

**ŚWIAT
ZE WZORCÓW**
**GLOBALNA
HISTORIA
WIEDZY**

RENS BOD

2

EKSPLOZJA WZORCÓW I ŚWIADOMOŚĆ ZASAD

Wczesna starożytność

3000 p.n.e.–600 p.n.e.: Żyzny Półksiężyc, Chiny, Indie, Europa

Przejdźcie od tego, co nazywamy prehistorią, do okresu, który określamy jako starożytność, łączy się z przejściem od epoki kamienia do epoki brązu. Wynalezienie pisma uważa się zwykle za punkt zwrotny. Jednak wynalazek ten ma miejsce w różnym czasie zależnie od regionu: około 3200 r. p.n.e. w Mezopotamii, około 3000 r. p.n.e. w Egipcie, około 1200 r. p.n.e. w Chinach i między 1000 a 600 r. p.n.e. w Mezoameryce.

Starożytność dzielimy na dwa okresy: wczesną starożytność – od 3000 do 600 r. p.n.e., skupiającą się na poszukiwaniu wzorców (ten rozdział), oraz starożytność klasyczną – od 600 r. p.n.e. do 500 r. n.e., w której podstawową grą jest poszukiwanie zasad (rozdział 3). We wczesnej starożytności Mezopotamia, a szczególnie królestwo Babilonu, to region, który poświęcił najwięcej uwagi systematycznej wiedzy. Od 3200 r. p.n.e. pierwsze cywilizacje Mezopotamii używały pisma klinowego dla celów administracyjnych. Ten system pisania szybko się rozwijał i rozprzestrzenił i do 2700 r. p.n.e. był używany w całym regionie do zapisywania na glinianych tabliczkach umów, kontraktów i traktatów, pisanych przez specjalnie szkolonych urzędników. Od około 2600 r. p.n.e. gliniane tabliczki były używane do zapisywania prawa, słowników, obserwacji nieba, symboli astrologicznych, kronik, obserwacji meteorologicznych, obliczeń matematycznych i diagnoz medycznych. I to rozpoczęło coś, co możemy nazwać pierwszymi dyscyplinami wiedzy. Szacuje

się, że wydobyto od jednego do dwóch milionów glinianych tabliczek, z których 100 tys. zostało do dziś odszyfrowanych i opublikowanych.

Te i inne źródła dają nam wgląd we wczesną starożytność, świat o wiele bardziej szczegółowy niż prehistoria. Szczególnie w Babilonii zgromadzono ogromne zbiory danych. Jednak podczas gdy w Babilonii jawnie poszukiwano wzorców, nie można tego powiedzieć o poszukiwaniu zasad leżących u ich podstaw. W tym rozdziale, oprócz Mezopotamii, spojrzymy także na Egipt, Chiny i Indie, a także kilka razy pojawi się Europa. W innych regionach, jak prekolumbijska Ameryka i Oceania, nauka i szkolnictwo nie rozkwitły aż do 500 roku n.e. (patrz rozdział 4).

2.1.

LINGWISTYKA: WYJĄTKOWY PRZYPADEK BABILONII

Nic nie jest tak oczywiste jak język: to część naszego codziennego istnienia, ale nie jesteśmy zwykle tego świadomi. Wprawdzie mieszkańcy Mezopotamii potrafili pisać już od 3200 r. p.n.e., ale w Babilonii badania nad językiem – czyli zebranie, analiza i interpretacja danych o języku – nie rozpoczęły się przed rokiem 1600 p.n.e. To i tak o tysiąc lat wcześniej niż w jakimkolwiek innym miejscu na świecie.

Dziś lingwistyka ma nieco dwuznaczną reputację. Z jednej strony jest to jedna z najbardziej kwitnących dyscyplin w dziejach ludzkości, lecz z drugiej – istnieje bardzo wiele różnych szkół, których krytycy twierdzą, że jest więcej teorii lingwistyki niż lingwistów. Ale są sytuacje, gdy lingwiści z bardzo różniących się szkół szukają konsensusu. Nie dzieje się to na dużych konferencjach, lecz w kameralnych miejscach, takich jak Villa Serbelloni Bellagio we Włoszech, która należy teraz do fundacji Rockefellera. Na początku tego wieku jako młody lingwista komputerowy brałem udział w dyskusji na ten temat. Czy istnieją zjawiska lingwistyczne uznawane przez wszystkich lingwistów, które są wspólne dla wszystkich języków? Po całym dniu dyskusji uzgodniono, że zjawisko występowania *związków nieciągłych* (zwanych także *związkami strukturalnymi*) było tu poważnym kandydatem.

Pozwólcie, że zilustruję to zjawisko w języku angielskim. W zdaniu *The dog on the hill barked* istnieje połączenie między *dog* a *barked*, ale nie ma go między *hill* i *barked*, choć te dwa słowa znajdują się tuż obok siebie. Chodzi o to, że to pies (*dog*) szczeka, a nie wzgórze (*hill*), choć słowo *hill* znajduje się między *dog* a *barked**. Żaden rodowity Anglik nie rozłoży tego zdania w sposób niepoprawny, interpretując wzgórze jako coś szczekającego. Można postawić hipotezę, że jest tak dlatego, iż z perspektywy semantyki wzgórze nie może szczekać. Ale to nie może być przyczyną, gdyż nawet w zdaniu *The young dog next to the old dog barked*, to *barked* będzie odnosić się do *young dog*, a nie do *old dog*. Widocznie więc części zdania (jak podmiot i orzeczenie) nie muszą być zapisane w sposób ciągły, aby był między nimi związek. Nie muszą więc być obok siebie. W istocie związki w zdaniu mogą rozciągać się dość arbitralnie na duże odległości, jak w zdaniu *The dog under the tree next to the house on the hill barked*. Dlatego zjawisko to jest uważane za jedną z najważniejszych cech języka ludzi: nie tylko w angielskim, lecz także we wszystkich znanych językach związki między słowami i frazami mogą być nieciągłe. Okazuje się, że ta szczególna cecha języka została po raz pierwszy opisana w Babilonii około 1600 r. p.n.e., ale w odniesieniu do różnych części słowa, a nie pojedynczych słów w zdaniu².

Babilonia: nieciągłe wzorce w słowach

Okoliczności, w których pojawiły się badania nad językiem babilońskim, są podobne do występujących później w innych miejscach na świecie³: ludzie chcieli zachować starą literaturę zapisaną w umierającym języku. W Babilonii przykładem tej starej literatury był *Epos o Gilgameszu* pochodzący z XXI wieku p.n.e., napisany nie w ich własnym języku, którym był język akadyjski, ale po sumeryjsku. W III wieku p.n.e. nastąpiła symbioza kulturalna między Sumerami a Akadyjczykami, a Sumerowie mieli znaczący wpływ na język akadyjski, zwłaszcza

* W wolnym tłumaczeniu *Pies na wzgórzu zaszczekał*. Zapewne po polsku ułożylibyśmy to zdanie inaczej (np. *Na wzgórzu zaszczekał pies*), ale taka składnia nie wyjaśniałaby zagadnienia. Z drugiego zdania, tłumaczonego jako *Młody pies obok starego psa zaszczekał*, też jednoznacznie wynika, że *zaszczekał młody pies*. Tu również zmienimy raczej kolejność *Zaszczekał młody pies obok starego psa*. (przyp. tłum.).

w kwestii wymowy i zapożyczania słów. Jest to tym bardziej godne uwagi, że te dwa języki nie były ze sobą spokrewnione: sumeryjski jest tak zwanym izolatem lingwistycznym, który nie ma języków pokrewnych, podczas gdy akadyjski jest najstarszym znanym językiem semickim. W czasach rozkwitu Babilonu, około 2000 r. p.n.e., akadyjski stopniowo zaczął zastępować sumeryjski, ale Babilończycy chcieli utrzymać znajomość języka, gdyż był on używany w pracach ceremonialnych, literackich i naukowych.

Od czego musieli zacząć Babilończycy, jeśli chcieli ocalić język, który nie był ich własnym? Pierwszym wymaganiem stał się słownik. Ale aby posłużyć jako pomoc w tłumaczeniu, musiał zostać także zarejestrowany sposób używania słów w kontekście lingwistycznym, zarówno w sumeryjskim, jak i w babilońskim. Koniugacje, fleksje i wyrazy złożone – czyli morfologia – także musiały być zarejestrowane w obu językach. Dokładne zasady kolejności słów – składnia – były uważane za mniej ważne. To ostatnie nie jest zaskakujące, jeśli weźmiemy pod uwagę, że najbardziej uderzające wzorce języka to regularności odmiany wyrazów. Sumeryjski czasownik *gar* (umieścić) ma co najmniej 227 różnych postaci⁴.

Zadziwiający jest fakt, że Babilończycy dostrzegli zjawisko, które jest nadal, nawet po 36 wiekach, aktualnym zagadnieniem – *nieciągłość związków*⁵. Wprawdzie podane wyżej przykłady nieciągłości dotyczyły związków pomiędzy niezależnymi częściami zdania, takimi jak podmiot i orzeczenie, ale podobne związki mogą też istnieć w wyrazach złożonych – nie tylko w sumeryjskim, lecz także w nowoczesnych językach germańskich, takich jak angielski. Wyrazy złożone w angielskim można łatwo zbudować, zlepiając te już istniejące. Tak więc łącząc słowo *freedom* (wolność) i *proponent* (rzecznik), możemy utworzyć złożoną frazę *freedom proponent* (rzecznik wolności), co będzie oznaczać osobę wspierającą wolność. Możemy nazwać związek między dwiema częściami tej złożonej frazy przylegającym lub ciągłym: nic nie wchodzi między te dwa słowa, nawet jeśli nie będą do siebie przylegać. Wyobraźmy sobie, że zamiast ogólnej wolności (*freedom*), chcemy zająć się konkretnym zagadnieniem *freedom from violence* (wolność od przemocy). Możemy wtedy nazwać kogoś, kto nawołuje do tego rodzaju wolności, *freedom from violence proponent* (rzecznikiem wolności od

przemocy^{*}), co dalej wskazuje na rzecznika wolności, a nie rzecznika przemocy, choć słowa *violence* i *proponent* są obok siebie, a *freedom* i *proponent* nie. Widać więc, że czasami potrzebne są nieprzylegające związki, aby zbudować w języku angielskim dopuszczalną złożoność.

Coś podobnego występuje w języku sumeryjskim, ale w odniesieniu do czasowników. Na przykład tabliczka gliniana OBGT VI podaje listę następujących koniugacji i konstrukcji dla czasownika *gar*, „umieścić” (tabela 1)⁶.

TABELA 1

Transkrypcja form sumeryjskiego czasownika *gar* z tłumaczeniem na akadyjski, pochodząca z tabliczki glinianej OBGT VI

Sumeryjski		Akadyjski	
VI § 2:	gar-bí-í b	šuškin	(niech ktoś to umieści)
VI § 4:	gar-ra- ni -í b	šuškiš šu	(niech on to umieści)
VI § 19:	gar- mu -ub	šuškin anni	(niech ja to umieszczę)
	ga- ri -í b -gar	lušaš kik ka	(niech ja to umieszczę dla ciebie)
Uwaga: W każdym przykładzie część pogrubiona (dodana przeze mnie) pokazuje, jak tłumaczone są określone części słowa sumeryjskiego.			

Uderzająca jest bogata struktura słów w językach sumeryjskim i akadyjskim. Cały zbiór słów, w tym zaimki osobowe i dopełnienia bliższe, może być wyrażony jednym słowem. Nie ma odpowiednika tego w języku angielskim, ale podobne przypadki istnieją w innych językach europejskich, jak włoski i hiszpański. Przykładem jest pojedyncze słowo włoskie *diciamoglielo*, które oznacza „powiedzmy mu to”. To jedno słowo wyraża kombinację czasownika w trybie rozkazującym (*dire*) z domyślnym podmiotem „my” (*diciamo*), dopełnienie dalsze (*gli*) oraz dopełnienie bliższe (*lo*).

W języku sumeryjskim możemy znaleźć *infiksy* (inaczej wrostki), wewnętrzne afiksy, które prowadzą do nieciągłych związków lub zależności, ale nie ma ich

^{*} Polska składnia różni się pod względem kolejności słów w zdaniu i nie ma możliwości rozdzielenia słów „rzecznik” i „wolność”, więc przykład ten jest nieprzetłumaczalny (przyp. tłum.).

w języku takim jak włoski. Są to infiksy *bi*, *mi*, *mu* oraz *ri*, które muszą być zawsze umieszczone wewnątrz postaci czasownika *garib*, na przykład *gar-bi-ib* („niech ktoś to umieści”) oraz *gar-ra-ni-ib* („niech on to umieści”). Czasownik zostaje podzielony na dwie części, a drugie słowo (w tym przypadku zaimek osobowy) zostaje umieszczone w środku czasownika, co daje w rezultacie nieciągłą zależność dla zewnętrznych części czasownika i prowadzi do nowego znaczenia słowa jako całości. Możliwe, że leksykografowie babilońscy stali się świadomi tego wzorca wstawiania dopiero wtedy, gdy porównali konstrukcje w sumeryjskim i akadyjskim podczas tłumaczenia (jak w tabeli 1). Musiało być dla nich odkryciem, gdy zrozumieli, jak znaczące są zmiany jednostki w środku słowa, podczas gdy części po obu stronach pozostają takie same.

Jednak na żadnych glinianych tabliczkach nie można znaleźć żadnych innych wyjaśnień tego wzorca. We współczesnej terminologii można by pokazać to, co się dzieje, w następujący sposób: jeżeli x , y oraz z oznaczają części słowa lub zdania (nazwijmy je „jednostkami lingwistycznymi”) i jeśli użyjemy indeksu i do oznaczenia związku między tymi jednostkami, to możemy zobaczyć wzorzec nieciągłości jako $x_i y z_i$. Ta reprezentacja podsumowuje nieciągłe związki nie tylko w sumeryjskim, lecz także w innych językach, o ile x , y oraz z mogą oznaczać jednostki lingwistyczne o dowolnej wielkości: od dźwięków, sylab i słów, po całe frazy.

Istnieją także lingwistyczne gliniane tabliczki, na których nie ma żadnych śladów poszukiwania takich regularności. Tak jest na przykład w przypadku z ustalonymi wyrażeniami słownymi i powiedzeniami w językach akadyjskim i sumeryjskim (OBGT VII-X). Przykłady angielskie obejmują takie frazy jak *to kick the bucket* i *to throw in the towel**. Wyrażenia te nie mogą być dosłownie przetłumaczone na inne języki bez utraty ich znaczenia. W większości przypadków te konstrukcje nie są oparte na regułach ani na wzorcach. Babilończycy szczegółowo wyliczali takie wyjątkowe przypadki obok konstrukcji opartych na wzorcach i w ten sposób

* Dosłownie „kopnąć wiadro” i „rzucić ręcznik”. Idiomy te oznaczają odpowiednio: „umrzeć” (polski odpowiednik to „kopnąć w kalendarz”) oraz „poddać się” (po polsku idiom jest taki sam) (przyp. tłum.).

dokumentowali zarówno wzorce *podobieństwa*, jak i wzorce *niepodobieństwa*. To sprawiło, że lingwiści babilońscy jako pierwsi odkryli przekładalność wyrażen idiomatycznych nieopartą na regułach. Leksykografowie babilońscy byli zainteresowani nie tylko nieregularnościami – pasjonowało ich także rejestrowanie wszystkich możliwych nieregularności i różnic między językami akadyjskim i sumeryjskim. Odróżnianie od siebie wzorców podobieństwa i wzorców niepodobieństwa będzie trwało przez tysiąclecia w poszukiwaniu wiedzy, w różnych dziedzinach: od lingwistyki do filologii i od chińskiej astronomii do prawa rzymskiego (patrz rozdział 3).

Brak lingwistyki w innych miejscach wczesnej starożytności

Lingwistyka, którą spotykamy w Babilonie, jest wyjątkowa. O ile wiem, przez tysiąc lat nigdzie więcej na świecie nie napotykamy na badania regularności lub nieregularności języka. Kontrastuje to z takimi dyscyplinami jak matematyka, astronomia i badania prawnicze, gdzie tego rodzaju badania mają miejsce we wczesnej starożytności w różnych miejscach. Dopiero w starożytności klasycznej, około 600 r. p.n.e. odnajdujemy działania lingwistyczne poza Babilonią – w Indiach, w Chinach i w Grecji.

2.2.

MATEMATYKA: PIERWSZA ŚWIADOMOŚĆ ZASADY?

Podstawą arytmetyki jest obliczanie. Ale co w zasadzie wiemy o obliczaniu? I jakie są reguły leżące u jego podstaw? Najstarsze na świecie zachowane wzorce liczenia to wzorce kreskowe faz Księżyca z paleolitu (patrz podrozdział 1.1)⁷. Ale jest to przypadek zliczania, a nie obliczania. Kiedy ludzie przeszli od zliczania do obliczania, a w konsekwencji do szukania wzorców w liczbach i kształtach?

Babilonia: wynik jest ważniejszy niż sposób jego osiągnięcia

Cała nasza wiedza o arytmetyce i geometrii babilońskiej pochodzi z 400 tabliczek glinianych, z których najstarsza pochodzi z trzeciego tysiąclecia p.n.e.⁸.

Pierwszym, co nas uderza, jest fakt, że Babilończycy nie mieli systemu liczenia opartego na 10 (systemu dziesiętnego), który wydaje się oczywistym wyborem, gdyż liczyli oni na palcach. Nie mieli też systemu opartego na 12. Ten system „dwunastkowy” napotykamy w wielu innych miejscach i także może być uznany za oczywisty, biorąc pod uwagę liczbę paliczków (kości palca) na czterech palcach jednej ręki, co daje liczbę 12. Kciuk używany jest wtedy jako wskaźnik. Ale Babilończycy wybrali zamiast tego system sześćdziesiątkowy – czyli system oparty na 60 – przyjęty od Sumerów, którzy rozwinęli go łącząc ze sobą systemy dziesiętny i dwunastkowy⁹. Zaletą systemu sześćdziesiątkowego jest fakt, że 60 jest podzielne przez wiele innych liczb (2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 i 30), co oznacza, że ułamek często daje wynik w postaci liczby całkowitej. Te cecha ułatwia wszelkie rodzaje działań arytmetycznych, które były niezbędne w związku z rozwijającym się w Mezopotamii handlem. Ale dodatkową korzyść stanowi czas obliczeń, gdyż podstawowa jednostka czasu Babilończyków – godzina – mogła być podzielona na równe części: 30, 20, 15, 12, 10, 6, 5, 4, 3 i 2 minuty. Ten system oparty na podstawie 60 został przyjęty w wielu częściach świata hellenistycznego. Przeniesiony dalej przez Rzymian, a potem Europejczyków system sześćdziesiątkowy rozprzestrzenił się po świecie, nie w celu dokonywania obliczeń, ale do pomiaru czasu i kątów. Godziny, minuty i stopnie, których dziś używamy, są nadal wyrażane w układzie sześćdziesiątkowym, co stanowi zauważalną anomalię w kulturze, w której dominuje system dziesiętny.

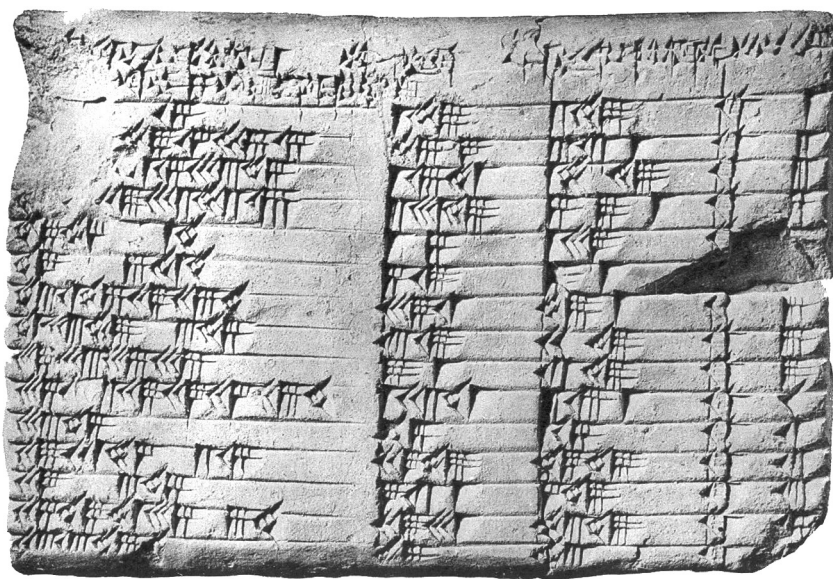
Babiloński system liczbowy jest najstarszą *notacją pozycyjną*, w której wartość cyfry zależy nie tylko od niej samej, ale od jej położenia w liczbie. To podejście nadal obowiązuje dzisiaj: niemal wszystkie współczesne systemy liczbowe są notacjami pozycyjnymi. Na przykład w naszym systemie dziesiętnym cyfra 7 w liczbie 73 nie ma wartości 7, lecz 70. Bez systemu pozycyjnego obliczenia na dużych liczbach stałyby się niezwykle niepraktyczne. Babiloński system liczbowy opierał się na wzorcu systematycznym: to pozycja cyfry w liczbie określała wielkość, przy czym każde przesunięcie w lewo oznaczało zwiększenie potęgi o jeden. Mając notację pozycyjną, Babilończycy mogli znacznie łatwiej odkryć regularności w liczbach, zwłaszcza w porównaniu z późniejszymi systemami: egipskim i rzymskim. Oczywiście ten wzorzec zapisu pozycyjnego nie jest wzorcem

„naturalnym”. To wzorzec sztuczny, opracowany przez ludzi, który jednak jest właściwym przykładem naszego poszukiwania wzorców w historii.

Najstarsze tabliczki gliniane z serią liczb pochodzą z około 2600 r. p.n.e. i składają się z tabel arytmetycznych jak tabliczka mnożenia¹⁰. Są także tabliczki z tego samego okresu z ćwiczeniami, które wydają się pochodzić prosto z tamtejszych szkół i lekcji arytmetyki. Około 2000 r. p.n.e. powstały także tabliczki gliniane z wartościami kwadratów (od 2^2 do 59^2) oraz sześciątów (od 2^3 do 31^3). Poza tymi tabelami arytmetycznymi Babilończycy opracowali metody rozwiązywania równań kwadratowych. Rozwiązania te są także prezentowane w postaci tabel, jako odwrotności poprzednich tabel, aby znaleźć pierwiastki kwadratowe potrzebne do rozwiązania równań. Babilończycy potrafili także rozwiązać niektóre równania sześciennie bez korzystania z żadnej notacji algebraicznej. Rozwiązywanie równań musiało być uciążliwe, ale było dość ważne dla różnych problemów praktycznych, takich jak określenie wymiarów prostokątnego fragmentu ziemi wzdłuż Eufratu, jeśli tylko podana była jego powierzchnia.

Najbardziej fascynująca ze wszystkich matematycznych tabliczek glinianych to Plimptona 322 (rysunek 7), która pochodzi z czasów Hammurabiego (ok. 1800 r. p.n.e.), pierwszego króla imperium babilońskiego. Przez długi czas uważano, że tabliczka zawierała tylko dane księgowe i dopiero w latach czterdziestych XX wieku matematycy odkryli, że liczby odpowiadały trójkom pitagorejskim, czyli liczbom całkowitym a , b i c , takim, że $a^2 + b^2 = c^2$ ¹¹. Liczby te reprezentują odpowiednio: dwa boki (a i b) i przeciwprostokątną c trójkąta prostokątnego. Na przykład: zbiór (3, 4, 5) tworzy trójkę pitagorejską, gdyż $3^2 + 4^2 = 5^2$, czyli $9 + 16 = 25$. Inne przykłady trójek obejmują (5, 12, 13) oraz (8, 15, 17). Te trzy trójki składają się z małych liczb, które można odkryć systematycznie, wypróbowując różne kombinacje. Jednak lista na tabliczce Plimpton 322 obejmuje znacznie większe trójki pitagorejskie, takie jak (3456, 2267, 4825), a nawet (13500, 12709, 18541) – patrz tabela 2, która pokazuje trójki w notacji dziesiętnej.

Aby wygenerować te złożone trójki pitagorejskie, trzeba znać zasadę leżącą u ich podstaw. Nie można jej po prostu odkryć za pomocą prób i błędów, gdyż liczba



RYSUNEK 7

Tabliczka Plimptona 322 z trójkami pitagorejskimi.

Autor zdjęcia nieznanym, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plimpton_322.jpg

kombinacji wszystkich możliwych trójek jest zbyt duża, aby znaleźć właściwą trójkę w rozsądnym czasie. Nie jest znana zasada lub metoda, której użyto, ale matematycy badający tabliczkę Plimptona wnioskują, że procedura nie różniła się od metody opisanej wiele wieków później przez greckiego matematyka Euklidesa (ok. 300 r. p.n.e.). Metoda Euklidesa działa w następujący sposób: wybieramy losowe liczby p i q , takie, że $p > q$. Gdy przyjmiemy, że $a = 2pq$, $b = p^2 - q^2$ oraz $c = p^2 + q^2$, to $a^2 + b^2 = c^2$ jest spełnione¹². Można to łatwo sprawdzić, podstawiając powyższe wartości jako a , b i c do $a^2 + b^2 = c^2$ i wyznaczając je. Sama procedura jest prosta, ale odkrycie jej wymaga znacznej wiedzy matematycznej. Dlatego długo uważano, że taka zasada generowania trójek pitagorejskich nie została odkryta aż do czasów Euklidesa. Jednak teraz wiemy, że ta metoda musiała powstać co najmniej 1400 lat wcześniej¹³.

Jeśli Babilończycy naprawdę używali tej lub podobnej metody, to czemu jej nie wyjaśnili lub gdzieś nie opisali? Jedną z największych zagadek Babilończyków

TABELA 2.

15 trójek pitagorejskich z glinianej tabliczki Plimptona 322

a	b	c
120	119	169
3456	3367	4825
4800	4601	6649
13 500	12 709	18 541
72	65	97
360	319	481
2700	2291	3541
960	799	1249
600	481	769
6480	4961	8161
60	45	75
2400	1679	2929
240	161	289
2700	1771	3229
90	56	106

jest ta, że opisują wynik, ale nie podają, jak go otrzymali, choć mogło się oczywiście zdarzyć, że wszystkie gliniane tabliczki zawierające metody zniknęły (jest to jednak mało prawdopodobne). Jedno jest pewne: Babilończycy musieli być świadomi zasady leżącej u podstaw, gdyż bez niej nie można było odkryć większych trójek pitagorejskich. Świadomość zasad matematycznych musiała się więc zacząć za czasów Babilończyków, nie później niż około 1800 r. p.n.e. Jest to drugi co do ważności punkt zwrotny w historii systematycznej wiedzy: pierwszym było uświadomienie sobie wzorców w paleolicie (patrz rozdział 1). Według naszej najlepszej wiedzy około 1800 r. p.n.e. miał miejsce drugi punkt zwrotny: świadomość zasad.

Czy wiemy cokolwiek na temat autora tabliczki Plimptona? Czy jest to naprawdę dzieło geniusza matematycznego? Tabliczka ta jest anonimowa i tym samym pasuje do babilońskiej tradycji, w której anonimowe arcydzieła literackie były zwykle dedykowane bogom lub królom. Intrygujące jest jednak, że struktura

tabliczki Plimptona przypomina tabliczkę szkolną: powtarza 15 razy te same wzorce matematyczne, za każdym razem dla innej trójki. Tłumaczy to także na pozór losowy wybór trójek. Dlatego sama tabliczka nie była prawdopodobnie wynikiem jakiejś głębokiej myśli matematycznej, ale kluczem odpowiedzi, który mógł być używany do rozwiązania zadania matematycznego bez konieczności przeprowadzania wielokrotnie pewnych obliczeń¹⁴. Za tą tabliczką musiał się oczywiście kryć jakiś starszy matematyczny pomysł, ale nie znaleziono żadnych zapisów na ten temat. Najbardziej prawdopodobnym kandydatem jest tabliczka YBC 7289, pochodząca z około 1800 r. p.n.e.¹⁵. Tabliczka ta zawiera rysunek pokazujący, że Babilończycy znali także geometryczne implikacje $a^2 + b^2 = c^2$ (1200 lat przed Pitagorasem; patrz podrozdział 3.4). Diagram składa się z kwadratu z przekątnymi i, zgodnie z twierdzeniem Pitagorasa, długość przekątnej stanowi długość boków pomnożoną przez pierwiastek z 2. Dokładne przybliżenie $\sqrt{2}$ jest podane obok jednej z przekątnych (w zapisie sześćdziesiątkowym). Tak więc poza arytmetyką Babilończycy byli aktywni także w dziedzinie geometrii.

Egipt: opracowania rozwiązań

Najstarsze papiirusy egipskie dotyczące arytmetyki i tematów matematycznych pochodzą z XII dynastii (1900–1800 p.n.e.). Wiele z nich zawiera problemy matematyczne z rozwiązaniami, często w postaci pytań i odpowiedzi i dlatego wydaje się, że są napisane dla uczniów. Uderza fakt, że Egipcjanie bardziej niż Babilończycy byli zainteresowani rozbudowanymi rozwiązaniami, choć podobnie jak oni nie podawali w jawny sposób zasad matematycznych. Arytmetyka egipska opierała się na systemie dziesiętnym, który następnie rozprzestrzenił się dalej na matematyków hellenistycznych i jest dziś najszerzej stosowanym systemem liczbowym na świecie.

Jednym z najważniejszych dokumentów matematycznych ze starożytnego Egiptu jest papirus Rhinda, pochodzący z około 1650 r. p.n.e.¹⁶. Zawiera on 87 problemów dotyczących mnożenia, dzielenia i równań liniowych plus najstarsze wzmianki o liczbach pierwszych. Jest tam także przybliżenie liczby

$\pi = 3,16045$, co daje błąd 1%. Późniejsze papirusy z ok. 1300 r. p.n.e. zawierają rozwiązania równań kwadratowych, jak te znalezione w Babilonii pochodzące sprzed tysiąca lat wcześniej. Znajdujemy tam także pitagorejską geometrię zastosowaną w rolnictwie.

Matematyka w innych regionach

Źródła matematyczne ze wczesnej chińskiej starożytności są skąpe i bardzo rozproszone. Matematyka zaczęła rozkwitać w Chinach w okresie klasycznym (patrz podrozdział 3.4). Z kolei źródła matematyczne, które mamy z Indii, pochodzą ze wczesnej starożytności, ale są one trudne do datowania i mogą w istocie być nowsze. Dotyczy to kilku sutr (ksiąg), które mówią o liczbach pierwszych, pierwiastkach sześciennych i liczbach niewymiernych. W *Sulba Sutras* (uważanej za pochodzącą z lat między 800 a 500 p.n.e.), pierwiastek kwadratowy z 2 został przybliżony do co najmniej pięciu pozycji po przecinku. Jest także objaśniona metodologiczna zasada trójek pitagorejskich – kilka wieków przed Euklidesem¹⁷. Tak więc wszystko wydaje się wskazywać na to, że matematycy babilońscy i indyjscy, a także ich późniejsi chińscy odpowiednicy, odkryli niezależnie od siebie twierdzenie Pitagorasa.

2.3.

ASTRONOMIA I ASTROLOGIA: WZORCE RUCHU PLANET I ZAĆMIENÍ

Krok od matematyki do astronomii w czasach antycznych był niewielki. Miał związek ze znaczeniem kalendarzy, które są matematyczne i astronomiczne. Niebo usiane gwiazdami było badane na całym świecie, ale Babilończycy jako pierwsi zastosowali tu matematykę. Znajomość gwiazd i planet była ważna dla rolnictwa, do przewidywania pogody, katastrof i wojen oraz do rozpoznawania omenów. Podobnie jak inne ludy antyku, Babilończycy wierzyli, że bogowie przemawiają za pośrednictwem zjawisk niebieskich, aby przekazywać informacje o przyszłości. Dlatego obserwacje nieba były przede wszystkim traktowane jako środek do lepszego zrozumienia otaczającego świata, ale Babilończycy odkryli także podczas obserwacji wzorce astronomiczne.

Babilonia: od wędrujących gwiazd do wzorców w „big data”

Jedna z najstarszych astronomicznych glinianych tabliczek pochodzi z czasów króla Ammi-saduqi, prawnuka wielkiego króla Hammurabiego (XII wiek p.n.e.). Tabliczka Wenus z czasów Ammi-saduqi przedstawia wschód i zachód planety Wenus, wraz z astrologiczną interpretacją dotyczącą klimatu, chorób, wojny i miłości. Tabliczka zawiera najstarsze znane przedstawienie regularności ruchu planet¹⁸. Widzieliśmy już, że powtarzające się cykle Księżyca i Słońca na niebie były obserwowane od czasów prehistorycznych (patrz rozdział 1), ale planety to coś innego: były wędrującymi gwiazdami poruszającymi się nieregularnie wśród gwiazd stałych. Jak teraz wiemy, ich nieregularny ruch związany jest z faktem, że planety mają własne orbity wokół Słońca różniące się od ziemskiej. To sprawia, że ich ruch na firmamencie wygląda jak skomplikowane pętle z ruchem wstecz. Obracają się wokół Słońca, ale Babilończycy nie wiedzieli o tym: obserwowali wędrówkę po firmamencie bez jej podstawowego modelu geometrycznego. Na pierwszy rzut oka, zwłaszcza w krótkich okresach, ruchy te wyglądały na nieregularne i nieskoordynowane. Ale Babilończycy wykonywali obserwacje w długich okresach: tabliczka Wenus z czasów Ammi-saduqi zawiera obserwacje z okresu nie mniejszego niż 21 lat. W wyniku tego astronomowie babilońscy odkryli, że czasy wschodu i zachodu Wenus powtarzają się niemal dokładnie co osiem lat. Odkryli regularność w pozornej nieregularności!

A to otworzyło bramy: babilońscy astronomowie zaczęli poszukiwać i odkrywać na firmamencie tyle wzorców, ile mogli. Na przykład seria tabliczek glinianych znanych jako MUL.APIN, których nazwa odnosi się do gwiazdozbioru Wielkiego Wozu, zawiera tabele ze wschodami i zachodami planet, długością dni mierzoną przez zegary wodne oraz wschody i zachody Księżyca¹⁹. Tym, co sprawia, że MUL.APIN to tabliczki szczególne, jest fakt, że wzorce pochodzące z tych tabel mogą być wykorzystane do przewidywania przyszłych wschodów i zachodów ciał niebieskich. Na przykład tabliczka MUL.APIN II (ii 43–iii 15) obejmuje następujący opis do obliczania widzialności Księżyca (podając liczby w systemie sześćdziesiątkowym): „4 to współczynnik widzialności Księżyca; 3 mina mnoży się przez 4 i otrzymuje się 12, widoczność Księżyca. Mnoży się 40 ninda, różnicę między dniem a nocą przez 4 i otrzymuje się 2;40, różnicę w widzialności”. Nie będziemy tu wchodzić

w dokładne znaczenie *mina* i *ninda* (co jest nadal przedmiotem dyskusji wśród historyków).²⁰ Ważne jest to, że powyższy opis jawnie podaje wzorzec, który można wykorzystać do obliczenia tego, co jest nazwane widzialnością Księżyca i różnicę w widzialności. Widzialność Księżyca jest opisana jako „współczynnik widzialności Księżyca $\times 3$ minas”, co sprawia, że ten fragment tekstu jest jednym z najbardziej wyraźnych wzorców wczesnej starożytności. Tabliczka MUL.APIN II różni się więc istotnie od matematycznej tabliczki Plimptona (patrz wyżej). Na tabliczce Plimptona trójki pitagorejskie są podane bez reguły matematycznej (twierdzenia Pitagorasa), zaś MUL.APIN zawiera zarówno tablice, jak i regułę matematyczną: dane i wzorzec pojawiają się razem.

Najlepiej porównać tę postać astronomii ze współczesną *danologią* (*data science*): duże ilości danych są przeszukiwane w celu znalezienia wzorców za pomocą określonych procedur (algorytmów), ale bez odwoływania się do głębszej teorii lub zasad leżących u podstaw. Wprawdzie dokładne użyte procedury są nieznane, jasne jest, że astronomowie babilońscy szukali powtarzających się sekwencji w rejestrowanych przez nich obserwacjach. Na przykład znaleźli oni powtarzające się (liczbowe) ciągi liczb dni, w których planeta jest widzialna, w różnicach długości dnia w ciągu roku oraz w datach zaćmienia Księżyca i Słońca. Musimy pamiętać, że te regularności były rzadkie i nigdy nie były widziane same w sobie, ale przez pryzmat ich konsekwencji dla życia na Ziemi, zwłaszcza dla króla i państwa. Zapewne ze względu na ich wpływ na ziemskie życie, wiele z tych wzorców było przedstawianych w nieformalnej postaci. Seria 70-częściowych tabliczek Ebuma Anu Anlil (w czasach Anu i Anlil) zawiera 7000 niezwykłych zjawisk niebieskich, jak te w poniższych przykładach²¹:

- Jeśli Księżyc jest widoczny w pierwszym dniu miesiąca, to mamy niezawodną oznakę, że kraj będzie szczęśliwy.
- Jeśli Księżyc pojawia się w koronie, król osiągnie najwyższy stan.
- Jeśli jednego wieczoru miesiąca Ajaru nastąpi zaćmienie Księżyca, król umrze.

W tych przewidywaniach uderza fakt, że są one podane w postaci wzorca *jeżeli to*. Mają one postać *jeżeli* <znak i/lub data> *to* <zdarzenie>. Wygląda na to, że

wyrażają związek przyczynowy z danym zjawiskiem, prowadzący do określonych konsekwencji. Nie napotkaliśmy na związki ze wzorcami, które wyrażają powiązania matematyczne, choć mają one swoje konsekwencje w życiu codziennym (np. wykorzystanie twierdzenia Pitagorasa w rolnictwie, w celu wyznaczenia rozmiarów kawałka ziemi). Ale tym wzorcom nie przypisywano codziennej interpretacji, w przeciwieństwie do wzorców astronomicznych (pamiętając, że Babilończycy nie rozróżniali astrologii od astronomii), które można nazwać wzorcami astrologicznymi, gdyż uważano, że mają one bezpośredni związek ze zdarzeniami na świecie. Na przykład trzeci wiersz powyższej listy mówi, że zaćmienie Księżyca w miesiącu Ajaru spowoduje śmierć króla lub przynajmniej jest to omen zwiastujący to zdarzenie.

Inaczej niż moglibyśmy oczekiwać od tego rodzaju przepowiedni astrologicznych, omawiane wzorce są prawdopodobnie uzasadnione empirycznie²². Na przykład trzeci wiersz wydedukowano na podstawie jakiegoś zdarzenia z przeszłości, gdy król faktycznie umarł podczas zaćmienia Księżyca w miesiącu Ajaru. Ten rodzaj dedukcji opiera się na następującym rozumowaniu: jeśli omen A jest kiedyś w przeszłości powiązany ze zdarzeniem B, to powtórzenie A doprowadzi do powtórzenia B. To rozumowanie nie oznacza, że król będzie umierał podczas każdego zaćmienia Księżyca w miesiącu Ajar. Konstrukcja *jeżeli-to* nie powinna być czytana jako wynikanie logiczne²³. Tylko w identycznych okolicznościach (*ceteris paribus*) król umrze. Ale identyczne okoliczności mają miejsce rzadko, jeśli w ogóle, i można zawsze znaleźć jakąś dodatkową okoliczność, aby zapobiec zastosowaniu reguły. Ale Babilończycy nigdy nie zostawiali spraw przypadkowi: gdy przewidywano zaćmienie Księżyca w miesiącu Ajar, szukali następcy króla. Po zaćmieniu sprawiali, że zastępca zniknął, być może z powodu otrucia. I w ten sposób oszukiwano los.

Obserwacje astronomiczne osiągały szczyt, począwszy od końca VIII wieku p.n.e. Obserwacje te pochodzą z tego, co znamy jako *Dzienniki astronomiczne*, które składają się na najdłuższą na świecie tradycję ciągłych obserwacji naukowych: tabliczki gliniane zawierają tabele z położeniem Słońca, Księżyca i planet (łac. *ephemeris* – efemerydy) dzień po dniu, miesiąc po miesiącu, rok po roku

– przez osiem kolejnych stuleci. Są też tabliczki z tekstami proceduralnymi, które reprezentują reguły matematyczne do obliczania nowych efemeryd. Reguły te opisują wzorce ruchów Słońca, Księżyca i planet, które powtarzają się cyklicznie z określonym okresem²⁴. Może on wynosić od miesiąca (jak w przypadku Księżyca) do wielu lat (jak w przypadku Wenus i innych planet), a zdarzenia obejmują wschód ciała niebieskiego albo zaćmienia Księżyca lub Słońca według 18-letniego cyklu *Sarosa*. Te reguły arytmetyczne są ciekawe nie tylko ze względu na ich treść, lecz także na postać, w jakiej je podano. Są zapisane również według wzorca *jeżeli-to* i mogą występować w schemacie jako:

jeżeli<data i okres> *to* <zdarzenie>

Ten wzorzec wykazuje niezwykle podobieństwo do omawianych wcześniej wzorców astrologicznych w *Enuma Anu Enhil*, które – jak podano wcześniej – mają następującą postać:

jeżeli<znak lub/i data> *to* <zdarzenie>

Podstawowa różnica między tymi dwoma wzorcami polega na tym, że w *Dziennikach astronomicznych* zdarzenie zachodzi na firmamencie (wschody i zachody ciał niebieskich, zaćmienia Księżyca lub Słońca), natomiast zdarzenia w *Enuma Anu Enhil* mogą (także) zachodzić na Ziemi. Tak więc wzorzec *jeżeli-to* ma zastosowanie zarówno do zjawisk astronomicznych, jak i astrologicznych, zależnie od tego, czy opisuje efemerydy czy omeny. Nie należy mylić tego wzorca z pojęciem zasad. Zasada może przewidywać wzorce lub nawet je tłumaczyć. Wzorzec *jeżeli-to* jest tylko formatem, w którym konkretne wzorce są wyrażane. Nic nie wiadomo o zasadach używanych przez Babilończyków do rozpoznawania i przewidywania wzorców astronomicznych, ale w swoich obserwacjach musieli poszukiwać pasujących sekwencji liczbowych. Tylko wtedy można było znaleźć długo trwający wzorzec w powtarzających się czasach wschodu i zachodu Wenus i innych planet.

Znaczenie astronomii babilońskiej trudno przecenić. Jest to pierwszy przypadek w historii, że długoterminowe wzorce zostały wyprowadzone z takich zagadkowych ruchów planet – osiągnięcie robiące wrażenie. Dzięki tym odkryciom greccy

astronomowie mogli później rozwinąć swoje modele kosmosu (patrz rozdział 3). Poza tymi wzorcami Babilończycy mieli też rodzaj kosmologii, w której niebo i ziemia były pokazane jako przestrzenna okrągła całość. Ale, co zaskakujące, ta kosmologia nie została wykorzystana do wyjaśnienia zjawisk niebieskich²⁵.

Egipt: dane astronomiczne z niewieloma wzorcami

Astronomia egipska wydaje się mieć całkiem inną naturę: poszukiwanie wzorców jest mniej rozpowszechnione – jest to zadziwiające, biorąc pod uwagę, że wzorce były powszechnie stosowane w egipskiej matematyce. Nie ma systematycznych opisów ruchów planet, zaćmień lub innych zjawisk astronomicznych. Położenie piramid wydaje się wykazywać związek z gwiazdą polarną i Słońcem podczas przesilenia zimowego, ale pogląd ten jest kontrowersyjny²⁶. Począwszy od 2000 r. p.n.e., można też znaleźć wewnątrz drewnianych trumien tablice z położeniem gwiazd, ale nie pokazują one danych dotyczących innych regularności. Wielkie odkrycia aleksandryjskich astronomów musiały poczekać w Egipcie do okresu hellenistycznego.

Indie, Chiny i inne regiony

Zgodnie z naszą najlepszą wiedzą, indyjska astronomia zaczyna się od tekstu *Vedanga jyotisha*, pochodzącego z nieznanego okresu, szacowanego na czas między 1400 r. p.n.e. a ostatnim wiekiem p.n.e.²⁷. *Vedanga jyotisha* zawiera takie informacje o Słońcu, Księżycu i kalendarzach, jak: miesiące księżycowe, miesiące słoneczne i miesiące przestępne. Jest tam kilka wskazówek, że wczesna astronomia indyjska jest pochodzenia neobabilońskiego, co sugeruje, że tworzenie *Vedanga jyotisha* nie rozpoczęło się przed 600 r. p.n.e.²⁸. Chociaż starsze cywilizacje dorzecza Indusu (ok. 3300 – 1300 r. p.n.e.) wprowadziły wiele innowacji technicznych, niewiele wiemy o jakimkolwiek wkładzie w dziedzinie astronomii i innych nauk.

W Chinach astronomia ma swoje początki w dynastii Shang (ok. 1600–1046 p.n.e.). Utworzono katalogi gwiazd oraz zapisano setki obserwacji zaćmień słonecznych i księżycowych, których chińscy astronomowie prawdopodobnie używali do

przewidywania kolejnych zaćmień. Nie znaleziono dokładnych wzorców, jak te znajdowane w astronomii babilońskiej, ale napotykamy ich dostatek w starożytności klasycznej (patrz podrozdział 3.2).

W Europie znajdujemy przykłady niepisanej astronomii, jak np. dysk nieba z brązu pochodzący z Nebry (Niemcy). Dysk ten, o średnicy około 30 centymetrów, pochodzi z około 1600 r. p.n.e. i zawiera postać gwieździstego nieba z Księżycem, Słońcem i niektórymi gwiazdami, w tym z Plejadami. Wschód i zachód Słońca mogą być symulowane za pomocą okrągłych łuków. Dysk nieba jest więc pierwszym przenośnym instrumentem astronomicznym w Europie²⁹.

W prekolumbijskiej Ameryce astronomia zaczęła rozkwitać po roku 500 naszej ery, zwłaszcza w imperium Majów (patrz rozdział 4).

2.4.

PRAWODAWSTWO: OD REGUŁ PRAWNYCH DO PRAWNYCH ZASAD

We współczesnej klasyfikacji wiedzy akademickiej trudno znaleźć większą różnicę niż między matematyką i astronomią a prawodawstwem czy studiowaniem prawa. Podczas gdy matematyka jest precyzyjna i jednoznaczna, prawodawstwo ma reputację niedokładnego i wieloznacznego. Ale we wczesnej starożytności nie mogło być to dalsze od prawdy: nie ma innej wczesnej dyscypliny w tym okresie, w której reguły byłyby formułowane tak jednoznacznie jak w prawie Mezopotamii. Najważniejsza różnica polega na tym, że matematyka w starożytności jest liczbowa i ilościowa, a prawodawstwo – lingwistyczne i jakościowe.

Sumerowie: wzorce jeżeli–to i prawo odpłaty

Najstarszy znany tekst z regułami prawnymi pochodzi z XXI w. p.n.e. i jest przypisywany królowi Ur-Nammu z Ur. Wraz z tym monarchą zaczęły się ostatnie poważne dni sławy Sumerów, które trwały przez niemal stulecie. Ur-Nammu był odpowiedzialny za budowę świątyń, murów miejskich i rozbudowanego układu kanałów irygacyjnych. Prawa Ur-Nammu zapisane po sumeryjsku obejmują

57 reguł prawnych, z których zachowało się 40 w podanej niżej postaci (numer odpowiada numerowi na glinianej tabliczce):

1. Jeśli człowiek popełni morderstwo, musi zostać zabity.
2. Jeśli człowiek coś ukradnie, musi zostać zabity.
3. Jeśli człowiek porwie kogoś, musi zostać uwięziony i zapłacić 15 szekli w srebrze.
5. Jeśli niewolnik lub niewolnica poślubi tubylca [wolnego], niewolnik musi oddać pierwsze narodzone dziecko [swemu] właścicielowi.
6. Jeśli człowiek pogwałci prawa innego i rozzewiczy młodą żonę młodego człowieka, muszą oni zabić tego człowieka.
25. Jeśli czyjaś niewolnica będzie się chciała równać ze swoją panią i przemówi do niej zuchwale, jej usta muszą zostać wyczyszczone za pomocą 1 kwarty soli.

Reguły prawne wyrażają, co trzeba zrobić w przypadku danego przestępstwa. Mają one postać wzorca *jeżeli-to*, który możemy przedstawić w następujący sposób:

jeżeli <naruszenie prawa> to <kara>

Spotkaliśmy już takie wzorce przyczynowo-skutkowe w babilońskiej astronomii (powyżej), ale sumeryjski wzorzec prawny jest o kilka wieków wcześniejszy. Może on wskazywać na to, że pojęcie prawa przyczynowego w astronomii było wzorowane na pojęciu prawa przyczynowo-skutkowego.

Tym, co sprawia, że reguły prawa Ur-Nammu są szczególnie fascynujące, jest fakt, że opierają się na głębszej zasadzie, *zasadzie odpłaty* czyli *talio principle* (wedle późniejszego *ius talionis*, czyli „prawa do odpłaty” [łac. *talio* – odwet]). Jest to także określane jako zasada „oko za oko”³¹. Zasada ta będzie służyć jako podstawa wymiaru sprawiedliwości przez całe tysiąclecia, a nawet dziś *talio principle* używa się w krajach, w których morderstwo jest karane śmiercią.

Mało prawdopodobne, że zasada odpłaty została wprowadzona przez Ur-Nammu lub jego prawników. Duża część reguł prawnych, a także leżących u ich podstaw zasad, musiała istnieć, zanim zostały one zapisane. Nawet przed skodyfikowaniem

tych praw, w Ur zwyczajowo zabijano morderców. Kodyfikacja utrwaliała istniejącą praktykę i dlatego była przede wszystkim *opisowa*, a nie *nakazowa*. Jednak, po tej początkowo opisowej kodyfikacji, prawa stały się nakazowe: nie odwoływały się do starszych praktyk, ale zaczynały służyć jako podstawa dla normatywnego prawodawstwa. Widzimy tu *przejście od opisowego do nakazowego*: z początku działania mające na celu poszukiwanie wzorców prowadzą do prezentacji rezultatów obserwacji, po czym wyniki te zostają użyte w sposób nakazowy. Proces ten – od opisowego do nakazowego – okazuje się najczęstszym metawzorcem w historii systematycznej wiedzy, ale właśnie tu pojawia się po raz pierwszy.

Babilonia: prawa Hammurabiego, zastąpienie, zadośćuczynienie i odpłata

Trzy wieki po Ur-Nammu zasada odpłaty została dalej rozwinięta w postaci słynnych praw Hammurabiego (1760 r. p.n.e.). Ten najbardziej rozbudowany system prawny starożytności przed Rzymianami składał się z 281 ponumerowanych praw, w większości zapisanych na czarnej, wyrzeźbionej steli mającej ponad dwa metry wysokości, którą można teraz podziwiać w Luwrze³². W czasach Hammurabiego tego rodzaju stele były wystawiane publicznie, więc nikt nie mógł domagać się uniewinnienia z powodu nieznamośności prawa. Ponumerowane prawa biegną od 1 do 282, ale pozycja 13. została pominięta (już wtedy wśród Babilończyków trzynastka była uważana za pechową liczbę). A prawa 66–99 nie są już czytelne. Co więcej, prawo 182 dosłownie odnosi się do prawa 181. Takie wzajemne odwołania wprowadzały prawną tradycję biegnącą od XVIII w. p.n.e. do dziś: we wszystkich współczesnych systemach prawnych prawa odwołują się do siebie, a te odwołania definiują strukturę prawa³³. Prawa Hammurabiego stanowią niezwykle szczegółowy system reguł, a ich celem było utrwalanie istniejącego porządku.

Na pierwszy rzut oka wiele praw Hammurabiego ma podobną postać do tych Ur-Nammu. Oba systemy wykorzystują wzorzec *jeżeli* <naruszenie prawa> *to* <kara> i zasadę odpłaty. Jest jednak ważna różnica: u Hammurabiego zasada oko-za-oko jest wdrożona znacznie bardziej konsekwentnie – czasami aż do absurdu. Podczas gdy zasada ta u Ur-Nammu w sensie dosłownym pojawia się

tylko w regule 1, Hammurabi przestrzega jej znacznie ściślej. Poniżej mamy przykłady z numeracją zgodną z tą na steli:

- 196. Jeśli ktoś oślepi inną osobę, ma zostać oślepiony [oko za oko].
- 197. Jeśli złamie komuś kość, jego kość ma zostać złamana.
- 200. Jeśli ktoś wybije ząb komuś tej samej rangi, jego ząb też zostanie wybity [ząb za ząb].
- 229. Jeśli budowniczy zbuduje komuś dom i nie zrobi tego dobrze, a zbudowany dom zawali się i zabije właściciela, budowniczy ma zostać uśmiercony.
- 230. Jeśli zabije on syna właściciela, syn budowniczego ma zostać uśmiercony.
- 231. Jeśli zabije niewolnika właściciela, ma zapłacić właścicielowi niewolnika za niewolnika.

Te prawa odwołują się nie tylko do „oko za oko” i „ząb za ząb” (wiersze 196 i 200), ale także „syn za syna” (230). Jednak nawet w przypadku Hammurabiego nie wszystkie prawa są zgodne z zasadą odpłaty. Wydaje się, że pewną rolę odgrywają także inne zasady. Pierwszą na tej liście jest *zasada zastąpienia*: w przeciwieństwie do zasady odpłaty, zgodnie z regułą 231, niewolnik budowniczego nie zostanie zabity, jeśli niewolnik mieszkańca zginie z powodu zawalenia się budynku, lecz ten zabity jest zastępowany niewolnikiem budowniczego lub odszkodowaniem. Niewolnicy w Babilonii mogli być zastępowani, więc zasada „oko za oko” nie była potrzebna. Natomiast syn mieszkańca nie mógł być zastąpiony w przypadku, gdy poniósł śmierć, więc syn budowniczego musiał wtedy zostać zabity. Jednak zastępowanie było uznawane wszędzie tam, gdzie było możliwe. Była wreszcie *zasada zadośćuczynienia*: gdy zastąpienie nie było możliwe, w wielu przypadkach można było wykupić się od dosłownego stosowania zasady „oko za oko” za pomocą rekompensaty finansowej, jak w regule 209:

- 209. Jeśli mężczyzna uderzy wolną kobietę, co spowoduje u niej utratę nienarodzonego dziecka, musi zapłacić za jej stratę 10 shekli.

W systemie prawnym Hammurabiego były różne prawa dla różnych grup społecznych: szlacheckich rodów, wolnych mężczyzn, wolnych kobiet, nienarodzonych wolnych dzieci i niewolników. Ale wymienione trzy zasady zastąpienia,

zadośćuczynienia i odpłaty pozostawały w pełni w mocy i wydają się być w pewien sposób ustawione wedle priorytetu: w przypadku szkody spowodowanej przez przestępstwo ustalano najpierw, czy zastąpienie jest możliwe, a jeśli nie, to w grę wchodziło zadośćuczynienie albo stosowano odpłatę „oko za oko”. Można było też połączyć zasadę zastąpienia i zadośćuczynienia w postaci bardziej ogólnej zasady *kompensacji*. Jeśli zastąpimy słowo „przestępstwo” przez „czynność prawną” (ponieważ w wielu prawach nie chodzi o karę, ale o „czynność prawną”), to do reguł prawnych Hammurabiego może odnosić się następująca zasada:

Jeżeli <czynność prawna> to <zadośćuczynienie> w przeciwnym razie <odwet>

W ten sposób staje się jasne, że prawa Hammurabiego zalecają odpłatę lub odszkodowanie, co w czasach współczesnych należy do kodeksu cywilnego. W ten sposób kod prawny Hammurabiego łączył ze sobą prawo karne i cywilne.

Czy zasady Hammurabiego mogły być także wykorzystane do wydedukowania samych reguł prawnych w taki sam sposób, jak to widzieliśmy w matematyce, gdzie trójki pitagorejskie można było tworzyć z jednej metodycznej zasady? Nie jest to tak proste, jakby się wydawało. Wyprowadzanie lub „przewidywanie” reguł prawnych na podstawie podanych wyżej trzech zasad wymagałoby znajomości zwyczajów i stosunków społecznych w Babilonie. Na przykład nie możemy wykorzystać ogólnych zasad, aby stwierdzić, czy ktoś jest zastępowalny. Niewolnicy byli zastępowalni, a utrata nienarodzonego dziecka mogła zostać wykupiona (wiersz 209), ale zabicia kobiety nie można było odkupić. Ten akt nie był karany śmiercią ani nie zabijano żony przestępcy, lecz zabijano *córkę* przestępcy.

Ponadto, poza królem w Babilonie były cztery rodzaje mężczyzn: szlachetnie urodzeni, wolno urodzeni, uwolnieni oraz niewolnicy³⁴. Każda z tych grup miała swoje własne (często niepisane) reguły odpłaty, zadośćuczynienia lub zastąpienia. Ponadto były kobiety, córki i dzieci, narodzone i nienarodzone, które miały własne reguły. Wzorzec nierówności, który napotkaliśmy po raz pierwszy w neolicie (patrz podrozdział 1.2), został usankcjonowany przez prawa Hammurabiego i wyryty w kamieniu. Pewien rodzaj równości istniał tylko w obrębie danej klasy

społecznej i płci. Wprawdzie leżące u podstaw zasady i reguły prawa mogły być oczywiste dla Babilończyków, ale nie są jasne dla nas. Dlatego same trzy zasady nie wystarczą, aby przewidzieć reguły dla nowych przypadków.

Gliniane tabliczki z prawami ze starego okresu babilońskiego pokazują, że zdarzały się nowe przypadki. Jedna z tych tabliczek dotyczy adopcji znalezionej dziecka, gdzie sędzia zastrzegł, że jeśli w przyszłości ktoś zechce odzyskać chłopca, będzie musiał wypłacić rekompensatę w postaci 20 litrów ludzkiego mleka³⁵. Widocznie sędzia ocenił, że wychowanie dziecka było odpowiednikiem 20 litrów mleka z piersi. Ten przykład wyjaśnia, że gdy brak w prawie reguły, sędzia, aby uzasadnić swoją decyzję, musi polegać na zasadzie prawnej. W tym przykładzie odpowiednią zasadą była rekompensata. Ale wielkość rekompensaty nie może być wywiedziona z zasady, więc sąd musiał ocenić, co będzie uważane w Babilonii za „rozsądną” rekompensatę. Dlatego moc przewidywania systemu prawnego Hammurabiego jest ograniczona i mniej znacząca niż reguły i wzorce w lingwistyce, matematyce czy astronomii. W więcej niż jednym przypadku trzeba było odwoływać się do analogii do poprzednich podobnych spraw, aby podjąć decyzję.

Jednak zasady zastępowania, zadośćuczynienia i odpłaty nie odzwierciedlają szkieletu, w ramach którego były formułowane reguły i oceny. Nie wszystkie reguły i osądy były możliwe: trzeba było spełnić trzy uporządkowane zasady. Taki system nazywamy *systemem deklaratywnym*: zasady deklaratywne wskazują warunki wstępne, w ramach których formułowane są prawa lub reguły. Różni się to od *systemu proceduralnego*, w którym istnieje procedura dedukcyjna, używana do wyprowadzania stwierdzeń z zasad (jak widzieliśmy to w matematyce przy generowaniu trójek pitagorejskich). Systemy prawne nie zawierają tego rodzaju systemów dedukcji, w których reguły i stwierdzenia są przewidywane na podstawie zasad, choć uczeni z XVII i XVIII wieku n.e. podjęli poważną próbę w tym kierunku (patrz rozdział 5).

Czy prawa Hammurabiego były opisowe, podobnie jak prawa Ur-Nammu? Wydawałoby się, że były. W prologu do steli Hammurabi tłumaczy, że chce, aby różne

sumeryjskie miasta-państwa zjednoczyły się pod jego władzą. Dlatego próbuje doprowadzić do standaryzacji prawa za pomocą kodu prawnego. Prawa opisują praktyki prawne, które już (częściowo) istniały i były przestrzegane. Hammurabi – lub jego uczeni prawnicy – przyjęli zarówno starożytne sumeryjskie zwyczaje prawne Ur-Nammu, jak i prawa ludów semickich (w tym Akadyjczyków) i stworzyli z nich spójną całość.

Egipt i inne rejony

System prawny w Egipcie jest jeszcze starszy niż jego babiloński odpowiednik, ale praktycznie nie ma zachowanych źródeł, które opisywałyby praktykę prawną. Wiemy, że najstarsze egipskie prawo cywilne pochodzi z około 3000 r. p.n.e. i że opierało się ono na pojęciu *Maat*, które oznaczało prawdę i sprawiedliwość³⁶. *Maat* było bóstwem, które przyniosło porządek z chaosu we Wszechświecie. Wprowadzie niewiele wiadomo o samym prawodawstwie egipskim, wydaje się, że opierało się na zasadzie prawdy i sprawiedliwości uosabianych przez *Maat*.

We wczesnej starożytności trudno jest znaleźć szczegółowe prawodawstwo w innym regionie. Mimo że chiński system prawny datuje się na co najmniej XI wiek p.n.e. (dynastia Zhou), musimy go w znacznym stopniu rekonstruować z dużo późniejszej księgi *Shujing (Book of Documents)*, która powstała dopiero w VI wieku p.n.e. Ten system prawny skupiał się na pojęciach pierwszeństwa urodzenia i szacunku dla starszych. W Indiach najważniejszy tekst to *Dharmaśastra*, która składa się z tradycji prawnych sięgających 600 lat p.n.e., ale mogą być znacznie starsze. Omawiam ją w następnym rozdziale.

W hebrajskiej Biblii znajdujemy reguły prawa, które bardzo przypominają prawo babilońskie, w tym zasadę „oko za oko”. Zgodnie z prawami Mojżesza, zasada ta jest wręcz uniwersalna, biblijna Księga Kapłańska (III Księga Mojżeszowa), pochodząca z około VI wieku p.n.e., także zawiera wiele reguł moralnych, a także reguły dotyczące oddawania czci i czystości. Reguły odzwierciedlają poglądy rasy ludzkiej oraz przedstawiają świat, jaki znajdujemy w historii Stworzenia w Księdze Rodzaju.