

Čtvrtý rozměr

Je náš svět jen stínem jiného světa?

Raúl Ibáñez

DOKOŘÁN

Z anglického vydání *The Fourth Dimension. Is our Universe the shadow of another?*
přeložila Marie Rákosníková.

Mé matce, silné a optimistické ženě
Manželce Aně a dětem Aitorovi a Vanesse

© RBA Contenidos Editoriales y Audiovisuales, S.A.U., 2010, 2016

Text copyright © Raúl Ibáñez, 2010

Translation © Marie Rákosníková, 2017

Picture credits: Album: 80 b, 134 a, b, 137; Album-akg: 45, 80 a, 120, 121, 135; Album-Oronoz: 109 b, 129 b; André Koehne: 69; Archives RBA: 10, 11, 42, 48, 62 a, b, 68 a, b, 71, 73, 77, 80 c, 82, 87 a, b, c, 91 a, b, 108 a, 138; Carl van Vechten: 89; Corbis: 86; E. Jouffret: 125; E. Muybridge: 94, 129 a; Galleria Nazionale delle Marche: 108 b; Hulton Archive: 50, 51; iStockphoto: 61 a, b, 63 a, b, 109 a; John Tenniel: 83; Josu Arroyo: 100, 101, 110; Philadelphia Museum of Art: 127, 130; W.I. Stringham: 52 a, b; Zometool: 104

ISBN 978-80-7363-843-6

Obsah

Předmluva	7
Kapitola 1. Plochozemě: román mnoha rozměrů	8
Autor knihy: Edwin Abbott Abbott	9
Záměr knihy	10
Část první: tento svět	12
Část druhá: jiné světy	16
Literární předchůdci <i>Plochozemě</i>	19
Další popisy plochých světů	21
Kapitola 2. Co je rozměr?	23
Stupně volnosti	24
Souřadnice	26
Existují prostory vyšších dimenzí?	29
Fyzikální a matematický prostor	32
Jsou vícerozměrné prostory k něčemu dobré?	33
Šifrování zpráv	34
Vyhledávač Google™	35
Kapitola 3. Geometrická revoluce 19. století	37
Neeukleidovské geometrie	37
Zrod vícerozměrné geometrie	41
Vnitřní a vnější geometrie	44
Riemannův příspěvek	47
Ze školní tabule do kavárny	49
Kapitola 4. Kouzlo čtvrtého rozměru	53
Pohled ze čtvrtého rozměru	53
Podivuhodná návštěva	58
Loupež století	60

Symetrie: Alenka za zrcadlem	61
Charles Howard Hinton, filozof čtvrtého rozměru	63
Kapitola 5. Bohové a duchové	67
Spiritismus a duchové ve čtvrté dimenzi	67
Teologie čtvrté dimenze	73
Mystika, teozofie a astrální svět	75
Kapitola 6. Čtvrtý rozměr v literatuře	78
Zlatý věk	78
Po teorii relativity	88
Borges a čtvrtý rozměr	90
Vědecko-fantastická literatura	92
Kapitola 7. Zobrazení čtvrtého rozměru	93
Hyperkrychle a hypersféra	95
Pravoúhlé promítání	102
Perspektivní promítání	106
Řezy hyperkrychle	107
Rozvinutí hyperkrychle	112
Časoprostorové kontinuum	115
Kapitola 8. Čtvrtý rozměr v umění 20. století	118
Kubismus a rozchod s perspektivou	119
Marcel Duchamp	128
Čtvrtý rozměr v uměleckých směrech 20. století	132
Futurismus	133
Suprematismus	134
Surrealismus	135
Čtvrtý rozměr v americkém umění	136
Závěr	139
Literatura	140
Rejstřík	141

Předmluva

Nestává se často, aby matematické teorie sestoupily ze slonovinové věže čisté vědy a pronikly do běžné kultury. A když k tomu dojde, bývá to nasmělý a ojedinělý vpád nebo povrchní pomíjivý trend. Ke konci 19. a na počátku 20. století však zájem veřejnosti o možnost, že existují dimenze přesahující naši trojrozměrnou skutečnost, hraničil s fascinací.

Za normálních okolností by dvě matematické revoluce – objev neeukleidovských geometrií a zrod vícedimenzionální diferenciální geometrie – proběhly bez většího zájmu veřejnosti a pozornosti by se jim dostalo pouze od vědců, kteří pochopili jejich zásadní význam pro budoucnost matematiky a přírodních a technických věd. Čtvrtý rozměr ovšem zřejmě natolik upoutal kolektivní fantazii, že pronikl i do hovorů v kavárnách a do literatury.

Byli to sami matematici, kdo roztočil kolotoč konferencí, článků a knih s cílem představit pojem čtvrtého rozměru nejprve vědecké obci a později i široké veřejnosti. Na stránkách naší knihy ještě uvidíme, že tento koncept skutečně nezůstal uvnitř vědeckého světa a brzy pronikl do většiny společnosti.

Vědci využili čtvrtý rozměr k popisu vesmíru a z vícerozměrných prostorů se stal pro vědu velmi užitečný nástroj. Filozofové hloubali o prostoru a o naší vlastní existenci. Teologové z něj vyvozovali teorie o Bohu, nebi a peklu, o duši a o vyšší skutečnosti. Také mystikové, spiritisté a další proroci se chopili vesmíru, který jim odhalil čtvrtý rozměr. Spisovatelé uplatnili jeho nejúchvatnější rysy ve svých dílech, v příbězích o paralelních vesmírech se objevovaly úvahy o vzhledu čtyřrozměrných bytostí, cestování do jiných dimenzí nebo zázračné schopnosti umožňující navštěvovat čtvrtou dimenzi. V umění přinesl odklon od renesanční perspektivy, nový jazyk a cestu k dříve neznámé, vyšší skutečnosti. Celé společnosti pak učarovala představa, že my, nebo to, co mnozí nazývají naší duší, se nachází ve čtvrtém rozměru.

Jedním z děl, která měla ve své době největší podíl na rozšíření pojmu čtvrtého rozměru, a které by měl znát každý, kdo se o tento matematický koncept zajímá, je *Plochozemě. Román mnoha rozměrů* od Edwina Abbotta Abbotta. Proto se v naší knížce vydáme nejprve po cestě, kterou se ubírají myšlenky a příběh tohoto díla.

Plochozemě: román mnoha rozměrů

Já [Čtverec]: *Ale ctihodný pane, tím, že jste mne s sebou odvedl do trojrozměrného prostoru, jste mi přece umožnil hledět na útroby všech mých krajanů ze země dvou rozměrů. Jistě tedy nemůže být nic snazšího než vzít vašeho pokorného služebníka na další výlet, tentokrát do požehnaných krajů čtyř rozměrů, kde se s vámi budu moci z výšky zadívat na tuto zem o třech rozměrech a pozorovat všechny trojrozměrné domy, taje zemského tělesa, poklady prostorozemských dolů a vnitřnosti všech živých těles, dokonce i vznešených a skvostných koulí.*

Koule: *Kde však ta země čtyř rozměrů leží?*

Já: *To nevím, jistě to však ví můj učitel.*

Edwin A. Abbott, Plochozemě (1884)

Plochozemě je bez nejmenších pochyb knihou, která nejvíce přispěla k rozšíření a popularizaci čtvrtého rozměru jak mezi matematiky, vědci a studenty, tak mezi mysliteli, umělci a širokou veřejností. Vydána byla v roce 1884 a od té doby je stále velmi populární. Dodnes se tisknou nová vydání, přestože je již volně přístupná na internetu.

Není to ani tak populárně-naučná knížka jako spíše dílo krásné literatury, které prostřednictvím analogií uvádí čtenáře do fascinujícího světa čtvrtého rozměru (a vyšších dimenzí). Její autor nás vybízí, abychom vstoupili do mysli dvourozměrné bytosti a prozkoumali její plochý svět, načež ji postaví před důkazy, že existují světy o menším a větším počtu rozměrů (o jednom a o třech). Čtenář si tak může na vlastní kůži vyzkoušet, jak obtížné je představit si skutečnost o větším počtu rozměrů, než jaký ukazují jeho smysly. Autor zároveň ukazuje, že existence takové skutečnosti není nemožná, a nabízí jakýsi myšlenkový experiment, abychom porozuměli čtvrtému rozměru z pohledu své trojrozměrné existence. Jsou tací, kteří si z četby odnesou dojem, že román pojednává jen o matematice, *Plochozemě* je však mnohem víc. Je to společen-

ská satira autorovy viktoriánské Anglie a metafora, která mu umožnila mluvit o teologických otázkách, které se ho hluboce dotýkaly.

Hlavním záměrem knihy, která propojuje matematické, společenské a teologické motivy, je přimět čtenáře, aby se zbavili pout vlastního omezeného a pohodlného vnímání světa a otevřeli se novým způsobům vnímání, novým myšlenkám a novému světu. Jednoduchost myšlenek i jazyka přispěla k tomu, že kniha silně ovlivnila široké čtenářské publikum. Nesmíme zapomenout, že autor, jak uvidíme dále, byl farář anglikánské církve a byl přesvědčen, že kázání má být jednoduché, aby mu rozuměl každý. Byl také ředitelem školy – odtud jeho zájem o výchovu mládeže. Za úspěch, kterému se těšila od prvního vydání, však *Plochozemě* nevděčila jen svým vnitřním kvalitám, nýbrž i vzrůstajícímu zájmu o existenci vícerozměrného vesmíru, který odrazil tehdejší rozvoj neeukleidovských geometrií.

Autor knihy: Edwin Abbott Abbott

Autorem knihy je, jak vidíme na obalu, „A Square“, Čtverec, což je Abbottův pseudonym. Může to být slovní hříčka, která odkazuje na hlavního hrdinu románu, čtverec žijící v Plochozemi, a zároveň na anglické „A squared“, „A na druhou“, čili Abbott Abbott.

Edwin A. Abbott se narodil roku 1838 v Londýně. Navštěvoval City of London School a později St. John's College na Cambridgeské univerzitě, kde se mu dostalo klasického vzdělání a kde se zabýval především antickou literaturou, gramatikou a teologií. V roce 1862 byl vysvěcen na kněze a o rok později se oženil. V pouhých dvaceti šesti letech se na City of London School vrátil ve funkci ředitele.

Z Abbottova povolání vychovatele a role faráře můžeme soudit, že byl společensky zodpovědný člověk, ale také radikální myslitel. Dařilo se mu zavádět nové myšlenky jednak ve škole, kde byl ředitelem, jednak při schůzích Konference ředitelů škol. Věřil, že vzdělání je prostředek, který pomůže odstranit společenské bariéry, a jako člen „Hnutí za rozvoj příležitostí pro mladé muže a ženy všech společenských tříd“ bojoval za práva nejchudších vrstev.

Svůj intelektuální život věnoval studiu gramatiky, literatury a teologie a napsal na tato témata přes čtyřicet knih a mnoho článků. V jeho rozsáhlé tvorbě je *Plochozemě* jediné dílo, které se zabývá matematikou. Jak je však možné, že Abbotta, člověka bez zvláštního matematického vzdělání, zaujal



Edwin A. Abbott v roce 1884, kdy vyšlo první vydání Plochozemě.

čtvrtý rozměr, a že se dokonce stal autorem knihy, jež toto téma představila široké veřejnosti?

Abbottův nejlepší přítel, se kterým udržoval čilou korespondenci, byl Howard Candler, učitel matematiky na škole v Uppinghamu. Tam shodou okolností také učil anglický matematik Charles H. Hinton, jeden z předních filozofů a spisovatelů věnujících se čtvrtému rozměru. Abbott se buď v Uppinghamu s Hintonem setkal, nebo se o tématu dozvěděl skrze svého přítele Candlera. Ať tak či onak, uvědomil si, že mu koncept čtvrtého rozměru může posloužit k metaforickému vyjádření názorů na některé teologické otázky a na třídní uspořádání viktoriánské Anglie.

Záměr knihy

Plochozemě tedy není pouhý vědecko-fantastický román. Ve skutečnosti je alegorií, která využívá geometrické obrazce a rozměry k úvahám nad velkými otázkami doby. Abbottův román měl být nejen zkoumáním matematického

pojmu čtvrtého rozměru, nýbrž také společenskou kritikou a zamýšlením o víře.

Jako společenská kritika je *Plochozemě* nesporně satirou na tehdejší anglickou společnost, která se vyznačovala pevným třídním rozdělením a odporem vůči jakékoli změně. Abbott útočí na krutost, s jakou se zachází s nejhudšími vrstvami, odříznutými od přístupu ke vzdělání, které bylo výlučným privilegiem společenské elity. Napadá také podřízené postavení žen a odmítání nových myšlenek. Tímto druhem společenské satiry se vydal po stopách svých význačných předchůdců, jako byli Jonathan Swift se svými *Gulliverovými cestami* (1726) a Lewis Carroll s *Alenkou v říši divů* (1865).

Vedle společenské kritiky chtěl Abbott pojednat také o svých oblíbených teologických tématech, kterým se již dříve vážně věnoval v jiných knihách a článcích. Některé pasáže, jako například putování hlavního hrdiny vyššími rozměry, se dají vykládat jako metafory mystických zážitků ve vyšších skutečnostech. Abbott také kritizoval skutečnost, že věřící jsou závislí na zázracích jako zdroji víry, zároveň se však přitom snažil ukázat, že jakkoli je věda pramenem nových poznatků o světě, které přispívají k lidskému pokroku, nikdy nás nepřivede blíže k Bohu. Nakonec můžeme vidět jistou paralelu mezi Čtvercem, jeho pokusem vysvětlit čtvrtý rozměr a jeho spisem o tajemství třetího rozměru na jedné straně, a apoštoly, jejich hlásáním evangelia a Biblí na straně druhé.

Z *Plochozemě* však činí význačné dílo hlavně její matematický obsah. V Abbottově době vrcholila diskuse okolo čtvrtého rozměru, lidé se snažili porozumět jeho významu a hledali způsoby jeho zobrazení. Filozof a teolog Karl Heim psal v roce 1952 o obrovských nárocích, jaké klade pochopení čtvrtého



Obálka prvního vydání knihy
Plochozemě. Román mnoha rozměrů.

rozměru na lidskou intuici: „Pokrok matematiky a fyziky nám pomáhá rozletět se na křídlech poetické imaginace za hranice eukleidovského prostoru a pokusit se představit si prostor, ve kterém lze vyznačit víc než tři k sobě kolmé souřadnicové osy. Ale veškeré tyto snahy překonat naše meze končí pokaždé pádem zpět do trojrozměrného eukleidovského prostoru. Při pokusech odhalit čtvrtý rozměr narážíme na nepřekonatelné překážky. Ve vícerozměrných prostorech lze nepochybně provádět výpočty, neumíme si je však představit. Jsme vázáni na prostor, ve kterém jsme se ocitli již při svém narození, jako bychom v něm byli uvězněni. Podobně mohou dvourozměrné bytosti věřit na třetí rozměr, ale nevidí jej.“

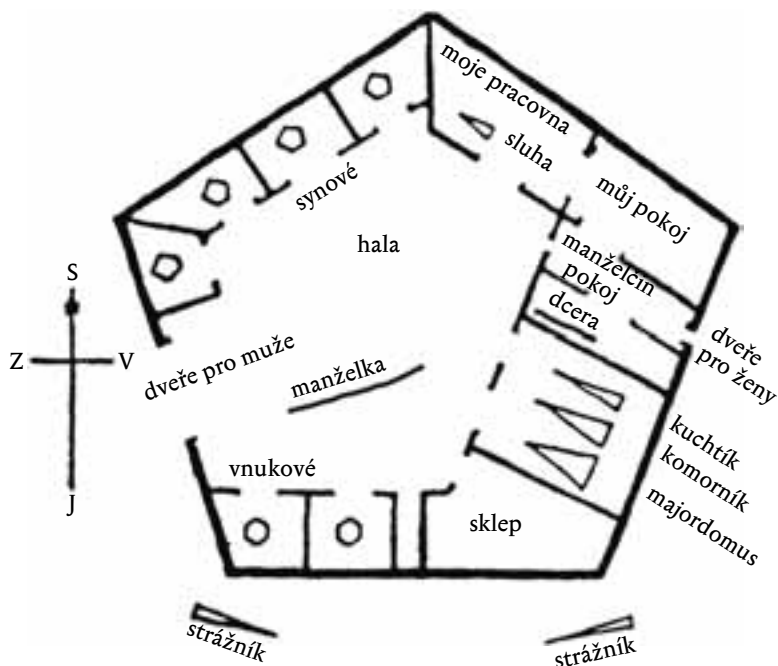
Můžeme říct, že rozměrová analogie, kterou používá Abbott a která byla ve své době základní pomůckou, nás přivedla blíže k tomu, jak „vidět“ neviditelné.

Část první: tento svět

Vypravěčem *Plochozemě* je Čtverec, povoláním matematik, který vypráví o svém podivném dobrodružství. Dozvěděl se v něm více o skutečné podobě svého světa, společnost ho však kvůli tomu zavrhla a odsoudila do vězení, kde píše svůj příběh. První část knihy tedy obsahuje popis jeho vlastního, dvourozměrného světa, Plochozemě a společnosti, v níž žije. V této části najdeme také nejvíce společenské kritiky.

Svět hlavního hrdiny je, jak už jsme řekli, plochý, dvourozměrný („představte si obrovský list papíru,“ říká Abbott), obývaný přímkami, čtverci, pětiúhelníky, šestiúhelníky a jinými mnohoúhelníky. S výjimkou opevnění, kasáren a úředních budov mají domy, ve kterých geometrické obrazce bydlí, většinou tvar pětiúhelníka, se střechou orientovanou na sever, neboť tu působí stálá přitažlivost k jihu, tudíž i déšť „padá“ od severu k jihu. Mimo to mají domy dvoje vstupní dveře, jedny pro muže a druhé pro ženy.

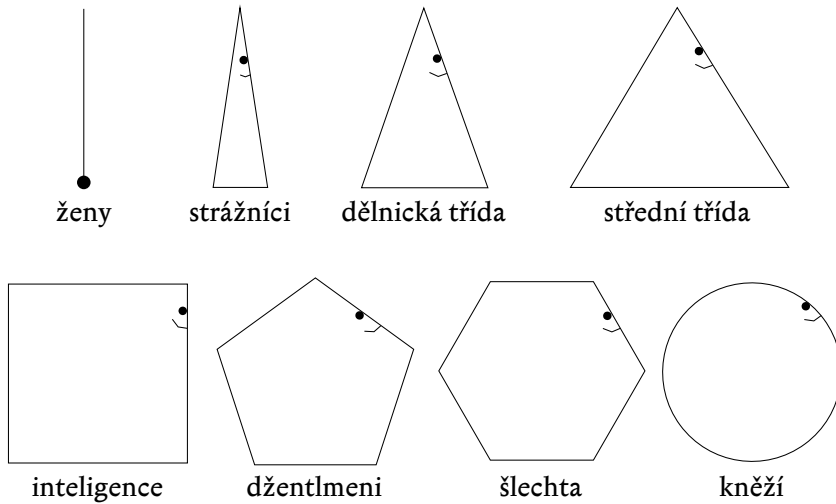
Dále Abbott pokračuje popisem obyvatel tohoto zvláštního světa. Ženy jsou úsečky, strážníci a nejnižší dělnické třídy jsou rovnoramenné trojúhelníky, střední třídu tvoří rovnostranné trojúhelníky, inteligence a džentlmeni jsou čtverce a pětiúhelníky. Hned nad nimi je šlechta, která má tvar šestiúhelníka, a dál se počet stran postupně zvyšuje s rostoucím společenským postavením. Nakonec je počet stran tak vysoký, že obrazec nelze odlišit od kruhu – to jsou kněží. Vnitřní úhel obrazců (nejmenší u rovnoramenných trojúhelníků), který



Typický dům v Plochozemě ve tvaru pětiúhelníka (Abbottova původní ilustrace).

zřetelně souvisí s počtem stran, odráží vedle společenského postavení také vzdělání každého obrazce. Kromě toho mají mužští potomci o jednu stranu víc než jejich otcové, jakkoli u obchodníků se to stává méně často, a ještě vzácněji u vojáků a nejnižších dělnických tříd. Stane-li se nějakým „zázrakem“, že je syn rovnoramenného trojúhelníka rovnostranný, je rodičům odebrán a adoptován bezdětným rovnostranným trojúhelníkem.

Ženy jsou úsečky bez úhlů, bez vzdělání a bez společenských práv. Je to vidět v jednom z odstavců knihy, kde Abbott píše: „Nerad bych, aby někdo pojal podezření, že naše ženy nejsou schopny lásky. Pravda je ale taková, že u slabšího pohlaví bohužel chvilkové výbuchy citů převažují nad jakýmkoli jiným zřetelem. Tato nevyhnutelná skutečnost samozřejmě vyplývá z politováníhodného tvaru oněch stvoření. Jelikož nejsou ženy vybaveny ani nejmenším náznakem úhlu – a v tomto ohledu tedy nedosahují kvalit ani toho nejubožejšího rovnoramenného trojúhelníka – postrádají sebemenší mozkovou kapacitu, takže nejsou schopny zamyšlení, úsudku ani rozumného jednání a mají jen velice omezenou paměť. V záchvatech hněvu si proto nevzpomenou na žádná tvrzení a nedokážou rozlišit mezi dvěma věcmi.“

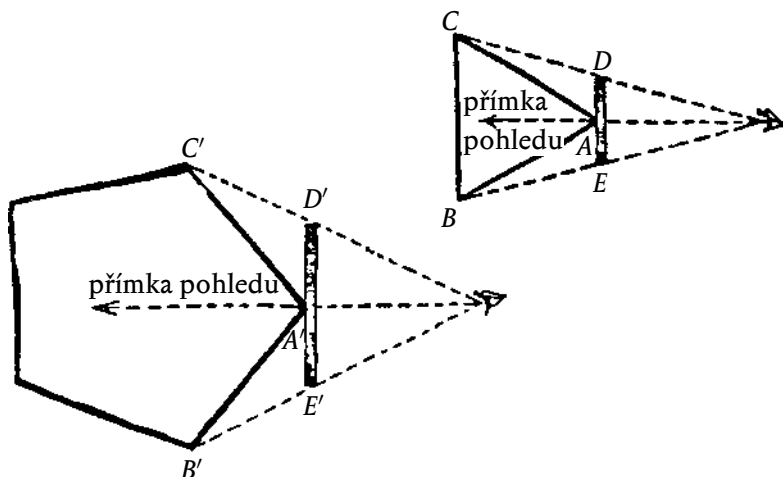


Různé geometrické obrazce odlišují jednotlivé třídy obyvatel Plochozemě.

Muži, obzvláště pak příslušníci horních vrstev, se ženskou bezprávností a jejich vyloučení ze společnosti snaží vysvětlit tvrzením, že to nejsou důsledky společenské diskriminace, nýbrž jejich přirozenosti, uspořádání jejich rozměrů.

Obyvatelé Plochozemě se navzájem rozeznávají různými způsoby. Nižší vrstvy a ženy dotykem. Rovnostranné trojúhelníky, čtverce a pětiúhelníky používají sluch, kterým rozlišují hlas svých návštěvníků. Vyšší třídy používají k identifikaci zrak. Všichni obyvatelé Plochozemě se jim jeví jako čáry, nicméně díky mlze, do které je tento svět neustále zahalen, jsou schopni určit hloubku, a tedy i úhly. S větší vzdáleností v mlze klesá viditelnost, takže strany malého úhlu, jako například u rovnoramenného trojúhelníka, začnou téměř okamžitě mizet, kdežto u většího úhlu mizí pomaleji. Rozeznávání dotykem se učí ve škole, zejména praktickým výcvikem. Při výuce jsou využívány rovnoramenné trojúhelníky o úhlu půl až deset stupňů, neboť nemají dostatečnou inteligenci pro nasazení ve válce, a slouží tudíž jako školní pomůcky. Věda a umění vizuální identifikace vyžadují studium geometrie, statiky a kinetiky a přednášejí se na univerzitách společenské elitě.

Všechny řádné obrazce v Plochozemí jsou pravidelné. Nepravidelnost je znakem toho, co lidská společnost označuje za úchylku a zločin. Je to zřejmé z Čtvercova líčení: „Nepřavidelné obrazce si rodiče již od malička oškliví,“ zní jejich argumenty, „sourozenci se jim vysmívají, služebnictvo je přehlízí, společ-



Umění vizuální identifikace v Plochozemi (Abbottova původní ilustrace).

nost se na ně dívá s opovržením a podezřívavostí a jsou jim upřena všechna zodpovědná a užitečná zaměstnání vyžadující důvěryhodnost. Každý jejich pohyb bedlivě střeží policie, dokud nedosáhnou plnoletosti a nepředstoupí před měřicí komisi – pak je čeká buď likvidace, pokud komise shledá, že překračují povolenou míru nepravidelnosti, nebo odklizení do nějakého státního úřadu na pozice úředníků sedmé kategorie. Mají zakázáno se oženit; musí dít v ubíjejícím zaměstnání za mizerný plat; mají povinnost bydlet i stravovat se přímo v kanceláři a i volné dny tráví pod přísným dohledem [...]“

Na opačném konci společenského žebříčku jsou kněží. „Naši kněží dohlíží na veškeré činnosti, umění a vědu, zabývají se obchodem, vojenstvím,

SEXISMUS V PLOCHOZEMI

Po prvním přečtení *Plochozemě* může někdo knihu odložit s mírným odporem a jejího autora označit za sexistu. To by byl ovšem naprostý omyl. Abbott byl velkým obhájcem práv žen, byl dokonce jednou z vůdčích osobností Hnutí pro vzdělání žen. V roce 1870 začaly univerzity v Oxfordu a Cambridgi přijímat ke studiu také ženy (přestože titul mohly získávat až od roku 1920). Pro přijetí ke studiu byla od nich vyžadována stejná úroveň znalostí jako od mužů, existovalo však málo škol, které by je k tomu připravily. Abbott se prostřednictvím anglické Konference ředitelů škol a Společnosti pro výcvik učitelů zasloužil o to, aby měly dívky odpovídající přístup ke vzdělání.