

Wróblewski, Witold / Dygdała, Roman / Bielski, Andrzej

Przegląd problematyki drugiej księgi Optyki Witelona

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 28/2, 297-308

1983

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Andrzej Bielski, Roman S. Dygdała, Witold Wróblewski
(Toruń)

PRZEGLĄD PROBLEMATYKI DRUGIEJ KSIĘGI OPTYKI WITELONA *

Niedawno minęła siedemsetna rocznica powstania jednej z podstawowych prac z dziedziny optyki, a mianowicie dzieła Witelona *Perspectiva*.

Dzieło to powstało prawdopodobnie między 1269 a 1273 r.¹ Witelon przebywał w tym czasie w Viterbo we Włoszech. Sama postać Witelona i okoliczności powstania *Perspektywy* są już na tyle znane², że nie będziemy ich w tym miejscu powtarzali. Z bogatej twórczości Witelona zachowały się w całości jedynie dwa traktaty: *De causa primaria poenitentiae in hominibus et de natura demonum (O najgłębszej przyczynie żalu za grzechy u ludzi i naturze demonów)*, napisany w formie listu do Lud-

* Chcielibyśmy wyrazić podziękowanie prof. drowi R. S. Ingardenowi za przeczytanie maszynopisu pracy i wiele cennych uwag.

¹ A. Birkenmajer: *Witelo najdawniejszy śląski uczony*. Katowice 1936, s. 17; czas powstania *Perspektywy* przyjmuje na lata 1270—1273. J. Burchardt: *List Witelona do Ludwika we Lwówku Śląskim*. Wrocław 1979, s. 31, twierdzi, że *Perspectiva* „ostateczny swój kształt otrzymała może dopiero zimą 1274 r.” i powołuje się na cytowaną wyżej pracę Birkenmajera, który tego w tym miejscu nie mówi. Burchardt stoi na stanowisku, że Witelon swoje dzieło optyczne napisał w latach 1269—1273, natomiast w innym miejscu (przedmowa Witelona do *Perspektywy* w: *Witelo-matematyk, fizyk, filozof*, red. J. Trzynadłowski, Wrocław 1979) stwierdza, że „wypada przyjąć, że *Perspektywa* Witelona powstała między 1 stycznia 1270 a 9 stycznia 1272”.

² Wystarczy wymienić cytowane w przypisie 1 prace J. Burchardta i A. Birkenmajera, a nadto J. Burchardt: *Czas śmierci Witelona i schyłek jego życia w świetle dokumentu z r. 1295 oraz innych świadectw XIII—XIV w.* „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1976 s. 281—287; R. S. Ingarden: *Witelon w dziejach fizyki*. W: *Witelo — matematyk...* s. 7—17 oraz tenże: *Znaczenie Witelona w historii fizyki*. W: *Materiały III Sympozjum Historii Fizyki*. Toruń 1980 r.

wika we Lwówku Śląskim i opracowany ostatnio przez Jerzego Burchardta³, oraz *Perspectiva*.

Perspectiva Witelona, jest według dzisiejszych pojęć bardzo obszernym podręcznikiem akademickim⁴ lub nawet monografią poświęconą optyce, a ściślej rzecz biorąc, optyce geometrycznej. Traktat ten przeżywał w ciągu wieków zmienne koleje losu, już to krytykowany, już to wysoko ceniony (np. przez Keplera). Niezależnie jednak od oceny, dzieło to stanowiło przez kilka wieków podręcznik akademicki dla zaawansowanych w tej dziedzinie wiedzy studentów, a czytywało je, aż do końca XVII w., wielu wybitnych uczonych⁵. O popularności traktatu Witelona w średniowieczu świadczą liczne zachowane rękopisy, których Lindberg zna 23⁶.

Perspectiva została wydana drukiem po raz pierwszy przez J. Tanstettera i P. Apiana w Norymberdze w 1535 r.; ponownie wydano ją w niezmienionej postaci w 1551 r. Następne wydanie ukazało się w Bazylei w 1572 r. Przygotował je F. Risner, którego namówił do wykonania tej pracy wybitny matematyk francuski P. Ramus⁷. Wspólnie z dziełem Witelona ukazała się wówczas praca arabskiego uczonego Alhazena w łacińskim przekładzie pt. *De aspectibus*. Risner nadał jej, jak sam wspomina we wstępie do dzieła Alhazena, pochodzący z języka greckiego tytuł *Optyka*. Risner nie ograniczył się jedynie do mechanicznego prze-

³ J. Burchardt: *List Witelona...*

⁴ L. Wituski: *O życiu i dziele optycznym Vitellona*. Poznań 1870 s. 20, pisze: „dzieło optyczne Vitellona było książką szkolną i podręczną dla wszystkich, którzy się tą nauką trudnili”. Por. J. Korolec: *Badania A. Birkenmajera nad życiem i twórczością Witelona*. W: *Witelo — matematyk...* s. 74 oraz C. Baemker: *Witelo, ein Philosoph und Naturforscher des XIII. Jahrhunderts*. Münster 1908 s. 237.

⁵ Bogatą tradycję związaną z wpływem *Perspektywy* Witelona i znaczeniem tego dzieła w nauce na przestrzeni wieków omawia D. C. Lindberg, we wstępie (ss. XXI—XXV) do: *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis... item Wittellonis... a Federico Risnero*, Basileae 1572. Reprint wydania Risnera wraz ze wstępem przygotował David C. Lindberg, New York — London 1972. Por. K. F. Wojciechowski: *Witelo jako matematyk i fizyk*. W: *Witelo — matematyk...* s. 19—29 oraz tenże: *Wstępna ocena merytorycznej treści I księgi „Optyki” Witelona*. „Wiadomości Matematyczne”, ser. 2, 1970 s. 235; L. Wituski, dz. cyt. s. 19 i nast.

⁶ D. C. Linberg, dz. cyt. s. XXVII.

⁷ Okoliczności powstania edycji Risnera przedstawia W. F. Szokalski: *Stanowisko naukowe Ciołka (Vitelliona) w średniowiecznej optyce*. „Ateneum” 1877 s. 569 i nast., nie powołując się na żadne źródło, w związku z czym należy sądzić, że autora poniosła fantazja. Szokalski opisuje np. dokładnie sposób nabycia rękopisu dzieła Alhazena przez Ramusa, który powierzył Risnerowi wydanie dzieła Witelona: „Trudnił się [Ramus] bardzo żarliwie matematyką i naukami przyrodniczymi, a dowiedziawszy się o Alhazenie, zapragnął się z nim bliżej obeznać, lecz nigdzie znaleźć go nie mógł. Dopiero przypadkiem kupił niekompletny jego rękopis na licytacji i przez lat 20 szukał kompletu drugiego [...]”. Te bałamutne informacje w wielu punktach powtarza bezkrytycznie S. Szpilczyński: *Okoliczności trzeciego wydania dzieła Witelona*. W: *Witelo — matematyk...* s. 31—37.

drukowania rękopisu, ale postawił sobie ambitne zadanie przygotowania krytycznego wydania tekstu, o czym dokładnie pisze we wstępach do traktatów Alhazena i Witelona. W rezultacie czytelnik otrzymał tom, w którym dzieła tych dwóch autorów są do siebie bardzo podobne w warstwie redakcyjnej. Często występują te same zdania i rysunki. Poprzez dodanie u Alhazena przy poszczególnych twierdzeniach odsyłaczy do Witelona, a u tego ostatniego do uczonego arabskiego, odnosi się wrażenie, że obydwie traktaty niewiele się od siebie różnią. Jeżeli dodamy, że Risner umieścił na pierwszym miejscu tekst Alhazena, a na drugim Witelona, słusznie zauważył Szpilczyński⁸, że „[...] dla uważnego czytelnika zaczęły się naturalnie rzucać w oczy powtórzenia tych samych twierdzeń w analogicznym układzie i ujęciu [...]” i można było odnieść wrażenie, że Witeloni odpisywał całymi partiami tekst Alhazena. Risner zresztą nie ukrywa we wstępie do optyki Alhazena faktu, że dążył do pełnej unifikacji obu tekstów, aby ułatwić czytanie tych pism ludziom nieprzygotowanym do tego rodzaju lektury. Dla określenia z filologicznego punktu widzenia ingerencji Risnera w teksty należy przejrzeć rękopisy dzieła Witelona, rękopisy łacińskiego przekładu dzieła Alhazena oraz porównać je z tekstami wydania Risnera. W tej chwili możemy jedynie stwierdzić, że II księga dzieła Witelona w wydaniu Risnera nie różni się zasadniczo od rękopisów⁹ z Oksfordu i Erfurtu. W rękopisach tych nie ma jednak przy twierdzeniach odsyłaczy do Alhazena. Należy również podkreślić i to spostrzeżenie, że rysunki z II księgi dzieła Witelona, powtórzone w traktacie Alhazena z tymi samymi oznaczeniami literowymi, nie pochodzą jednak od arabskiego uczonego, gdyż w dowodzeniu Alhazena nigdzie się na nie nie powołuje, lecz stanowią integralną część wywodów u Witelona. Można by stąd wnioskować, że Risner przeniósł mechanicznie część rysunków z II księgi *Perspektywy* Witelona do *Optyki* Alhazena.

W Polsce ponowne zainteresowanie osobą i dziełem pierwszego polskiego uczonego o międzynarodowym znaczeniu przypada na XIX w. Pierwsze obszernie opracowanie zawdzięczamy Wituskiemu¹⁰, który jednak II księgę omówił pobieżnie. Okolicznościowo zajmują się także poszczególnymi problemami przedstawionymi w *Perspektywie* i inni badacze, głównie Birkenmajer¹¹, ograniczając się jednak do ogólnego przedstawienia treści poszczególnych ksiąg. Badania nad *Perspektywą* kontynuuje Wojciechowski¹², który przeprowadza wstępną ocenę meryto-

⁸ S. Szpilczyński, dz. cyt. s. 33.

⁹ Rękopisy *Perspektywy* Witelona: Bodleian Library, Oxford, Ashmole 424, fols. 3-355 r (XIV w.) oraz Wissenschaftliche Bibliothek, Erfurt, Amploniana F. 374 (XIV w.) udało nam się przejrzeć dzięki uprzejmości prof. P. Czartoryskiego oraz prof. R. S. Ingardena.

¹⁰ L. Wituski, dz. cyt. s. 41-46. W kilka lat później streszczenie podał również w swojej pracy Szokalski, dz. cyt. s. 559.

¹¹ A. Birkenmajer, dz. cyt. s. 25 i nast.

¹² K. F. Wojciechowski: *Wstępna ocena...* oraz tenże: *Witelo jako matematyk...*

ryczną I księgi, poświęconej matematyce oraz interesuje się zagadnieniem oryginalności przedstawionych tam twierdzeń i dowodów. Z badań swoich Wojciechowski wyciąga następujące wnioski¹³:

1. Ocena I księgi *Perspektywy* Witelona wyłącznie na podstawie dopisków Risnera jest niemiarodajna.

2. Witelton nie był zwykłym kompilatorem i I księga zawiera wiele oryginalnych twierdzeń, które nie stanowiły jakiegoś fundamentalnego wkładu do matematyki elementarnej, ale mogły się przyczynić do jej rozwoju.

3. Witelton doskonale orientował się we współczesnej sobie matematyce. Dowody przeprowadzał nienagannie i z dużą jasnością.

Niewątpliwie dużą rolę w intensyfikacji badań nad Witeltonem odegrał reprint wydania Risnera z 1572 r. przygotowany i poprzedzony wstępem przez Lindberga¹⁴. Owocem studiów Lindberga i jego współpracowników są dwie rozprawy doktorskie w postaci wydania tekstu łacińskiego I księgi przez Unguru¹⁵ i księgi V przez Smitha¹⁶ (przekład na język angielski, obszerny wstęp oraz objaśnienia).

Przedstawione tu informacje, o stanie badań nad *Perspektywą* Witelona, wskazują, że znajomość tego dzieła (poza I księgą) w Polsce jest powierzchowna¹⁷, a przecież Witelton jest pierwszym polskim uczonym

¹³ K. F. Wojciechowski: *Wstępna ocena...* s. 225.

¹⁴ D. C. Lindberg, dz. cyt.

¹⁵ S. Unguru: *Witelonis Perspectivae Liber Primus, an English Translation with Introduction and Commentary and Latin Edition of the Mathematical Book of Witelo's Perspectiva*. Wrocław 1977.

¹⁶ A. M. Smith, w druku w serii *Studia Copernicana*, t. 23.

¹⁷ O małym zainteresowaniu Witeltonem świadczy fakt, że podręczniki poświęcone historii fizyki, zaledwie wspominają naszego uczonego. I tak S. Ziemecki w fundamentalnej pracy *Dzieje rozwoju fizyki*. Warszawa 1931, t. 2, opracowali: M. Grotowski, M. Sadzewiczowa, W. Werner i S. Ziemecki s. 195 i nast. podaje zaledwie kilka szczegółów z życia Witelona i w dodatku zgół nieprawdziwych, wiążąc osobę Witelona z postacią czarnoksiężnika Twardowskiego (autor powtarza to za M. Wiszniewskim: *Historia literatury polskiej*. T. 1. Kraków 1840; por. K. Wojciechowski: *Witelo jako matematyk...* s. 20). Dodaje ponadto kilka zdań bardzo ogólnikowych na temat *Perspektywy* Witelona. Jeszcze mniej informacji, chociaż tym razem pozbawionych fantazji, przekazuje T. Piech: *Zarys historii fizyki w Polsce*. Kraków 1948 s. 7 (błędnie podaje datę wydania *Perspektywy* w Bazylei w 1535 r., gdy naprawdę dzieło to ukazało się w Bazylei w 1572 r. W roku 1535 *Perspektywa* została wydana w Norymberdze). Piech wysoko jednak ocenia Witelona. Píše on: „W traktacie tym [tzn. w *Perspektywie*] wprowadza [Witelo] pomysły greckich filozofów, umieszczając w nim również wiele samodzielnych myśli i rozważań”. Jest również znamienne, że fizyk i historyk fizyki M. Grotowski, w swojej monografii poświęconej optyce geometrycznej i falowej (M. Grotowski: *Optyka*. Łódź 1954), wymieniając nazwiska wielu badaczy (począwszy od starożytności poprzez średniowiecze do czasów współczesnych), a wśród nich i Alhazena (s. 28), nie wspomina w ogóle Witelona.

o znaczeniu międzynarodowym. Dobrze się więc stało, że przystąpiono do pracy nad filologiczno-fizycznym opracowaniem *Perspektywy* Witelona pod względem filologicznym i z punktu widzenia historii fizyki. Dotychczasowe prace nad księgą II pozwalają przedstawić jej treść oraz dokonać próby wstępnej merytorycznej oceny zawartego w niej materiału.

Księga II została poprzedzona krótką przedmową, z której wynika, że księga ta jest jakby wstępem do części dzieła, dotyczącej fizyki, o czym świadczą słowa Witelona: „[...] rozpoczynam omawianie od podania światła poprzez jeden lub więcej ośrodków przezroczystych na ciała rozmaitych kształtów, powstawania cieni i kształtowania się [plam] światła padającego przez otwory, jako od tego, bez czego nie wypadało zaczynać wykładu o formach widzialnych [...]”¹⁸. Inaczej mówiąc, II księga jest przede wszystkim poświęcona podstawowym zjawiskom wchodzącym w zakres optyki geometrycznej. Materiał w niej zgromadzony przedstawiony jest w 10 definicjach, 8 postulatach oraz 51 twierdzeniach¹⁹. Podstawowe pojęcia zostały podane na początku księgi w formie definicji i postulatów. Dowody twierdzeń autor przeprowadza stosując metody geometryczne, bądź (jak wynika z twierdzeń 1, 5 i 42—46) prawdopodobnie wykonując doświadczenia, których wyniki potwierdzają tezy zawarte w twierdzeniu. Często Witelon przeprowadza dowód twierdzenia przez sprowadzenie do niedorzeczności. Należy zwrócić uwagę, że autor dowodząc twierdzeń drogą eksperymentu, prawdopodobnie posiadał skonstruowane do tego celu przyrządy, przy pomocy których doświadczenia te mógł wykonywać.

W definicjach, jak sam autor pisze, ujęte są „[...] rzeczy, które jako znane zmysłowi wzroku zamieszczam w przedzie [...]”. Postulaty zaś zawierają „[...] rzeczy następujące jako same przez się znane zmysłowi wzroku [...]”²⁰. W świetle współczesnej nauki definicje te i postulaty w wielu przypadkach są niepełne (np. definicje 2 i 5)²¹ bądź nieprawdzi-

¹⁸ Przekładu II ks. dzieła Witelona dokonał po raz pierwszy J. Burchardt na zlecenie Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego w latach 60-tych. Przekład ten był podstawą dla filologiczno-fizycznego opracowania wersji polskiej księgi II *Perspektywy* Witelona, które znajduje się w maszynopiśmie w Zakładzie Badań Kopernikańskich Instytutu Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN. Z tego maszynopisu pochodzą wszystkie cytaty w języku polskim. Niniejszy przekład został dokonany na podstawie tekstu wydanego przez Risnera (por. przyp. 5) i zamieszczonego w reprimie Lindberga, do którego odsyłamy Czytelnika. Cytowany w tym miejscu fragment znajduje się w: *Vitellonis Perspectiva* u Lindberga (dalej cytowany jako *Vit. Persp.*), s. 61.

¹⁹ *Vit. Persp.*: ks. II znajduje się na ss. 61—84, definicje i postulaty na s. 61, a twierdzenia 1—51 na ss. 61—84.

²⁰ *Vit. Persp.* s. 61.

²¹ *Vit. Persp.* s. 61. Definicja 2: Ciałem przezroczystym nazywa się każde ciało, przez które światło przechodzi. Definicja 5: Światłem najslabszym nazywa się to, które, gdyby podzielić je w myśli, to nie będzie miało dłużej aktu światła.

we, np. postulat 7²². Na podkreślenie zasługuje jednak podanie poprawnych definicji takich pojęć jak stożek promieni²³ i stożek oświetlenia²⁴, które są używane w fotometrii do dnia dzisiejszego.

W twierdzeniu 1 Witelon udowadnia prostoliniowe rozchodzenie się światła. Dowód ten jest oparty o doświadczenie, które prawdopodobnie autor wykonał, jak to wynika z treści dowodu twierdzenia; a mianowicie Witelon pisze: „To, co tutaj twierdzi się, można objaśnić nie dowodzeniem, ale przy pomocy przyrządu [podkr. nasze]. Różni starożytni [uczeni] dla uzasadnienia tego posługiwali się wieloma różnymi przyrządami, ja zaś posługuję się tym, który poniżej opisuję. [podkr. nasze] bo sądzę, że [przy jego pomocy] prościej dowieść to twierdzenie”²⁵. W dalszym ciągu dowodu autor podaje szczegółowy opis przyrządu zilustrowany rysunkiem, tak szczegółowy, że przy jego pomocy możemy wykonać tego rodzaju przyrząd. Z przytoczonej wypowiedzi wynika, że Witelon posiadał taki przyrząd i doświadczenia opisane w twierdzeniach 1 i 42—46 wykonał²⁶. Przyrząd opisany w twierdzeniu 1 pozwala na badanie rozchodzenia się światła nie tylko w powietrzu, ale również w innych ośrodkach. Za pomocą tego przyrządu można również badać zjawisko załamania światła przy przejściu z jednego ośrodka do drugiego.

W twierdzeniu 2 Witelon przeprowadza rozważania nad prędkością światła. Twierdzenie to brzmi: *Lumen non impeditum, per totum sibi proportionatum in instanti necessarium est deferri*. Światło nie napotykające przeszkód, musi rozchodzić się natychmiastowo w całym ośrodku, [w którym może się rozchodzić]²⁷. Z treści dowodu wynika, że zwrot „światło rozchodzi się natychmiastowo” należy rozumieć, iż prędkość światła jest nieskończenie wielka. A to, jak wiemy obecnie, nie jest prawdziwe. Pamiętając jednak z jak niewielkiego materiału doświadczalnego korzystał Witelon, nie należy czynić mu z tego powodu zarzutu. Pierwszy pomiar prędkości światła dokonał w 1676 r. Olaf Roemer, wykorzystując obserwacje zaćmień księżyców Jowisza. Wydaje się, że po-

²² Vit. Persp. s. 64. Postulat 7: „Światło przechodzące przez przedmioty barwne zabarwia się ich barwami, jak to wynika z faktu, że światło, które przechodzi przez szklane okna, które są nasycone barwami tych szkielek, przenosi ze sobą formy tych barw na leżące [im] naprzeciw ciała”.

²³ Vit. Persp. s. 61. Definicja 9: „Stożkiem promieni nazywa się stożek, którego podstawa znajduje się na powierzchni ciała wysyłającego swą formę [tzn. ciała świecącego], a wierzchołek w punkcie innego dowolnego ciała”.

²⁴ Vit. Persp. s. 64. Definicja 10: „Stożkiem oświetlenia nazywa się taki stożek, którego wierzchołek znajduje się w punkcie ciała świecącego, a podstawa na powierzchni przedmiotu oświetlanego”.

²⁵ Vit. Persp. s. 61 (początek dowodu tw. 1). Opis przyrządu znajduje się na s. 62 i nast.

²⁶ Vit. Persp. s. 61 oraz s. 76—81.

²⁷ Vit. Persp. s. 63.

dobny pogląd na prędkość rozchodzenia się światła miał Arystoteles²⁸, na którego powołuje się Witelon w dowodzie twierdzenia. Do omawianego zagadnienia nawiązuje Witelon jeszcze raz pod koniec księgi w twierdzeniu 47²⁹, gdzie czytamy „[...] każde światło przechodząc przez ciało przezroczyste przechodzi ruchem najszybszym i niedostrzegalnym zmysłami, jednakże tak, że przez bardziej przezroczyste ruch jest szybszy niż przez mniej przezroczyste [...]”. Autorowi w tym twierdzeniu chodzi zapewne o to, że osłabienie światła przez gęsty ośrodek powoduje zmianę ruchu światła w tym ośrodku. Z tego wynika, że ruch światła w ośrodku o jakiejś gęstości jest, według Witelona, inny niż” [...] ruch w przemieszczeniu lokalnym samego światła, jak wynika z twierdzenia 2 niniejszej księgi [...]”, czyli ruch światła w powietrzu. Cytowane powyżej określenia odnoszące się do prędkości światła sprawiają wrażenie pewnej sprzeczności. Jest to jednak sprzeczność pozorna, ponieważ z treści II księgi (głównie tw. 47) wynika, że ośrodek o innej gęstości optycznej należy traktować jako pewnego rodzaju przeszkodę. Rozważania nad prędkością światła miały charakter spekulacyjny i wchodziły raczej w zakres rozważań filozoficznych niż fizycznych, jako że stan wiedzy i techniki w starożytności i wiekach średnich nie pozwalał na pomiar tej wielkości. Zauważmy jednak, że Witelon traktuje zjawiska świetlne jako zjawiska przyrodnicze i nigdzie w tej księdze nie wypowiada się na temat

²⁸ Witelo w swoim dziele powiada: (*Vit. Persp.* s. 63, tekst z dowodu tw. 2): *Est ergo impossibile lumen in tempore per proportionatum sibi medium diffundi; necesse est ergo, quod illa diffusio fiat in instanti.* („A zatem jest niemożliwe, aby światło rozchodziło się w ośrodku w czasie; zatem to rozchodzenie się musi się odbywać natychmiastowo”). Do tego tematu powraca Witelon w ks. III, 55 (*Vit. Persp.* s. 109). Uczony śląski nawiązuje do Arystotelesa, który w traktacie *O duszy* 418 b stwierdza: „Toteż mylił się Empedokles i ci, którzy z nim twierdzili, że światło przenosi się w przestrzeni i w pewnej chwili rozciąga się między ziemią a tym, co otacza ziemię, chociaż to uchodzi naszej uwagi. Pogląd ten stoi w sprzeczności zarówno z oczywistymi dowodami rozumu, jak z pozytywnymi faktami. Oczywiście gdyby odległość przebyta była krótka mógłby [ów ruch] ująć naszej uwagi. Ale żeby [na przestrzeni] między Wschodem i Zachodem nie był dostrzeżony — jest to przypuszczenie zbyt trudne do przyjęcia” (Arystoteles: *O duszy*, przekł. P. Siwek, Warszawa 1972). W rozprawie *O zmysłach i ich przedmiotach* uczony grecki stwierdza, że światło jest czymś skończonym i nie jest ruchem. Nie ma nawet podobieństwa do zmiany, ani do ruchu przestrzennego (Arystoteles: *Krótkie rozprawy psychologiczno-biologiczne*, przekł. P. Siwek, Warszawa 1971, s. 34 oraz przyp. na s. 195). Odmienne stanowisko od zajętego przez Arystotelesa i Witelona przyjmuje Alhazen, ks. II, 21, skąd dowiadujemy się, że jeżeli światło jest ruchem, to ruch zachodzi w czasie, chociaż uchodzi to naszej uwagi (por. C. Baumecker, dz. cyt. s. 616).

²⁹ *Vit. Persp.* s. 31.

natury światła, w przeciwieństwie do jego poprzedników, którzy światło traktowali jako pierwiastek boski³⁰.

Po omówieniu prostoliniowego rozchodzenia się światła i jego prędkości autor uzasadnia użycie pojęcia promienia świetlnego (tw. 3). Uzasadnienie to z punktu widzenia dzisiejszej nauki budzi wątpliwości, jest jednak zgodne z ówczesnym stanem wiedzy.

W twierdzeniach 4 i 5³¹ Witelon zajmuje się zagadnieniami związanymi z rozchodzeniem się światła i przenoszeniem barwy w ciałach przezroczystych (dowód twierdzenia 5 jest doświadczalny). Twierdzi, że światło i barwa nie wpływają na własności ciał przezroczystych. Zgodnie z ówczesnymi poglądami światło i barwę traktuje oddzielnie, a mianowicie uważa, że światło przechodząc przez ciała zabarwione zabarwia się ich barwami³². Takie podejście jest — z punktu widzenia obecnej fizyki — oczywiście błędne.

Twierdzenie 6 i 7 oraz 20—22³³ można dziś zaliczyć do — rozwiniętej w XVIII w. — fotometrii. W XVIII w. nie znano pojęć fotometrycznych, a jedynie intuicyjnie wyczuwano prawa fotometrii wizualnej. W twierdzeniach tych spotykamy zapowiedź takich pojęć jak strumień mocy padający na całą powierzchnię, oświetlenie itp. W oryginale występują następujące wyrażenia: *impresio virtutis*, tłumaczone jako „działanie mocy promieniowania” (z kontekstu wynika, że chodzi o to, co obecnie określa się jako „strumień mocy padający na całą powierzchnię”), *virtus corporis luminosi* — obecnie powiedzielibyśmy: „strumień energii promieniowania ciała świecącego”; *ad impressionem*, co oznacza „wytlóczenie”³⁴. Autor przez wytlóczenie rozumie wynik działania, i tak wytlóczenie mocy oznacza — jak wynika z tekstu — oświetlenie. W twierdzeniu 6 Witelon mówi, że wypromieniowywana moc jest proporcjo-

³⁰ K. Wojciechowski: *Życie i działalność Witelona*. „Fizyka i Chemia w Szkole” 1953 s. 266, pisze: „Godny uwagi jest fakt, że Witelo pojmował światło jako coś materialnego, w przeciwieństwie do swych poprzedników, którzy niemal zgodnie widzieli w świetle jakiś boski pierwiastek”. Ten pogląd wcześniej przedstawił A. Birkenmajer, dz. cyt. s. 18 i nast., polemizując z tymi, którzy pragną przypisać Witelonowi neoplatońską interpretację świata, zjawisk fizycznych i światła. Głównym rzecznikiem tezy o neoplatonizmie Witelona był W. Rubczyński: *Traktat o porządku istnień i umysłów i jego domniemany autor Vitellion*. „Rozprawy AU”, ser. II, t. 2, Kraków 1891. Jego poglądy rozwinął C. Baumecker, dz. cyt.

³¹ *Vit. Persp.* s. 64.

³² Aż do czasów nowożytnych nie zdawano sobie sprawy z faktu, że światło jest falą oraz że różne długości fal wywołują w oku odpowiednie wrażenia barw. Sądzono, że światło może przenosić barwy ciał, jeżeli przechodzi przez ciała zabarwione, lub też odbija się od nich. Z tego powodu traktowano światło niezależnie od barwy.

³³ *Vit. Persp.* s. 64 i nast. oraz s. 68—70.

³⁴ Cytowane wyrażenia występują w treści dowodu tw. 22 (*Vit. Persp.* s. 69 i nast.).

nalna do wielkości powierzchni, z której jest wypromieniowywana. Nie zaznacza jednak, że twierdzenie jest prawdziwe jedynie dla powierzchni jednorodnie świecących. Zauważa również, że oświetlenie powierzchni może zależeć od własności ośrodka, znajdującego się między źródłem światła a oświetlaną powierzchnią (tw. 7). Do zagadnień fotometrycznych nawiązuje Witelon ponownie w twierdzeniach 20—22. Dowodzi, że światło rozchodzi się po stożku oświetlenia (tw. 20). Wyjaśnia ponadto konsekwencje tego faktu (tw. 21), a w twierdzeniu 22 dowodzi, że oświetlenie powierzchni maleje ze wzrostem jej odległości od źródła światła.

W twierdzeniach 8—15, 26—33 i 51³⁵ Witelon omawia powstawanie i własności cieni. Mówi między innymi, że granicą cienia jest zawsze promień świetlny i wskazuje na wynikające stąd wnioski (tw. 8—10). Następnie zaś stwierdza, że cień jest zawsze rzucony w stronę przeciwną ciała świecącemu (tw. 11). Dalej opisuje powstawanie cieni rzuconych przez takie twory geometryczne, jak linia prosta, płaszczyzna oraz bryła (tw. 13—15), a także wzajemne zależności między rozmiarami cienia a rozmiarami kulistych ciał nieprzezroczystych i kulistych źródeł światła (tw. 26—29). W twierdzeniach 30—33 omawia sprawy kontrastu (intensywności cienia) między obszarem ocienionym i oświetlonym oraz podkreśla fakt, że jedno ciało rzuca tyle cieni, z ilu źródeł jest oświetlane (tw. 30). Zagadnienie półcieni traktuje autor marginesowo. Należy stwierdzić, że Witelon cieniem nazywa część przestrzeni, do której światło nie dochodzi. Wielokrotnie również podkreśla, że cień ukazuje się nam zawsze na powierzchni ciała nieprzezroczystego (patrz. np. tw. 13—15).

Zagadnieniom związanym z rozciągniętymi źródłami światła, tj. własnościami tych źródeł i warunkom oświetlania przez nie ciał, autor poświęcił twierdzenie 17—21, 23, 24 i 34³⁶. Mówi tam między innymi, że jest niemożliwe, by światło wychodzące z ciała świecącego wychodziło tylko z jego środka, a więc promienie świetlne muszą się rozchodzić z dowolnego punktu powierzchni ciała świecącego (tw. 17). Dalej stwierdza, że jest niemożliwe, by z powierzchni ciała świecącego wychodziły tylko promienie równoległe (tw. 18). Dowodzi również, że każdy punkt ciała świecącego oświetla tylko tę część innego ciała, do której można z tego punktu poprowadzić linie proste, oraz omawia wynikające stąd wnioski (tw. 19—21). W twierdzeniu 34 autor twierdzi, że przecinanie się lub równoległość promieni świetlnych uwarunkowane są stosunkiem rozmiarów geometrycznych ciała świecącego i ciał nieprzezroczystych. Wyciąga stąd słuszny wniosek, że w ośrodku jednorodnym, jakim jest powietrze, światło rozchodzi się izotropowo.

Twierdzenia 36—41³⁷ zostały poświęcone omówieniu kształtu plam świetlnych, powstających przy przejściu światła przez różnego kształtu

³⁵ *Vit. Persp.* s. 65—67, 71—73, 84.

³⁶ *Vit. Persp.* s. 67—69, 70, 73.

³⁷ *Vit. Persp.* s. 74—76.

otwory, gdy światło pada na otwór prostopadle lub też pod pewnym kątem. Witelon zwraca tu uwagę na fakt, że plama światła, jaka powstaje, gdy światło pada przez otwory w kształcie wielokątów, jest zaokrąglona (tw. 39). Kształt plam świetlnych powstających przy przejściu światła przez otwory różnego kształtu Witelon tłumaczy na ogół niejasno i dowody niektórych spośród tych twierdzeń mogą wywołać szereg zastrzeżeń.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Witelon wyjaśnia, dlaczego wiązka światła wydaje się zbliżać do równoległości w miarę oddalania się od źródła światła (tw. 35). Oczywiście jest to efekt pozorny i tak też jest traktowany przez Witelona. Zdaniem Wojciechowskiego³⁸ Witelon pierwszy zwrócił na to uwagę.

Ostatnia grupa twierdzeń (tw. 42—50)³⁹ jest poświęcona zjawisku załamania się światła przy przejściu z jednego ośrodka do drugiego. W twierdzeniach 42—46 zostały opisane doświadczenia, które, jak można się domyślać z tekstu, wykonane zostały przez autora przy pomocy przyrządu opisanego w pierwszym twierdzeniu tej księgi. Do takiego wniosku upoważnia nas np. początek dowodu twierdzenia 42, gdzie czytamy: „Uzasadnienie tego twierdzenia polega bardziej na doświadczeniu z przyrządami, niż na innym sposobie dowodzenia” i w dalszym ciągu następuje szczegółowy opis przebiegu doświadczenia. Opisy doświadczeń nad załamywaniem się światła, przedstawione w twierdzeniach 42—46, są bardzo szczegółowe. Należy zwrócić uwagę, że w owych czasach nie rozróżniano pojęć gęstości ciała i gęstości optycznej ciała (scharakteryzowanej współczynnikiem załamania). Zwykle ośrodek gęstszy ma też większą gęstość optyczną, ale nie jest to regułą. Dlatego Witelon mówi tylko o gęstości ośrodka. Autor jest w niektórych miejscach niekonsekwentny, ponieważ raz mówi o załamaniu promieni w środku, a w innym miejscu — już prawidłowo — o załamaniu na powierzchni rozgraniczającej dwa ośrodki. Twierdzenie 47 jest poświęcone podsumowaniu wyników badań doświadczalnych, opisanych w twierdzeniach 42—46, a także zawiera podbudowę filozoficzną. Dyskusja jest niestety w wielu miejscach niejasna. Twierdzenia 48—50 zawierają uzupełniające informacje o zjawisku załamania, mówią one, że wiązka światła przy załamaniu na płaszczyźnie nie ulega ogniskowaniu (tw. 48); że przedmiot oglądany w świetle załamanym nie zmienia swego kształtu (tw. 49) oraz że kąt padania determinuje kąt załamania (tw. 50). W XI księdze dzieła Witelona prawa załamania się światła na granicy dwóch ośrodków (autor nic nie mówi o zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia), znane już w starożytności, zostały raz jeszcze potwierdzone doświadczalnie

³⁸ K. Wojciechowski: *Zycie...* s. 266.

³⁹ *Vit. Persp.* s. 76—84.

i sformułowane jakościowo. Ilościowe ujęcie tego zjawiska zostało podane dopiero w XVII w. przez Sneliusa i Kartezjusza.

Z przedmowy do księgi II wynika ⁴⁰, że Witelton matematykę traktuje jako narzędzie w sensie podobnym jak współczesny fizyk teoretyk. Z lektury księgi II wynika również, że Witelton, chociaż większość twierdzeń dowodzi geometrycznie, przywiązuje jednak dużą wagę do eksperymentu, o czym świadczą wspomniane już dowody twierdzeń 1, 5, 42—46 ⁴¹.

Interpretacja filozoficzna odgrywa u Witelona drugorzędą rolę. Znamienne są pod tym względem jego własne słowa, zamieszczone na początku dowodu twierdzenia 47 ⁴², będącego podsumowaniem wyników badań doświadczalnych zjawiska załamania światła. Czytamy tam: „To, co dotychczas u d o w o d n i o n o [podkr. nasze] za pomocą poszczególnych doświadczeń, zamierzam w e s p r z e ć [podkr. nasze] naturalnym dowodzeniem [...]”.

Na zakończenie należy podkreślić, że na 51 twierdzeń podanych przez Witelona, Risner jedynie w 10 przypadkach dał odsyłacze do Alhazena (tw. 1, 3—5, 42—47), w 2 do Arystarcha z Samos (tw. 26 i 27) i raz do *Optyki* Euklidesa (tw. 51). Fakt, że do wielu twierdzeń w II księdze *Perspektywy* Witelona nie ma odpowiedników w dziele Alhazena, zauważył już Wituski, który jednak ma wątpliwości, czy twierdzenia bez odsyłaczy pochodzą od samego Witelona i stanowią jego oryginalny wkład. Wituski ⁴³ daje temu wyraz w następujących słowach: „Czy je [tzn. twierdzenia bez odsyłaczy] Vitello sam wymyślił, czy, co jest prawdziwsze [podkr. nasze], komu innemu zawdzięcza, nie śmiem twierdzić, wyraźnych na to nie mając dowodów; cokolwiek bądź, są one wraz z dowodami jasne i zrozumiałe, lubo bardzo elementarne i rozwlekłe”. Naszym zdaniem nie można pozbawić Witelona całkowicie oryginalności, a opinie takie jak Wituskiego, w świetle badań Wojciechowskiego ⁴⁴ i przedstawionej analizy treści księgi II, są krzywdzące dla autora *Perspektywy*.

Recenzent: Andrzej K. Wróblewski

⁴⁰ Vit. *Persp.* s. 61.

⁴¹ Vit. *Persp.* s. 61, 64, 76—81.

⁴² Vit. *Persp.* s. 81.

⁴³ L. Wituski, dz. cyt. s. 5.

⁴⁴ K. Wojciechowski: *Wstępna ocena...*

А. Бельски, Р. С. Дыгдала, В. Врублевски

ОБЗОР ПРОБЛЕМАТИКИ II ТОМА ПЕРСПЕКТИВА (*Perspectiva*) ВИТЕЛОНА

Научный трактат Вителона под заглавием *Перспектива* был создан, вероятно, в 1269—1273 годах и посвящен вопросам оптики. Многие годы он служил как учебное пособие в университетах. Превратности судьбы его были весьма интересными. До XVII века его изучали многие выдающиеся ученые. В Польше заинтересованность этим трактатом появляется в половине XIX века и еще более увеличивается с появлением научных работ Биркенмайера. Несмотря на это, этот научный труд в Польше еще не особенно известен. Принимая это во внимание, ученые начали филологическо-физическую обработку *Оптики*, предназначенную для широкого круга читателей. До настоящего времени был обработан только II том этого трактата, что позволило заняться всесторонним анализом проблематики этой книги. Исследования II тома показывают, что многие тезисы, а особенно в области фотометрии до сих пор сохранили свою актуальность. Можно предполагать, что Вителон производил эксперименты, о которых вспоминает в доказательствах тезисов. Сравнивая текст Вителонова трактата с текстом Альгазена, находящегося в издании Ризнера, можно заметить, что оба текста лишь частично сходны друг с другом. Отсутствие, например, буквенных обозначений в описании инструмента Альгазена, которые у Вителона являются неотъемлемой частью описания, свидетельствует о том, что Ризнер перенес некоторые элементы Вителонова текста в трактат Альгазена. Вопрос зависимости Вителона от Альгазена, а также вопрос редактирования издания Ризнера требуют дальнейших всесторонних исследований.

A. Bielski, R. Dygdata, W. Wróblewski

A REVIEW OF THE PROBLEMS IN THE SECOND VOLUME OF WITELO'S OPTICS

Whitelo's *Perspectiva*, written probably in the years 1269—1273, was devoted to optical problems. The treatise experienced many vicinities in its history. It had been used as students' textbook for many years, and till the 17th century it helped many scholars in their studies. As for Poland, scholars got interested in Witelo's work only in the middle of the 19th century and owing to A. Birkenmajer's studies that interest then increased. The knowledge of *Perspectiva* in Poland is however still inconsiderable. That is why a scientific description of *Perspectiva* has been undertaken, especially of its physical and philological aspects. This elaboration makes its popularization possible. For the time being only the second volume has been discussed which permits a critical analysis. The analysis of Volume II shows that many theorems in the field of photometry are still after all topical. It is possible that Witelo made himself some of the demonstration which he then described in his argumentation. A comparison of Witelo's text with that of Alhazen, one published in Risner's edition, makes us accept that their works are only partly identical. The absence of literal marks in Alhazen's description of the instruments — whereas in Witelo's work they are connected with the text — indicates that Risner transferred some of the problems from Witelo's text to that of Alhazen. Thus the question of Witelo's borrowing from Alhazen and the wording of Risner requires further studies.