

BRÁNA DUHY

Arthur Zajonc

Když jsme pak šli,
objevil se před námi velký mrak,
který se proměnil v týpí,
a duha byla jeho otevřenou branou.
— Černý Los

Na jaře roku 1988 jsem uviděl starodávnou duhu. Předtím jsem mnohokrát viděl novodobé duhy, ovšem toto byla moje první zkušenost s duhou, která zde byla od počátku věků.

Při každoročním rituálu, o jehož původu neexistují žádné záznamy, obyvatelé italského města Gubbia běží o závod ke klášteru svátého Ubalda. Ten stojí na vrcholku hory, na jejímž úbočí obyvatelé žijí. Za časného rána nesou skupiny mužů a chlapců na ramenou obrovské, šestimetrové, falické „svíce“ aneb *ceri* a slavnostně s nimi pochodují všemi čtvrtěmi města. Na vrcholu každé svíce je umístěna podobizna uctívaného světce ve tvaru plamene. Světec tento pohanský rituál posvěcuje.

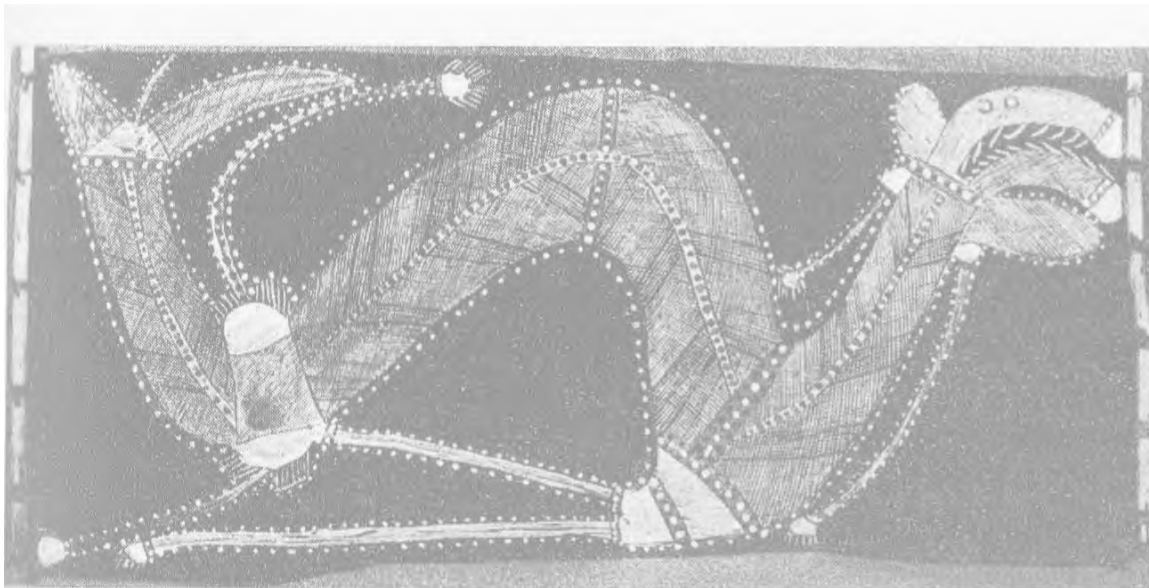
Přípravy probíhají od rána do odpoledne, lidé slaví a veselí se. Když slunce na západě zapadá, *ceri* se odnesou k městské bráně, odkud vede silnice nahoru k bazilice svátého Ubalda. Stál jsem na vrcholku kopce před kostelem a měl jsem možnost vidět *ceri* a všude podél klikaté silnice tisíce diváků a závodníků v uniformě. Běžci čekali, až na ně přijde řada, aby s obrovským kolíkem uběhli svůj úsek prastaré štafety. Závod odstartoval s četnými výkřiky a diváci mohli sledovat zvláštní ladné a rychlé procesí. Vysoké, vztyčené *ceri* s překvapující rychlostí putovaly po klikaté cestě do kopce.

Když běžci zahuli do poslední zatáčky, všichni kolem mě se nahrnuli k silnici. *Ceri* nás minuly, my jsme se otočili za nimi a sledovali jsme, jak se vítězně ženou otevřenými dveřmi kostela svátého Ubalda. Pak jsem na obloze nad nimi a nad kostelem spatřil oblouk starodávné a nádherné duhy. Ihned jsem to pochopil. Závod nemohl skončit v tmavé chrámové lodi kostela. Bude pokračovat tak dlouho, dokud generace běžců budou probíhat pod třpytivým barevným obloukem, vznášejícím se jim nad hlavou. Blýskající se světci byli pohanskými bohy, kteří v načervenalém světě soumraku zářili, a duha byla jejich aureolou. Závod nebyl zasvěcen svátému Ubaldovi, ale věčné svatyni a „duha byla otevřenou branou“ do svatyně.

Byl to starodávný rituál a starodávná duha. V našem moderním světě se už vyskytují jen velmi zřídka. Kdysi, v dávné době, byly běžnější.

U hluboké studny ve vyprahlé Austrálii se krčí domorodý lovec a v ruce drží čadící klacek. Ačkoli si je lovec vědom nebezpečí, které zde číhá, žízeň jej dohnala až na okraj vody. Ví, že kdyby si nevzal na pomoc mocné kouzlo ohně a kouře, vynořil by se z hlubin jezírka obrovský mnohobarevný had, který by ho utopil a sežral. Poněvadž se však had ohně bojí, nechá žíznivého hosta na pokoji a neublíží mu. Po celé Austrálii se pro tuto vodní bytost ujal okouzlivý název „duhový had“. Říká se mu tak pro jeho krásné, pestrobarevné tělo, které se někdy zvedne nad zem a jehož oblouk se pak tyčí mezi mraky. Je to starodávná, mocná a čarovná bytost, kterou se domorodci ve svých představách zaměstnávají od počátku. Když navažší bozi na svém putování přišli ke kamenné rokli nebo k sou- těsce, kterou tekla řeka, překlenují propast duhový most, a oni se tak mohli snadno přemísťovat po své zemi. Za zády jim hrál posvátný kojot, kterému se nově vzniklá duhová stezka líbila. Některé duhové mosty ztuhly a staly se z nich přírodní kamenné mosty, které se dodnes klenou přes rokli na jihozápadě pouště.

„Iris, rychlá jak vítr, se s poselstvím k Trojanům snesla od Dia, vladaře mraků, a nesla jim žalostnou zprávu.“ Temný Zeus, vládce bouře a blesku, často povolával rychlou Iris, aby donesla zprávu jiným bohům nebo lidem. Bohyně duhy Iris překlenula propast mezi nebem na olympských výšinách a bitevním polem před trojskými hradbami. Homér ve svém líčení říká, že Iris „pádí na deštivém větru“. Já si Iris představuji jako nádhernou duhu, která se poklidně sklenula z bouřlivého nebe na hlučící pláň a zprostředkovala Diovy myšlenky Achájům, respektive Argejským. Duha představovala v mysli starých Řeků bohyni a rychlého, prchavého posla.



DUHA — DCERA ÚŽASU

Přízračný nebeský oblouk, kterému říkáme duha, začal s úsvitem vnímajícího lidstva okouzlovat lidskou mysl. Duha byla zdrojem úžasu, mýtů a pověr. Zároveň to byl jev, který měl velký dopad na rozvíjející se vědecké zkoumání světa.

Pro starověké semitské národy na Předním východě označovala duha přechod z dávného věku plného nepravostí do naší doby. Toto téma do naší tradice vstupuje knihou Genesis. Zjevením duhy Noemu se zpečetila smlouva mezi Hospodinem a „veškerým živým tvorstvem“. Svět již nikdy nezničí potopa. Již nikdy nebude hříšné lidstvo zaplaveno a zničeno. Poněvadž žijeme ve světě, který je vážně ohrožen, pohled na duhu na našem napůl ztemnělém nebi může sloužit jako útěšná připomínka Božího slibu člověku.

Pro Homéra byla duha projevem bohyně Iris. Od něj také známe její rodokmen. Thaumás, bůh zázraků, si „za ženu vybral Elektru, dítě Óke-ana z hlubokého proudu; Elektra porodila rychlonohou Iris jakož i světlovlásé harpyje.“ V řeckých představách spojovala Iris — duha a posel bohů — hluboké vnější moře zvané Ókeanos, které obtékalo starověký svět, s bohem zázraků Thaumantem. *Thaumás* znamená v řečtině zázrak.

V příběhu o původu Iris Řekové vyjádřili svůj úžas nad obloukem barevné duhy. Byl to zázrak, *thumás*, který se snoubil s vodou, Ókeanem. Duha je potomkem vody a zázraku. Iris je dcera Ókeana a Thaumanta. Jak napsal Platón: „Ten, kdo prohlásil Iris za Ókeanovu dceru, byl dobrý genealog.“ Na počátku příběhu duhy se barevný oblouk, který vedl z nebe na zem, z pochopitelných důvodů stal mostem spojujícím dva světy. Jak napsal řecký dramatik Aristofanés: „A Iris, říká Homér, slétá z nebe s lehkostí vystrašené holubice“ a nese poselství bohům a lidem. Tento motiv byl běžný také v jiných kulturách, nejen v řecké. Pro severoamerické Indiány, Polynésany a jiné národy představovala duha stezku, po které duše přecházely do vyššího světa. V Japonsku byla duha „plovoucím nebeským mostem“. V severské Eddě se bůh Odin v podobě Gangleriho ptá na cestu na zem a „Harr odpověděl a hlasitě se smál: To není moudrá otázka. Cožpak ti neřekli, že bohové udělali most ze země na nebe, jménem Bifrost? Určitě jsi jej již viděl. Možná jej nazýváš duhou. Je třibarevný a velmi silný a je udělán s větší zručností a umem než jiná řemeslná díla.“ Duhový most střeží Heimdall a až po něm bohové naposledy přejdou a nastane „soumrak bohů“, duha se zřítí.

Tajemnost a kouzlo duhy na nás nepřestává působit. Když se k ní snažíme přiblížit, ustupuje před námi, takže ji nikdy nemůžeme podejít. Stejně tak nemůžeme dojít na pověstný konec duhy. Je utkána ze světla, deště a našeho pohledu. Co vlastně duha je? *Thaumás*, zázrak, ji provází po staletí. Iris je v dnešní době stejně krásná a záračná, jako se jevila starověkým Řekům. Gerard Manley Hopkins tuto tajemnost vyjádřil ve své básni z mládí:

*Bylo to těžké, rozplést tento uzel.
Duha září, ale jen v myšlenkách
toho, kdo se dívá. A přitom nejen tam,
neboť kdo dokáže stvořit duhu pouhou myšlenkou?
A lidé stojící okolo vodopádu,
každý vidí jeden oblouk, a přitom není pro všechny stejný,
ale každý o šířku dlaně dál než ten další.
Slunce na padající vody píše text,
který je přesto v oku nebo v mysli.
Bylo to těžké, rozplést tento uzel.*

Úžas, který Hopkins a Homér pociťovali a z něhož čerpá jejich poesie, stojí u vzniku filosofie a je základem vědy. Navraťme se znovu k Platónovu výroku o Iris: „Tento pocit úžasu je známkou filosofa. Filosofie žádný jiný původ nemá a ten, kdo Iris prohlásil za Ókeanovu dceru, byl dobrý genealog.“ Rodokmen západního myšlení sahá od Iris a lidského úžasu nad duhou k soumraku bohů a zřícení duhy, ke konci smlouvy mezi Hospodinem a lidstvem.

FENOMÉN DUHY

Je před polednem — záře slunce sklene
z duhových tónů pohádkový most
tam nad bystřinou
— Lord Byron

Kde, kdy a za jakých okolností se objevuje duha? Pokud chceme nějakému jevu porozumět, musí nám být jasné, za jakých podmínek k němu dochází. Každý z nás už někdy duhu viděl. Všimli jste si však, jakým směrem vede, v kterou denní dobu se objevuje, jaký je její přesný tvar a jak vysoko je na nebi? Víte, jaké má duha barvy a v jakém pořadí jdou za sebou? Odpověď na každou z těchto otázek naznačuje, co vznik duhy způsobuje.

Když jsem se jako fyzik účastnil výzkumu v coloradském městě Boulder, občas nás se ženou při večeři vyrušila duha. Bylo to však příjemné vyrušení. Nejdříve se spustily malé večerní přeháňky. Postupovaly směrem od hor na západě na východní pláň, které u Boulderu přecházejí do Skalistých hor. Mraky a déšť obvykle na chvíli zastínily slunce, které při soumraku zalévalo hory svým jasem. Z našeho bytu jsme na duhu neviděli, ale věděli jsme, že tam je. Schválně jsme si u dveří nechávali deštník, abychom se mohli jít na duhu podívat. Chodili jsme na pole za naším domem a dívali jsme se přes planinu na nádherné barevné oblouky, které se tyčily na ztemnělém nebi.

Možná, že moje líčení ve vás vyvolalo vzpomínku na duhu, kterou jste kdysi viděli. Pokuste se nyní odpovědět na otázky, které jsem položil na začátku kapitoly. Kde se duha nacházela? Nízko na východním horizontu. Kdy se objevila? Večer. Už jen z těchto dvou poznatků lze vyvodit to, co budu nazývat formou duhy, její geometrickou a časovou podobu. Jakmile si ujasníme formu duhy, budeme moci vnímat duhu nejen očima, ale taky tomuto jevu porozumět.

Dalším důležitým znakem duhy je pozice slunce. Kde je slunce v okamžiku, kdy se objeví duha? Vergilius to věděl a také nám to ve svém díle sděluje:

*Proto již rosná Iris se snáší na zlatých křídlech,
Tisícem měňavých barev se kmitajíc naproti slunci,
Stane pak nad její hlavou: „Já Dítovi z rozkazu vzdávám
Tuhletu obět' a tebe již zprošťuji toho těla.*

Slunce je naproti duze. Chcete-li najít duhu, obraťte se zády ke slunci a uvidíte záplavu barev, která vám ukazuje, kudy letěla deštěm skrápěná Iris.

Z kolika barev se duha skládá? Jaké to jsou barvy a v jakém jdou pořadí? Vergilius říká, že to je tisíc různých odstínů. Aristotelés tvrdil, že jsou tři: „první a největší je červená“, pak směrem dovnitř následuje

zelená a fialová. Xenofanés by s ním souhlasil: „To, co nazývají Iris, je také oblak, který je na pohled fialový, červený a zelený (*chloros*).“ Severská *Edda* měla také za to, že jde o tři barvy. Stálé pořadí barev v primárním oblouku od okraje směrem dovnitř je: fialová, modrá, zelená, žlutá, oranžová a červená. Jejich přesný počet se mění, poněvadž někdy jedna s druhou splývají. Často je však možné vidět tři výrazné odstíny.

Jaký má duha tvar? Na tuto otázku odpovídá Shelley:

*Nad srázy, mysy jak vzdušný most visím, mořská tůň v hloubi vře,
před sluncem třpytem jsem bezpečným krytem, štítý hor — sloupy mé,
a duha pro můj vjezd, jímž provází mě z cest sněh, blesky s vichřicí,
když vzdušných mocí řad jde v průvodu mém jat, vzplá barev tisíci!*
*Nad srázy, mysy jak vzdušný most visím, mořská tůň v hloubi vře,
před sluncem třpytem jsem bezpečným krytem, štítý hor — sloupy mé,
a duha pro můj vjezd, jímž provází mě z cest sněh, blesky s vichřicí,
když vzdušných mocí řad jde v průvodu mém jat, vzplá barev tisíci!*

Aristotelés správně určil tvar duhy jako část kružnice, která nikdy není větší než polokružnice, alespoň za normálních okolností. Za určité kombinace pozice slunce, pozorovatele a vodní tříště lze vidět větší část duhy. Charles Darwin si do deníku během své plavby na lodi *Beagle* zapsal, jak spatřil neobvyklou duhu.

„Jako tmavé stíny se před námi objevovaly stále nové horské hřebeny [jižního Chile] a zapadající slunce vrhalo na zalesněný kraj žlutou zář, která připomínala plamen etylalkoholu. Voda byla kvůli poletující vodní tříšti [z *Beagle*] zbarvena doběla a vítr v ráhnoví střídavě utíchal a znovu burácel. Byl to zlověstný a nádherný výjev. Během několika minut se objevila zářivá duha a bylo zvláštní pozorovat působení vodní tříště, která tím, jak se vznášela nad hladinou vody, změnila obvyklý polokruh duhy na kruh. Barvy duhy vedly od obou konců oblouku dál přes záliv, kolem lodi, a vytvářely tak pokřivený, ale téměř úplný kruh.“

Pokud má duha obvykle tvar polokružnice, kde se nachází její střed? Najdeme jej poměrně snadno následujícím způsobem: vedeme spojnicí od slunce k oku pozorovatele a prodloužíme ji až na zem pod duhu, kde si povšimneme stínu, který vrhá hlava pozorovatele. Spojnice propojující slunce, pozorovatelovo oko a stín je osou duhového oblouku.

Druhou spojnicí vedeme z oka k duze. Bez ohledu na to, ke kterému bodu na duze spojnicí vedeme či zda duha vzniká při jarní přepršce nebo kroupení zahradní hadicí, úhel mezi první a druhou spojnicí, tedy úhel duhy, je vždy.

Pečlivý pozorovatel si rovněž všimne několika dalších aspektů duhy. Za prvé, duha se jeví jako předěl mezi světlým, vnitřním prostorem a tmavým vnějším pásem, kterému se říká Alexandrův oblouk. Barvy duhy tak vznikají v bodě setkání světla a tmy. Na vnější straně Alexandrova oblouku se často objevuje slabší, sekundární duha, která se spojnicí svírá konstantní úhel 51°. Barvy sekundární duhy jdou v obráceném pořadí, červená je ve vnitřním oblouku, modrá ve vnějším. Toto obrácené pořadí barev vedlo k rozšířené představě, že sekundární duha je dílem satana, který ji vytvořil jako parodii na Hospodinovu duhu, jež byla znamením Hospodinovy smlouvy s Noem. Proto se jí v Německu a v Arábii říkalo ďáblová duha. Lidé měli za to, že kromě božích znamení existují také znamení jeho protivníka. Dalším aspektem fenoménu duhy jsou tzv. nadbytečné oblouky. Jsou to prchavé oblouky růžového nebo zeleného odstínu, které se někdy objevují těsně pod primární duhou. Schválně jestli je příště, až uvidíte duhu, zpozorujete. Často naší pozornosti unikají, jsou však opravdu krásné a stojí za povšimnutí.

Spolu se ženou jsme často stáli v Boulderu pod deštníkem a sledovali jsme Iris a její let. Za námi zapadalo slunce a před sebou jsme na zemi viděli stíny našich hlav. Zamysleme se nad touto hádankou společně s Hopkinsem: „Duha září pouzevmysli pozorovatele.“ Dvě hlavy vrhají dva stíny, a tak také od slunce procházejí dvěma páry očí dvě osy směrem k stínům našich hlav. Kolem těchto os, které určujeme my, vedou dva oblouky duhy. Vidíme „jeden oblouk, a přitom není pro všechny stejný, ale každý o šířku dlaně dál než ten další“. Se ženou jsme každý ze své pozice viděli svou duhu. Musel bych se dívat jejíma očima, abych spatřil její duhu, a aby se odstranila poslední dvojznačnost, musela by jedno oko zavřít. Touto hádankou se Hopkins zabýval, když psal o duze.

Všechny tyto znaky vytvářejí formu duhy. Když před sebou vidíme barevný oblouk duhy, měli bychom si uvědomit, že do tohoto fenoménu patří slunce za našimi zády, naše oči, kapky vody před námi, barvy oblouku a nadbytečné oblouky. To společně s geometrií a dobou objevení duhy tvoří součást božské formy Iris.

Duha byla ve Francii až do 17. století známa především pod jménem *iris* podle řecké bohyně a posla bohů. René Descartes toto starověké jméno nahradil prozaičtějším a do té doby málo užívaným výrazem „arc-en-ciel“, nebeským obloukem. Je to další příklad toho, jak se přechod z mytické do vědecké fáze odráží ve vývoji jazyka. Vývoj ovšem pokračuje a nejsem si jist, zda si jednou krása duhy znovu nevyžádá jméno plné imaginace.

Ačkoli jsme Iris z nebe odstranili, stále nám v jedné části vesmíru vládne. Ještě jednou pomysleme na spojnicí, která propojuje slunce se zornicí pozorovatelova oka. Pokud tuto spojnicí vedeme dál na kapky nasvícené sluncem, kolem této osy zraku se jako Ókeanos vykrouží oblouk duhy. Kolem stejné osy ovšem vede mnohem skromnější barevný kruh oční duhovky. Spočívá na vodnatém orgánu zraku, mezi černým vnitřkem a bílým povrchem, na prahu vnitřního světa, a je „otevřenou branou“ do tohoto světa. V angličtině nese tento malý barevný kruh stále jméno Iris, posla bohů.

PÁRÁNÍ DUHY

Vysvětleme nyní povahu a příčinu halových jevů,
duhy, vedlejších sluncí a halových sloupů,
poněvadž na ně platí stejné vysvětlení.
— Aristotelés

Dějiny teorie duhy začínají u Aristotela a pokračují ke Grossetestovi, Descartesovi, Newtonovi a teoretikům elektromagnetického vlnění. 180. Nové teorie optiky buď vznikaly na základě pečlivého zkoumání duhy, nebo se na duhu okamžitě uplatňovaly, aby se jejich pomocí vysvětlily její záhadné vlastnosti. Na příkladu duhy tak můžeme jedinečným způsobem na jednom přírodním jevu pozorovat, jak se pohled lidstva na optické jevy měnil. Tento vývoj se podobá vývoji v pojmání světla, který jsme zde sledovali od dávného starověku až po konec 19. století.

Náš pohled na duhu se začal posouvat od mytického k vědeckému během helénské doby. Již v Aristotelově *Meteorologii* najdeme úctyhodné pojednání o duze. Aristotelés ji spolu s halovými jevy, polární září, kometami a meteority považoval za sublunární světelný meteor. Jeho popis duhy na základě pozorování překvapuje svou přesností. Aristotelés se jako první intenzivně zabývá geometrickou a fyzikální podstatou duhy. Podrobil Iris stejné přísné analýze, jakou Eukleidés dospěl ke geometrizaci zraku. V otázce fyzikálního původu barev duhy se Aristotelés domníval, že mraky sestávají z vodních kapek, které se chovají jako nespočet malých zrcátek, tak malých, že odrážejí z *rak* pozorovatele bez zachování obrazu slunce (vzpomeňme na zrakový paprsek řeckého oka). Zrakový paprsek tak směřuje od oka k duze (tj. k zrcátkovým kapičkám mraku) a odtud ke slunci. Aristotelova teorie barev pohlížela na všechny barvy jako na přechodné barvy mezi bílou a černou. Aplikací jeho teorie na duhu vznikly tři barvy: „Když je zrakový vjem poměrně silný, barva se mění na červenou. Další fází je zelená barva a další slabší stupeň má za následek fialovou.“ To byly barvy Aristotelovy duhy.

Další velký krok v chápání duhy učinil Robert Grosseteste ve své útlé knížce *O duze a zrcadlu*.
Pojednání začíná zamyslením nad zrakovými paprsky a svou metafyzikou světla.

„Nelze se domnívat, že emanace zrakových paprsků je pouze imaginární představou bez reálného základu, jak to prohlašují lidé, kteří berou v úvahu pouze část, nikoli celek. Měli bychom si být vědomi, že zrakový paprsek je látka stejné povahy jako slunce, které svítí a září. Když se zrakový paprsek spojí se zářením vnějšího světelného tělesa, dojde k vnímání.“

Grosseteste zde nádherným způsobem shrnuje platónské chápání světla, které bylo ve středověku běžné. Dva druhy emanace z oka a ze světla se navzájem podobají, a když se spojí, nastává vnímání. Grosseteste došel po pečlivých úvahách o odrazu a vlastnostech duhy k závěru, že Aristotelova teorie vzniku duhy odrazem světla od mraků není oprávněná. Vznik duhy vysvětluje lomem světla. „Je proto zřejmé, že duha vzniká tím, že se sluneční paprsky ve vlhkosti konvexního mraku lámou.“

Jevů spojených s lomem světla je mnoho a jsou dobře známé. Kdykoli světlo (či pro Řeky zrak) pod nějakým úhlem vstupuje do nějakého média či z něj vystupuje, na rozhraní se láme. Grosseteste se domníval, že v případě mraku konvexního tvaru vlhko mraku působí, že se světlo slunce láme do tvaru

duhy. Grosseteste neuvádí žádné detaily o tom, jak by k tomu mělo dojít, přišel však s významnou představou, která se ukázala jako správná.

Přibližně století po Grossetestově stručném pojednání posunul bádání o krok dopředu Theodorik z Freibergu (nezaměňujme s králem Theodoricem, který dal popravit Boëthia). Někdy po roce 1304 provedl Theodorik zkoumání duhy, které bylo převratné jak metodou, tak výsledky. Jeho předchůdci se zabývali vodnatým médiem mraku jako celkem a zapomínali na roli, kterou může hrát každá drobná kapka. Theodorik si oproti tomu byl vědom toho, že mrak sestává z jednotlivých kapek a že je třeba zkoumat vzájemné působení každé z těchto kapek a světla. Pokud by bylo možné dostatečně přesně zkoumat jedinou kapku, pak by sečtením působení mnoha podobných kapek bylo možné dospět ke vzniku celé duhy. Stejný princip analýzy později velmi účinně použil Newton při řešení infinitezimálního počtu a problému gravitace.

Kvůli malým rozměrům kapky bylo obtížné ji zkoumat. Theodorik proto použil kulatou skleněnou nádobku s vodou, kterou umístil na sluneční světlo. Zjistil tak, že když světlo vstoupí do dešťové kapky, nejprve se zlomí, pak se odrazí od konkávního vnitřního povrchu v zadní části kapky a při výstupu z kapky se znovu zlomí. „Takový paprsek, podle mého názoru, pomáhá vysvětlit vznik duhy,“ píše Theodorik. 184 Jako by toho nebylo dost, Theodorik pokračoval ve zkoumání vzniku slabšího sekundárního oblouku. Správně usoudil, že dochází k přesně stejnému procesu, v tomto případě však dochází dalšímu odrazu uvnitř kapky.

Když Theodorik „umístil“ kapky zpátky na nebe, pochopil, že každá kapka může našemu zraku nabídnout jen jednu barvu v závislosti na přesném geometrickém poměru mezi okem, kapkou a sluncem. Duha, kterou vidíme najednou, je produktem mnoha takových kapek. „Z toho plyne, že když vidíme všechny barvy zároveň, jako se to děje v případě duhy, je to následkem různých kapek, které mají různou pozici vzhledem k oku a oko vzhledem k nim.“

Podívejte se na rosu v ranním slunci. Každá kapka se třpytí jako drahý kámen. Najděte si jednu, která jasně svítí, a pohybujte hlavou nahoru a dolů. Blyštící se barvy, které spatříte, vždy sledují pevné pořadí barev duhy: červená, žlutá, zelená, fialová. Když si tyto kapky rosy představíte na oblouze v podobě deště, nepřestanou se blyštět, každá svou barvou. Znovu pohněte hlavou a nové kapky budou zářit červeně, zatímco ty červené se změní na žluté. Geometrie hraje v případě světla zásadní úlohu. Ačkoli jsou kapky samy o sobě bezbarvé, každá z nich se mezi okem Horovým a okem lidským blyští jako diamant barevného světla.

Optická teorie duhy postupně obsáhla, bylo však zapotřebí dvou posledních objevů. První učinil René Descartes, druhý Isaac Newton.

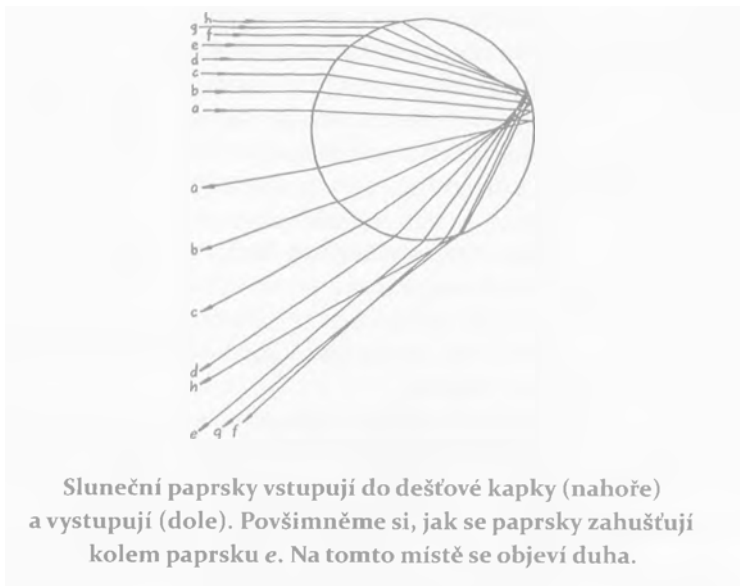
Descartesův příspěvek k duze byl malý, avšak významný. Descartes odhalil důvody, proč je úhel duhy takový, jaký je, a proč se u duhy objevuje Alexandrův oblouk. Jako úvod nám poslouží úvaha o trajektorii vody prýstící z obyčejné zahradní hadice. Pomalu měňte úhel trysky z vodorovné polohy do svislé a povšimněte si měnící se vzdálenosti, kterou voda urazí. Zpočátku se tím, jak se zvětšuje úhel, zvětšuje také vzdálenost. Když je tryska v úhlu 450, dopadne voda nejdále. Zvětšíme-li úhel ještě více, vzdálenost, kam voda dopadne, je menší. Jak Galileo zjistil již v případě kanónů, největšího dosahu je docíleno pod úhlem 450, kratších vzdáleností se dosáhne pod úhlem buď větším, nebo menším.

Descartes si při zkoumání duhy povšiml podobného principu. Coby myslitel, který společně se Snellem stojí za objevem prvního matematického zákona lomu, měl Descartes k dispozici všechny teoretické nástroje k modernímu výkladu duhy (vyjma jednoho).

Můžeme následovat Theodorikova příkladu, jak učinil i Descartes, a k simulaci dešťové kapky použít velkou kulatou nádobku s vodou. Pusťte do nádoby úzký paprsek bílého světla. Nejprve nechte paprsek vstoupit do středu nádoby.

Pomalou a postupně posunujte vstupující paprsek směrem k vnitřní stěně kulaté nádoby. Paprsek vystupující z nádoby se podle toho bude posunovat dál směrem k jedné straně (podobně jako u hadice), až dojde k jeho odrazu. V okamžiku, kdy dojde k odrazu, se zlomený a odražený paprsek rozsvítí barvami duhy. V této chvíli je úhel mezi vstupujícími a vystupujícími paprsky přesně 420, úhel duhy. Odraz paprsku je pro vznik duhy klíčový. Pouhý lom světla bez odražení paprsku by ke vzniku duhy nestačil.

Descartes tímto způsobem vysvětlil také Alexandrův oblouk. Stejně jako voda nedopadne za maximální dosah hadice, ať už trysku držíte v jakémkoli úhlu, tak také nedochází k lomu světla za úhlem duhy, ať už světlo dopadá na kapku vody jakkoli. Tato absence světla vede k tomu, že se za 42. stupněm nachází tmavý pás, Alexandrův oblouk.



Descartes podobně vysvětlil také sekundární duhu nad Alexandrovým obloukem. Některé paprsky se v kapkách ještě jednou odrazí pod novým úhlem 510, nyní však z opačné strany. Lomené a odražené paprsky se znovu odrazí pod větším úhlem a vyprodukují barvy v opačném pořadí. Alexandrův tmavý oblouk zůstává zachován v prostoru mezi 42. a 51. stupněm, kam žádný paprsek nedosáhne. Je to tmavá propast mezi Hospodinovou a Satanovou duhou.

Descartes představil úplnou geometrii duhy, která však byla zcela monochromatická. Rozumné vysvětlení pro samou podstatu duhy, tedy její barvy, neměl.

Více než dva tisíce let po Homérovi, v roce 1672, poslal Newton, v té době ještě osamělý génius na univerzitě v Cambridge, dopis Královské společnosti v Londýně. Newton v něm předestřel novou teorii světla a barev. Tato teorie během jednoho století zdokonalila naše vědecké chápání duhy a zároveň proměnila naši imaginaci duhy. Podle Newtona se duha skládala z „paprsků s různým úhlem lomu“ a každý z těchto paprsků vyvolával dojem určité barvy.

Připomeňme si Newtonovu částicovou teorii světla. Podle něj se světlo neskládá pouze z bílého světla, jak se nám může zdát. Ve skutečnosti světlo sestává ze světelných paprsků či atomů několika druhů. Každý druh může vyvolat odlišný barevný dojem. Newton došel experimentálními pozorováními k významnému objevu, že světelné paprsky různých barev se lámou v různém množství. Tento poznatek má pro chápání duhy velký význam. Ačkoli Descartes dokázal vysvětlit úhel duhy — nejzazší úhel předcházející návratu paprsku — stále zde zůstávala otázka barev duhy. Descartes porozuměl geometrii duhy, vysvětlení barev mu však unikalo. Newtonova teorie přidala ke geometrii barvy. Úhel lomu je pro každý paprsek, který spolu s ostatními paprsky vytváří bílé světlo slunce, trochu odlišný. To znamená, že nejzazší úhel před návratem paprsku je pro červenou, zelenou a fialovou barvu odlišný. Tento jev nazýváme disperze. Bez ohledu na správnost či nesprávnost Newtonovy částicové teorie byl jev disperze posledním chybějícím článkem a fyzikální příčinou. Sám Newton o tom nevěděl, nicméně jeho vysvětlení společně s implicitně částicovou dynamikou v jeho době zvítězilo.

18. století zajásalo. Duha konečně vydala své tajemství. Isaac Newton se konečně zmocnil bohyně Iris (zvláštní ironie v případě muže, který ženy k životu tak málo potřeboval). Básníci pěli na Newtona chvály. Byl mezi nimi i James Thomson:

Dokonce i světlo samo, které všechno ukazuje, svítilo neobjeveno, dokud jeho ještě jasnější mysl nerozpletla všechn ten svítivý šat dne; a z nerozlíšené záře šířící bělost nesloučila každý paprsek s jeho vlastním druhem a k okouzlenému oku nevyslala onen oslnivý průvod mateřských barev.

Pronikavá zář Newtonovy myslí v té době pomohla osvětlit samo světlo. Ukázalo se, že světlo je proud základních barev, za normálních podmínek spletených do bílého světla. Prizma a duha rozmotávají „světlé kadeře“ slunce a ukazují, že jednotlivé paprsky se lámou pod různým úhlem.

Když byla duha vysvětlena, zbývalo už jen několik méně významných zvláštností jako například růžové a zelené nadbytečné oblouky pod při mámi duhou. V dnešní době jsou tyto oblouky vysvětlovány pomocí interferenčních jevů, jak je poprvé popsal Thomas Young. Na duhu se soustředila jak stará, tak moderní

optika. Duha je tak jakousi kronikou různých aspektů starých i moderních teorií optiky.

Duha rovněž vzbuzovala emoce u romantických duší, které v triumfu optiky nad duhou viděly smrt básnické senzibility. Mark Twain o své milované řece Mississippi napsal, že na ni může pohlížet dvěma způsoby: jako spisovatel, nebo jako lodivod říčního člunu. Očima spisovatele byl každý vír, spadlá větev či pleskání vln dobrou příležitostí k próze plné skrytých významů a pocitů. Střízlivým pohledem lodivoda však tytéž jevy svědčily o pohyblivých píscích, jasných známkách nedávné bouřky či nějakých jiných přírodních událostech, které by mohly ohrozit bezpečnou plavbu lodi. Cožpak nejsou tyto dva pohledy zcela neslučitelné? Jsou jako den a noc. Když jeden vládne, druhý spí. Ti, kteří žili inspirací noci, nad ztrátou duhy bědovali.

DĚJINY DUHY, DĚJINY VĚDOMÍ

... Půvab pomíjí
tak jako tak před filosofií.
Na nebi kdysi duha klenula se,
teď známe její útek,
vazbu zdá se,
a řadíme ji mezi všední věci.
Tajemství všechna,
i ta nejskrytější,
Filosofie vyčísílí a zradí.
Anděly stíhá, skřítky vystrnadí,
Vypáře duhu...
— John Keats, *Lamia* (1820)

Někteří pěli na Newtona ódy a spolu s Alexanderem Popem prohlašovali:

Přírody zákon byl před námi skryt.
Řekl Bůh: „Stvořím Newtona“, a bylo světlo, klid.

Vývoj vědeckého poznání si spojovali s pokrokem a vědecké úspěchy podle nich naši dobu odlišovaly od dřívější doby plné barbarství a nevědomosti.

Jiní podobně jako Keats nad sesazením rychlonohé a krásné Iridy z nebes naříkali. Podle nich mohl rozvoj vědy vést jen k soumraku bohů a zkáze Bifróstu. Bohatý vnitřní svět duhy byl vypleněn a nahrazen proudem abstraktních barevných atomů. I když se básníci snažili Newtonovu teorii sebevic překráslit, její bezživotná podstata byla stejně stále patrná. Zdálo se, že zašlý zlatý věk je navždy ztracen. V reakci na to se tito umělci často k nové vědecké imaginaci krásy obraceli zády.

Malíř Benjamin Robert Haydon si do svého deníku z 28. prosince 1817 zaznamenal popis „nezapomenutelné večeře“, 187 které se zúčastnil Keats, Wordsworth a Lamb. Keats humornou formou napadal Haydona za to, že do svého obrazu zahrnul hlavu Newtona: „člověka, který nevěřil ničemu, pokud to nebylo jasné jako tři strany trojúhelníku“. Ve svém líčení Haydon vypráví, jak se Lamb a Keats „shodli, že [Newton] zničil veškerou poesii duhy tím, že ji zredukoval na barvy prizmatu. Keatsovi se nedalo vzdorovat“ a všichni připili na „Newtonovo zdraví a zmatení matematiky“. 188 Jejich postoj zachytil ve své básni o duze Thomas Campbell:

Vítězný oblouk, který vyplňuje nebe,
když se bouře chystají rozejít
neptám se pyšné Filosofie,
aby mě naučila, co je to umění.

Může snad vše, co učí Optika,
odhalit tvou formu, která mě tolik těší,
jako když jsem snil o klenotech
a zlatě ukrytých v tvém zářivém oblouku?

Když Věda z tváře Stvoření
odhrne závoj okouzlení,
jaké krásné vize přenechávají své místo
chladným materiálním zákonům!

Přestali jsme vnímat duhu jako znamení smlouvy s Bohem — či bohyní — a začali jsme na ni pohlížet jako na prchavý jev světského světla, který vzniká následkem lomu světla a deště. Starodávné vnímání či imaginaci světa jsme vyměnili za pohled současné vědy, a tak jsme, Keatsovými slovy, „vypárali duhu“. To, že došlo ke změně vnímání, je holá skutečnost. Někteří na ni mohou pohlížet jako na pokrok, jiní jako úpadek, je však pravda, že náš svět se od světa australských aboriginců či starověkých Sumerů velmi liší. Tento rozdíl není až tolik zapříčiněn pokroky techniky ve vnějším světě. Mnohem více je způsoben obrovskou proměnou v našem způsobu myšlení, proměnou v nás samých. Jsme nejen dědici vnější kultury, nýbrž také kultury vnitřní. Obě jsou nerozlučně provázány. Vnější dějiny jsou od dějin naší vnitřní krajiny neoddělitelné. Dějiny duhy jsou dějinami mysli nahlíženými skrz jednu fasetu mnohostranného drahokamu. Na příkladu dějin duhy od mytických dob po současnou optiku si tak můžeme v malém měřítku představit, jak lidstvo postupně pronikalo do záhad přírodních jevů a jaký k nim zaujímal postoj. Je to působivý příběh, který se od Iridy, posla bohů v Homérově Řecku, dostává ke starověkým filosofům a pokračuje Descartesem, Newtonem a Youngem, kteří položili základy moderního chápání duhy.

Ačkoli jsou dějiny duhy samy o sobě poutavé, skrývají v sobě mnohem významnější příběh než jen obecné dějiny vědy. Měnící se představy o duze totiž odrážejí zásadní změny ve struktuře samotného vědomí. Dějiny světla, duhy a obecněji dějiny vědy nám mohou sloužit jako text, ve kterém se můžeme dočíst mnohé o psychogenezi mysli.