, a Hedy ich ukochaną jedynaczką. Matka porzuciła dla rodziny karierę pianistki. Ojciec był dyrektorem banku. To on pokazywał córce Wiedeń i zabierał ją w podróże do Anglii, Irlandii, w Alpy szwajcarskie i do Paryża.

Kiedy przechadzała się ulicami Wiednia ze swoim ojcem, często wystuchiwała jego opowieści o tym, jak działają mechanizmy skomplikowanych maszyn, takich jak samochody czy prasy drukarskie. Ojciec przypisywał wielką wartość niezależności i samodzielności. Zapewniał swojej jedynaczce również środki do ich realizacji, do szukania własnej drogi życiowej.

Hedy miała dom pełen służby, francuską nianię, domowych nauczycieli. Chodziła do prywatnych szkół w Wiedniu i Lucernie. Uczyła się języków, baletu, gry na fortepianie, równocześnie wykazując ogromne zainteresowanie techniką, ale marzyła o karierze aktorki. Dla tej kariery w wieku 16 lat, za zgodą rodziców, porzuciła szkołę.

Aktorstwa uczyła się krótko w Berlinie, gdzie była protegowaną swego krajana Maxa Reinhardta, dyrektora Deutsches Theater. To on wypowiedział towarzyszące jej przez całe życie zdanie: „Hedy Kiesler jest najpiękniejszą kobietą świata”.

W 1933 roku Hedy zagrała główną rolę w filmie czeskiego reżysera Gustava Machaty'ego „Ekstaza”. Jej występ odbił się w świecie szerokim echem, a film wywołał ogromne kontrowersje i skandal obyczajowy. Sam papież Pius XI zabrał głos, nazywając „Ekstazę” filmem „niemoralnym i szkodliwym”, a zgorzchny Adolf Hitler wydał rozporządzenie zakazujące wyświetlania go w Niemczech. W innych krajach film oceniano albo również zablokowano dystrybucję.

W młodej aktorce zakochał się Fritz Mandl, trzeci na liście najbogatszych Austriaków. Zaraz po ślubie zakazał jej grania w filmach i wydał fortunę, by wykuć wszystkie kopie „Ekstazy”. To mu się jednak nie udało, więc dziś na portalu YouTube wciąż można obejrzeć sceny tego skandalizującego, jak na owe czasy, filmu.

Mandlowi bliskie były poglądy austriackiej skrajnej prawicy, przyjaźnił się z Mussolinim. Fortunę zbitł na handlu bronią z nazistowskimi Niemcami, chociaż z powodu żydowskiego pochodzenia nie był tam mile widziany.

Hedy towarzyszyła mężowi we wszystkich jego spotkaniach biznesowych, w których uczestniczyli politycy, dyplomaci, generałowie. Plotka głosiła, że częstymi gośćmi w ich rezydencji byli sam Hitler i Mussolini. Lamarr asystowała również mężowi w laboratorium, gdzie sporo nauczyła się na temat morskiej broni antypowierzchniowej oraz systemów naprowadzania statków. W tym przypadku jej doskonała pamięć okazała się bardzo przydatna.

W roku 1937, niespełna cztery lata po ślubie, Hedy uciekła od męża, by spełnić marzenie życia – podbić Hollywood.

W Londynie spotkała się z producentem Loui-sem B. Mayerem, wówczas szefem słynnej wytwórni Metro-Goldwyn-Mayer, z którym podpisała umowę. Otrzymała także nowe nazwisko – Hedy Lamarr – na cześć gwiazdy kina niemego Barbary La Marr, które nie miało kojarzyć się z nielubianymi Niemcami.

Mayer chciał zrobić z niej gwiazdę większą niż Greta Garbo. Gazety widziały w niej najpiękniejszą kobietę świata. Hedy grała w filmach z Clarkiem Gable'em i Spencerem Tracym. Nie była jednak najlepszą aktorką, wielkiej kariery nie zrobiła.

Występowała w dwóch, trzech produkcjach rocznie, a ponieważ między zdjęciami miała sporo czasu, poświęcała go na swoje hobby – majsterkowanie i wynalazki.

GRAŻYNA GREGORCZYK



ILUSTRACJA 7. Hedy w swoim gabinecie
Źródło: Hollywood Museum Archives za <https://bit.ly/3g8XIA0>

Pełna zapału i stale zafascynowana tym, jak działają wszelkiego rodzaju urządzenia, przekształciła salon we własnym domu w warsztat. Mogła w nim zajmować się opracowywaniem różnych pomysłów, które przyszły jej do głowy. Wymyśliła m.in. brązową pastylkę, która rozpuszczona w wodzie tworzyła musujący napój podobny do coca-coli (zresztą kompletny niewypał). A także pojemnik na zużyte chusteczki, który miał być przyklejony do pudełka z czystymi (także nie zdobył uznania).

W zanadrzu miała ponoć jeszcze plany urządzenia pomagającego niepełnosprawnym we wchodzeniu i wychodzeniu z wanny, fluorescencyjnej obroży dla psów i wielu innych!

Hedy Lamarr była złożoną osobowością, blyskotliwym umysłem, inteligentną kobietą. Interesowała się polityką, znała kilka języków: węgierski, francuski, włoski, hiszpański, uczyła się angielskiego. Malowała obrazy, kolekcjonowała dzieła sztuki, grała w szachy i pokera.

Zaprzyjaźniła się z kompozytorem George'em Antheilem, którego największym osiągnięciem była

awangardowa kompozycja „Le Ballet Mécanique”³. Na jej paryskiej prapremierze na początku lat 20. zjawiała się cała artystyczna śmietanka, m.in. James Joyce, T.S. Eliot czy Ezra Pound. Było czego słuchać i na co patrzeć, bo to dzieło zostało napisane na 16 pianoli, dwa fortepiany, trzy ksylofony, siedem dzwonek elektrycznych, trzy śmigła, syrenę, trzy bębny basowe i jeden tam-tam. Wszystkie te instrumenty naraz obsługiwał sam Antheil. W tym celu obmyślił sprytny system zdalnej synchronizacji i sterowania za pomocą papierowej taśmy perforowanej, na której zapisana była informacja o częstotliwości i czasie trwania dźwięków. Gdy Hedy poznała go w Hollywood, Antheil biedował, pisząc ścieżki dźwiękowe do trzeciorzędnych filmów.

TECHNOLOGIA Z TAŚMY PERFOROWANEJ

We wrześniu 1940 roku niemiecka łódź podwodna storpedowała brytyjski statek SS „City of Benares”. Na pokładzie znajdowało się 90 dzieci, które uciekały z zagrożonego bombardowaniami Londynu.

³ Kompozycję można posłuchać pod adresem: <https://youtu.be/wi53TfeqgWM>

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYZCZYNIŁY SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII

Przeżyła zaledwie trzynastka. To wtedy Hedy postanowiła wytoczyć Niemcom swoją prywatną wojnę.

Jedną z przyczyn, dla których niemieckie łodzie podwodne (U-booty) bezkarnie panoszyły się po Atlantyku, był brak zdalnie sterowanych torped, które można by zrzucić z samolotów i statków, a potem precyzyjnie naprowadzać na czającego się do ataku U-boota.

Wtedy właśnie Hedy wymyśliła, jak bezpiecznie sterować torpedą za pomocą fal radiowych.

Oczywiście myślano o tym wcześniej, ale nierozwiązanym problemem pozostawało ryzyko, że wrogi radiotelegrafista dostroi się do sygnału radiowego i przejmie kontrolę nad pociskiem lub po prostu zakłóci komunikację. Pomysł Lamarr polegał na tym, by sygnał sterujący torpedą wysyłać na zmieniających się częstotliwościach. Kluczowe było, żeby odbiornik i nadajnik dostrajały się do nowego pasma komunikacji w tym samym rytmie. I tu pomocny okazał się Antheil. Poradził Hedy, by rolki z taśmami – takimi samymi, jakie synchronizowały jego instrumenty – umieścić w torpedzie.

Antheil wziął na siebie opracowanie technicznej koncepcji tej idei – w sposób dla siebie wyjątkowy, jak na muzyka przystało. Nadajnik i odbiornik wykorzystywały rolki do pianoli, aby zmieniać w sposób nieprzewidywalny sygnał wysyłany w krótkich seriach, których zakres obejmował 88 różnych częstotliwości z całego spektrum (analogicznie do liczby klawiszy na klawiaturze pianina: 88 białych i czarnych).

Po pomyślnym ukończeniu próby na 12 pianolach, których Antheil użył w swoim „mechanicznym balecie”, duet złożył wniosek o przyznanie patentu.

W 1941 roku Hedy Lamarr i George Antheil zarejestrowali w urzędzie patentowym ideę Bezpiecznego Systemu Komunikacji (patent numer US2292387A⁴). Gdyby ktoś chciał wyznaczyć datę

narodzin współczesnej bezprzewodowej komunikacji, takiej jak telefonnia komórkowa, Wi-Fi czy Bluetooth, ten moment byłby najbardziej właściwy.

Dwójka niecodziennych wynalazców bezpłatnie udostępniła swój patent marynarce wojennej USA. Nie został jednak wykorzystany podczas wojny. Specjaliści mieli wątpliwości, czy rolki papieru nie będą się zacinaty i czy będzie je można umieścić w torpedzie. Niepotrzebnie Antheil w opisie wynalazku pochwalił się, że jego inspiracją były pianole. Podobno jeden z ekspertów oceniających pomysł wykrzyknął: „Zwariował?! Mamy wsadzić fortepian do torpedy?”.

Dopiero po roku 1980, po odtajnieniu patentu, pomysłem zajął się przemysł. Dziś Bezpieczny System Komunikacji (zwany fachowo FHSS, czyli rozpraszanie widma przez „skakanie po częstotliwościach”) jest powszechnie używany w bezprzewodowej komunikacji. Znajdziemy go w sieciach radiowych, telefonii GSM, urządzeniach GPS etc.

Oczywiście rolki papieru zastąpiły elektroniczne układy. I dziś nie chodzi o zmylenie wroga, ale o to, by sygnały od wielu rozmówców nie zakłócały się wzajemnie.

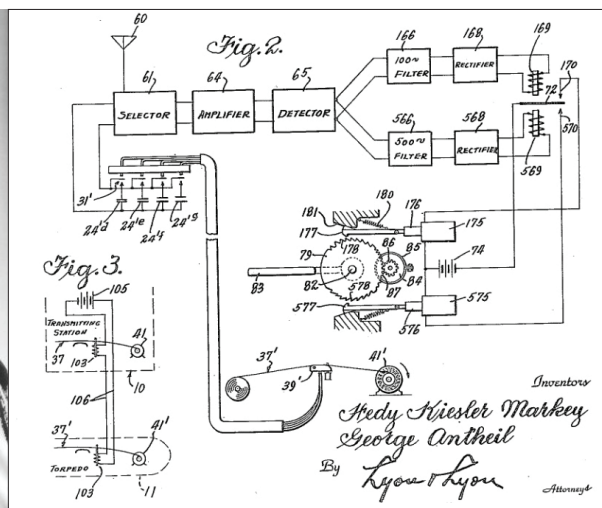
WYNAŁAZCY I PASJONACI AMATORSKO ZAJMUJĄCY SIĘ NAUKĄ

Skąd u aktorki pomysł tak rewolucyjnego wynalazku? Niektórzy sugerują, że mogła pamiętać dyskusje o wojennych technologiach, których niegdyś była świadkiem. Pierwszy mąż w jej towarzystwie prowadził biznesowe negocjacje, rozmawiał z niemieckimi konstruktorami broni o nowych technologiach, a gotujący się do wojny hitlerowcy pracowali wówczas nad zdalnym sterowaniem pocisków. Ale ostatecznie naziści nie stworzyli takiej technologii.

Choć Hedy – która zmarła w 2000 roku, kiedy jej wynalazek stosowany był już powszechnie, nie dostała za niego ani centa – jej historia pokazuje, ile mogą zdziałać pasjonaci. Udowadnia, że nie

⁴ <https://patents.google.com/patent/US2292387>

GRAŻYNA GREGORCZYK



ILUSTRACJA 8. Z lewej Hedy Lamarr, z prawej wykonany przez nią prawdopodobnie własnoręcznie szkic systemu opartego na „skaczących częstotliwościach”

trzeba mieć specjalistycznej wiedzy ani wyższego wykształcenia, by wpasć na genialny pomysł i dokonać odkrycia, które pchnie świat do przodu.

Przykładami takich amatorów pasjonatów mogą być Thomas Edison, wynalazca m.in. fonografu i żarówki, który w szkolnych latach uważany był za jednego z najgorszych uczniów, a jego zachowanie doprowadziło do wydalenia go ze szkoły. Bracia Orville i Wilbur Wrightowie, konstruktorzy pierwszego samolotu, którzy początkowo naprawiali rowery, czy King Camp Gillette, który zaczął jako urzędnik, potem był perkusistą, a następnie sprzedawcą proszków do czyszczenia, aż wreszcie wynalazł żyletkę.

Próbować zawsze warto – zgodnie z maksymą znalezioną w internecie: Nigdy nie bój się próbować czegoś nowego. Pamiętaj: to amatorzy zbudowali arkę Noego, profesjonaliści – Titanica.

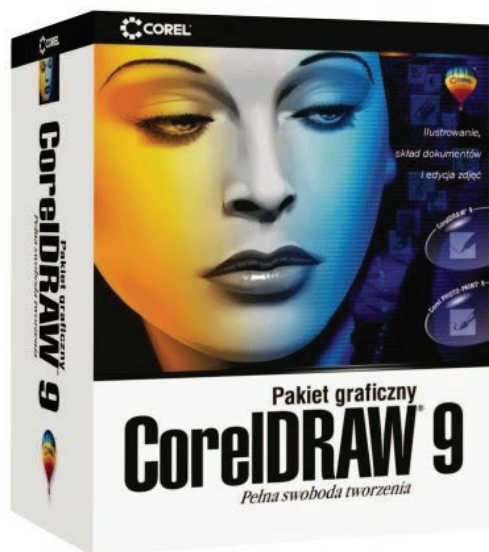
Dlaczego w latach 40. nie doceniono wynalazku Lamarr i wdrażano go dopiero dekady później, gdy patent wygaś? Być może technologia ta była traktowana sceptycznie, bo została wymyślona przez diwę Hollywood i awangardowego kompozytora.

Czas pokazał, że technologia ta znalazła znacznie więcej zastosowań niż systemy sterowania pociągami. Umożliwiła rozwój systemów Wi-Fi, Bluetooth i telefonów bezprzewodowych, GPS, WLAN, systemów satelitarnych i dronów. Pomysł Lamarr otworzył drogę ku całemu mnóstwu innych technologii, takich jak bezprzewodowe kasy, czytniki kodów kreskowych, czy domowe systemy kontroli urządzeń.

HEDY LAMARR – UZNANIE I HONORY

W 1997 roku firma Electronic Frontier Foundation przyznała aktorce oficjalną nagrodę za wynalezienie FHSS. Ten niewątpliwie honor skwitowała krótko: „Najwyższy czas”. Tego samego roku Lamarr, jako pierwsza kobieta w historii, otrzymała Bulbie Gnass Spirit Of Achievement Award, o której mówi się, że jest Oscarem dla wynalazców. W 1998 roku otrzymała także Medal Viktora Kaplana od austriackiego związku wynalazców i posiadaczy patentów. Świat nauki docenił jej zasługi. Od 2014 roku Hedy ma też swoje miejsce w Alei Sław. 9 listopada 2015 roku Hedy Lamarr została także uhonorowana wyjątkowym filmowym doodlem, w którym widzimy historię jej kariery. Można go obejrzeć pod adresem <https://youtu.be/Z0gu2QhV1dc>.

ZAPOMNIANE HISTORIE NIEZWYKŁYCH LUDZI, KTÓRYCH WYNAŁAZKI ZNACZĄCO PRZYSZYLI SIĘ DO ROZWOJU ELEKTRONIKI I TECHNOLOGII



ILUSTRACJA 9. Wizerunek Hedy Lamarr na opakowaniu pakietu CorelDraw 9, który ukazał się w 1999 roku

Na koniec jako ciekawostkę warto dodać, że w roku 1998 twarz Lamarr pojawiła się na opakowaniu i instrukcjach pakietu CorelDRAW. Kanadyjska firma Corel Corporation została z tego powodu pozwana przez aktorkę do sądu o szkody związane z nieautoryzowanym użyciem jej wizerunku. Sprawa została jednak rozwiązana polubownie i za nieznaną sumę Corel uzyskał wyłączone prawo do tego obrazu na okres pięciu lat.

Intrygujące fakty z życia Hedy Lamarr oraz nieustanny szum w mediach na temat aktorki zamieniły historię jej życia w legendę, która każdego dnia wzbogaca się dzięki nowym szczegółom wymyślonym lub odkrywanych przez kolejnych autorów. ●

ŹRÓDŁA

1. Hedy Lamarr, <https://tiny.pl/76wkc>, dostęp 5.08.2020.
2. Hedy Lamarr. The Official Website of Hedy Lamarr, <https://www.hedylamarr.com>, dostęp 5.08.2020.
3. Jan Czochralski – uczonego, którego technologia zmieniła świat, <https://tiny.pl/76wk5>, dostęp 5.08.2020.
4. Jan Czochralski. Strona poświęcona uczonemu, <https://www.janczochralski.com>, dostęp 5.08.2020.
5. Jan Czochralski, *Zapomnianej Tesla elektroniki z Polski*, <https://tiny.pl/76wkp>, dostęp 5.08.2020.
6. Rok prof. Jana Czochralskiego, <https://tiny.pl/76wkz>, dostęp 5.08.2020.
7. Swaby R. *Upór i przekora. 52 kobiety, które odmieniły naukę i świat*, Wydawnictwo Agora, Warszawa 2017.
8. Tomaszewski P.E. *Powrót. Rzecz o Janie Czochralskim*, Oficyna Wydawnicza Atut, Wrocław 2012.

GRAŻYNA GREGORCZYK

pracownik oświatowy, długoletni dyrektor
Ośrodka Edukacji Informatycznej
i Zastosowań Komputerów w Warszawie