

## Alhazen i Witelo a Międzynarodowy Rok Światła

### Rezolucja ONZ 68/221

Na posiedzeniu plenarnym 68. Sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ w dniu 20 grudnia 2013 r. przyjęto Rezolucję 68/221 ustanawiającą rok 2015 Międzynarodowym Rokiem Światła i Technologii Wykorzystujących Światło [1]. Wybór daty był spowodowany tym, że na rok 2015 przypada szereg rocznic związanych z badaniami nad światłem. Kilka z nich jest wymienionych w tej Rezolucji, poczynając od millenium dzieła arabskiego uczonego Abu Ali al-Hassan ibn Al-Haytham (w Europie bardziej znanego pod zlatynizowanym nazwiskiem Alhazen), który około roku 1015 napisał traktat zatytułowany *Kitab al-Manazir (Książka o Optyce)* [2]. Następna rocznica wymieniona w Rezolucji dotyczy roku 1815, kiedy francuski fizyk Augustin-Jean Fresnel (1788-1827) sformułował ogólną teorię, zgodnie z którą światło jest falą, rozchodzącą się w ośrodku sprężystym (nazywanym eterem), wypełniającym cały Wszechświat [3]. Potem w Rezolucji wymieniony jest rok 1865, kiedy James Clerk Maxwell (1831-1879) opublikował pracę, w której na podstawie swej wcześniejszej teorii elektromagnetyzmu doszedł do wniosku, że światło jest falą elektromagnetyczną. Według niego światło polega na drganiach poprzecznych eteru, który w jego rozumieniu ma charakter tego samego ośrodka, który jest podłożem zjawisk elektrycznych i magnetycznych [4]. Teoria falowa światła doskonale wyjaśniała podstawowe zjawiska związane ze światłem, takie jak odbicie i załamanie, interferencja, dyfrakcja i polaryzacja. Poważna trudność dla tej teorii pojawiła się z chwilą odkrycia w 1887 r. przez Heinricha Hertza zjawiska fotoelektrycznego, badanego w następnych latach przez wielu fizyków, przede wszystkim Philippa Lenarda, któremu zawdzięczamy ustalenie najważniejszych prawidłowości tego zjawiska. Najbardziej zagadkowym odkryciem Lenarda było stwierdzenie, iż energia wybitych w zjawisku fotoelektrycznym elektronów nie zależy od natężenia światła padającego na fotokatodę, co było sprzeczne z teorią światła jako fali elektromagnetycznej.

W roku 1905 – w następnej kolejności wymienionym w Rezolucji ONZ wśród rocznic godnych uczczenia w Roku Światła – Albert Einstein (1879-1955) ogłosił pracę, w której wykazał, że niezrozumiałe dla teorii falowej cechy zjawiska fotoelektrycznego dadzą się wytłumaczyć, jeżeli światło będziemy uważać za strumień kwantów promie-

niowania, obecnie nazywanych fotonami, których energia jest proporcjonalna do częstotliwości fali świetlnej [5]. W ten sposób Einstein zwrócił uwagę na to, że oprócz charakteru falowego światło cechuje też charakter korpuskularny. Tego typu sposób patrzenia na naturę światła po raz pierwszy opisał pod koniec XVII wieku Isaac Newton w swej korpuskularnej teorii światła, która przez długi czas była przeciwstawiana teorii falowej. Mamy więc do czynienia z dwoistą naturą światła, stanowiącą przykład dualizmu falowo-korpuskularnego, który – zgodnie z fizyką kwantową – stanowi podstawową cechę mikroświata.

Kolejna data wymieniona w Rezolucji ONZ to rok 1915, w którym Einstein sformułował ogólną teorię względności, wiążącą grawitację z zakrzywieniem czasoprzestrzeni, co powoduje efekt zaginania promieni świetlnych w silnych polach grawitacyjnych. Efekt ten został po raz pierwszy zaobserwowany w 1919 r. podczas zaćmienia Słońca. Jest on odpowiedzialny za zjawisko soczewkowania grawitacyjnego, które obecnie odgrywa ważną rolę w astrofizyce i kosmologii.

Ostatnia data wymieniona w Rezolucji to rok 1965, w którym miały miejsce dwa ważne odkrycia dotyczące światła. Po pierwsze, dwaj amerykańscy astrofizycy Arno Allan Penzias i Robert Woodrow Wilson podczas obserwacji radiowych tła nieba dokonali odkrycia mikrofalowego promieniowania tła, stanowiącego pozostałość po wczesnych etapach ewolucji Wszechświata, tuż po Wielkim Wybuchu. Za to odkrycie w roku 1978 otrzymali Nagrodę Nobla. Po drugie, w tym samym 1965 r. chiński fizyk, pracujący w Wielkiej Brytanii Charles K. Kao znalazł sposób, w jaki można transmitować światło na dalekie odległości za pomocą włókien optycznych, czyli światłowodów, w celu przesyłania informacji. Jego odkrycie – za które w roku 2009 został uhonorowany Nagrodą Nobla – zapoczątkowało rozwój technologii włókien optycznych, dzięki czemu rozwinął się Internet, zaś on sam zyskał miano „ojca komunikacji światłowodowej”.

Wszystkie wymienione powyżej daty stanowią kamienie milowe w rozwoju optyki, czyli nauki o świetle i jej wykorzystaniu w technice i życiu społecznym. Nie ulega wątpliwości, że postąpiono słusznie, wstawiając je do projektu Rezolucji przedstawionej Zgromadzeniu Ogólnemu ONZ. Niemniej warto zauważyć, że brakuje tam odwołania do kilku innych ważnych odkryć, których rocznice przypadają także na rok 2015. Przede wszystkim brak odwołania do roku 1885, kiedy szwajcarski fizyk i matematyk Johann Balmer (1825-1889) znalazł na drodze empirycznej wzór opisujący długości fal linii widmowych wodoru. Wzór Balmera odegrał ważną rolę w rozwoju fizyki, ponieważ stanowił wskazówkę dla Nielsa Bohra, gdy ten w 1913 roku przedstawił swój model atomu wodoru.

### **Czego jeszcze brakuje w Rezolucji ONZ?**

W Rezolucji ONZ brakuje też odwołania do nazwiska Alberta Abrahama Michelsona (1852-1931), urodzonego w Strzelnie na Kujawach wielkiego fizyka, pierwszego ame-

rykańskiego laureata Nagrody Nobla. 120 lat temu, w roku 1895, opublikował on w „Astrophysical Journal” pracę [6], w której omówił kilka czynników odpowiedzialnych za zjawiska rozszerzenia linii widmowych, w tym rozszerzenia naturalnego, dopplero-wskiego i ciśnieniowego. Kilka lat wcześniej jako pierwszy odkrył strukturę subtelną linii widmowych serii Balmera wodoru, stwierdzając, że są one rozszczepione na dwie składowe, tworząc tzw. dublety. Michelson zyskał wielką sławę dzięki niezwykle precyzyjnym pomiarom prędkości światła. Skonstruował on interferometr, nazywany obecnie *interferometrem Michelsona*, za pomocą którego w roku 1887 przeprowadził wraz z Edwardem Morleyem słynny eksperyment, zaliczany do najważniejszych doświadczeń w historii fizyki. W doświadczeniu tym stwierdzono, że ruch orbitalny Ziemi wokół Słońca nie ma żadnego wpływu na wartość prędkości światła. Oznacza to, że wartość prędkości światła jest jednakowa we wszystkich kierunkach przestrzeni, czyli jest stała i nie zależy od ruchu względnego źródła i obserwatora. Ten wynik doświadczenia Michelsona-Morleya był niezrozumiały z punktu widzenia fizyki klasycznej. Wyjście z tej sytuacji znalazł w roku 1905 Albert Einstein, który stałość prędkości światła przyjął jako postulat swej szczególnej teorii względności.

Z polskiej perspektywy należy wyrazić żal, że w Rezolucji ONZ do nazwiska Alhazena nie dodano Witelona, pierwszego polskiego uczonego o znaczeniu międzynarodowym, który w wieku XIII rozwinął i spopularyzował w Europie myśl Alhazena, przyczyniając się znacznie do rozwoju nauki o świetle i okulistyki w późnym średniowieczu i na początku czasów nowożytnych. Dzieło Witelona jest znacznie obszerniejsze od dzieła Alhazena i zawiera wiele nowych odkryć. Docenił to Kepler, który swój – wydany w 1604 r. – traktat o optyce zatytułował *Ad Vitellionem paralipomena*, co po polsku znaczy *Uzupełnienia do Witelona* [7], a nie do Alhazena!

Paradoksalnie jednak – mimo dość bogatej na ten temat literatury w języku angielskim i polskim – postać i dzieło Witelona nie przebiły się do świadomości współczesnej społeczności międzynarodowej, co moim zdaniem tłumaczy fakt pominięcia jego nazwiska przez autorów Rezolucji, przyjętej przez Zgromadzenie Ogólne ONZ. Wydaje się także, że postać Witelona nie przebiła się do świadomości społeczności polskiej. Niniejszy tekst powstał w celu skrótowego przedstawienia sprawy witelońskiej w kontekście tych aspektów historii optyki, na których oparty jest program ramowy Międzynarodowego Roku Światła i Technologii Wykorzystujących Światło.

### Historia Roku Światła

Pomysł zrodził się około roku 2010 w Europejskim Towarzystwie Fizycznym (EPS) w związku z obchodami 50. rocznicy wynalazku lasera i uzyskał poparcie kilku poważnych stowarzyszeń i instytucji, takich jak Amerykańskie Towarzystwo Optyczne (OSA), Międzynarodowe Towarzystwo Inżynierii Optycznej SPIE oraz Międzynarodowe Cen-

trum Fizyki Teoretycznej (ICTP) w Trieście, a także kilku laureatów Nagrody Nobla. Jeden z nich, Ahmed Zewail z California Institute of Technology, w tym kontekście stwierdził: „Cywilizacja nie istniałaby bez światła: Zaczynając od światła słonecznego, a kończąc na świetle z laserów, które stało się ważną częścią naszego codziennego życia” [8]. Zewail został zaproszony do wygłoszenia referatu inauguracyjnego pt. *Światło i Życie* podczas Światowej Ceremonii Otwarcia, która odbyła się w dniach 19 i 20 stycznia 2015 r. w siedzibie UNESCO w Paryżu.

Ważne znaczenie w staraniach o ustanowienie Roku Światła miało też poparcie udzielone przez koncern Philipsa, który jest światowym potentatem w dziedzinie technologii oświetlenia. Poparcia udzieliło także Zgromadzenie Ogólne Międzynarodowej Unii Fizyki Czystej i Stosowanej (IUPAP) na sesji, która odbyła się w listopadzie 2011 r. w Londynie [9]. Prezydent EPS prof. John Dudley wspomagany przez optyków z kilku krajów, wśród których kluczową rolę odegrała prof. Ana Maria Cento z Narodowego Uniwersytetu Autonomicznego w Meksyku, przygotował wstępny projekt rezolucji z zamiarem przedstawienia go na posiedzeniu plenarnym Zgromadzenia Ogólnego ONZ. Jak wynika z relacji prof. Dudleya, sprawa przebiegała z tym projektem przez różne dyplomatyczne kółka nie była prosta, ale zakończyła się pełnym sukcesem, przede wszystkim dzięki poparciu i wielkiemu zaangażowaniu prof. Macieja Nałęcza, dyrektora ds. naukowych i technicznych UNESCO [10]. To on spowodował, że projekt ten został wstawiony do porządku obrad Komitetu Wykonawczego UNESCO w roku 2012. Formalnej prezentacji projektu dokonali przedstawiciele czterech krajów członkowskich: Meksyku, Ghany, Nowej Zelandii i Federacji Rosyjskiej, do których dołączyli następnie – w charakterze sygnatariuszy – przedstawiciele ponad 30 innych krajów, takich jak m.in. Argentyna, Australia, Azerbejdżan, Bośnia i Hercegowina, Chiny, Francja, Haiti, Hiszpania, Izrael, Japonia, Maroko, Tunezja, Turcja, USA.

Komitet Wykonawczy przyjął ten projekt, co stworzyło możliwość zaprezentowania go na forum Zgromadzenia Ogólnego ONZ. Zanim jednak do tego doszło, w dniu 16 maja 2013 r. w Kwaterze Głównej ONZ w Nowym Jorku odbyło się spotkanie informacyjne, na którym delegacja grupy inicjatywnej zaprezentowała przedstawicielom państw członkowskich ONZ cele i konkretne przedsięwzięcia planowane na rok 2015. Spotkanie to odbyło się z inicjatywy stałego przedstawicielstwa Meksyku przy ONZ, które pełniło funkcję gospodarza. W skład delegacji inicjatorów wchodził Ana Maria Cento z Meksyku, John Dudley (prezydent EPS), Anthony M. Johnson (prezydent OSA) i Philip Stahl (prezydent SPIE) oraz Yanne Chemio Kouomou z Ghany, reprezentujący niedawno utworzone (w 2010 r.) Afrykańskie Towarzystwo Fizyczne. W następstwie tego – dzięki nieustannemu wsparciu UNESCO – stało się realne postawienie tej sprawy na forum ONZ, przy czym kluczową rolę odegrała delegacja Meksyku – kraju, który za jeden ze swoich priorytetów uznał promocję badań naukowych związanych ze światłem w celu

tworzenia nowoczesnych technologii, a także działania na rzecz zwiększenia świadomości ludzi w stosunku do problemu zanieczyszczenia nocnego nieba światłem. Właśnie delegatka tego kraju, prof. Ana Maria Cento, przedstawiła na posiedzeniu plenarnym 68. Sesji ZO ONZ w dniu 6 listopada 2013 r. projekt rezolucji stwierdzając: „Light matters to all of us. It is thanks to light that we know our place in the Universe, and that there is life on Earth. The International Year of Light will create a forum for scientists, engineers, artists, poets and all others inspired by light to interact both with each other and with the public so as to learn more about the nature of light, and its main applications...” Ostatecznie projekt został przyjęty na posiedzeniu plenarnym Zgromadzenia Ogólnego ONZ w dniu 20 grudnia 2013 r. [11].

### Traktat Alhazena

W przyjętej przez ONZ Rezolucji jako główną przesłankę do uznania roku 2015 jako Roku Światła wymieniono to, że około roku 1015 Alhazen napisał swój traktat *Kitab al-Manazir* (*Książka o Optyce*). Urodzony w roku 965 na terenie obecnego Iraku (Basra) uczony ten przedstawił w tym – składającym się z siedmiu ksiąg – traktacie opis matematyczny rozchodzenia się promieni świetlnych, włączając w to zjawiska odbicia i załamania. Większą część swego życia Alhazen spędził w państwie Fatymidów w Egipcie, gdzie napisał swoje dzieła naukowe; zmarł w Kairze w roku 1039. W pierwszych księgach *Kitab al-Manazir* omawiał proces widzenia i budowę oka, sprzeciwiając się poglądom Euklidesa i Ptolemeusza, którzy twierdzili, że oczy wysyłają „promienie widzenia”, dzięki którym widzimy przedmioty. Jako pierwszy prawidłowo wytłumaczył proces widzenia, wskazując na to, że – wbrew tym poglądom – przedmioty są widziane dlatego, iż same świecą, albo odbijają światło. W starożytności optykę rozumiano jako naukę o widzeniu. Główną zasługą Alhazena jest to, że doprowadził on do przemiany optyki z teorii widzenia w teorię światła [12].



Ryc. 1. Alhazen (Ibn al-Haytham)

W jego dziele pojawiły się już dwie gałęzie współczesnej optyki: optyka geometryczna, rozwijana przez Euklidesa, i optyka fizyczna, stworzona właśnie przez Alhazena [13]. Ponadto Alhazen przedstawił pierwszy naukowy opis ciemni optycznej (*camera obscura*), czyli prostego przyrządu optycznego umożliwiającego uzyskanie obrazu rzeczywistego, który można traktować jako pierwowzór aparatu fotograficznego. Opisał także swoje badania dotyczące odbicia światła od zwierciadła metalicznego, w których stwierdził, że promień padający i odbity leżą w jednej płaszczyźnie, a także to, że kąt padania jest równy kątowi odbicia. Przedstawił też opis ogniskowania światła przez zwierciadła sferyczne i paraboliczne. W nawiązaniu do dzieła Ptolemeusza w swoim traktacie omawiał również zjawisko załamania światła, ale nie odkrył prawa rządzącego tym zjawiskiem. Część badań Alhazena opisanych w jego traktacie dotyczy zjawisk optycznych w atmosferze ziemskiej, przede wszystkim zjawisk brzasku i zmierzchu. Wy tłumaczył te zjawiska jako wynik załamania światła słonecznego w atmosferze, kiedy Słońce znajduje się pod horyzontem. Z tych badań wywnioskował, że atmosfera ziemska ma skończoną wysokość, którą oszacował na 15 km [14]. Przez kilka następnych stuleci dzieło Alhazena miało wpływ na rozwój nauki w Europie, gdyż dokonało istotnej zmiany w sposobie, w jaki rozumiano światło i proces widzenia przedmiotów, zaś samemu Alhazenowi zapewniło tytuł „ojca optyki i okulistyki”.

Nie wiadomo dokładnie, kiedy i przez kogo traktat Alhazena został przetłumaczony na język łaciński. Wiele wskazuje na to, że autorem przekładu był Gerard z Kremony (1114-1187), wybitny tłumacz dzieł arabskich działający w szkole tłumaczy w Toledo [15]. Rękopisy zawierające tekst łaciński tego traktatu zatytułowany *De aspectibus* w XIII wieku krążyły po Europie. W szczególności na takim rękopisie opierał się słynny angielski franciszkanin z Oksfordu, Roger Bacon (1214-1292) – znany jako *doctor mirabilis* (cudowny nauczyciel) – pisząc swoje główne dzieło *Opus maius*, którego duża część jest poświęcona optyce [16].

### Traktat Witelona

Na rękopisie *De aspectibus* Alhazena oparł się także Witelo, pierwszy uczoney z ziem polskich powszechnie znany, który napisał – składający się z dziesięciu ksiąg – traktat z optyki, noszący obecnie tytuł *Perspektywa*. Do napisania tego traktatu namówił go dominikanin Wilhelm z Moerbeke (1215-1286), filozof i wybitny tłumacz dzieł greckich, którego Witelo poznał w czasie, gdy przebywał na dworze papieskim w Viterbo pod Rzymem. To jemu dedykował swój traktat *Perspektywa*, rozpoczynając od słów: „Witelo, syn Turyngów i Polaków – miłośnikowi prawdy, bratu Wilhelmowi z Moerbeke – życzę szczęśliwego oglądania wiecznego światła [...] i przejrzystego zrozumienia tego, co niżej napisane” [17]. Wybitny historyk nauki Aleksander Birkenmajer (1890-1967), badacz życia i dorobku Witelona, odnalazł rękopis zapisany w roku 1269 ręką Wilhelma z Moer-

beke, zawierający na początku przepisany przekład arabsko-łaciński *De aspectibus* Alhazena, a następnie łacińskie przekłady dzieł matematycznych Archimedesesa, Eutokiosa, Herona i Ptolemeusza [18]. Te ostatnie zostały dokonane przez Wilhelma z Moerbeke specjalnie dla Witelona, który na nich oparł Księgę Pierwszą *Perspektywy*, zawierającą – oprócz odnośników do odkryć Greków – wiele oryginalnych twierdzeń matematycznych, które chociaż nie stanowiły jakiegoś fundamentalnego wkładu do matematyki, to przyczyniły się do jej rozwoju. Wybitny rosyjski znawca historii matematyki Adolf Pawłowicz Juszkiewicz z uznaniem podkreślił, że Witelo przyczynił się do upowszechnienia wiedzy matematycznej, głównie geometrii, gdyż bez gruntownej znajomości nauki o stożkowych nie można zrozumieć jego traktatu o optyce [19]. Natomiast Paweł Czartoryski w swoim opracowaniu o historii nauki polskiej w średniowieczu wysoko ocenił wkład Witelona w rozwój matematyki, podkreślając, że należy on do grona zaledwie kilku uczonych średniowiecznych, którzy zajmowali się krzywymi drugiego stopnia [20]. Bardzo szczegółową dyskusję dotyczącą roli Witelona w matematyce trzynastowiecznej można znaleźć w pracy Sabetai Unguru [21].



Ryc. 2. Wyimaginowany portret Witelona w Hallu Czterdziestu Uniwersytetu w Padwie (według: *Witelona Perspektywy Księga II i III*, Ossolineum, Wrocław 1991).

Według Birkenmajera [22] Witelo urodził się w roku 1230 w Legnicy lub jej okolicach, zaś zmarł przed majem 1314 r. Natomiast inny historyk nauki, Jerzy Burchardt na podstawie swoich badań archiwalnych doszedł do wniosku, że Witelo urodził się w roku 1237, a zmarł w nieokreślonym bliżej czasie po roku 1281, kiedy wstąpił do klasztoru zakonu św. Norberta (premonstratensów) w Vicogne, w pobliżu Valencies we Francji [23]. Ostatnie lata jego życia są otoczone tajemnicą, zmarł w nieznanym miejscu. Matką Witelona była Polka, zaś ojciec Niemcem, który przybył na Śląsk z Turynii.

O swoim polskim pochodzeniu mówi sam Witelo we wspomnianej wyżej dedykacji, a także w kilku księgach swojego traktatu.

Witelo uczył się najpierw w szkołach w Legnicy i we Wrocławiu. Jako 15-letni chłopak został wysłany przez księcia śląskiego Włodzisława, syna Henryka Pobożnego, na studia do Paryża, skąd po sześciu latach powrócił do Legnicy. W 1262 r. udał się do Padwy, gdzie studiował prawo kanoniczne. Według wiarygodnych źródeł, w Padwie Witelo po raz pierwszy zetknął się z łacińskim tekstem *De aspectibus* Alhazena, co skierowało jego zainteresowania w kierunku optyki. Warto zauważyć, że Uniwersytet Padewski uznał Witelona za jednego ze swoich najwybitniejszych wychowanków, czego dowodem jest fakt, że w słynnej „sali czterdziestu” – w której po jednej stronie stoi katedra Galileusza, po drugiej popiersie Jana Zamoyskiego, rektora nacji polskiej w Padwie w XVI wieku – wisi wymaginowany portret Witelona ozdobiony napisem: „Witelo Polacco XIII seculo” [24].

Po ukończeniu studiów w Padwie – jako magister prawa kanonicznego – jesienią 1268 roku, Witelo udał się do ówczesnej siedziby kurii papieskiej w Viterbo, około 50 km na północ od Rzymu, aby z polecenia księcia Włodzisława reprezentować tam jego interesy oraz interesy króla czeskiego Otokara [25]. W listopadzie 1268 r. zmarł w Viterbo papież Klemens IV, co zapoczątkowało trzyletni okres „sedeswakancji”, najdłuższej w historii Kościoła. W oczekiwaniu na wybór nowego papieża Witelo przedłużył swój pobyt w Viterbo, wykorzystując wolny czas na studia najpierw nad psychologią i medycyną, a potem optyką.

W tym czasie oprócz Wilhelma z Moerbeke w Viterbo przebywali angielscy franciszkanie, Roger Bacon i John Pecham, obaj zajmujący się studiami nad optyką. Dwór papieski stał się wówczas głównym ośrodkiem badań nad rozchodzeniem się światła i wywołanymi przez światło zjawiskami, a jednocześnie był centralnym miejscem w Europie, w którym następowała wymiana manuskryptów zawierających literaturę optyczną. Agostino Paravicini-Bagliani, znany historyk zajmujący się dziejami papiestwa, uważa, że intensywność i poziom prowadzonych tam studiów – i udział w nich poza Baconem i Pechamem także Witelona – uzasadnia tezę, że w okresie dekady 1267-1277 Viterbo zasługuje na miano europejskiej stolicy optyki (*European capital for optics*) [26]. Podobną opinię wyraża Vincent Flardi, który zwraca uwagę na to, że oprócz studiów nad optyką w Viterbo były też prowadzone badania dotyczące medycyny, przede wszystkim oftalmologii [27]. Uczestniczył w nich wybitny lekarz Pedro Julião (znany też jako Petrus Hispanus), profesor medycyny na Uniwersytecie w Sienie, który we wrześniu 1271 roku po wyborze papieża Grzegorza X został przez niego mianowany na stanowisko lekarza papieskiego. Jest on autorem napisanego w Viterbo traktatu medycznego *Thesaurus pauperum*, dotyczącego leczenia różnych części ciała, a także traktatu o okulistyce *Liber de oculo*, zajmującego się zagadnieniami leczenia chorób oczu [28].



Na początku swego pobytu w Viterbo Witelo interesował się głównie okulistyką, ale później rozszerzył te zainteresowania na optykę geometryczną i fizyczną. Istotny w tym udział miał Wilhelm z Moerbeke, który zapoznał go z rękopisem dzieła Alhazena i namówił do napisania na tej podstawie nowego traktatu o optyce, czyli właśnie *Perspektywy*. Według ustaleń dokonanych przez Burchardta [29], Witelo napisał swój traktat w Viterbo nie wcześniej niż 1 stycznia 1270 r., a więc w czasie papieskiej „sedeswakancji”, ale nie później niż 9 stycznia 1272 r., gdy na tronie papieskim zasiadał już Grzegorz X, a jego lekarzem był Pedro Julião, aktywnie uczestniczący w życiu naukowym papieskiego dworu. W 1273 r. Witelo powrócił na Śląsk i jako kanonik Kapituły Katedralnej we Wrocławiu udzielał się w kilku misjach dyplomatycznych. Wiadomo, że w 1274 r. był delegowany na sobór do Lyonu, aby zjednać papieża Grzegorza X dla zamysłów Przemysła Ottokara II, króla Czech [30].

We wrześniu 1276 r. Pedro Julião został wybrany na papieża, obierając imię Jan XXI. Jego pontyfikat trwał tylko do maja 1277 r., kiedy zmarł w wyniku zawału serca w pałacu papieskim w Viterbo. Śmierć papieża Jana XXI zakończyła epokę, gdy na dworze papieskim tętniło życie naukowe, w którym w sposób aktywny uczestniczył Witelo.

Traktat *Perspektywa* jest poświęcony optyce geometrycznej, którą Witelo wyklada – dzieląc materiał na dziesięć ksiąg – w oparciu o wiele definicji, postulatów i twierdzeń matematycznych. Dowody tych twierdzeń przeprowadza, zarówno stosując metody geometryczne, jak i wykonując doświadczenia przy użyciu przyrządów do tego celu skonstruowanych. Księga Pierwsza zawiera podstawowe wiadomości z matematyki, które w następnych księgach zostaną wykorzystane do dowodzenia poszczególnych twierdzeń z optyki geometrycznej. Księga Druga ma charakter wstępu do optyki geometrycznej i jest poświęcona problemom rozchodzenia się światła w ośrodkach izotropowych oraz zjawisku załamania światła przy przejściu z jednego ośrodka do drugiego. Omówione są tu także takie zagadnienia, jak powstawanie i kształt cienia, a także własności rozciągniętych źródeł światła. Księga Trzecia jest poświęcona opisowi budowy oka i mechanizmowi powstawania obrazu w oku, a także pewnym problemom psychologii widzenia. Z kolei Księga Czwarta traktuje o cechach przedmiotów postrzeganych za pomocą wzroku, a więc o ich wielkości, kształcie i barwie, przy czym część problemów tu omawianych jest związana z efektem perspektywy. To spowodowało, że treścią Księgi Czwartej interesował się Leonardo da Vinci, który według Zubowa [31] korzystał z niej przy opracowywaniu swojego *Traktatu o malarstwie*.

W ocenie potomnych materiał zawarty w Księgach III i IV, dotyczący oka i problemów widzenia, stanowił na tyle istotny wkład Witelona do okulistyki, że jest on do dziś wspominany w opracowaniach z historii medycyny. W kolejnych Księgach (od V do IX) są omówione różne aspekty zjawiska odbicia światła i widzenia przedmiotów przy użyciu zwierciadeł. W szczególności omówione są tam pewne problemy dotyczące teorii zwier-

ciadeł parabolicznych. Głównym problemem, wokół którego skupia się treść Księgi Dziesiątej jest zjawisko załamania światła i jego różne konsekwencje, takie jak widzenie przedmiotów w świetle, które uległo załamaniu. W Księdze X jest także mowa o – wywołanych przez światło słoneczne – zjawiskach meteorologicznych, zachodzących w atmosferze ziemskiej, przede wszystkim o tęczy. Witelo zwrócił uwagę na to, że aby wyjaśnić powstawanie tęczy, trzeba brać pod uwagę zarówno odbicie, jak i załamanie światła na powierzchni kropli wody. Księga X zawiera ponadto opis obserwacji poczynionych przez Witelona nad przechodzeniem światła przez różne kryształy i powstawaniem w wyniku tego barw podobnych do barw tęczy. Jednakże Witelo odróżnia mechanizm powstawania barw w wyniku przechodzenia światła przez kryształy od mechanizmu odpowiedzialnego za barwy tęczy. Można więc uznać, że był on prekursorem badań nad rozszczepieniem światła, dokładnie opisanym dopiero w końcu XVII wieku przez Newtona [32]. W opinii wielu historyków nauki Księga X zawiera najwięcej nowych rzeczy, które Witelo wniósł do optyki [33].

Przez ponad 260 lat traktat *Perspektywa* krążył w odpisach rękopiśmiennych, przyczyniając się do rozwoju nauki w wielu krajach europejskich. O tym, że traktat Witelona cieszył się wielką popularnością na długo przed wynalezieniem druku świadczy fakt, że do naszych czasów zachowały się 22 rękopisy [34]. Przez długi okres czasu był on po prostu traktowany jako podręcznik uniwersytecki, w zasadzie przeznaczony dla studentów mających dobre przygotowanie matematyczne. Wiadomo, że profesor Akademii Krakowskiej Sędziwój z Czechla (1410-1476) zalecał swoim studentom rękopisy łacińskie dzieł Alhazena i Witelona jako podręczniki [35].

### Wydania drukowane dzieł Alhazena i Witelona

W roku 1535, w Norymberdze ukazało się pierwsze wydanie drukowane dzieła Witelona *Perspektywa*, przygotowane przez matematyka i astronoma Georga Tanstettera oraz kartografa, astronoma i matematyka Petera Apiana, którzy nadali mu długi tytuł *Vitellionis mathematici doctissimi περί ὀπτικῆς id est de natura, ratione, et projectione radiorum visus, luminum, colorum atque formarum, quam vulgo Perspectivam vocant, libri X*, czyli po polsku „Dziesięć ksiąg o optyce, które powszechnie nazywa się *Perspektywą*, to jest o naturze, przyczynie i padaniu promieni widzenia, światła, barw i form, bardzo uczonego matematyka, Witelona” [36]. Warto zauważyć, że w roku 2015 mija 480 lat od tego wydania, co jest na tyle okrągłą rocznicą, że – przy dobrej woli – mogłaby ona stanowić podstawę do uwzględnienia nazwiska Witelona – tuż za nazwiskiem Alhazena – w Rezolucji ONZ ustanawiającej Międzynarodowy Rok Światła. Trzeba też dodać, że cztery lata po ukazaniu się drukiem Georg Joachim Retyk, odwiedzając w 1539 r. Mikołaja Kopernika we Fromborku, podarował mu egzemplarz tego wydania. Wywieziony przez Szwedów w czasie „potopu”, egzemplarz ten znajduje się obecnie

w zbiorach uniwersytetu w Uppsali [37]. W roku 1551 ukazał się przedruk tego wydania wykonany w tej samej drukarni w Norymberdze [38].

W roku 1572 Friedrich Risner wydrukował w Bazylei nową edycję *Perspektywy* Witelona, przy czym jej tekst poprzedził łacińskim przekładem Książki o Optyce Alhazena. Było to więc pierwsze wydanie drukowane dzieła Alhazena, ale drugie (a właściwie trzecie, licząc dwa wydania z Norymbergii) dzieła Witelona. Całość została opatrzona dość długim tytułem *Opticae thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc Primus editi, eiusdem liber De crepusculis et Nubium ascensionibus item Vitellonis Thuringipoloni libri X. Omnes instaurati, figures illustrate et aucti, adiectis etiam in Alhazenum commentariis a Frederico Risnero*. Tłumaczenie polskie tego tytułu brzmi: „Skarbiec wiedzy optycznej. Siedem ksiąg Alhazena Araba, teraz po raz pierwszy wydanych i jego dzieło O zmierzchu oraz O wznoszeniu się chmur. Również dziesięć ksiąg Witelona Turingo-Polaka. Wszystkie księgi na nowo opracowano, zilustrowano rysunkami i powiększono z dodanymi również przez Fryderyka Risnera komentarzami do Alhazena” [39].

Wydanie przez Risnera w jednym woluminie zarówno traktatu Alhazena, jak i Witelona miało wielkie znaczenie w ich upowszechnieniu. Trzeba zauważyć, że Risner nie użył tytułu *De aspectibus*, który był stosowany w rękopisach łacińskich traktatu Alhazena, ale zatytułował go po prostu *Optica*. Wydana przez Risnera *Optica* obejmuje 282 strony druku i stanowi jedyny wydrukowany tekst traktatu Alhazena. Drugą część woluminu wydanego przez Risnera stanowi *Perspektywa* Witelona, która obejmuje 474 strony druku. Jest więc znacznie obszerniejsza od dzieła Alhazena, gdyż zawiera omówienie wielu nowych zagadnień, o których Alhazen nie pisał.

Zauważmy, że w tytule edycji Risnera w sformułowaniu *Vitellonis Thuringipoloni* mamy nawiązanie do polsko-niemieckiego pochodzenia Witelona. W Przedmowie do tej edycji Risner podkreśla, że podjął się wydania *Opticae thesaurus* Alhazena i Witelona dzięki namowom wybitnego matematyka i logika francuskiego, hugenota Petrusa Ramusa, który dostarczył mu rękopisy dzieł Alhazena i Witelona, o czym sam Risner wspomina we wstępach dodanych oddzielnie do traktatów obu tych uczonych. To właśnie Ramus nalegał, aby oba dzieła były wydane w ramach jednego woluminu, co świadczy o tym, że traktował Witelona jako tego, który rozwinął idee Alhazena. Risner dodaje ponadto, że Witelo „pochodził z rodu Sarmatów, których dzisiaj nazywa się Polakami”. Jednocześnie Risner, będący pod wielkim wpływem Ramusa, oddaje hołd wiedzy Witelona, upatrując w nim drugiego po Alhazenie twórcę optyki. Tragicznego wymiaru nabiera fakt, że w tym samym 1572 r., w którym w Bazylei ukończono druk *Opticae thesaurus* Alhazena i Witelona, w Paryżu został zamordowany Petrus Ramus podczas pogromu hugenotów, zwanego nocą św. Bartłomieja [40].

W roku 1972, a więc 400 lat po wydaniu drukiem *Opticae thesaurus* przez Risnera, ukazał się w Nowym Jorku reprint tej edycji przygotowany przez wybitnego historyka

optyki prof. Davida C. Lindberga [41]. Stało się to 957 lat po napisaniu arabskiego rękopisu *Kitab al-Manazir* Alhazena oraz 700 lat po napisaniu łacińskiego oryginału *Perspektywy* Witelona. We Wstępie do tego reprintu Lindberg przedstawił w sposób udokumentowany wpływ Alhazena i Witelona na rozwój nauki w okresie od XIV do XVII wieku. Zgromadził on bogaty materiał źródłowy, na podstawie którego omówił stan zachowanych rękopisów obu traktatów, zwracając uwagę na to, że większość zachowanych rękopisów pochodzi z XIV w. Na podstawie zapisów w statutach uniwersytetu w Oksfordzie z 1431 r. Lindberg stwierdził, że rękopisy zawierające traktaty Alhazena i Witelona należały do lektury obowiązkowej dla kandydatów na bakałarzy. Stwierdził on ponadto, że w 1472 r. na Uniwersytecie w Cambridge podjęto decyzję, zobowiązującą studentów do wysłuchania wykładów z optyki według traktatów Alhazena i Witelona. Ustalono także, że rękopis *Perspektywy* Witelona znajduje się w spisie książek posiadanych przez Leonarda da Vinci, który – jak wspomniano powyżej – w swoim *Traktacie o malarstwie* nawiązuje do niektórych zagadnień omawianych przez Witelona [42].

### Traktat Keplera i jego konsekwencje

Wydanie drukiem dzieł Alhazena i Witelona przyczyniło się do spopularyzowania wiedzy optycznej, co skutkowało wystąpieniem na początku XVII wieku lawiny odkryć w dziedzinie optyki zapoczątkowanych przez Johanna Keplera (1571-1630). W roku 1603 zainteresował się on optyką widzenia i zaczął studiować *Perspektywę* Witelona, którą uznał za kompendium średniowiecznej wiedzy z dziedziny optyki. Wyniki swoich rozważań opisał w wydanym w 1604 r. traktacie, któremu dał tytuł *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, czyli „Uzupełnienia do Witelona, które wykładają część optyczną astronomii”. Historycy nauki traktują ten traktat Keplera za pierwsze dzieło poświęcone optyce nowożytnej [43]. Niewątpliwie tytułując swój traktat jako *Uzupełnienia do Witelona*, Kepler docenił znaczenie jego wkładu w rozwój optyki, ale jednocześnie paradoksalnie sprawił, że od tego momentu nowe pokolenia będą sięgać raczej po dzieło Keplera niż traktat Witelona, który odtąd będzie interesował głównie historyków nauki [44]. Mimo to – według ustaleń poczynionych przez Lehna i van der Werta [45] – *Perspektywa* Witelona była w XVII w. przedmiotem studiów takich wybitnych uczonych jak Galileusz, Snell i Descartes.

W swoim traktacie Kepler podjął polemikę z niektórymi stwierdzeniami Witelona, jednocześnie je korygując i dokonując ich rozwinięcia. Kepler szczegółowo omawia różne zjawiska optyczne i astronomiczne, skupiając swoją uwagę na problemach rozchodzenia się światła i powstawaniu obrazów w zwierciadłach. Omawia też budowę oka i dyskutuje proces widzenia. Poruszał także problemy fotometrii i stwierdził, że ze wzrostem odległości od źródła natężenie światła maleje odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu tej odległości. Sporo uwagi w swoim traktacie Kepler poświęcił zjawisku zała-

mania światła, ale nie udało mu odkryć wzoru matematycznego, wiążącego kąty padania i załamania [46]. Jednakże nowatorski sposób, w jaki Kepler podszedł do opisu zjawisk optycznych, spowodował wzrost zainteresowania tą dziedziną, w wyniku czego w pierwszej połowie XVII w. kilku wybitnych uczonych skupiło swoją uwagę na problemach rozchodzenia się światła w różnych ośrodkach.

W roku 1621 holenderski astronom i matematyk Willebrord Snell wyprowadził na drodze matematycznej prawo opisujące załamanie światła na granicy dwóch ośrodków przezroczystych, znane każdemu uczniowi liceum pod nazwą *prawa Snella*. Niezależnie od niego prawo to sformułował w 1639 r. Kartezjusz, zaś około 1650 roku prawo to wyprowadził Pierre de Fermat w oparciu o sformułowaną przez siebie zasadę najkrótszego czasu (słynna zasada Fermata). Ilościowe sformułowanie prawa załamania światła poprzez wyrażenie współczynnika załamania jako stosunku sinusów kątów padania i załamania umożliwiło dalszy rozwój optyki, torując drogę do powstania w następnych stuleciach nowych teorii dotyczących natury światła, a jednocześnie stworzyło podstawy do rozwoju teorii układów optycznych składających się z różnych elementów, takich jak soczewki, zwierciadła i pryzmaty, przyczyniając się do powstania produkcji na skalę przemysłową rozmaitych przyrządów optycznych (okulary, lunety, mikroskopy, aparaty fotograficzne i kinowe), które zrewolucjonizowały świat.

W roku 1669 duński lekarz, matematyk i fizyk Erasmus Bartholinus dokonał odkrycia zjawiska podwójnego załamania światła w kryształach szpatu islandzkiego, którego wyjaśnienie podał dopiero 150 lat później Augustin-Jean Fresnel. Ważnym wydarzeniem w historii optyki było odkrycie zjawiska dyfrakcji światła. Dokonał tego około roku 1665 włoski fizyk i matematyk Francesco Maria Grimaldi. Poprawną teorię dyfrakcji podał Fresnel [47] w serii swych fundamentalnych prac o świetle, zapoczątkowanej w roku 1815, co odnotowano w Rezolucji ONZ, o której mowa w niniejszym artykule.

### **Początek ery laserowej**

Do rewolucyjnych zmian w optyce doszło w drugiej połowie XX wieku po wynalezieniu *lasera* – rewelacyjnego źródła światła o niewyobrażalnych dotąd właściwościach. Idea lasera została teoretycznie opracowana w latach 1957-1958 przez dwóch fizyków amerykańskich Charlesa T. Townesa i Arthura L. Schawlowa oraz dwóch fizyków rosyjskich Nikołaja G. Basowa i Aleksandra M. Prochorowa. Za odkrycie tej idei Townes, Basow i Prochorow otrzymali w roku 1964 Nagrodę Nobla (Schawlow otrzymał tę Nagrodę dopiero w roku 1981, ale za inne odkrycie, zresztą także związane z laserami). Idea ta jest oparta na zjawisku emisji wymuszonej promieniowania, przewidzianym teoretycznie przez Alberta Einsteina w roku 1917 i została doświadczalnie zrealizowana w maju 1960 r., gdy Theodore Maiman skonstruował pierwszy laser rubinowy, w którym ośrodkiem czynnym był rubin, czyli kryształ korundu domieszkowany chromem.

W grudniu tego samego roku Ali Javan skonstruował pierwszy laser He-Ne, czyli laser działający na mieszaninie dwóch gazów: helu i neonu. W latach następnych skonstruowano wiele laserów opartych na różnych materiałach, które przeniknęły do wszystkich gałęzi życia gospodarczego, kulturalnego i społecznego, dokonując w nich swoistych rewolucji, chociażby w poligrafii, telekomunikacji, medycynie, obróbce metali i technologii wojskowej.

### **Komunikacja światłowodowa**

Wynalazek lasera wywołał lawinę dalszych wielkich odkryć, z których do najważniejszych należy zaliczyć dokonane w 1965 r. – a więc 50 lat temu – przełomowe odkrycie chińskiego fizyka, pracującego w Wielkiej Brytanii Charlesa K. Kao, dotyczące włókien optycznych, czyli światłowodów. Znalazł on sposób, w jaki można transmitować światło na dalekie odległości za pomocą światłowodów w celu przesyłania informacji. Jego odkrycie zapoczątkowało rozwój technologii włókien optycznych, dzięki czemu rozwinął się Internet, zaś on sam zyskał miano „ojca komunikacji światłowodowej”. W tym samym czasie Williard S. Boyle z Kanady i George E. Smith z USA dokonali odkrycia sensora optycznego CCD, pozwalającego na stworzenie kamer i aparatów cyfrowych. Za te odkrycia w 2009 r. Kao, Boyle i Smith otrzymali Nagrodę Nobla z fizyki. To dzięki nim powstała międzynarodowa społeczność informatyczna, zaś współczesny świat stał się *globalną wioską*.

W Rezolucji ONZ 68/221 deklarującej rok 2015 jako Międzynarodowy Rok Światła i Technologii Wykorzystujących Światło nazwisko Charlesa K. Kao zostało wymienione w odniesieniu do technologii wykorzystujących światło obok – odnoszących się do samego światła – nazwisk Alhazena, Fresnela, Maxwella i Einsteina.

### **Od lampy oliwnej do świetlówki**

Omawiając trwające już tysiąc lat zmagania najtęższych umysłów w celu zrozumienia właściwości i natury światła, nie można pominąć spraw dotyczących sztucznych źródeł światła, służących do oświetlania pomieszczeń i ulic. W starożytności znane już były lampy oliwne i świece woskowe, ale znaczny postęp w tej dziedzinie nastąpił w roku 1852, gdy Ignacy Łukasiewicz wynalazł lampę naftową. Do oświetlania ulic stosowano wówczas lampy gazowe. Później rozpoczęto prace w kierunku opracowania elektrycznych źródeł światła. Istotnego przełomu dokonał Thomas A. Edison, który w 1879 r. wynalazł żarówkę ze znajdującym się w próżni włóknem węglowym. W roku 1897 – urodzony w Wąbrzeźnie, na Pomorzu Nadwiślańskim – wybitny fizykochemik, laureat Nagrody Nobla, Walther Hermann Nernst skonstruował inny typ elektrycznego źródła światła oparty na przewodnictwie jonowym pewnych elektrolitów w fazie stałej. Tak powstała słynna *lampa Nernsta*, która zrobiła furorę na Wystawie Światowej w Paryżu

w roku 1900 i przez następne dwie dekady była na wielką skalę produkowana w Niemczech, Wielkiej Brytanii i USA [48]. W końcu została jednak wyparta z rynku wskutek wynalezienia w roku 1913 żarówki z włóknem wolframowym. Dokonał tego uczeń Nernsta, również laureat Nagrody Nobla, Amerykanin Irving Langmuir. W drugiej połowie XX wieku stały się modne lampy fluorescencyjne (światłówki), które emitują światło wskutek wyładowania elektrycznego w rurach zawierających pary rtęci. Mają one szereg zalet w porównaniu do żarówek, przede wszystkim są bardziej energooszczędne. Główną wadą światłówek jest to, że zawierają niebezpieczną dla zdrowia i środowiska rtęć.

### **Wielki przełom w technologiach oświetlania: diody LED**

Istotny przełom w dziedzinie wytwarzania źródeł światła nastąpił około roku 1990, kiedy trzech Japończyków Isamu Akasaki, Hiroshi Amano i Shuji Nakamura wynaleźli półprzewodnikową diodę elektroluminescencyjną LED (od *light-emitting diode*), emitującą światło niebieskie. Wcześniej były już znane LED-y, oparte na takich półprzewodnikach jak arsenek galu i fosforek galu, które emitują światło czerwone i zielone. Te półprzewodniki nie nadawały się jednak do emisji światła niebieskiego, które było niezbędne do tego, aby – po nałożeniu barw – wytworzyć lampę elektroluminescencyjną emitującą światło białe.

Od lat 70. minionego wieku trwało wielkie współzawodnictwo kilku czołowych koncernów elektronicznych, takich jak SONY i XEROX, które dążąc do zbudowania niebieskiej diody, wybrały jako materiał roboczy selenek cynku i węgiel krzemu. Wybór tych materiałów okazał się jednak ślepą uliczką i mimo zainwestowania ogromnych pieniędzy prace te zakończyły się niepowodzeniem. Przełomu dokonał na początku lat 90. młody fizyk japoński Shuji Nakamura, który pracując w małej firmie Nichia Chemicals, skupił swoją uwagę nad znanym wprawdzie, ale kompletnie niedocenianym materiałem, jakim był azotek galu (GaN). Ten wybór w końcu okazał się wielkim sukcesem, chociaż prace były związane z wielkimi trudnościami, gdyż azotek galu jest półprzewodnikiem, który nie występuje w przyrodzie i trzeba go wytworzyć w postaci kryształu w laboratorium, co nie jest łatwe. O tym swoim osiągnięciu mówił Nakamura w czasie referatu plenarnego, który wygłosił w 1998 r. podczas Międzynarodowej Konferencji o Luminescencji i Fotofizyce zorganizowanej w Toruniu z okazji stulecia urodzin Aleksandra Jabłońskiego, twórcy słynnego *diagramu Jabłońskiego*, tłumaczącego tak ważne zjawiska świetlne, jakimi są efekty fluorescencji i fosforescencji [49].

Tu warto podkreślić, że pierwsze doskonałej jakości monokryształy azotku galu zostały otrzymane w Polsce, w Centrum Badań Wysokociśnieniowych „Unipress” PAN w zespole kierowanym przez prof. Sylwestra Porowskiego, który opracował i opatentował technologię hodowli monokryształów GaN. Na bazie tego materiału w roku 2001

zespół ten zbudował pierwszy polski niebieski laser półprzewodnikowy [50]. Zespół Porowskiego ma bliskie kontakty z prof. Shuji Nakamura, który kilkakrotnie przyjeżdżał do Polski. W sierpniu 2014 r. Nakamura – przez wielu uznawany jako *ojciec niebieskiej optoelektroniki* – wygłosił referat inauguracyjny we Wrocławiu na międzynarodowej konferencji na temat półprzewodników azotkowych IWT 2014 (*International Workshop on Nitride Semiconductors*), która została organizowana przez Instytut Wysokich Ciśnień PAN we współpracy z Wrocławskim Centrum Badań EIT+, Uniwersytetem Wrocławskim oraz Instytutem Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN.

Dzięki odkryciu niebieskiej diody LED powstało rewelacyjne źródło światła dla celów oświetleniowych, które jest znacznie bardziej wydajne i wielokrotnie bardziej żywotne od żarówek i świetlówek. Ponieważ według wiarygodnych danych niemal 25% globalnego zużycia energii przypada na oświetlenie, to powszechne wprowadzenie lamp LED może być zbawienne dla ludzkości, chroniąc wiele zasobów na planecie. Docenił to Komitet Noblowski przyznając w 2014 r. Nagrodę Nobla z fizyki zespołowi: I. Akasaki, H. Amano i S. Nakamura za – jak napisano w uzasadnieniu – „wynalezienie efektywnego energetycznie i przyjaznego środowiska źródła światła”. W innym miejscu uzasadnienia napisano: „Żarówki rozświetliły wiek XX. Wiek XXI zostanie rozświetlony przez diody LED”.

W Rezolucji ONZ ogłaszającej rok 2015 jako Międzynarodowy Rok Światła nie wspomina się o diodach LED, co prawdopodobnie wynika z faktu, że była ona uchwalona w grudniu 2013 r., a więc na 10 miesięcy przed przyznaniem Nagrody Nobla dla Akasaki, Amano i Nakamury, chociaż lampy LED były już wówczas masowo produkowane.

### **Inauguracja Roku Światła**

W dniach 19-20 stycznia 2015 r. w Głównej Kwaterze UNESCO w Paryżu odbyła się uroczysta sesja inauguracyjna Międzynarodowy Rok Światła i Technologii Wykorzystujących Światło. Wzięło w niej udział około 1500 delegatów ze wszystkich krajów świata. Sesja rozpoczęła się od odczytania listu od Sekretarza Generalnego ONZ Ban Ki-moona, który zauważył: „On the most fundamental level through photosynthesis, light is necessary to the existence of life itself”. Swój list zakończył słowami: „Let there be a year of light!” Potem były wystąpienia przedstawicieli czterech krajów (Ghana, Meksyk, Nowa Zelandia, Rosja), które odegrały kluczową rolę w tym, że Zgromadzenie Ogólne ONZ uchwaliło Rezolucję ustanawiającą Rok Światła. W referacie inauguracyjnym, laureat Nagrody Nobla Ahmed Zewail, Egipcjanin pracujący w Kalifornii, który wniósł wielki wkład do badań reakcji chemicznych zachodzących pod wpływem ultrakrótkich (rzędu femtosekund) impulsów laserowych, nawiązał do traktatu *Kitab al-Manazir* Ibn al-Haythama (Alhazena) z 1015 roku. Podkreślił on, iż nie jest przesadą stwierdzenie, że współczesne imponujące osiągnięcia optyki laserowej i spektroskopii



femtosekundowej mają swój prapoczątek w ideach uczonego arabskiego sformułowanych tysiąc lat temu. Ani w referacie Zewaila, ani we wcześniejszym oficjalnym wystąpieniu Ziada Aldreesa, przedstawiciela Królestwa Arabii Saudyjskiej w UNESCO, zlatynizowana forma „Alhazen” nie pojawiała się. Obaj używali wyłącznie arabskiego nazwiska Ibn al-Haytham. Żaden z nich nie wspomniał jednak o Witelonie.

Ceremonii otwarcia Roku Światła towarzyszyła inauguracja wielkiego edukacyjnego projektu zatytułowanego *1001 Inventions and the World of Ibn al-Haytham* [51]. Projektowi temu, który w założeniu jego twórców ma mieć charakter obejmujący cały glob, patronuje założona w Wielkiej Brytanii organizacja „1001 Inventions”, której misją jest krzewienie w świecie świadomości dziedzictwa „Złotego Wieku Cywilizacji Islamskiej”. Ibn al-Haytham jest niewątpliwie jednym z jej najwybitniejszych reprezentantów. Projekt obejmuje szereg wystaw, warsztatów, seminariów, instalacji artystycznych i innych imprez w różnych krajach świata, poświęconych jego dziełu i życiu.

W chwili, gdy piszę niniejszy tekst, Rok Światła dopiero się rozpoczął. Z dostępnych mi materiałów wynika, że jego program jest bardzo bogaty. Obejmuje on – sponsorowane przez wielkie koncerny i międzynarodowe organizacje – różne działania dotyczące promowania technologii wykorzystujących światło i ich zastosowań w medycynie, komunikacji, ekonomii i życiu społecznym, a także promowanie edukacji w tych dziedzinach. Jednym z ważnych celów, które znajdują się w programie Roku Światła, jest walka z zanieczyszczeniami świetlnymi i emisją sztucznego światła w niebo. Podkreśla się, że troszcząc się o ciemne niebo, przyczynimy się do redukcji zużycia energii na Ziemi. Mając to na względzie, ideę Roku Światła poparła Międzynarodowa Unia Astronomiczna, która zwraca uwagę na specyficzny aspekt zagadnienia ochrony obszarów naturalnego ciemnego nieba, traktując je jako dziedzictwo ludzkości. Do istotnych zamierzeń organizatorów trzeba ponadto zaliczyć planowane działania na rzecz wykorzystania energii słonecznej, a także zwiększenia wydajności oświetlenia, stosując najnowszej generacji źródła światła oparte na diodach LED.

### **Alhazen (Ibn al-Haytham) a Witelo**

Na podstawie relacji z przebiegu ceremonii otwarcia i imprez towarzyszących można wnioskować, że Międzynarodowy Rok Światła stworzył ogromne szanse do rozpowszechnienia w skali światowej wiedzy o życiu i działalności Ibn al-Haythama, czyli Alhazena, który niewątpliwie był wielkim uczonym i wniósł istotny wkład do rozwoju nauki w skali globalnej. W dostępnych mi materiałach dotyczących Roku Światła nie znalazłem jednak żadnych odniesień do Witelona. Fakt, że Risner wydrukował *Perspektywę Witelona* w jednym woluminie razem z tłumaczeniem łacińskim traktatu *Kitab al-Manazir (Optica)* Alhazena przyczynił się znacznie do spopularyzowania nie tylko dzieła Witelona, ale także dzieła Alhazena w okresie późnego średniowiecza i w renesansie.

Chcąc ułatwić czytelnikowi studiowanie obu traktatów, Risner w swojej edycji zaznaczył niektóre twierdzenia u Witelona referencjami do odpowiednich twierdzeń Alhazena, zaś u Alhazena do Witelona. Na tej podstawie w czasach późniejszych zaczęły pojawiać się teksty kwestionujące oryginalność traktatu Witelona i wyrażające pogląd jakoby Witelo niewolniczo naśladował Alhazena [52]. Z drugiej strony pojawiały się też liczne opracowania polemiczne, w których zwracano uwagę na to, że chociaż *Perspektywa* nie była dziełem w pełni oryginalnym, to większość dzieł tego czasu miało taki charakter [53]. W tym duchu wypowiedział się na początku XX wieku Ludwik Antoni Birkenmajer (1855-1929), ojciec Aleksandra, który na temat *Perspektywy* napisał: „Dzieło to po większej części jest uczoną kompilacją, opartą na źródłach zarówno greckich, jak i arabskich, niemniej jednak na licznych swych kartach zdradza samodzielny, a nawet twórczy umysł naszego autora” [54].

Sprawę oryginalności dzieła Witelona poruszył już sam Risner w „Przedmowie” do swej edycji *Perspektywy*, pisząc: „Witelo idzie za Alhazenem jak za przewodnikiem, chociaż poprzednio pominął był go jako nieznanego i nic nie mówiącego, jednakże jak gdyby uświadomiwszy sobie wartość jego wzoru wyznaje, że jest uczniem Alhazena. [...] Witelo był Sarmatą i żył w czasie nie bardzo odpowiednim do studiów naukowych. W Italii odnalazł biblioteki przysypane pyłem i ukryte w nich dzieła optyczne. Jednak jak wiele dokonał siłą swego talentu, te sławne dzieła będą świadectwem na wieki. Nie tylko księgi o fizjologii, [...], ale najbardziej dziesięć ksiąg o optyce, które chociaż czerpie do nich głównie z Alhazena, a następnie ze źródeł greckich autorów, rozszerzył na pewno godnymi podziwu dodatkami. Zebrał wszystkie aksjomaty, hipotezy i twierdzenia Alhazena, Euklidesa i Ptolemeusza; była to praca nie kończąca się. Umieścił optykę, katoptrykę i mesoptrykę według własnego układu, najbardziej naturalnego na podstawie ich rodzajów i gatunków i całą tę naukę uporządkował w sposób godny podziwu. Cóż więcej? Jeśli przyjąć za twórcę i autora nauki tego, kto umiejętności nadał formę i ducha, najsluszniej należałoby uznać Witelona za autora nauki o optyce. I tyle niech będzie powiedziane o Witelonie i jego optycznym dziele” [55].

Mimo tak zdecydowanej pozytywnej opinii wydanej przez Risnera, który sam był wytrawnym uczonym, w wiekach późniejszych aż do naszych czasów pojawiały się opracowania historyków nauki zbyt krytycznie, surowo i niesprawiedliwie oceniające Witelona. Jeden z nich, M. Herzberger, pisząc o Witelonie, posunął się nawet do stwierdzenia: „He is more famous for his errors than for his contributions”. Jednakże, w tym samym tekście Herzberger zauważył, że: „Pierwszym z europejskich uczonych w średniowieczu, który odegrał rolę w optyce, był Witelo, polski matematyk. [...] Jego książka w dziesięciu częściach jest prawdopodobnie najbardziej obszernym dziełem optycznym jaki kiedykolwiek napisano” [56]. Z kolei, A.F. Chalmers skrytykował Witelona za sposób, w jaki przedstawił w swym traktacie zjawisko załamania światła, zarzucając mu

podanie błędnych danych w tablicach dotyczących przejścia światła z wody do powietrza, ze szkła do powietrza i ze szkła do wody [57]. Sprawę zarzutów przedstawionych przez Herzbergera i Chalmersa bardzo szczegółowo omawia R.S. Ingarden w swoim artykule, którego znaczną część stanowi polemika z tymi autorami [58].

Najbardziej wnikliwą i obiektywną analizę stosunku *Perspektywy* Witelona do dzieła Alhazena *Optica* przedstawił D.C. Lindberg we Wstępie załączonym do reprintu *Opticae thesaurus* [59]. Omówił tam także recepcję traktatów Alhazena i Witelona, poczynając od XIV wieku do czasów najnowszych i zamieścił wykaz rękopisów obu tych dzieł. Ważne znaczenie dla poznania związków między Witelonem a Alhazenem w zakresie okulistyki, a w szczególności zagadnień anatomicznej budowy oka, ma książka Lecha Bieganowskiego, w której przedstawiona jest krytyczna analiza tych części traktatów obu uczonych, które dotyczą budowy oka i mechanizmu widzenia [60].

Wydanie przez Lindberga reprintu *Opticae thesaurus* w 1972 roku – dokładnie 400 lat po ukazaniu się edycji Risnera – zapoczątkowało renesans sprawy witełońskiej, który nastąpił w ostatnich trzech dekadach XX wieku. Dzięki temu reprintowi treści traktatów Alhazena i Witelona stały się dostępne dla wszystkich zainteresowanych tymi sprawami. W przypadku *Optyki* Alhazena tekst zamieszczony w reprimie stanowi tłumaczenie z oryginału arabskiego na język łaciński dokonane prawdopodobnie w XII wieku, natomiast *Perspektywa* jest oryginalnym tekstem Witelona. Oba teksty zamieszczone w reprimie są identyczne z tymi, które ukazały się w edycji Risnera na podstawie rękopisów krążących po Europie w późnym średniowieczu. Lindberg zainicjował na Uniwersytecie Wisconsin w Madison systematyczne studia nad *Perspektywą* Witelona i jej relacji z dziełem Alhazena. Pierwszym rezultatem tych studiów były dwie prace Lindberga [61, 62] oraz jego obszerna monografia, dotycząca teorii widzenia, w której wiele miejsca poświęca on poglądom Alhazena i Witelona w tym zakresie [63].

### **Angielskie przekłady traktatów Witelona i Alhazena**

Studia podjęte w Madison obejmowały także prace nad przekładem *Perspektywy* na język angielski. Ich owocem są dwie rozprawy doktorskie, których autorami byli Sabetai Unguru i A. Mark Smith. Praca doktorska S. Unguru – zawierająca angielskie tłumaczenie Księgi Pierwszej *Perspektywy* wraz z obszernym wstępem i rozbudowanymi komentarzami oraz opartą na siedmiu rękopisach edycją tekstu łacińskiego – ukazała się w 1977 roku w ramach redagowanej przez prof. Pawła Czartoryskiego serii Studia Copernicana, wydawanej przez Instytut Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN [64]. W identycznej konwencji metodologicznej ukazała się w Studia Copernicana w roku 1983 łacińsko-angielska edycja Księgi Piątej *Perspektywy* [65]. Była to rozprawa doktorska A.M. Smitha, która powstała z inspiracji prof. D. Lindberga w Madison, ale przybrała swój ostateczny kształt w roku akademickim 1979-1980 w Institute for Ad-

vanced Study w Princeton pod kierunkiem prof. Marshalla Clagetta [66].

W roku 1991 w ramach serii Studia Copernicana ukazała się angielsko-łacińska edycja Księgi Drugiej i Księgi Trzeciej *Perspektywy*, którą opracował Sabetai Unguru, wówczas profesor Uniwersytetu w Tel-Awiwie [67]. Prace nad przekładem na język angielski Księgi Czwartej podjął Carl J. Kelso, uczeń prof. A. Marka Smitha, który w roku akademickim 1993/1994 przebywał jako stypendysta Fundacji Fulbrighta w Instytucie Historii Nauki PAN. Rezultaty jego dokonań zostały zebrane w jego rozprawie doktorskiej, zawierającej zarówno krytyczną edycję tekstu łacińskiego Księgi Czwartej, jak i jej przekład na język angielski. Została ona wydana w postaci obszernego tomu (1198 stron) w roku 2003 przez University of Missouri-Columbia [68].

Począwszy od pierwszych lat XXI wieku, prof. A. M. Smith zaczął wydawać łacińsko-angielskie edycje traktatu Alhazena *Kitab al-Manazir* na podstawie łacińskiej wersji, znanej w średniowieczu pt. *De aspectibus*. Najpierw, w roku 2001, pojawiło się tłumaczenie na język angielski pierwszych trzech Ksiąg tego traktatu wraz z krytycznym opracowaniem tekstu łacińskiego [69]. Potem, w roku 2006 ukazała się łacińsko-angielska edycja Księgi Czwartej i Piątej [70], w 2008 r. Księgi Szóstej [71], zaś w roku 2010 Smith wydał ostatnią, czyli Siódmą Księgę traktatu Alhazena [72]. Wszystkie te edycje zostały wydane w Filadelfii w ramach *Transactions of the American Philosophical Society*. W ten sposób dzięki inicjatywie Lindberga, kontynuowanej potem przez jego uczniów Unguru, Smitha i Kelso współczesny historyk nauki ma do dyspozycji całość (siedem Ksiąg) traktatu Alhazena w wersji łacińskiej i angielskiej oraz całość traktatu *Perspektywa* Witelona w wersji łacińskiej i pięć Ksiąg tego traktatu w wersji angielskiej.

### **Przekłady na język polski *Perspektywy* Witelona**

Prace nad polskim przekładem *Perspektywy* zostały zainicjowane w latach 60. XX w. przez Romana Stanisława Ingardena, wówczas profesora fizyki teoretycznej na Uniwersytecie Wrocławskim. Na zlecenie Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego tłumaczenia podjął się filolog klasyczny dr Jerzy Burchardt, który dokonał przekładu trzech pierwszych i połowy Księgi IV. Prace te nie były jednak we Wrocławiu kontynuowane ze względu na brak odpowiedniego zespołu [73]. Po przeniesieniu się do Torunia profesorowi Ingardenowi udało się zorganizować na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika interdyscyplinarny zespół badawczy, który podjął długofalowe prace nad tłumaczeniem na język polski *Perspektywy* i jej krytycznym opracowaniem. Zespół ten tworzyli profesorowie: Witold Wróblewski z Katedry Filologii Klasycznej, Andrzej Bielski i Roman S. Dygdała z Instytutu Fizyki UMK oraz dr hab. n. med. Lech Bieganowski z Wojewódzkiego Szpitala Wojewódzkiego w Toruniu.

Opiekę naukową nad zespołem sprawował prof. Paweł Czartoryski z Instytutu Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN, który był gorącym rzecznikiem przybliżenia pol-

skiemu czytelnikowi i upowszechnienia na świecie dzieła Witelona. Pierwszym rezultatem prac zespołu jest przekład na język polski Księgi Drugiej i Trzeciej *Perspektywy*, który w 1991 roku został opublikowany wraz z obszernym wstępem, komentarzami i aneksami w ramach serii *Studia Copernicana* [74]. W roku 1994 ukazało się tłumaczenie na język polski Księgi IV wraz z komentarzami [75]. Udział w tych pracach okulisty i historyka okulistyki dra hab. n. med. L. Bieganowskiego okazał się niezwykle ważny ze względu na tematykę dotyczącą budowy oka i teorii widzenia poruszaną przez Witelona w tych Księgach. W roku 2003 został wydany tom zawierający polski przekład Ksiąg V, VI i VII wraz z komentarzami [76], zaś w 2009 r. ukazał się tom z polskim tłumaczeniem i krytycznym opracowaniem Księgi VIII i IX [77].

Te dwa ostatnie tomy stanowią wyłączne dzieło profesorów A. Bielskiego i W. Wróblewskiego, którzy po ich wydaniu niezwłocznie przystąpili do pracy nad opracowaniem przekładu Księgi X, uważanej przez znawców przedmiotu za najciekawszą i najbardziej samodzielną część traktatu witelońskiego. Księga ta miała wielki wpływ na rozwój optyki w czasach nowożytnych, czego wyraźnym dowodem jest cytowany wyżej traktat Keplera, *Ad Vitellionem paralipomena... Ze względu na to, że Księga X w większości dotyczy meteorologicznych zjawisk optycznych zachodzących w atmosferze ziemskiej, takich jak tęcza, oraz pewnych problemów astronomicznych, Bielski i Wróblewski zaprosili do współpracy prof. Andrzeja Strobla z Centrum Astronomii UMK.*

Pod koniec 2012 roku prace nad edycją polskiego przekładu Księgi X były już bardzo zaawansowane, ale zostały przerwane wskutek nieoczekiwanej choroby, a następnie śmierci prof. Andrzeja Bielskiego w dniu 12 stycznia 2013 roku. Niedługo potem zachorował prof. Witold Wróblewski, drugi główny współautor serii witelońskiej. Jego długa choroba, a potem nieubłagana śmierć w dniu 15 października 2014 r. spowodowała znaczne opóźnienie prac nad edycją Księgi X. Należy się zatem wielka wdzięczność prof. Andrzejowi Strobli, który – mimo iż nie uczestniczył w pracach dotyczących wcześniejszych tomów – postanowił dzieło zainicjowane przez Bielskiego i Wróblewskiego doprowadzić do końca. W chwili pisania niniejszego tekstu manuskrypt polskiego przekładu Księgi X został już przez prof. Strobla złożony do druku w Wydawnictwie Naukowym UMK [78]. Dzięki jego determinacji czytelnik polski otrzymuje teraz – w Międzynarodowym Roku Światła – krytyczne wydanie ostatniej Księgi traktatu Witelona *Perspektywa*, który choć napisany w okresie średniowiecza był w czasach nowożytnych przedmiotem studiów ludzi tej miary co Leonardo da Vinci, Mikołaj Kopernik i Jan Kepler.

Jedną z motywacji podjęcia się trudu tłumaczenia na język polski i opracowania krytycznej edycji *Perspektywy* Witelona przez zespół kierowany przez A. Bielskiego i W. Wróblewskiego był fakt, że sam Witelo wiązał swoje pochodzenie z Polską. Podsumowując swój artykuł o roli Witelona w dziejach fizyki, Roman S. Ingarden stwierdził:

„Witelo był nie tylko pierwszym z tych, co szeroko i na długie wieki rozślawili imię Polski w nauce europejskiej; był także jednym z niewielu tytanów nauki jak Euklides i Ptolemeusz, Kopernik i Newton. [...] Sława jego zmaląa, jak sława Ptolemeusza po Koperniku i Newtonie, gdy Descartes i Newton położyli podwaliny pod nowożytną optykę” [79]. Warto o tym pamiętać w Międzynarodowym Roku Światła i w tym kontekście uświadomić sobie, że współczesne rewelacyjne osiągnięcia optyki kwantowej i spektroskopii femtosekundowej, a także nowoczesne technologie wykorzystujące światło, mają swój prapoczątek zarówno w pionierskim dziele Alhazena sprzed tysiąca lat, do czego nawiązywał Ahmed Zewail w czasie ceremonii otwarcia w Paryżu, jak również w powstałym 255 lat później traktacie Witelona.

### Literatura

- [1] Resolution 68/221 adopted by the General Assembly on 20 December 2013, United Nations, A/RES/68/221.
- [2] Wróblewski A.K. (2007) *Historia fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 64.
- [3] Ibidem, s. 321.
- [4] Ibidem, s. 369.
- [5] Halliday D., Resnick R., Walker J. (2007) *Podstawy fizyki, tom 5*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 4-7.
- [6] Michelson A.A. (1895) *On the broadening of spectral lines*, *Astrophysical Journal*, 2, s. 251.
- [7] Wróblewski A.K., op. cit., s. 156.
- [8] SPIE <http://spie.org/x93905.xml>
- [9] Daukantas P. (2015) *The International Year of Light*, *Optics and Photonics News*, 26, No 1 (January 2015), s. 28.
- [10] Dudley J. (2014) *A short history of an International Year*, *Europhysics News*, 45, No. 5/6, s. 3.
- [11] The United Nations proclaims an International Year of Light in 2015, EPS Press Release 20 December 2013, [www.eps.org/resource](http://www.eps.org/resource)
- [12] Lindberg D.C. (1977) *Alahazen's theory of vision and its reception in the West*, *Isis*, 58, s. 332-341 (dalej cyt.: Lindberg D.C. (1977) *Alhazen's theory of vision*).
- [13] Ingarden R.S. (1994) *Witelo w dziejach fizyki*. [W:] *Fizyka i fizycy, Studia i szkice z historii i filozofii fizyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, s. 24 (dalej cyt.: *Fizyka i fizycy*).
- [14] Wróblewski A.K., op. cit., s. 64.
- [15] *Fizyka i fizycy*, s. 28.
- [16] Wróblewski A.K., op. cit., s. 66
- [17] Burchardt J. (1979) *Przedmowa Witelona do „Perspektywy”*, [W:] *Witelo – matematyk, fizyk, filozof*, red. J. Trzynadłowski, Ossolineum, Wrocław, s.44.
- [18] Birkenmajer A. (1921) *Studia nad Witelonem*, *Archiwum Komisji do Badania Historii Filozofii w Polsce*, II, 1, s. 1-149.
- [19] Juszkievicz A.P. (1969) *Historia matematyki w wiekach średnich*, przekł. Cz. Kulig, oprac. Z. Opiał, Warszawa, s. 323 i 368.

- [20] Czartoryski P. (1970) *Średniowiecze*, [W:] *Historia nauki polskiej*, red. B. Suchodolski, Wrocław, s. 91 i 94.
- [21] Unguru S. (1972) *Witelo and thirteenth-century mathematic: An assessment of his contributions*, *Isis*, 63, s. 496-508.
- [22] Birkenmajer A. (1936) *Witelo, najdawniejszy śląski uczony*, Wydawnictwo – Instytut Śląski, Katowice, s. 12-16.
- [23] Burchardt J. (1976) *Czas śmierci Witelona i schyłek jego życia w świetle dokumentu z 1295 r. oraz innych świadectw XIII-XIV w.*, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, 21, s. 281-287.
- [24] Bielski A., Bieganowski L. (2006), *Zarys tradycji witelońskiej w literaturze nauk przyrodniczych*, *Analecta*, 15, s. 182.
- [25] Burchardt J. (1975) *Witelo, pierwszy polski przyrodnik, matematyk i filozof (XIII w.)*, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, 20, s. 15-24.
- [26] Paravicini-Bagliani A. (2009) *The Pope's Body*, trans. D.S. Peterson, Chicago University Press, Chicago, s. 209.
- [27] Flardi V. (2007) *Renaissance vision from spectacles to telescopes*, American Philosophical Society, Philadelphia, s. 27.
- [28] Blanchard D. (1995) *Pope John XXI, ophthalmologist*, *Documenta Ophthalmologica*, 89, s. 75-84.
- [29] Burchardt J. (1979) *Przedmowa Witelona do „Perspektywy”*, op. cit., s. 41.
- [30] Ingarden R.S. (1994) *Witelo i jego czasy*. [W:] *Fizyka i fizycy*, s. 20.
- [31] Zubow W.P. (1955) *Leonardo da Vinci i dzieło Witelona „O perspektywie”*, przekład Krzyczkowski L., *Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej*, s. 179
- [32] Burchardt J. (2005) *Odkrycie tęczy w kryształach przez Witelona*, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, 50, s. 355-360.
- [33] *Fizyka i fizycy*, s. 29.
- [34] Bielski A., Bieganowski L. (2006), op. cit., s. 171.
- [35] *Ibidem*, s. 172.
- [36] Bieganowski L., Bielski A., Wróblewski W. (1991) *Życie i działalność Witelona*, [W:] *Witelona Perspektywy Księga II i III, przekład na język polski ze wstępem i komentarzami*, Bieganowski L., Bielski A., Dygdała R.S., Wróblewski W., *Studia Copernicana XXIX*, Ossolineum, Wrocław, s. 21. (dalej cyt.: Bieganowski, Bielski, Wróblewski (1991))
- [37] Jarzębowski L. (1971) *Biblioteka Mikołaja Kopernika*, TNT, Toruń, s. 56; Czartoryski P. (1978) *The Library of Copernicus*, [W:] *Science and History*, *Studia Copernicana XVI*, Ossolineum, Wrocław, s. 355-396.
- [38] *Fizyka i fizycy*, s. 25.
- [39] Bieganowski, Bielski, Wróblewski (1991), op. cit., s. 21.
- [40] *Ibidem*, s. 27.
- [41] *Opticae thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc Primus editi, eiusdem liber De crepusculis et Nubium ascensionibus item Vitellonis Thuringipoloni libri X. Omnes instaurati, figures illustrate et aucti, adiectis etiam in Alhazenum commentariis a Frederico Risnero, Basiliae 1572.* With Introduction of the Reprint Edition by David C. Lindberg, Johnson Reprint Corporation, New York 1972. (dalej cyt.: Lindberg D.C. (1972) *Introduction*).
- [42] Rzepińska M. (1984) *Wstęp* [W:] *Leonardo da Vinci „Traktat o malarstwie”*, tł. Rzepińska M., Ossolineum, Wrocław, s. IX.
- [43] Fishman R.S. (1973) *Kepler's discovery of the retinal image*, *Archives of Ophthalmology*, 89, s. 60.

- [44] Lehn W.H., van der Wert S. (2005) *Atmospheric refraction: a history*, Applied Optics, 44, s. 5624-5636.
- [45] Ibidem, s. 5631
- [46] Wróblewski A. K., op. cit., s. 156.
- [47] Ibidem, s. 321.
- [48] Szudy J. (2014) *Walther H. Nernst – współtwórca chemii fizycznej i pionier współczesnej fizyki*, [W:] Niedzielska M., Szudy J., *Walther Hermann Nernst – Noblista z Pomorza*, TNT, Toruń, s. 21-43.
- [49] Nakamura S. (1999) *Recent developments in InGaN – based blue LEDs and LDs*, Proceedings of the Jabłoński Centennial Conference on Luminescence and Photophysics, July 23-27, 1998, Toruń, Poland, Acta Physica Polonica A, 95, 153-164.
- [50] Grzegory T., Bockowski M., Krukowski S., Łuczniak B., Wróblewski M., Wejher J.L., Leszczyński M., Prystawko P., Czarnecki R., Lehnert J., Bowak G., Perlin P., Teisseyre H., Purgel W., Krupczyński W., Suski T., Dmowski L.H., Litwin-Staszewska E., Skierbiszewski S., Łepkowski S., Porowski S. (2001) *Blue laser on high  $N_2$  pressure-grown bulk GaN*, Acta Physica Polonica A, 100, suppl., s. 229.
- [51] Durrani M. (2015) *Paris ushers in the International Year of Light*, Physics World, physics world.com, January 20, 2015.
- [52] Szpilczyński S. (1975) *Trzecie wydanie "Optyki" Witelona z 1572 r. w świetle deprecjonujących ja okoliczności*, Archiwum Historii Medycyny, 38, s. 337-341.
- [53] *Fizyka i fizycy*, s. 29.
- [54] Birkenmajer L.A. (1918) *Udział Polski w uprawianiu i w rozwoju nauk ścisłych*, Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, s. 6.
- [55] Wróblewski W., Bielski A. (1986) *Rola i znaczenie w tradycji witełońskiej* Przedmowy F. Risnera do wydania „*Perspektywy*” Witelona w roku 1572, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, 31, s. 127-150, Do artykułu dołączono przekład na język polski „*Przedmowy*” Risnera.
- [56] Herzberger M. (1966) *Optica from Euclid to Huygens*, Applied Optics, 5, s. 1383-1393.
- [57] Chalmers A.F. (1975) *The extraordinary prehistory of the law of refraction*, The Australian Physicist, June 1975, s. 85-88.
- [58] *Fizyka i fizycy*, s. 29-31.
- [59] Lindberg D.C. (1972) *Introduction*, s. XXI-XXV.
- [60] Bieganowski L. (2001) *Anatomia oka i mechanizm widzenia w ujęciu średniowiecznych uczonych Ibn al-Haythama (Alhazena) i Witelona*, Wydawnictwo UMK, Toruń.
- [61] Lindberg D.C. (1971) *Lines of influence in Thirteenth Century optics: Bacon, Witelo and Peckham*, Speculum, Vol. 46.
- [62] Lindberg D.C. (1977) *Alhazen's theory of vision*, op. cit. s. 332.
- [63] Lindberg D.C. (1976) *The theory of vision from Al-Kindi to Kepler*, Chicago and London.
- [64] Unguru S. (1977) *Witelonis Perspectivae Liber Primus. Book I of Witelo's Perspectiva*. An English translation with Introduction and Commentary and Latin Edition by Sabetai Unguru, *Studia Copernicana XV*, Ossolineum, Wrocław.
- [65] Smith A.M. (1991) *Witelonis Perspectivae Liber Quintus. Book V of Witelo's Perspectiva*. An English translation with Introduction and Commentary, and Latin Edition of the First Catoptrical Book of Witelo's Perspectiva by A.M. Smith, *Studia Copernicana XXIII*, Ossolineum, Wrocław.
- [66] Czartoryski P. (1994) *Przedmowa do Witelona Perspektywy Księga IV*, przekład z języka łacińskiego W. Wróblewski, Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz L. Bieganowski, A.



- Bielski, W. Wróblewski, *Seria Copernicana XXXIII*, Wydawnictwa IHN PAN, Warszawa, s. 7 (dalej cyt.: Czartoryski, *Przedmowa*).
- [67] Unguru S. (1991) *Witelonis Perspectivae Liber Secundus et Tertius. Book II and III of Witelo's Perspectiva*. A Critical Latin Edition and English Translation with Introduction, Notes and Commentaries by S. Unguru, *Studia Copernicana XXVIII*, Ossolineum, Wrocław.
- [68] Kelso C.J. (2003) *Witelonis Perspectivae Liber Quartus. Book IV of Witelo's Perspectiva*. A critical edition and English translation with Introduction, Notes and Commentaries by Carl J. Kelso, University of Missouri-Columbia.
- [69] Smith A.M. (2001) *Alhacen's Theory of Visual Perception: A Critical Edition with English Translation and Commentary of the First Three Books of Alhacen's "De aspectibus", the Medieval Latin Version of Ibn al-Haytham's "Kitab al-Manazir"*, 2 vols. Transactions of the American Philosophical Society, Philadelphia, PA.
- [70] Smith A.M. (2006) *Alhacen on the Principle of Reflection: A Critical Edition with English Translation and Commentary of Book 4 and 5 of Alhacen's "De aspectibus", the Medieval Latin Version of Ibn Al-Haytham's "Kitab al Manazir"*, 2 vols. Transactions of American Philosophical Society, Philadelphia, PA.
- [71] Smith A.M. (2008) *Alhacen on image-formation and distortion in mirrors: A Critical Edition with English Translation and Commentary of Book 6 of Alhacen's "De aspectibus", the Medieval Latin Version of Ibn al-Haytham's "Kitab al-Manazir"* American Philosophical Society, Philadelphia.
- [72] Smith A.M. (2010) *Alhacen on Refraction: A Critical Edition with English Translation of Book 7 of Alhacen's "De aspectibus", the Medieval Latin Version of Ibn al-Haytham's "Kitab al-Manazir"*, American Philosophical Society, Philadelphia.
- [73] Czartoryski P. (1991) *Przedmowa*, s. 7.
- [74] Bieganowski L., Bielski A., Dygdała R.S., Wróblewski W. (1991) *Przekład na język polski ze Wstępem i komentarzami Witelona „Perspektywy” Księga II i III. Studia Copernicana XXIX*, Ossolineum, Wrocław.
- [75] Bieganowski L., Bielski A., Wróblewski W. (1994) *Przekład na język polski ze Wstępem i Komentarzami Witelona „Perspektywy” Księga IV. Studia Copernicana XXXIII*, Wydawnictwa IHN PAN, Warszawa.
- [76] Bielski A., Wróblewski W. (2003) *Przekład na język polski ze Wstępem i Komentarzami Witelona „Perspektywy” Księga V, VI, VII. Studia Copernicana XL*, Wydawnictwo UMK, Toruń.
- [77] Bielski A., Wróblewski W. (2009) *Przekład na język polski ze Wstępem i Komentarzami Witelona „Perspektywy” Księga VIII i IX. Studia Copernicana XLI*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń.
- [78] Bielski A., Wróblewski W., Strobel A. (2015) *Przekład na język polski ze Wstępem i Komentarzami Witelona „Perspektywy” Księga X*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń (oddane do druku).
- [79] *Fizyka i fizycy*, s. 31.

### Alhazen and Witelo, and the International Year of Light

The 68th Session of the United Nations General Assembly proclaimed 2015 as the International Year of Light and Light-based Technologies (IYL). In proclaiming the IYL focusing on the topic of light science, the UN has recognized the importance of raising global awareness of how light-based technologies promote sustainable development and provide solutions to global challenges

in energy, education, agriculture and health. As noted in the UN Resolution, one of the goals of IYL is to celebrate in 2015 the anniversaries of a series of important milestones in the history of the science of light starting from the first studies of the 11th-century Islamic scholar Ibn al-Haytham (Alhazen), whose seminal book of optics *Katib al-Manazir* was written around 1015. Other anniversaries invoked in the Resolution are the wave theories of light proposed by Fresnel in 1815 and by Maxwell in 1865, Einstein's theory of the photoelectric effect in 1905, and of the embedding of light through the general relativity in 1915. At the end of this list are two achievements reported in 1965: the discovery of the cosmic microwave background by Penzias and Wilson, and the inventions of Kao concerning the transmission of light in fibres for optical communication that power the Internet today. In the present article, we indicate the lack of some other important milestones on the UN Resolution list that also should be celebrated in 2015. First of all, we mention the name of Witelo – the first internationally known Polish scholar who in the 13th century wrote a treatise on optics *Perspectiva* that served as the standard text on the subject for the next three centuries until the beginning of the 17th century when in 1604 Johannes Kepler published his book entitled *Ad Vitellionem paralipomena* (Supplement to Witelo). Witelo's treatise is partly based on Alhazen's work, but contains also his own contributions to optics and ophthalmology. We also briefly discuss some controversies regarding the originality of Witelo's work and its relationship to that of Alhazen. In the article we outline the development of the science of light in the context of the program of IYL and give a short overview of recent studies on the life and scientific contributions of Witelo performed in the USA and in Poland.

**Key words:** Alhazen, Witelo, history of optics, International Year of Light