

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 2

Mimozemské civilizace

Extra-terrestrial civilizations

Autoři: Lucie Novotná

Škola: Česko-anglické gymnázium, Třebízského 1010/9, 370 06 České Budějovice

Kraj: Jihočeský

Konzultant: Mgr. Pavel Soukup

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Českých Budějovicích dne

Poděkování

Děkuji Planetáriu a Hvězdárně v Českých Budějovicích a zejména Vladimírovi Adámkovi, který vedl Klub mladých astronomů, ve kterém jsem našla zájem o mimozemské civilizace.

Anotace

Tato práce se zabývá mimozemskými civilizacemi ve vesmíru, v prostoru, ve kterém se nachází vše okolo nás, to, co my lidé pouhým okem vidíme, ale i to, co ani nejlepší dalekohledy a vesmírné sondy ještě neprozkoumali. Zabývá se Fermiho paradoxem, který popisuje návrhy na řešení této problematiky, a Drakeovou rovnicí, která pracuje s možnostmi, že mimozemské civilizace opravdu existují a dále odhaduje jejich přesný počet.

Klíčová slova

Vesmír; mimozemské civilizace; Fermiho paradox; Drakeova rovnice

Annotation

This work deals with extra-terrestrial civilizations in universe, in space in which is everything around us, what we are able to see with our eyes either what best probes or telescopes have not observed yet. It describes Fermi paradox that shows us solution proposals to this problem and Drake equation that is connected with the statement that extra-terrestrial civilizations exist and then estimates number of them.

Keywords

Universe, extra-terrestrial civilizations, Fermi paradox, Drake equation

Obsah

Úvod.....	6
Vesmír.....	7
Fermiho paradox.....	9
Mimozemské civilizace neexistují	10
Mimozemské civilizace existují, ale dosud s nimi nebyl navázaný žádný kontakt.....	13
Mimozemské civilizace existují a část naší civilizace s nimi komunikuje, či jsou zde mezi námi na Zemi	17
Drakeova rovnice	19
Závěr.....	21
Seznam použité literatury, zdroje.....	22

Úvod

Tato práce zabývá mimozemskými civilizacemi a tématy s tímto spojenými. Vesmír, zdánlivě nekonečný prostor, který se neustále rozpíná rychlostí téměř sedmdesát pět kilometrů za jednu jedinou sekundu (Harvard-Smithsonian center, 2018). Veškerá hmota, čas a energie, všechny hvězdy, hvězdokupy, planety, mlhoviny, černé i bílé díry, celé galaxie i temná hmota. Člověk by si mohl vymyslet cokoliv, od fyzických rovnic, které jsou doložené důkazy ze zkoumání a pozorování noční oblohy, ze zákonů fyziky, chemie a biologie, až po různé konspirační teorie, založené ve fantazii každého z nás. Každý má svoji představu o tom, jak to asi vypadá za naším modrým nebem a jak asi vypadá vesmír a nekonečnost. Stejně tak má každý svou představu, zdali je tam nějaký život, či ne a jak asi vypadá a jak se hledá. Termín mimozemské civilizace a mimozemský život téměř každý pozná, jde o cokoliv živého nacházející se mimo naši planetu. Inteligentní život je na naší planetě Zemi, jsme to my, lidé. Znamená to, že inteligentní život je na jedné z osmi planet Sluneční soustavy. Tato soustava je jedna z miliardy dalších z galaxie Mléčné dráhy. A tato galaxie je také jednou z mnoha dalších. Otázka zní, jestli je tento život i jinde v tomto prostoru? V prostoru, který je zatím prozkoumaný z tak malého procenta a prostoru, na jehož zkoumání vědci stále pracují.

Cílem této práce je, aby se zabývala především vědeckým pohledem na téma mimozemských civilizací a života ve vesmíru. Chtěla bych uvést argumenty, které nasvědčují jejich existenci a snaží se jí potvrdit, ale i ty, které ji vylučují a nesouhlasí s ní. Chtěla bych popsat hledání možného místa, kde by se život ve vesmíru mohl nacházet, jaká metoda by měla být tou neúčinnější, popsat jak fungují rádiové vlny, teleskopy a největší organizace pro hledání mimozemského života, jako např.: SETI. Chtěla bych dopodrobna rozebrat všechny komponenty Drakeovy rovnice, odůvodnit dosazování čísel a dojít tak k výsledku této rovnice. Zároveň položit tu otázku, která je nejspíše v každém z nás a kterou popisuje Fermiho paradox. Myslím, že toto téma je velmi zajímavé hlavně proto, protože není dostatečně prozkoumané a to dává šance a možnosti dalším teoretikům a praktikům z oborů chemie, fyziky, matematiky a biologie. Může to zcela změnit budoucí generace a může to mít ten největší vliv na budoucí vývoj naší planety.

Vesmír

Vesmír nás fascinuje už po několik tisíciletí, a čím více o něm víme, tím více o něm vědět chceme a tím více nám přijde fascinující. Na jasné noční obloze můžeme pouhým okem vidět kolem 3000 hvězd, ale to co je ještě dál a ještě dál, to se snažíme objevovat stále více a více. Vesmír je vše, co je kolem nás a co existuje. Zahrnuje planety, hvězdy, galaxie, temnou hmotu a mezgalaktické prostory. „Je to prostě vše, všechno stvořené i všechno nestvořené“ (Eriugena, 867). Stáří vesmíru se odhaduje na 13,8 miliardy let, to se považuje za nejpřesnější odhad (Wikipedia, 2020d). Odpovědí na otázku vzniku vesmíru je Velký třesk. Teorie Velkého třesku je předpoklad, jak to všechno vzniklo. Ve dvacátých letech dvacátého století vědci, a především Edwin Hubble, americký astronom, prokázali, že vesmír se stále rozpíná a chladne (Publishing, 2018). To znamenalo jediné, když se stále zvětšuje a chladne, musel být jednou malý a horký, jinak řečeno, začal se zvětšovat z nekonečně malého objemu s extrémně vysokou teplotou a hustotou. Cílem dnešní fyziky je mimo jiné také přesně objasnit, co přesně se v tom momentě vzniku vesmíru stalo, protože okolo prvních chvil vesmíru stále panují nejasnosti. Velký třesk je teorie, kterou přijímají téměř všichni vědci na světě a dokonce byla prohlášena, že je v souladu s Biblií. Jeho velikost však jasná není, neustále se rozpíná, a to přesněji rychlostí 75 kilometrů za sekundu (Harvard-Smithsonian center, 2018).

Další otázkou je tvar vesmíru a jeho možná nekonečnost. Kosmologové a různí vědci se snaží na jeho přesnou velikost přijít různými způsoby. Například existuje taková teorie, která bere v úvahu rozpínání vesmíru rychlostí světa, to by znamenalo, že dnešní vesmír je 1023 krát větší, než byl na úplném počátku po Velkém třesku (Stöckl, 2011). Zatím ovšem neexistují žádné důkazy o tom, jaký tvar vesmír má a jak je veliký, či jestli je opravdu nekonečný.

Vědci se snaží odhadnout přesný počet galaxií ve vesmíru, velmi známý odhad učinily složené informace od Hubbleova vesmírného dalekohledu, které se sestavily do snímku. Tento snímek se nazývá Hubbleovo ultrahluboké pole. Tento snímek galaxií vedl k odhadu 200 miliard galaxií ve viditelném vesmíru (Hille, 2017). Avšak viditelný vesmír obsahuje přibližně 200 bilionů galaxií, neboli dvě stě tisíc miliard galaxií, toto číslo odhadují nové studie z roku 2016 (Greshko, 2019). Jedna z těchto mnohých galaxií se nazývá Mléčná dráha, z anglického překladu Milky Way. Tuto galaxii považujeme za naši, nachází se v ní naše planetární soustava. Je přibližně 100 000 světelných let velká, to odpovídá jednomu milionu bilionů kilometrů (Brennan, 2019). Nachází se v ní přibližně 100 tisíc milionů hvězd (ESA, 2020) a přibližně 100

miliard planet (Space, 2013). Tvarem se tato galaxie řadí mezi spirální galaxie, právě na jednom rameni této spirály, kterému se říká Orion, je náš planetární systém. Společně s dalšími 30 galaxiemi tvoří takzvanou Místní skupinu, což je seskupení galaxií, které se nacházejí v souhvězdí Panny. Mezi takhle velkými čísly hvězd a planet v jedné galaxii, v Mléčné dráze, se nachází naše Sluneční soustava. Sluneční soustava je velká asi 2 světelné roky, neboli přibližně 20 bilionů kilometrů (Wikipedia, 2020c). Tento systém tvoří především jedna centrální hvězda a 8 planet, Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun, 4 kamenné a 4 plynné planety. Jedna z těchto planet je ta naše, a sice třetí v pořadí vzdálených od Slunce. Slunce je centrální hvězda tohoto systému, je středem, odtud název Sluneční soustava. Slunce umožňuje na naší planetě život a velkou měrou jej ovlivňuje. Je v průměru velké skoro 1 400 000 kilometrů. Naše planeta Země, „modrá planeta“, je zhruba 110 krát menší.

Vesmír je docela prázdné místo, prázdný prostor. Podle výpočtů se v jednom metru krychlovém, vesmírného prostoru, nalézá průměrně právě jeden atom. Nicméně těles ve vesmíru je téměř nekonečně mnoho.

Již 400 let př. n. l. píše Metrodorus Chijský „Připustit, že Země je jen jediným obývaným světem, je stejně absurdní jako představa, že na celém poli vrostle jeden jediný klas“ (Hoffmann, 2017). Lidé přemýšlejí nad touto myšlenkou už dlouhá staletí. Vědci se snaží jakoukoliv formu života v takto velkém vesmíru najít. Velmi známým pokusem o komunikaci je vzkaz, který byl ze Země poslán společně se sondou Pioneer 10 v roce 1972, kdy na tomto vzkazu byli vyobrazení lidé, naše Sluneční soustavy a její poloha v Mléčné dráze (Grün, 2012). Takové podobné vzkazy v lahvi letí i se sondami Voyager 1, který oficiálně opustil Sluneční soustavu v roce 2012 (NASA) a Voyager 2.

Mléčná dráha obsahuje 500 milionů hvězd, okolo kterých krouží planety, které by eventuálně mohli splňovat jakési podmínky pro vznik života. Otázkou je, zda tam ten život opravdu v nějaké formě je, nebo není. Nemusí to být inteligenčně vyspělá civilizace, která by byla na stejné úrovni jako my a možná i na lepší, může jít o formu života zdaleka nerozvinutou a ve formě buněk, bakterií, či virů. Na naší planetě se nacházejí různé extremofilní mikroorganismy, které dokážou přežít a rozmnožit se v neobvyklých podmínkách, což vědcům pomáhá zjišťovat, kde by takové organismy mohli přežít. Pokud ale mluvíme o civilizaci, která by měla být inteligenčně vyspělá a vyvinutá, mohla by vyvíjet technologie, které by mohli sloužit pro

komunikaci. To ovšem jsou pouhé spekulace a řadí se tyto teorie spíše do těch konspiračních. Řada teleskopů hledá ve vesmíru exoplanety, planety, které mají planetární systém, a mohli by být vhodné pro život. Takovým příkladem je např.: Keplerův vesmírný dalekohled, který zkoumal prostor v souhvězdí Labutě a Lyry a našel více než 2 600 exoplanet (NASA, 2020b). V současnosti je objevených 4301 exoplanet (NASA, 2020d). S otázkou mimozemského života pracovala spousta vědců z oborů biologie, chemie, fyziky i matematiky. Mezi jedny z nejznámějších jmen spojenými s tématem mimozemských civilizací patří Enrico Fermi a jeho paradox (Kapitola 2) a Frank Drake a jeho rovnice (Kapitola 3)

Fermiho paradox

Enrico Fermi je jeden z nejvýznamnějších fyziků z 20. století. Narodil se 29. září 1901 v Itálii, ve městě Řím a zemřel v roce 1954 v americkém Chicagu. Za svůj život získal Nobelovu cenu za fyziku v roce 1938, která byla za vývoj nové techniky ke zkoumání atomového jádra (AB, 2020), která ho později dovedla k objevení nových radioaktivních prvků. Získal ale i mnoho dalších ocenění. Jeho jméno je spojováno nejen s experimenty, ale i s teoriemi, totiž jako jeden z mála vědců se dokázal pohybovat mezi obojím.

Enrico Fermi se snažil uchopit podstatu problému existence mimozemských civilizací. Jeho slavná otázka „Where is everybody“, aneb v překladu „Kde všichni jsou“. (Webb, 2002) Tuto otázku položil v roce 1950, během rozhovoru s pár lidmi ze stejného oboru. Z prvního pohledu se tato otázka nejevila jako nijak ozvláštěná, ale později se ukázalo, že tato otázka nabývá mnohem hlubšího významu, než se zpočátku zdálo. Vedla k vytvoření tzv. Fermiho paradoxu, který nese své jméno právě po již zmíněném a slavném Enricu Fermim. Fermiho paradox se jako toto slovní spojení objevil v březnu v roce 1977 (Gray, 2015)

Význam slova paradox je takový, že je to tvrzení, které spojuje dvě nebo více věcí dohromady, ale vzájemně si tyto věci odporují nebo se dokonce vylučují. Ve zkratce je to protikladné tvrzení. Fermiho paradox je rozpor mezi nedoložitelnou existencí mimozemských civilizací přímými důkazy a tím, že je obecně očekáváno, že se ve vesmíru mimozemské civilizace objevují. Jde o to, že neexistuje důkaz, který by přítomnost a existenci mimozemských civilizací jasně potvrzoval. Tím slovním spojením „obecně očekáváno“ je myšleno především stáří vesmíru a jeho velikost. Vesmír je starý přibližně 13,7 miliard let (Joseph, 2011) a jeho velikost se sice nedá přesně určit podle pozorování, a to kvůli neustálému rozpínání (Goldsmith, 2006),

ale je nepředstavitelně obrovský, což zvyšuje šanci a očekávání existence mimozemských civilizací. Enrico Fermi položil ve stejném kontextu i otázku "Kolik vyspělých komunikujících mimozemských civilizací je v Galaxii?" (Webb, 2002). Ovšem s touto otázkou souvisí Drakeova rovnice, kterou se v této práci zabývám podrobněji až dále (Kapitola 3).

Fermiho paradox nemá řešení, a jak už vyplývá z úvodu této práce, tak každý si ve své fantazii dokáže na otázku Fermiho paradoxu odpovědět sám. Návrhy jeho řešení se dělí na tři kategorie podle jejich základní úvahy. První předpokládá, že mimozemské civilizace neexistují a podává k tomu různá zdůvodnění. Druhý návrh je postaven na tvrzení, že mimozemské civilizace existují, ale dosud s nimi nebyl navázaný žádný kontakt, či komunikace. Poslední návrh argumentuje, že mimozemské civilizace existují a jsou mezi námi, na naší planetě, jenom je nedokážeme rozpoznat, nebo jsou před námi utajovány.

Mimozemské civilizace neexistují

Prvním navrhovaným řešením by mohlo být, že žádné jiné mimozemské civilizace neexistují. To by znamenalo, že jsme v celém prostoru jediná inteligenčně vyspělá civilizace my, lidé. Je to návrh řešení, který se radikálně staví na jednu stranu Fermiho paradoxu – absence důkazů. S ohledem na objevování a pozorování vesmíru se to jeví jako jedno z nejrozumnějších řešení. Doposud totiž nebyl objeven žádný přímý důkaz, který by existenci mimozemských civilizací potvrdil (Freitas, 1985). Žádná pozorování nepotvrdila jinou technologicky vyspělou mimozemskou civilizaci, než jsme my, lidé (Haqq-Misra and Baum, 2009). Znamenalo by to, že naše planeta je opravdu vzácná a že jako jediná vlastní život ve viditelné části vesmíru.

Zde se nabízí další dodatečné otázky, které by měli vysvětlit, proč jsme ve vesmíru sami, a žádná jiná civilizace neexistuje. Jedna z odpovědí je, že lidský život vznikl velmi složitě. Přechod od jednodušší buňky ke složitějším organismům je velmi neobvyklý a složitý. Přechod od eukaryotické buňky na prokaryotickou zde na Zemi trval téměř miliardu let a evoluce trvala téměř 4,5 miliardy let až doposud.

Jako zcela vzácné a až zázračně vzácné, podle Michaela Harta, amerického astrofyzika, jsou buňky, nukleové kyseliny, DNA, neboli "molekula života" či nositelé genetické informace a RNA, která je zodpovědná za přenos informací mezi nukleovými kyselinami do proteinů. Živé organismy jsou tvořené buňkami a to vyplývá z buněčné teorie popsané Matthiasem Schleidenem a Theodorem Schwannem. Rozeznáváme dva typy buněk: prokaryotní a

eukaryotní buňky. Živý organismus musí mít metabolismus, který by neprobíhal bez složitých procesů s enzymy, a ty by zase nemohly existovat bez bílkovin. Živý organismus se rozmnožuje, vyvíjí a stále proměňuje, což popsal Charles Darwin, britský přírodovědec a zakladatel evoluční biologie, ve své evoluční teorii (Attenborough, 2009). Bez těchto molekul a podmínek by nemohla evoluce ani začít. Pohybujeme se stále okolo argumentů, že vše, co zde máme, je velmi vzácné a vše do sebe tak moc perfektně zapadá a funguje to, že je skoro až neuvěřitelné, že to vzniklo, natož aby to vzniklo dvakrát, či víckrát někde jinde ve vesmíru.

Michael Hart, jako jeden z prvních také vyslovil argument „Nejsou tady, tudíž tu nikdy nebyly“, tento výrok má také název Hartovo argument proti existenci mimozemských civilizací, kde autoři říkají, že pokud by inteligentní mimozemské civilizace existovaly, dosáhly by vesmírného cestování a objevily by a nakonec se i usadily v Galaxii, stejně tak jako jsme my objevili a usadili se na Zemi (Gray, 2015).

Se vzácností souvisí i systém, který drží organismy na naší planetě živými, jde o tzv. skleníkové plyny, mezi které patří například CO₂ (oxid uhličitý). Tyto plyny zabraňují úniku určité části tepla vytvořeného slunečními paprsky zpět do vesmíru. Tím se na naší planetě udržuje teplo, které je přesně potřebné pro život. Jinými slovy, vrstva skleníkových plynů propouští právě tolik tepla, právě tolik slunečních paprsků, při kterém jsou organismy na Zemi schopné žít, a zachycuje teplo, které zemský povrch vyzařuje, aby neunikalo do vesmíru. Tomuto procesu se říká skleníkový efekt. Tyto plyny jsou plyny, které se nacházejí v atmosféře naší planety přirozeně.

Dalším důležitým termínem jsou obyvatelné zóny tělesa, na kterém by se život mohl vyskytovat, to může být hvězda či planeta. Obyvatelná zóna naší planety, je taková vzdálenost, že i v jejíchž okrajích by voda (voda se uvádí proto, protože tvoří nejzákladnější podmínku pro náš život) na naší planetě byla v kapalném stavu, v krajních bodech této zóny voda tuhne, tedy se z ní stává led a v opačném případě vypařuje a stává se z ní pára (Martinek, 2013). Znamená to, že se nachází v ideální vzdálenosti od své centrální hvězdy, okolo které obíhá. Znamená to, že máme dostatek vody a atmosféru s ideálním složením (Publishing, 2018). Pro výpočet středu obyvatelné zóny tělesa používáme vzorec:

$$d = \sqrt{\frac{L}{L_s}}$$

Kde je d je vzdálenost středu obyvatelné zóny od hvězdy, L je zářivý výkon dané hvězdy a L_S je zářivý tok Slunce. Na podporu řešení o neexistenci mimozemských civilizací argumentujeme tím, že pouze naše planeta Země se nachází v perfektní obyvatelné zóně. I kdyby se jakákoliv planeta zemského typu nacházela v obyvatelné zóně, musely by tam tyto podmínky panovat po velmi dlouhé období, aby tam život mohl vzniknout a rozvíjet se. S tím souvisí další podmínka, která označuje obyvatelnou zónu tělesa za nedostatečnou. Perfektní pozice a jiné faktory, které zapříčiní vývoj bez různých vesmírných katastrof – srážka s jiným tělesem, pohlcení černou dírou a další. Některé objekty jsou postihovány takovými katastrofy až příliš často, tudíž se na nich život vyvinout nestihne.

System Země-Měsíc nás také dělá jedinečné a vzácné. Někdy se také pro systém Země-Měsíc používá termín „dvojplaneta“. Jedinečnost našeho satelitu nás dělá opět perfektními, ovšem není potvrzené, že v době vývoje života byl Měsíc nezbytně nutný. Nicméně je Měsíc jediná přirozená družice Země, je to jediné kosmické těleso, které okolo planety Země obíhá a ovlivňuje některé přírodní děje. Například vlivem působení slapové síly (druhotný efekt gravitační síly (Wikipedia, 2020a)) měsíce pozorujeme zvyšování a snižování mořské hladiny, více známých jako příliv a odliv (Aldebaran, 2020). Může to být další podmínka, která by tvořila vznik života ještě složitějším.

Následující termíny se nám, jako vyspělé civilizaci, zdají jako samozřejmostí – jde o inteligenci, o jazyk a dorozumívání, které běžně používáme v každodenním životě. V téhle době bereme to, že přemýšlíme a že vykonáváme jednoduché výkony, přirozeně. Když je řeč o mimozemské civilizaci, kterou se snažíme najít a dokázat, mělo by jít o vyspělou mimozemskou civilizaci, u níž je předpokládáno, že jestli vyvíjí technologii pro mezihvězdnou komunikaci, musí mít také technologii, která je přinejmenším srovnatelná s naší technologií, to proto, aby mohla tato komunikace eventuálně fungovat (Svršek, 2020). Znamená to, být inteligenčně alespoň na stejné úrovni, jako my lidé a mít schopnosti vyvíjet takové technologie, jaké vyvíjíme my. K tomuto stádiu vývinu, kdy už lidstvo vyvíjí moderní technologie, jsme se vyvíjeli několik desítek milionů let. Znamená to, že mimozemské civilizace, které hledáme, nemusí být na takové úrovni vývoje, tudíž se nesnaží vyvinout žádnou technologii pro mezihvězdnou komunikaci, ale také to může znamenat, že žádné další civilizace neexistují a funguje to jako další argument pro jedinečnost naší planety. Inteligence může být definována jako schopnost účelně jednat, rozumně myslet (Mensa, 2008) a měříme ji v IQ. Mohlo by jít o další jedinečnou záležitost našeho života, jak už je výše zmíněno, aneb další argument, který se

přiklání ke složitému vzniku a evoluci inteligence. Různé míry inteligence by se daly pozorovat i mezi druhy organismů na Zemi, například mezi lidmi a zvířaty. Stejně tak by se dal pozorovat i jazyk a dorozumívání, které velmi úzce souvisí s inteligencí. Lidé jsou jediný druh, který k dorozumívání používá jazyk a to tvoříme pouze 0,01% všeho živého na naší planetě (ČT24, 2018). Znamená to, že pravděpodobnost vývoje jazyka a inteligence je velmi malá, a tudíž i kdyby mimozemské civilizace existovali, bez jazyka a inteligence bychom jim nerozuměli a s největší pravděpodobností ani nenašli.

Velké množství lidí se domnívá, že objekty, které někdy za čas jsou vidět na naší obloze, můžou na mimozemské civilizace odkazovat. Jde o objekty, které jsou neobvyklé a nedají se identifikovat. Takovým nevysvětlitelným jevům se říká UFO, z anglického „unidentified flying objects“, přeložené jako neidentifikovatelné létající objekty (Condon, 1969). I pro ty ale existují vysvětlení, které by mohly přítomnost mimozemských civilizací vyloučit. Mezi nejčastější jevy patří neobvyklé rozpoložení mraků. Mraky mohou být tak zvláště nashromážděné, že to vytvoří objekt, který je velmi špatně identifikovatelný. Stejně tak to může být neobvyklý západ Slunce a nebe může být jinak osvětlené. Tyto objekty mohou vytvořit i různé přírodní jevy, od tornád až po polární záři, vše v neobvyklém nasvícení, či v jiných situacích, které lidé ani nemusí zatím znát (Sagan, 2015). Stejně tak to ale nemusí být způsobené přírodou, může to být špatně vyfocený snímek, psychické poruchy pozorovatele, či falešná zpráva za účelem zisku, ale také utajené letadla, vzducholodě a jiné. Tímto odkazují na neexistenci mimozemských civilizací tak, že doposud byla většina těchto jevů objasněna a žádný z těchto jevů nepůsobí jako důkaz existence mimozemské civilizace (Aversa, 2017).

Mnoho argumentů, které shrnují jeden z návrhů na řešení Fermiho paradoxu, stojí za neexistencí mimozemských civilizací. Tyto argumenty by se daly shrnout do dvou slov a tím jsou složitost a vzácnost. Odkazuje to na náhodu, kterou život na naší planetě vznikl, a na to, že takové náhody se nedějí dvakrát, natož víckrát.

Mimozemské civilizace existují, ale dosud s nimi nebyl navázaný žádný kontakt

Jako další návrh na řešení je to, že mimozemské civilizace existují, ale dosud s nimi nebyl navázaný žádný kontakt. K tomuto návrhu se přiklání spousta vědců, kteří vycházejí z principu průměrnosti, z anglického „Mediocrity principle“ (Webb, 2002). Jak už ze slova průměrnost

v názvu tohoto principu vyplývá, jde o to, že naše Země je průměrná. To by znamenalo, že není ničím neobvyklá a vzácná, je průměrná, je stejná jako několik desítek dalších, na kterých se život mohl vyvinout úplně stejně, jako zde. Mimosvětový život by vycházející z toho výroku měl obvykle vznikat všude ve vesmíru. „Lidská rasa je jen chemická spodina na planetě střední velikosti obíhající kolem velmi průměrné hvězdy ve vnějším prostředí jedné ze sta miliard galaxií“ řekl Stephen Hawking jeden z nejvýznamnějších fyziků z celého světa, a tímto výrokiem se k principu průměrnosti přiklonil. Nicméně existují vysvětlení, proč když v celém vesmíru nejsme sami, proč jsme nikdy nebyli žádnou mimozemskou civilizací kontaktováni a proč s žádnou nekomunikujeme.

Tento návrh na řešení Fermiho paradoxu se dá také rozdělit na hlavní podskupiny. Tou první je, že jsou mimozemské civilizace velmi vzácné, ale existují, a proto jsme je ještě v obrovském vesmíru neobjevili. Tou druhou je, že mimozemské civilizace vzácné nejsou, jsou naprosto obvyklé, ale my je kvůli nějakému důvodu nemůžeme objevit a detekovat. Pod tyto podskupiny můžeme dále řadit další návrhy na řešení, které podporují teorii o existenci mimozemských civilizací. Tou další, stejně jako v předchozí podskupině návrhů a důvodů, mimozemské civilizace nejsou vzácné, ale nerozpoznáme je. Nerozpoznáme, zda daný organismus je inteligentní a rozvíjí se (Arthur, 2016). Některé jednotlivé návrhy, které by se daly zařadit do těchto podskupin, popisují v této práci níže.

Jedním z konkrétních důvodů by mohla být obrovská vzdálenost mezi jednotlivými objekty ve vesmíru (Webb, 2002). Pro příklad jsem si vybrala jednu z vhodných, nejbližších a nejznámějších exoplanet – Proxima Centauri b (NASA, 2020c). Tato extrasolární planeta se nachází v obyvatelné zóně hvězdy Proxima Centauri, okolo které Proxima Centauri b obíhá. Hvězda Proxima Centauri je nejbližší hvězda Slunci. Vybrala jsem si tedy pro příklad nám nejbližší, prozatím, možný objekt, který byl objeven v roce 2016 Mikko Tuomim, finským astronomem. Vybrala jsem ji i proto, protože je Zemi velice podobná. Hmotností je jen o čtvrtinu větší a poloměrem je větší jen nepatrně. Odlišnost od Země je doba oběhu okolo své mateřské hvězdy. Jak víme, Zemi to trvá 365,2 dní, této exoplanetě to trvá 11,2 dní. Nachází se 4,2 světelné roky od Země (NASA, 2020f). To je v přepočtu 42 bilionů kilometrů. Zkusme si představit, že na Proximu Centauri b vyšleme sondu, jednu z nejrychlejších, kterou lidstvo doposud vyvinulo. Její název je New Horizons a její rychlost je přibližně 58 000 km za hodinu. Tato sonda je původně určená k prozkoumání trpasličí planety Pluto (NASA, 2019). Já si ji nyní představím, jak je vyslaná k nejbližší exoplanetě, je totiž považovaná za jeden

z nejrychlejších objektů vytvořený lidmi. Počítáme s tím, že sonda letí celou cestu stejně rychle. Potom by na Proximu Centauri b doletěla za 724 137 931 hodin, což je v přepočtu 30 172 414 dní a 82 664 let. Stephen Webb ve své knize „Where is everybody“ uvádí podobné výpočty s použitím vesmírné sondy s názvem Voyager 1 (Webb, 2002), která se pohybuje ještě o něco málo rychleji než New Horizons. Kdybychom takové sondy vyslali na mnohem vzdálenější vhodné planety pro život, mohlo by se také stát, že námi vyslaná sonda již nic nezachytí, protože zdejší mimozemská civilizace už bude po zániku. Pro příklad si můžeme uvést exoplanetu Kepler-422b, jednu z těch nejvhodnějších planet, u které se vědci domnívají, že je až extrémně podobná Zemi (NASA, 2020e). Je ale od Země vzdálená téměř 1 292 světelných let. Tam by New Horizons dolétlo za 22 275 862 069 hodin, což je v přepočtu 928 160 920 dní a to je 2 542 906 let, tím docházíme k závěru, že cestování ve vesmíru je prakticky skoro až nemožné.

Stále se ale bavíme o exoplanetě, která je nám nejbližší, Proxima Centauri b. Jako další příklad si můžeme představit něco rychlejšího. Z naší planety vyšleme signál, jehož rychlost se bude téměř rovnat rychlosti světla. Takový signál tedy urazí 1 079 252 848 kilometrů za hodinu (rychlost signálu = rychlost světla) (Králová, 2020). Letěl by tam 38 900 hodin, to je v přepočtu 1 620 dní a v přepočtu na roky je to skoro 4 a půl let. Jen pro srovnání uvádím, že sluneční paprsek doletí na Zem za 8 minut (Wikipedia, 2020b). Tento příklad může sloužit pouze pro představu té vzdálenosti. Aby to takhle mohlo proběhnout, bylo by potřeba splnit velké množství podmínek. Jednou z těch nejdůležitějších je vyspělost mimozemské civilizace, museli by mít podobné technologie, aby ten signál byl vůbec jimi zachycený.

Tímto se dostáváme k dalšímu možnému důvodu, proč jsme doposud s žádnou mimozemskou civilizací nenavázali kontakt. Nedostatečná vyspělost mimozemské civilizace a absence technologií pro mezihvězdnou komunikaci, či naopak - absence technologií na Zemi (Webb, 2002). Komunikace nemůže probíhat pouze jednostranně, tudíž by mimozemská civilizace, se kterou bude lidstvo komunikovat, musela mít příslušné technologie, velmi podobné těm našim. Dalším důvodem by totiž mohlo být, že používají jiné technologie k dorozumívání, než používáme my. Proto by mimozemská civilizace nezachytila náš signál a my ten jejich. Způsob komunikace může být různý. Kdyby vyslali jakýkoliv signál směrem k Zemi, může se stát, že ho lidstvo nezachytí. Může se jednat o signál, který známe, jako je elektromagnetický, mechanický, gravitační, elektrický či pomocí kódů nebo dat anebo jiných. Pokud by mimozemská civilizace opravdu využívala elektromagnetický signál ke komunikaci, potom by vysílali rádiové vlny, které by mohli být o různých vlnových délkách (Oswalt, 2012). Rádiové

vlny by u nás zachytili radioteleskopy, které slouží k zachycování rádiových vln v podobě dat a informací z vesmíru od družic a vesmírných sond (Oswalt, 2012). Je zde ale více elektromagnetických signálů s různými frekvencemi, mohlo by jít o infračervené záření, o lidmi viditelnou část spektra – světlo, o ultrafialové záření, rentgenové záření, gama záření či jiné. Je tedy otázkou, který z těchto signálů by pro komunikaci daná mimozemská civilizace využívala. Podrobně se tímto problémem zabývá projekt SETI, který se snaží hledat mimozemské civilizace pomocí rádiové komunikace (SETI, 2020b). Zde ale může nastat další problém, SETI sbírá data už několik desítek let, mohlo se také stát, že signál od mimozemské civilizace zachytila, ale my jsme ho nerozpoznali a tak s ním nic nedělali a dopodrobna ho nezkoumali. Nicméně se vůbec o takový typ signálu jednat nemusí. Mimozemská civilizace může být na vyspělejší úrovni a mít k dispozici technologie a prostředky, které jsme my prozatím neobjevili a snažit se komunikovat pomocí nich.

Komunikace, jak zmiňuji výše, musí být oboustranná. Proto další návrh, proč bychom my s nimi nemohli navázat komunikaci, je jejich nezáměr o naši existenci. Zacházíme do teorií, ve kterých se cizí mimozemská civilizace o jiné civilizace nezajímá, a to ať už o nich ví, či neví. Mohou to brát jako ztrátu času, ztrátu čehokoliv pro jejich životy cenného, či prostě nechtějí navazovat kontakty s kýmkoliv jiným. (Arthur, 2016). Kdyby zde zájem o komunikaci byl, mimozemské civilizace by mohly projevovat zájem skrz mezihvězdné cesty, vysíláním signálů, či jinak, co nám může být neznámé. Vysílání signálů jsem popisovala výše, ale když jde o mezihvězdné cesty a cestování vesmírem, jsou zde další možné mínusy. Může to být pro cizí civilizace příliš finančně nákladné, může to být časové velmi náročné, může to pro ně být i nebezpečné anebo to nemusí být vůbec v jejich podmínkách pro život fyzikálně možné (Parsons, 2020). Takto popsal mezihvězdné cestování Geoffrey Landis, americký letecký inženýr (Planetary, 2020). Tento nezáměr o komunikaci, či nezáměr o poznání jiné civilizace, jejich zvyků a podobně, se totiž nemusí projevovat pouze ve vesmírném prostoru, ale i na jejich mateřské planetě mezi jimi samotnými.

Ačkoliv je cestování vesmírem velmi obtížné, Ronald N. Bracewell, australský profesor elektrotechniky, navrhl sondu, která by hypoteticky byla schopná mezihvězdné cesty a komunikace s mimozemskými civilizacemi (Bracewell, 1960). Tato sonda je zatím pouze hypotetická a měla by pracovat s vysokou mírou umělé inteligence. Pokud bychom předpokládali, že mimozemské civilizace, které hledáme, jsou o krok před námi, sondy podobné této by již mohly mít vyvinuté. Pokud by lidstvo objevilo ve vesmíru jakýkoliv objekt, který

byl uměle vytvořený a nebyl vytvořený lidmi, je to velmi přesvědčující důkaz o existenci mimozemské civilizace (Webb, 2002). Zatím jsou toto ale pouhé spekulace a možné mimozemské civilizace mohou být na stejné úrovni jako my, ve fázi hypotetických sond pro mezihvězdné výpravy.

Dalším velmi spekulativním důvodem nenalezení mimozemských civilizací je to, že zkrátka hledáme špatně (Webb, 2002). Myslíme si, že mimozemská civilizace bude vypadat téměř stejně, bude na stejném základě, na stejných bázích, bude potřebovat to samé k životu, jako potřebujeme my. To znamená základní podmínky pro život každého člověka. Exoplanety se hledají na základě vlastností naší planety Země. Snažíme se najít planety, které budou totožné s tou naší a to se vším všudy. Snažíme se dodržet spektrální klasifikaci hvězd, okolo kterých daná exoplaneta obíhá, neboli to, aby se potenciální planety pro výskyt mimozemské civilizace vyskytovali v obyvatelné zóně. To je ale obyvatelná zóna, ve které by se mohl nejlépe vyskytovat náš život, ten lidský. Hledáme tedy exoplanety s našimi či maximálně podmínkami pro náš život. Nicméně je to pochopitelné, exoplanety se hledají podle určitých kritérií a předpokladů, bez nich by téměř každá planeta mohla být vhodnou a takovým způsobem bychom se nikam neposunuli. Může to tak být i z druhé strany, jde opět o spekulace, ale kdyby možná mimozemská civilizace hledala zase své podmínky pro život a ty by se výrazně lišily od těch našich, nejspíš bychom se nikdy nenašli.

Lidstvo se snaží najít důvody, proč jsme s mimozemskou civilizací nepřišli do styku a nejsme s nimi v kontaktu, prošli jsme ty nejvíce pravděpodobné a nejvíce probírané důvody, ale žádný z nich není dosud potvrzený. Jde tedy stále spíše o spekulativní důvody a vysvětlení naší nekomunikace s potenciálně existující mimozemskou civilizací.

Mimozemské civilizace existují a část naší civilizace s nimi komunikuje, či jsou zde mezi námi na Zemi

Posledním návrhem na řešení Fermiho paradoxu je takový, že mimozemské civilizace existují, ale už došlo ke kontaktu a to tak, že část lidstva s nimi komunikuje, komunikovalo anebo se vyskytují mezi námi na naší mateřské planetě. Zde už se pohybujeme mezi teoriemi, kterým většina lidí ani nedokáže věřit a jde spíše o konspirační teorie. Když se řekne slovo konspirační, myslí se tím teorie, které většinou nejsou ničím podložené a jsou smyšlené, ovšem to ale úplně nevyvracuje jejich pravdivost.

Pod tento návrh na řešení spadá například Oblast 51, vojenská základna a výzkumné centrum leteckých sil ve Spojených státech Amerických ve státě Nevada (National Geography, 2020). Mezi ty nejznámější konspirační teorie patří to, že zde probíhají utajovaná setkání pozemšťanů s mimozemšťany. Tyto schůzky by mohly podle teorií probíhat v podzemních prostorech právě pod zmiňovanou Oblastí 51 (Hodap, 2008). Nicméně není ani potvrzené, že takové prostory se zde objevují.

Když Enrico Fermi položil otázku, kde se mimozemské civilizace nacházejí, mezi prvními odpověďmi byla odpověď Lea Szilárda, amerického fyzika, který odpověděl „jsou zde a říkají si Maďaři“. S touto teorií se pojí příběh o tom, že před několika miliony lety, kdy mimozemšťané opustili vlastní planetu a přicestovali na Zemi, usídlili se právě v dnešním Maďarsku. Tato teorie jde podložit faktem, jako je například jejich jazyk, který vůbec nesouvisí s žádným sousedským jazykem (Webb, 2002).

Také ale existují teorie o tom, že zde mimozemské civilizace byli a že zde nechali pouze důkazy o jejich přítomnosti zde. Mezi nejslavnější události a možné důkazy o jejich přítomnosti zde patří tunguzská exploze z roku 1908. Nejdříve si vědci mysleli, že šlo o pád asteroidu, avšak v oblasti nenašli žádné zbytky, které by po pádu asteroidu zde byly. Dále se rozvinula teorie, že mohlo jít o jaderný výbuch čehosi, avšak se zde nenašli žádné stopy radioaktivity. Mohlo jít také o přírodní jevy, jako například explozi nashromážděného zemního plynu, avšak i k tomu se vztahuje spousta nesrovnalostí. Nyní je tato událost spíše klasifikovaná jako pád kamenného meteoritu, který explodoval už v atmosféře a tím se rozdrobil, ale ani pro to nemají vědci jasné důkazy (Hrnčířová, 2017) (Webb, 2002). Takovýchto událostí s neobjasněnou příčinou se odehrálo na Zemi v historii vícekrát. Nemusíme nikam daleko, abychom našli další, avšak již vyvrácenou, teorii, která se týká naší družice – Měsíce. Vidíme pouze jednu stranu Měsíce a to kvůli jeho vázané rotaci, to znamená, že se Měsíc otočí okolo své osy za stejnou dobu, za kterou oběhne okolo Země. Nikdy tedy nevidíme odvrácenou stranu měsíce (Astronomia, 2020). Teorie o tom, že snad zde by se mohla vyskytovat mimozemská civilizace, byla vyvrácená, když se v minulém století zmapoval celý měsíční povrch (NASA, 2017).

Mezi další návrhy na řešení patří hypotéza zoo, kterou navrhl John Ball v roce 1973. Jeho teorii pak ještě podpořil a rozšířil Martyn Fogg. Lidé vytvářejí zoologické zahrady a rezervace proto, aby se daný druh organismu v této rezervaci mohl dále přirozeně vyvíjet. Argumentují tím, že velmi vyspělá mimozemská civilizace zařídila takovou rezervaci i pro lidstvo a že v takové

rezervaci právě žijeme (Webb, 2002). Podobným návrhem je i simulační teorie, aneb že všechno okolo nás a i my samotní jsme součástí jakési virtuální reality a jsme něčím nebo někým simulováni (Davies, 2006). S touto teorií velmi úzce souvisí i náboženství. Například křesťanství, kde křesťané věří v existence Boha, stvořitele všeho, věří také, že právě Bůh vede jejich kroky a jejich život.

Některé z těchto teorií znali lidé již před několika staletími a některé vznikají nově a nově. Jak už jsem ale výše zmiňovala, jedná se spíše o teorie konspirační, ale to z nich nedělá zcela nepravdivé a nemožné.

Drakeova rovnice

Neodmyslitelnou částí mé práce o mimozemských civilizacích je velmi slavná rovnice, Drakeova rovnice. Jejím tvůrcem je celým jménem Frank Donald Drake, americký astronom a astrofyzik a profesor astrofyziky na těch nejprestižnějších světových univerzitách (SETI, 2020a). Rovnici zformuloval v 60. letech minulého století. Tento matematický vzorec by měl vyjadřovat, kolik komunikace schopných mimozemských civilizací se v galaxii Mléčné dráhy v jednom okamžiku vyskytuje. Tato rovnice vypadá následovně:

$$A = N_{ast} \times f_{bt}$$

Kde A je výsledek rovnice, který by tedy měl být počet technologicky vyspělých druhů, které se vyvinuly a vyvíjejí ve vesmíru, který je námi pozorovatelný. N_{ast} představuje počet planet, na kterých by život mohl být, tzv. obyvatelné planety, a to právě v daném úseku vesmíru, námi pozorovatelným. f_{bt} zde představuje, jak velká je pravděpodobnost, že na jedné z těchto planet vznikne druh, který bude technologický vyspělý (Sierra, 2016). Celou rovnici potom rozepisujeme následovně, podle vzorců:

$$N_{ast} = R_* \times f_p \times n_e ; f_{bt} = f_e \times f_i \times f_c \text{ (Sierra, 2016)}$$

$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_e \times f_i \times f_c \times L \text{ (NASA, 2020a)}$$

Jiné značení parametrů:

$$N = N_s \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times f_L \text{ (Maccone, 2012)}$$

Uvádím zde více příkladů, jak může být rovnice zapsána, protože rovnici můžeme uvést s jiným značením a tyto dvě značení parametrů se vyskytují nejčastěji. Výsledkem této rovnice, neboli N , by měl být předpokládaný počet komunikace schopných mimozemských civilizací nacházejících se v galaxii Mléčné dráhy. Na pravé straně rovnice je dále sedm parametrů. Všechny parametry, které začínají písmenem f , mají vždy hodnotu v rozmezí od 0 do 1, což můžeme chápat jako 0% - 100%. Parametr R_* , v druhém případě N_s , zde zastupuje průměrnou rychlost vzniku hvězd vhodných pro vývoj inteligentního života v galaxii Mléčné dráhy za jeden rok (Sierra, 2016). Známou hodnotou pro tento faktor je 10. To znamená, že vzniká 10 hvězd vhodných pro rozvoj inteligentního života za jeden rok. f_p představuje všechny hvězdy, které z těch přechozích, mají planetární systémy. Hodnota je 0,5. Aneb jedna pětina všech vytvořených planet je jak vhodná pro vznik inteligentního mimozemského života, tak má i planetární systém a tím i možná planetu, na které by se tento život mohl vyvíjet. Dalším je n_e , počet planet z předchozích, které mají vhodné prostředí pro život. Udávanou hodnotou pro n_e je 2. To znamená, že hvězda s planetárním systémem bude mít ve svém systému celkem 2 planety, které budou mít vhodné prostředí pro vznik života. Dalším je f_e , či f_l , to je počet planet z přechozích, na kterých se život skutečně vyvinul a vyvíjí. Uznávanou hodnotou pro tento faktor je 1, neboli předpokládáme, že na všech planetách s vhodnými podmínkami pro vznik života (viz. Předchozí faktor), život opravdu vznikne. Faktor f_i představuje počet planet z předchozích, na kterých se vyvinul život v inteligentní podobě. U tohoto faktoru víme pouze o naší civilizaci, hodnoty se pohybují od 10^{-7} do 1, uznávanou přesnou hodnotou je 0,01. 0,01 znamená, že jedna setina ze všech planet nesoucí život, ponese život v inteligentní podobě. Posledním faktorem nesoucí f je f_c , které představuje počet planet z předchozích, které jsou schopné vyvíjet technologie, kterou by dali jakýkoliv signál o jejich existenci a tím tak byli schopné mezihvězdné komunikace. Opět se udává hodnota 0,01, což znamená, že pouze jedna setina z té předchozí jedné setiny je schopná mezihvězdné komunikace. Celkově posledním faktorem je L , který odhaduje délku existence inteligentních mimozemských civilizací schopných mezihvězdné komunikace a tím i odhad délky jejich schopnosti této mezihvězdné komunikace. Zde se hodnoty mohou pohybovat od 100 do 1 000 000 000 let. Udávanou hodnotou pro tento faktor je 10 000 let (Encyclopedia Britannica, 2021) (NASA, 2020a). Rovnice po dosazení číselných hodnot:

$$N = 10 \times 0,5 \times 2 \times 1 \times 0,01 \times 0,01 \times 10\ 000$$

Po dosazení těchto veřejně udávaných číselných hodnot do rovnice se $N = 10$. K takovému číslu došel i tvůrce této rovnice, Frank Drake. Avšak výsledky se mohou lišit v řádech několika nul, hodnoty, které se mohou do parametrů dosadit, se mohou lišit a mají velkou rozsahovou škálu. Veškeré parametry zde a jejich hodnoty mají však smysl a jsou odvozené z faktů a dalších složitých rovnic (Williams, 2017)(Howell, 2018).

Závěr

V jednotlivých kapitolách mé středoškolské odborné činnosti se zabývám těmi nejdůležitějšími tématy z oblasti mimozemských civilizací. Přibližuji zde Fermiho paradox a Drakeovu rovnici. Fermiho paradox popisuje vzájemný odpor mezi dvěma fakty. Je velmi vysoká pravděpodobnost, že mimozemské civilizace existují, ale neexistuje žádný potvrzující důkaz, že tomu tak je. Existují však tři hlavní návrhy na řešení a dále další argumenty spadající pod tyto skupiny. Neodmyslitelnou součástí mimozemských civilizací je Drakeova rovnice, jejíž výsledek udává počet mimozemských civilizací, schopných komunikace, v galaxii Mléčné dráze. Samotný Frank Drake se dopočítal k číslu 10. Je to velmi složitá rovnice, ale v mé práci se snažím ji přiblížit a popsat podrobněji.

Je velmi těžké určit, jestli mimozemské civilizace existují bez potvrzujícího důkazu. Lidé zabývající se tímto problémem se snaží najít cokoli malého, co by je a nás jako lidstvo posunulo dál. Spoustu toho již mají a není to pouze Fermiho paradox, či Drakeova rovnice. Jsou to další poznatky, fakty, rovnice a další materiály, které zde všechny nepopisuji. Celé toto téma je velmi sporné a každý člověk má na tuto problematiku jiný názor.

Má práce je užitečná pro ty, kteří se chtějí o toto téma zajímat, ale neví, kde najít shrnutí toho nejdůležitějšího. Tato práce slouží jako úvodní materiál pro zájemce o mimozemské civilizace.

Seznam použité literatury, zdroje

AB, N. M. (2020) *The Nobel Prize in Physics 1938*. Available at: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1938/summary/>.

Aldebaran (2020) 'Země-Měsíc'. Available at: <https://www.aldebaran.cz/astrofyzika/sunsystem/zeme.php>.

Arthur, I. (2016) *The Fermi paradox compendium*. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=rDPj5zI66LA>.

Astronomia (2020) 'Librace měsíce', *Astronomia*. Available at: <http://astronomia.zcu.cz/planety/zeme/1962-librace-mesice>.

Attenborough, D. (2009) *Charles Darwin and the Tree of Life*. Available at: <https://www.bbc.co.uk/programmes/b00hd5mf>.

Aversa, R. (2017) 'What is a UFO?', *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology*, p. 11. Available at: <https://ssrn.com/abstract=3073997>.

Bracewell, R. N. (1960) *Communications from Superior Galactic Communities*. New York. doi: 10.1038/186670a0.

Brennan, P. (2019) *Our Milky Way Galaxy: How Big is Space?*, NASA. Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/blog/1563/our-milky-way-galaxy-how-big-is-space/>.

Condon, E. U. (1969) 'Scientific study of unidentified flying objects'. doi: 1969ssuf.book....C.

ČT24 (2018) 'Lidstvo tvoří 0,01 procenta života na Zemi. Stihlo už vyhubit 83 procent divokých zvířat', May. Available at: <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2486599-lidstvo-tvori-001-procenta-zivota-na-zemi-stihlo-uz-vyhubit-83-procent-divokych-zvirat>.

Davies, P. (2006) *Cosmic Jackpot*. Velká Británie: Penguin Group.

Encyclopedia Britannica (2021) 'Drake equation', *Encyclopedia Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/Drake-equation>.

Eriugena, J. S. (867) *De Divisione naturae*.

ESA (2020) ‘How many stars are there in the Universe?’, *ESA*. Available at: https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Herschel/How_many_stars_are_there_in_the_Universe.

Freitas, R. A. (1985) ‘There is no Fermi Paradox’, *Icarus*, 62(3), pp. 518–520. doi: 10.1016/0019-1035(85)90192-7.

Goldsmith, L. A. (2006) ‘How big is the universe?’, *Journal of Investigative Dermatology*, 126(2), p. 235. doi: 10.1038/sj.jid.5700145.

Gray, R. H. (2015) ‘The Fermi Paradox Is Neither Fermi’s Nor a Paradox’, *Astrobiology*, 15(3), pp. 195–199. doi: 10.1089/ast.2014.1247.

Greshko, M. (2019) ‘Galaxies, explained’, *National Geographic*. Available at: <https://www.nationalgeographic.com/science/space/universe/galaxies/>.

Grün, M. (2012) ‘Vzkaz pro mimozemšťany’. Available at: https://www.idnes.cz/technet/vesmir/vzkazy-pro-mimozemstany-voyager-pioneer.A120905_163553_tec_vesmir_mla.

Haqq-Misra, J. D. and Baum, S. D. (2009) ‘The sustainability solution to the Fermi Paradox’, *JBIS - Journal of the British Interplanetary Society*, 62(2), pp. 47–51.

Harvard-Smithsonian center (2018) ‘No Title’. Available at: <https://www.astro.cz/clanky/vzdaleny-vesmir/rozpinani-vesmiru-zmereno-s-doposud-nejvetsi-presnosti.html>.

Hille, K. (2017) *Hubble Reveals Observable Universe Contains 10 Times More Galaxies Than Previously Thought*, NASA. Available at: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/hubble-reveals-observable-universe-contains-10-times-more-galaxies-than-previously-thought>.

Hodap, C. and A. von K. (2008) *Conspiracy theories and secret societies for dummies*. Available at: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=OCa9BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=area+51+conspiracy&ots=K2-U2lDci0&sig=gkMDgjspgxsGYL5erNhPI54SHUQ&redir_esc=y#v=onepage&q=area+51+conspiracy&f=false.

Hoffmann, E. (2017) *Vesmír v kostce*, NGV. NGV.

Howell, E. (2018) *Drake equation*, *Space*. Available at: <https://www.space.com/25219-drake-equation.html>.

Hrnčířová, V. (2017) ‘Tunguzská exploze’, *100+1*. Available at: <https://www.stoplusjednicka.cz/stoleta-zahada-tunguzske-katastrofy>.

Joseph, R. D. (2011) ‘How Old is the Universe?, by David A. Weintraub’, *Contemporary Physics*, pp. 631–632. doi: 10.1080/00107514.2011.610515.

Králová, M. (2020) *Rychlost světla*, *EduTechmania*. Available at: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/svetlo/rychlost-svetla>.

Maccone, C. (2012) *Mathematical SETI: Statistics, signal processing, space missions*, *Mathematical SETI: Statistics, Signal Processing, Space Missions*. doi: 10.1007/978-3-642-27437-4.

Martinek, F. (2013) *Slunce, obyvatelná zóna a vývoj Země*. Available at: <https://www.astro.cz/clanky/slunecni-soustava/slunce-obyvatelna-zona-a-vyvoj-zeme.html>.

Mensa, Č. (2008) ‘Intelligence a její měření’. Available at: https://casopis.mensa.cz/veda/intelligence_a_jeji_mereni.html.

NASA (2017) ‘The other side of Moon’, *NASA*. Available at: <https://moon.nasa.gov/resources/83/the-moon-from-the-other-side/>.

NASA (2019) ‘New Horizons’. Available at: https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/main/index.html.

NASA (2020a) ‘Drake equation’, *NASA*. Available at: <https://www.seti.org/drake-equation-index>.

NASA (2020b) ‘Exoplanets’. Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/discovery/missions/#first-planetary-disk-observed>.

NASA (2020c) *Exoplanets, 2020*. Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/>.

NASA (2020d) ‘How many exoplanets are discovered?’, *NASA* (13.11.2020). Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/discovery/discoveries-dashboard/>.

NASA (2020e) ‘Kepler-422 b’. Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/exoplanet-catalog/4898/kepler-422-b/>.

NASA (2020f) ‘Proxima Centauri b’, *NASA*. Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/exoplanet-catalog/7167/proxima-centauri-b/>.

National Geography (2020) *Area 51, National Geographic*.

Oswalt, D. T. D. (2012) *Planets, Stars and Stellar systems*. Edited by I. S. McLean.

Parsons, P. (2020) ‘Space travel’, *Space focus*. Available at: <https://www.sciencefocus.com/space/space-travel-exploration/>.

Planetary (2020) ‘Geoffrey Landis’, *Planetary society*. Available at: <https://www.planetary.org/profiles/geoffrey-landis>.

Publishing, F. (2018) ‘Book of space’. Future publishing limited.

Sagan, C. (2015) ‘Unidentified flying objects’, *Bulletin of the Atomic Scientists*, pp. 43–44. doi: 10.1080/00963402.1967.11455092.

SETI (2020a) ‘Frank Drake’, *NASA*. Available at: <https://www.seti.org/frank-drake>.

SETI (2020b) *NASA SETI, NASA*. Available at: <https://www.seti.org/>.

Sierra, L. (2016) ‘Are we alone in the universe? revisiting the Drake equation’, *NASA*. Available at: <https://exoplanets.nasa.gov/news/1350/are-we-alone-in-the-universe-revisiting-the-drake-equation/>.

Space (2013) *100 Billion Alien Planets Fill Our Milky Way Galaxy: Study, Space.com*. Available at: <https://www.space.com/19103-milky-way-100-billion-planets.html>.

Stöckl, P. (2011) ‘VESMÍR JE VĚTŠÍ, NEŽ SE ZDÁ’, *National Geographic*. Available at: <https://www.national-geographic.cz/clanky/vesmir-je-vetsi.html>.

Svršek, J. (2020) *Frank J. Tipler a jeho fyzika nesmrtelnosti*. Available at:

<http://natura.baf.cz/natura/2001/5/20010504.html>.

Webb, S. (2002) *Where is everybody?*

Wikipedia (2020a) *Slapová síla*. Available at: https://cs.wikipedia.org/wiki/Slapová_síla.

Wikipedia (2020b) *Slunce*. Available at: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Slunce>.

Wikipedia (2020c) *Sluneční soustava*, *Wikipedia*. Available at: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sluneční_soustava (Accessed: 12 November 2020).

Wikipedia (2020d) *Vesmír*. Available at: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Vesmír> (Accessed: 11 November 2020).

Williams, M. (2017) *Drake equation*. Available at: <https://www.universetoday.com/39966/drake-equation-1/>.