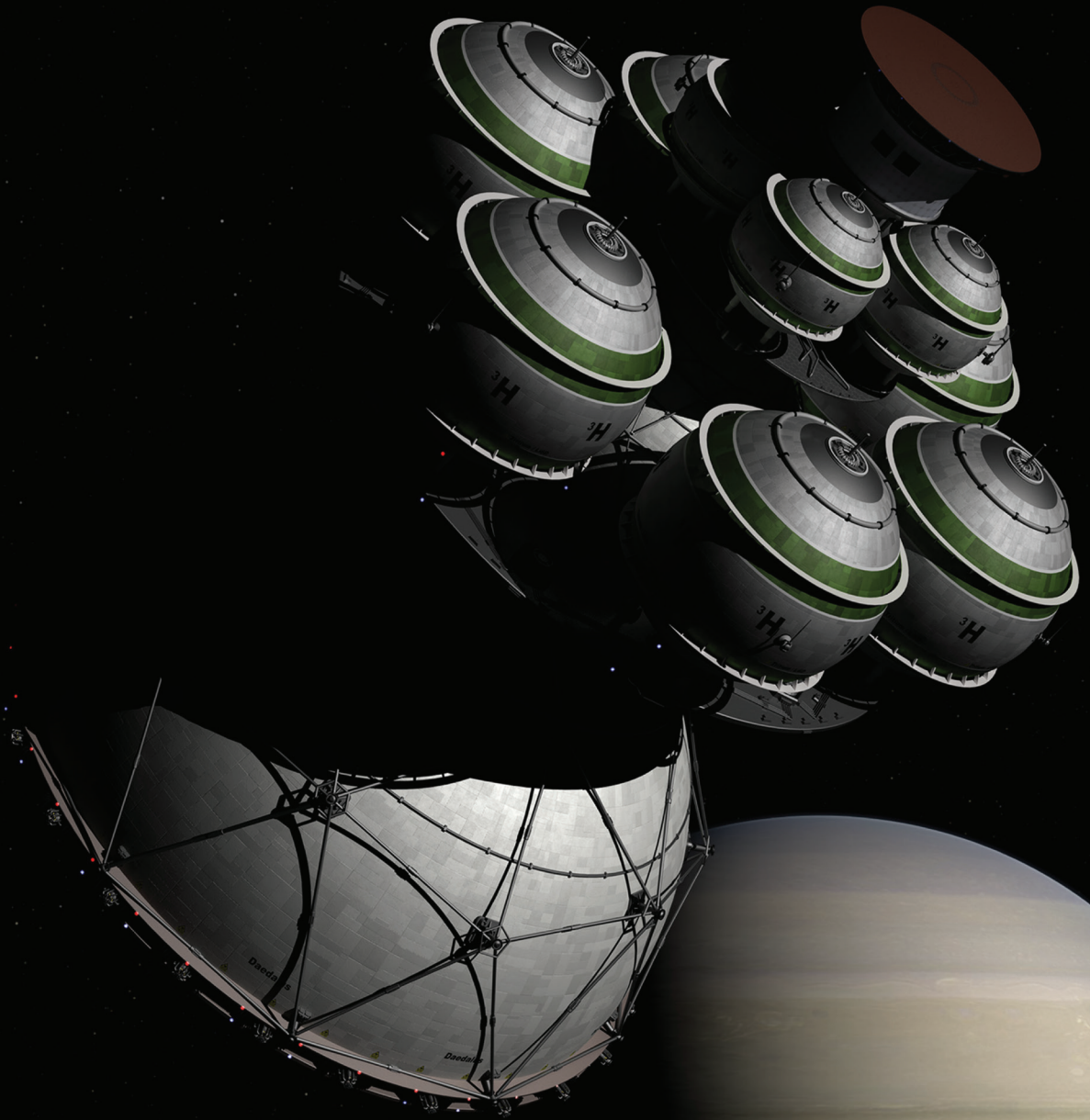


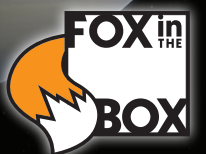
HIGH FRONTIER

4 | PHIL EKLUND



MODUL 1: TERAWATT

PHIL EKLUND & JEFFREY CHAMBERLAIN



1A. Modul 1

Tento modul nazvaný **Terawatt** přidává do hry dva nové balíčky karet patentů: **nákladní lodě (1B)** a **GW pohony (1C)**. Nákladní lodě jsou novým typem karty patentu a umožňují vám přepravit cenné zboží z továren zpět na LEO. GW pohony jsou výkonnější a účinnější verzí MW pohonů ze základní hry; umožňují vašim kosmickým lodím dostat se jednodušeji k vnějším planetám. Tento modul do hry přináší také vize – speciální herní cíle, za jejichž splnění získáte dodatečné vítězné body.

a. Ilustrace na obálce, kterou má na svědomí Nick Stevens, znázorňuje dvoustupňovou vesmírnou loď *Daidalos* navrženou Britskou meziplanetární společností. Její provozní hmotnost by ve hře byla rovna 1350 a její suchá hmotnost 100. Výkon prvního stupně činí 40 TW.

AKTUALIZACE PRAVIDEL:
Nadále se budeme snažit udržovat pravidla ke hře High Frontier aktualizovaná. Změny budou vyznačeny **žlutým zvýrazněním textu**.

1A1. Komponenty Modulu 1

1 příručka pravidel

5 rozšíření k deskám hráčů

5 velkých dřevěných kostek (v barvách hráčů) představujících nákladní lodě

30 zlatých plastových korálků představujících izotopové palivo

10 dřevěných hvězd pro hru s vizemi

8 dřevěných hranolů představujících kosmické výtahy

7 karet GW pohonů

7 karet nákladních lodí

1A2. Příprava hry s Modulem 1

Příprava hry probíhá klasicky podle **Základních pravidel (C)** s výjimkou toho, že v rámci přípravy **balíčků karet patentů (C4)** je potřeba připravit také karty nákladních lodí a GW pohonů, které tvoří dva balíčky karet patentů navíc – připravují se otočené černou stranou nahoru. Každý hráč také dostane velkou dřevěnou kostku své barvy: figurku své nákladní lodi.

a. Karty nákladních lodí a GW pohonů mají jednu stranu černou a druhou fialovou. Tyto karty se nacházejí ve dvou samostatných balíčcích – balíček karet **nákladních lodí** a balíček karet **GW pohonů**. Návrh konstrukce patentů probíhá stejně jako u ostatních karet, do hry však mohou vstoupit pouze prostřednictvím Výroby mimo Zemi.

b. Vyberte délku hry. Během kroku **Disky slunečního cyklu (C1)** položte na desku slunečního cyklu disky.

Jejich počet závisí na požadované délce hry: **krátká hra** (4 disky pro 48 let, stejná jako základní hra), **středně dlouhá** (5 disků pro 60 let), nebo **vize** (7 disků pro 84 let, povinná délka, pokud hrajete s vizemi **1D**).

c. Rychlý start. Domluvte se, zda použijete variantu **Rychlý start (V1)** – doporučujeme ji pro hru o délce 60 (a více) let a pro hru více než tři hráčů.

d. Žetony provozní hmotnosti navíc. Každý hráč si přidá do své zásoby jeden žeton provozní hmotnosti (šedá/zlatá strana) navíc.

1A3. Průběh jednoho roku při hře s Modulem 1

Oproti základní hře (**D**) se nemění. V základní hře však každý hráč mohl mít pouze jednu sestavu vesmírného plavidla – kosmickou loď. V Modulem 1 lze mít plavidla dvě: kosmickou loď (poháněnou MW nebo nově GW či TW pohonem) a nákladní loď. Pokud navíc svou nákladní loď **Vylepšíte (1A5)**, ze všech vašich kostek se stanou vesmírná plavidla zvaná mobilní továrny (přebírají vlastnosti nákladní lodi). Každým z těchto plavidel smíte v libovolném pořadí pohnout jednou za svůj tah (kromě toho můžete klasicky provést jednu operaci a libovolný počet volných akcí).¹

1A4. Omezení počtu karet nákladních lodí a GW pohonů

Můžete vlastnit pouze jednu kartu nákladní lodi a jednu kartu GW pohonu. Pokud již kartu daného druhu máte v ruce, nebo v některé ze svých sestav, nemůžete zahájit **Dražbu (12)** o druhou takovou kartu, ani se takové Dražby účastnit.²

PŘÍKLAD (1A3)

Jste na tahu. Provedete operaci (Dražba), poté pohnete svou velkou kostkou nákladní lodi, následně provedete volnou akci (vytvoříte pomocí této nákladní lodi základnu), poté pohnete svou kosmickou loď, a nakonec ještě svou mobilní továrnu.

PŘÍKLAD (1A4) **Máte GW pohon (Zubrinův jaderný motor), ale chcete získat jiný GW pohon, jemuž budete moci Doplnovat palivo na své orbitální stanici u lokace typu H. Kartu Vyřadíte, zahodíte z ruky a umístíte naspod balíčku karet GW pohonů. Odteď se opět můžete účastnit Dražby GW pohonů.**

¹ TERAWATT (TW) je bilion wattů. Kolik to je v lidském měřítku? Momentálně činí kombinovaný výkon všech elektráren na světě 15 TW, což je zhruba tolik, jako u jednoho terawattového pohonu ve hře. Raketové pohony jsou zhruba zhrouti energie.

² CESTOVÁNÍ MEZI TNO. Na rozdíl od meziplanetárních letů ve vnitřní Sluneční soustavě, které jsou značně ovlivňovány gravitací Slunce, je vliv naší mateřské hvězdy na pohyb mezi TNO (Trans-Neptunian Objects – transneptunická tělesa) nepodstatný. Taková tělesa obíhají Slunce natolik pomalu, že delta-v pro přelet mezi nimi představuje méně než jeden zážeh. Pro potřeby hry navíc předpokládáme, že se stále nacházejí na stejném místě. Transneptunická tělesa ve hře jsou od sebe navzájem vzdálena 20 au a většinou patří do Kuiperova pásu ve vzdálenosti cca 40 až 45 au od Slunce. Hra předpokládá, že se všechna momentálně nacházejí v malém výseku tohoto pásu, a to přímo za Neptunem směrem od Slunce. Řekněme, že vaše cesta začíná v barycentru Pluta a Charona a vašim cílem je další TNO, například Huya. Nejdříve proletíte 4 polí zážehu, což představuje zrychlení na přeletovou rychlost 10 km/s. Poté vás čeká 9 let dlouhá cesta, během které zastavíte na každém průsečíku Hohmannových elips. Každý z nich představuje uraženou vzdálenost odpovídající 2,4 au. Následující čtyři pole zážehu představují zpomalení pro vstup na nízkou oběžnou dráhu planetky Huya (LHO). Předpokládejme, že máte naspěch a zastavíte se pouze na 5 Hohmannových průsečících, což vám zabere 5 let cesty. K pohybu přes další 4 průsečky spálíte palivo odpovídající 2 zážehům za každý, dohromady s poli zážehů tedy 16 zážehů, což je dvakrát více než u devítileté cesty. Tímto způsobem je tedy realisticky simulována přeletová rychlost 20 km/s mezi Plutem a planetkou Huya. Pro cestu za Kuiperův pás a heliopauzu je vyžadována rychlost 25 km/s. Posledních 10 polí zážehů na mapě tedy představuje buďto zpomalení pro vstup na oběžnou dráhu Sedny, či na pole pro elektromagnetickou čoučku, nebo zrychlení a únik ze Sluneční soustavy do mezihvězdného prostoru exitem do Oortova oblaku.

otočenou na černou stranu pomocí **Výroby mimo Zemi (I8)** s ohledem na její **spektrální typ**.³ Karta nákladní lodě může být přidána do libovolné sestavy, nebo může jejím Vyrobením vzniknout nová sestava nákladní lodě.

- Sestavu nákladní lodě** lze vytvořit **Přesunem nákladu (G1)**, **Výrobou mimo Zemi (I8)**, nebo **prohozením sestav (G1e)**. Polohu lodě na mapě vyznačte velkou kostkou vaší barvy. Kartu nákladní lodě položte na místo pro sestavu nákladní lodě na desce hráče.
- Sestavy nákladních lodě** nepoužívají palivový diagram a pohybují se rychlostí jednoho zážehu za tah (plus průlety, postrčení a pasivní let). **Jejich minimální hmotnost je 1 (F2a, relevantní např. pro start acetylenového raketoplánu (H6c)).**
- Jako maximální zatížení** se označuje limit součtu hmotností kareť, které může sestava nákladní lodě převážet.
- Vylepšení.** Pokud **Vylepšíte (IA5)** svou nákladní lodě, ze všech vašich kostek továren se stanou nákladní lodě označované jako **mobilní továrny**. Také se tím odemkne více nákladní lodě (**1D**).
- Mobilní továrny.** Od chvíle, kdy Vylepšíte svou nákladní lodě, se všechny vaše kostky mohou pohybovat za stejných podmínek jako vaše Vylepšená nákladní lodě. Každá z nich (včetně velké kostky nákladní lodě) se (znovu) stane továrnou, jakmile přistane v lokaci s vaším nárokem. Ve svém tahu smíte v libovolném pořadí pohnout všemi kostkami.

1B1. Získání a výroba nákladní lodě

Kartu patentu nákladní lodě lze získat do ruky vítězstvím v **Dražbě (I2)**. Nezapomeňte při tom na limity kareť podle **1A4** a **12a**.

- Výroba.** Nákladní lodě smíte vyrobit pomocí **Výroby mimo Zemi (I8)** v lokaci s továrnou stejného spektrálního typu, jako má karta. Pokud karta nákladní lodě udává „libovolný“ (**lib.**) spektrální typ, jedná se o low-tech nákladní lodě, která může být Vyrobená v libovolné továrně, ale nemůže být **Prodána na trhu (I3b)**.

1B2. Větší kostka nákladní lodě

Jedna z kostek vaší barvy je větší (12 mm) než ostatní. Tuto kostku použijte pro označení místa, kde se právě nachází vaše **sestava nákladní lodě (1Ba)** – ta musí obsahovat kartu nákladní lodě. Karta nákladní lodě udává její hmotnost, radiační odolnost a maximální zatížení.

1B3. Náklad v sestavě nákladní lodě


Sestava nákladní lodě může jako volnou akci **Přesunout náklad (G1)**. Všimněte si, že se u nákladní lodě nesleduje provozní, ani suchá hmotnost. S ohledem na náklad musí být ale dodržována následující pravidla:

- Maximální zatížení.** Toto číslo na kartě nákladní lodě udává, jak velký může být součet hmotností kareť, jež smí tato nákladní lodě najednou převážet, vyjímaje hmotnost samotné karty nákladní lodě.
- Naložení pouze v továrně.** Do sestavy nákladní lodě s nápisem „Naložení pouze v továrně“ je možné přidávat karty pouze v lokaci s továrnou **nebo na Zakotvené orbitální stanici**. Vyložení kareť ze sestavy pomocí **Přesunu nákladu (G1)** je povoleno kdekoli podle běžných pravidel.

PŘÍKLAD (1B3b) **Váš Nafukovací solární ohřívavý kolektor (nákladní lodě) dopraví na LEO černou kartu; ta je následně Prodána na trhu. Samotná nákladní lodě nemůže být Prodána, protože má „libovolný“ spektrální typ. Není zde ani možné na ni Přesunout náklad (jiné karty) – na LEO není dostatek vody na to, aby nákladní lodě poskytla dostatečné množství paliva. Rozhodnete se tedy lodě Vyřadit.**

1B4. Pohyb sestavy nákladní lodě

U sestavy nákladní lodě se nesleduje stav paliva (a tato lodě ani palivo nespotebovává). Nepoužívá tedy palivový diagram a neplatí pro ni část **H Základních pravidel**. Sestava nákladní lodě může v každém tahu vstoupit na jedno pole zážehu a mimo to se libovolně pohybovat pasivním letem. Pokud je postrčena pomocí Powersatu, může vstoupit až na dvě pole zážehu, nebo provést jeden obrát. Nákladní lodě smí získat bonusové zážehy (např. pomocí **průletů, H8**). Karta nákladní lodě nesmí být použita či aktivována za jiným účelem, než je pohyb sestavy nákladní lodě. Pouze pro tuto sestavu navíc platí následující pravidla:

- Bonusové obraty.** Některé nákladní lodě (např. Z-pinch D-T⁶Li fúze, Plachetnice poháněná štěpnými fragmenty a HIIPER) mají k dispozici bonusové obraty, vyznačené symbolem baletky .
- Přistání/start.** Nákladní lodě smí vždy přistát na lokaci o velikosti 1 nebo z ní odstartovat. Může také využít **asistované přistání/start (H6c)** na větších lokacích (ale ne po trase vedoucí přes pole PSZ). Může využít také **brzdění o atmosféru (H6b)** a **start acetylenového raketoplánu (H6c)**.
- Nominální tah.** Sestava nákladní lodě má nominální tah roven 1. Pokud je postrčena Powersatem, má nominální tah roven 2. Toto je důležité pro pravidla týkající se radiačních pásů a Oberthova manévru u Slunce (s použitím základního tahu rovného 1). Nákladní lodě nejsou ovlivněny **podporami modifikujícími pohyb (J5d)**.
- Zákaz dvojpohybu.** Viz **H1b**.
- Vstup do radiačního pásu.** Viz **1B6e**.
- Vstup na pole rizik.** Nákladní lodě jsou ovlivněny **riziky (H7)**.

ČASTO OPOMÍJENO:

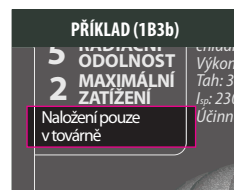
Do maximálního zatížení nespadá hmotnost samotné nákladní lodě. (1Bc)

ČASTO OPOMÍJENO:

Mobilní továrna, která se nenachází v lokaci s nárokem, není továrnou. Hráč tedy nezíská na konci hry body za cenu akcií továrny, ale získá vítězné body za zeton. (1Be)

ČASTO OPOMÍJENO:

Nákladní lodě s naložením pouze v továrně nejsou vhodné pro tělesa bez atmosféry o velikosti 6 či vyšší. Mohli by totiž odstartovat pouze jako náklad jiného vesmírného plavidla. (1B3b)



ČASTO OPOMÍJENO:

Bonusové obraty nemohou být přeměněny v zážehy ani palivo. (1B4a)

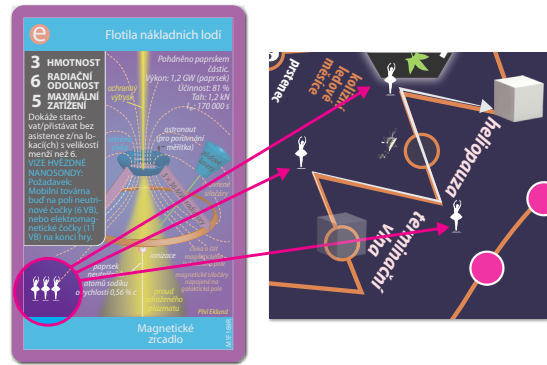
ČASTO OPOMÍJENO:

Nákladní lodě nejsou příliš užitečné na lokacích bez atmosféry o velikosti 6 a větší. Z takových lokací dokážou odstartovat pouze jako náklad jiného plavidla. (1B4b)

³ PARNÍ NÁKLADNÍ LODĚ. Pokud máte spoustu vody (například v mimozemské továrně), jak ji využijete nejlépe? Elektrolýzou pro výrobu paliva kyslíko-vodíkových raketových motorů? Nejlevnějším řešením je využití vody pro parní raketové motory s nízkým výkonem (jejich specifický impuls je 190 s). Ty by využívaly solární nebo jaderný ohřev k přeměně vody na páru o teplotě 1 100 K. Poměr užitečného zatížení u low-tech nákladních lodě může snadno dosáhnout 100:1. To znamená, že lodě může být naložena 100 hmotnostními jednotkami vody (mnohem více, než je limit provozní hmotnosti ve hře), aby převezla náklad o hmotnosti 1. Taková nákladní lodě není pomalá proto, že by měla malý tah, ale proto, že s sebou musí vláčet tolik pohonných látek pro potřebné delta-v na cestu domů. – Anthony Zuppero, *Origin Of How Steam Rockets Can Reduce Space Transport Cost By Orders Of Magnitude*, 1998.

PŘÍKLAD (1B4a)

Nákladní loď Magnetické zrcadlo má povoleny 3 bonusové obraty. Její sestava se nachází na poli „terminační vlna“ na trase k Sedně. Zdarma proletí třemi následujícími Hohmannovými průsečkami (pasivním letem proletí heliopauzou a kolem sondy Voyager) a zastaví na čtvrtém.



1B5. Palubní jaderné podpory

Součástí některých karet nákladních lodí a kolonistů jsou jaderné reaktory a/nebo generátory – tyto karty pak mohou být součástí řetězce podpor (J1c) v závislosti na svém podtypu (J1a). Mohou být také Vyřazeny jako podpory v rámci Industrializace (I7).

PŘÍKLAD 1 (1B5)

Vaše továrna na Měsíci Vyrobí Rotační regolitomet (nákladní loď), který může fungovat jako elektrický generátor. Měsíc je moc velký na to, aby nákladní loď odstartovala z jeho povrchu. Vyrobíte proto ještě také GW pohon (Sféromaková³ He-D magnetická fúze), jehož potřebu generátoru zajistí právě karta nákladní lodí. GW pohon tak odstartuje spolu se svými podporami (radiátor a nákladní loď) a jednou nádrží izotopového paliva typu H a během jediného tahu doletí na LEO.

PŘÍKLAD 2 (1B5)

V předchozím příkladě byla nákladní loď využita pouze jako palubní jaderná podpora. Představte si ale, že by stejná situace nastala ve vzdálené lokaci typu H – např. na aerostatu na Uranu. GW pohon by pak mohl být použit pouze k tomu, aby nákladní loď a ostatní podpory dostal skrze tři pole PSZ. Poté by mohl být Vyřazen a nákladní loď by již zbylé podpory (černé strany karet) dopravila na Zemi sama.

ČASTO OPOMÍJENO:

Pokud Vylepšíte svou nákladní loď, všechny vaše kostky továren se mohou pohybovat podle stejných pravidel jako velká kostka. (1B6a)

1B6. Mobilní továrny a Vylepšení nákladních lodí

K otočení karty nákladní lodí na její fialovou stranu slouží operace Vylepšení (1A5). Vylepšení je trvalé – jakmile je karta Vylepšena, stává se „flotilou nákladních lodí“ a přemění všechny vaše kostky na mapě (malé i velkou) v mobilní továrny. Tyto mobilní továrny se pak všechny pohybují jako nákladní lodě a stanou se z nich továrny, pokud přistanou v lokaci s vaším nárokem. Tato pravidla začínají platit ihned poté, co je karta nákladní lodí Vylepšena.

a. Vlastnosti. Vaše malé kostky od této chvíle získávají všechny vlastnosti uvedené v poli v levém horním rohu karty nákladní lodí – včetně hmotnosti (což může být důležité, pokud je kostka přepravována jako náklad), radiační odolnosti, bonusových obrátů a palubní jaderné podpory. Vaše malé kostky nesmí přepravovat náklad, ani používat vize nákladní lodí.

• **Sestavy.** Mobilní továrny mohou být přidány do či odstraněny ze sestavy stejně jako jakýkoliv jiný náklad pomocí Přesunu nákladu (G1).

b. Přistání a start mobilních továren. Pro přistání nebo start z lokace s nárokem bez továrny smí mobilní továrna použít asistované přistání/start (H6c), přičemž jako továrnu využije sama sebe. Nárok může být váš nebo soupeřův a musí se nacházet v lokaci o velikosti 5 nebo menší (jelikož lokace s velikostí 6 a větší mají pole PSZ). Pozor však na výjimku acetylenového raketoplánu (viz níže).

• **Po přistání na neindustrializovaném nároku** položte kostku mobilní továrny na disk nároku.

• **Po přistání na industrializovaném nároku** (nebo cizím nároku) položte kostku vedle disku nároku, aby bylo jasné, že není jeho součástí a nemůže být využita pro Výrobu mimo Zemi, Stavbu kolonie, ani při závěrečném bodování ceny akcií továren.⁴

• **Acetylenový raketoplán.** Nákladní loď / mobilní továrna může v lokaci s atmosférou využít pro start acetylenový raketoplán (H6c) utracením udané ceny v podobě vodních PN skladovaných v lokaci.

c. Založení/opuštění továrny. Vaše vlastní mobilní továrna je továrnou pouze tehdy, pokud se nachází na disku nároku. Přesun továrny na disk (nebo z něj) znamená okamžité založení/opuštění továrny a je vždy nutné upravit stupnici vytěžení (I7d).

• Pokud neexistuje žádná továrna daného spektrálního typu, cena akcií je 10.

PŘÍKLAD (1B6c)

V továrně na Eichsfeldii Vyrobíte kartu typu C a využijete Prohození velké kostky (1B8) k tomu, abyste tuto továrnu přeměnili v nákladní loď. Planetka má velikost 4, takže pro odlet nákladní lodí a jejího nákladu využijete asistovaný start. Ukazatel ve sloupci C stupnice vytěžení posuňte o 1 nahoru, protože továrna opustila nárok typu C. V tomto tahu se toho událo celkem dost!

d. Kolonie. Vzhledem k tomu, že kolonie jsou trvalé (G6b), nemohou mobilní továrny opustit nárok, ani být dobrovolně Vyřazeny, pokud se nacházejí na disku nároku s kolonií.

e. Erupce a radiační pásy. Všechny mobilní továrny mají radiační odolnost rovnou odolnosti karty nákladní lodí, takže jsou náchylné na Sluneční erupce (K2d) a hody na radiační pásy (H10). Pokud v takovém hodu neuspěje malá kostka, je Zahozena. Pokud neuspěje velká kostka, proveďte Vyřazení nákladní lodí (1B7). Pokud neuspěje v hodu jakákoliv karta v sestavě nákladní lodí, namísto Vyřazení takové karty utrpí tato sestava Poruchu; pokud již obsahuje žeton Poruchy, nestane se nic.

f. Kosmické smetí. Mobilní továrna je imunní vůči události Kosmické smetí (K2c).

g. Mobilní továrna vzniká operacemi Industrializace (I7), nebo Nanovýroba (1A7).

⁴ NÁROKY jsou mnohem více než jen vlajka a stopy v regolitu. Zahrnují rozsáhlou těžební infrastrukturu včetně zařízení schopných zajistit přistání a start mobilní továrny. Proto mobilní továrny nedokážou přistát na lokacích větších než 1, pokud na nich není nárok.

1B7. Vyřazení nákladní lodi

Pokud je vaše nákladní loď Vyřazena (1B6e), Zahodte její figurku (velkou kostku). Vyřadte veškerý její náklad, nebo z něj vytvořte sestavu základny (E6). Poté proveďte následující kroky:

a. Vyřazení Vylepšené lodi. Pokud je Vyřazena Vylepšená nákladní loď, můžete nahradit jednu z vašich malých kostek na mapě velkou kostkou. Toto místo se stává novou pozicí vaší sestavy nákladní lodi a Vylepšená karta nákladní lodi zůstává na svém místě na desce hráče.

- Pokud je nově položená kostka továrnou, stupnice vytěžení se nijak neupravuje.
- Pokud je nově položená kostka součástí kolonie, nesmí nákladní loď odletět, protože kolonie jsou trvalé.
- **Vize.** Vyřazením nepřijdete o vizi nákladní lodi, pokud jste ji již získali (1D2a).

b. Vyřazení nevylepšené lodi. Pokud vaše nákladní loď dosud nebyla Vylepšena, její figurka zůstane ve vaší zásobě a karta nákladní lodi je Vyřazena.

PŘÍKLAD (1B7b) Vaše sestava nákladní lodi se přesune na vaši domovskou orbitální stanici a Prodá na trhu jednu ze svých karet nákladu. Spektrální typ lodi je „libovolný“, takže loď samotná nemá na trhu žádnou cenu. Rozhodnete se ji proto Vyřadit, čímž se vám vrátí zpět do ruky.

1B8. Prohození velké kostky (nová volná akce)

Jako **volnou akci (G)** smíte Prohodit pozici své velké kostky Vylepšené nákladní lodi, jež momentálně nenese žádný náklad, s libovolnou malou kostkou. Toto Prohození nevyčerpává možnost pohybu nákladní lodi pro daný tah.⁵

PŘÍKLAD (1B8) Vaše Vylepšená nákladní loď právě doručila výrobek na LEO. Její velkou kostku na LEO prohodíte s malou kostkou na Ceres.

1B9. Kosmické výtahy

Kosmický výtah⁶ je zařízení, které může být postaveno mezi dvěma poli na mapě, jak naznačuje symbol kosmického výtahu. K jeho stavbě je potřeba, aby jedno ze spojovaných polí bylo Industrializováno a na druhém se nacházela kostka (továrna, nákladní loď, nebo mobilní továrna). Poté musíte provést operaci **Epické riziko (1A6)** – při úspěchu v souvisejícím hodu položíte na příslušný symbol na mapě dřevěný hranol výtahu.

a. Příslušná místa jsou vyznačena na mapě u Měsíce (plošina Aristarchus / librační centrum L1),⁷ Marsu (jeskyně pod sopkou Arsia Mons / Phobos), Saturnu (aerostat/Prometheus),⁸ Neptunu (aerostat/Despina), barycentra Pluta a Charonu a barycentra Haumey.⁹

b. Nároky. V rámci stavby kosmického výtahu automaticky umístíte nárok na nenárokované lokaci, k níž je výtah připojen, a to i tehdy, pokud je lokace bezcenná (nahradíte případný disk bezcenné lokace svým). Pokud se na připojené lokaci nachází cizí nárok, zůstává zde, ledaže byste mohli provést **Zabrání nároku (G4)**.

c. Výhody. Pomocí volné akce smí libovolný hráč, jehož továrna se nachází na některém z propojených polí, Přesouvat náklad a lidi mezi těmito dvěma poli. Tuto výhodu mohou vyjednáváním získat i jiní hráči.

d. Vítězné body na konci hry. Pokud je továrna připojena ke kosmickému výtahu, je **cena jejích akcií (M2b)** dvojnásobná nehledě na to, kdo výtah postavil. Za stavbu kosmického výtahu lze na konci hry získat další VB navíc, pokud jste splnili **vizi kouzelné fazole (1D4d, 1D5I)**.

PŘÍKLAD (1B9c) Industrializovali jste jeskyně pod sopkou Arsia Mons na Marsu a na Phobos přesunete svou mobilní továrnu. Následným provedením operace **Epické riziko** a zaplacením NNÚ (aby operace proběhla bez rizika) postavíte marsovský kosmický výtah a na příslušné místo položíte dřevěný hranol výtahu.

e. Kosmický výtah na GEO. Kosmický výtah ze Země je možné postavit pouze Zakotvením orbitální stanice Kosmický výtah na GEO (2B4i) na domovské oběžné dráze. **Toto Zakotvení nevyžaduje provedení hodu na epické riziko.**

⁵ PROHOZENÍ VELKÉ KOSTKY představuje využití 3D tiskárny k rekonfiguraci mobilní továrny na nákladní loď. V podstatě jde o přeměnu trupu na nákladový prostor za využití stávajících materiálů (proto během Prohození nedochází ke změně hmotnosti). Na závěr Prohození by měly vzniknout dvě nákladní lodě s nákladovými prostory. Kvůli logistickým limitům jste však omezeni na vlastnictví pouze jedné nákladní lodi, a tak je ta druhá ponechána jako mobilní továrna.

⁶ KOSMICKÝ VÝTAH je lano udržované ve vertikální poloze pomocí odstředivé síly, a to od rovniku kosmického tělesa do volného prostoru. Lano má zužující se tvar, aby po celé délce uneslo svou vlastní váhu. Variantou kosmického výtahu je tzv. Spaceline. Jedná se o lano spuštěné z vhodného měsíce s vázanou rotací hluboko do gravitační studny mateřského tělesa, přičemž měsíc samotný slouží jako zdroj stavebního materiálu a také jako protizávaží. Spaceline jednoduše visí z libračního centra L1 do obou gravitačních studen a prochází mnohem menším namáháním, což znamená, že nemusí být mohutné či supersilné. Jelikož je oběžná doba měsíce odlišná od rotační periody mateřského tělesa, nachází se na konci lana sběrač nebo kotva ponořená do atmosféry většího z těles, čímž je vytvářen značný aerodynamický odpor a tepelné namáhání. Tento odpor nepatrně snižuje vzdálenost měsíce. Robonauti pohybující se po laně dopravují vytěžený materiál z kteréhokoliv ze dvou světů, načež je možné tento náklad elektromagneticky katapultovat dál. – Penoyre & Sandford, *The Spaceline, a practical space elevator alternative Achievable with Current Technology, (koncept)*.

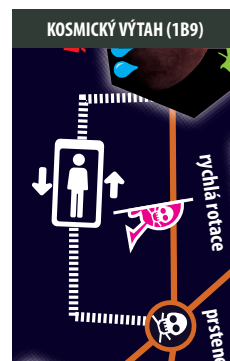
⁷ LUNÁRNÍ VÝTAH je kombinován se solárně napájenými robonauty pohybujícími se po laně; tato kombinace představuje systém pro získávání zdrojů z Měsíce. Lano kosmického výtahu má tvar ploché stuhly vyrobené z existujících kompozitních materiálů s vysokou pevností a spojuje librační centrum L1 soustavy Země–Měsíc s lunárním povrchem. Na něm se nachází továrna propojená povrchovým systémem kolejnic s lunárními nalezišti, na nichž probíhá těžba. Odhadovaná kapacita je 584 tun (hmotnost 15) lunárního regolitu dopraveného ročně na GEO. – Pearson, Levin, Oldson, Wykes, *Lunar Space Elevators for Cislunar Space Development, 2005*.

⁸ VÝTAH PLANETY S PRSTENCI. Pro kosmické výtahy na planetách jako je Saturn nebo Uran je materiál prstenců významným rizikem, jelikož vhodné měsíce leží vně systému prstenců. Případný kosmický výtah by se mohl vyhnout destruktivním srážkám výstavbou nosníkové věžovité konstrukce na severním pólu Promethea (u Saturnu) nebo Cordelii (u Uranu). Lano výtahu vyrobené z uhlíkových nanotubiček by vážilo kolosálních 440 tun, což ve hře odpovídá hmotnosti 10. Množství na Zemi dopraveného helia ³He coby paliva pro čistou fúzi je odhadováno na 20 tun ročně. – A.M. Hein, *Project Icarus: Architecture Development of Atmospheric Helium 3 Mining of the Outer Solar System Gas Planets for Space Exploration and Power Generation, 2010*.

⁹ ROTACE HAUMEY je tak rychlá (místní den má 3,9 hodin), že kosmický výtah na jejím rovniku potřebuje pouze velice malé protizávaží. Svou rotací je tato trpasličí planeta formována do tvaru zploštělého elipsoidu. Toto rychlé otáčení je zřejmě pozůstatkem střetu, při němž byla vytvořena jak rodina příbuzných planetek, tak prstence a měsíce Haumey.

ČASTO OPOMÍJENO:

Prohození velké kostky je volnou akcí napodobující to, co se stane při Vyřazení nákladní lodi. (1B8)



ČASTO OPOMÍJENO:

Použití kosmického výtahu není pohybem ale Přesunem nákladu (G1). Jedná se o Přesun nákladu mezi dvěma poli spojených kosmickým výtahem. (1B9)

TIP:

PMars se může stát gravitační pastí, ale ne pokud postavíte kosmický výtah na Phobos! Často bývá snadné na Marsu Vyrobit nákladní loď s nízkou hmotností a libovolným spektrálním typem a poslat ji pomocí acetylenového raketoplánu na Phobos (i pokud je Phobos bezcennou lokací). Pak už jen stačí jeden hod na epické riziko a můžete si založit společnost "Balená voda rudé planety". (1B9)

JONŮV ZÁKON:

„Jakýkoli zajímavý mezihvězdný pohon je zároveň zbrání hromadného ničení.“

f. Zničení. Kosmický výťah je zničen, pokud ani jeden z jeho konců není na konci tahu hráče Industrializován, s výjimkou výťahu na GEO, jenž je trvalý (i pokud jeho orbitální stanice Vykotví). **Po Vykotvení stanice Kosmický výťah na GEO může na tomto poli libovolný hráč Zakotvit jakoukoli domovskou stanici a Vynášet na ní náklad bez zdvojnásobení ceny za Vynesení.**

1C. GW pohony

Gigawattový (GW) pohon nepoužívá jako palivo vodu, ani regolit; používá izotopové palivo vhodného druhu. Může jej získat pouze **Doplněním paliva továrnou** v lokaci, jejíž spektrální typ se shoduje se spektrálním typem karty pohonu, nebo prostřednictvím **Vnitřního tankování (G2)** z PN izotopového paliva (zlaté korálky), jež bylo získáno v takové lokaci (viz níže). Použití přídavného spalování vyžaduje utracení jednoho kroku paliva, čímž je získán jeden term chlazení a bonus k nominálnímu tahu určený číslem uvnitř **symbolu přídavného spalování** GW pohonu (**1C2**). Jinak ale GW pohony tvoří sestavy kosmických lodí, pohybují se a spalují palivo stejně jako MW pohony ze základní hry.¹⁰

a. Podpory modifikující pohyb. Pokud je aktivován GW pohon, jeho pohyb není ovlivňován **podporami modifikujícími pohyb (J5d)**.¹¹

b. Deponovaný izotop. Od chvíle, kdy **vydražíte a Vyrobíte (nebo jinak získáte a budete mít v kosmu)** GW pohon, jsou všechny izotopové PN, které vyrobíte, automaticky považovány za PN shodného spektrálního typu; mohou být vyrobeny pouze v odpovídajících lokacích. V jednu chvíli smíte vlastnit pouze jednu kartu GW pohonu. Izotopové PN nesmíte vyrábět dříve, než získáte GW pohon, který určí jejich spektrální typ.¹² **Změnit spektrální typ vyráběných izotopových PN můžete pouze tehdy, pokud přijdete o původní GW pohon a získáte nový.**

1C1. Palivo GW pohonu

Gigawattový pohon může získat palivo pouze **Přesunem nákladu (G1b)** izotopových PN, nebo pomocí **Doplnění paliva továrnou (I5b)**. Spektrální typ továrny se však **musí shodovat** se spektrálním typem GW pohonu. **Doplnění paliva továrnou smí proběhnout také na orbitální stanici, pokud disponuje TOPOS vhodného spektrálního typu.**

a. Doplnění izotopového paliva v lokaci. S využitím **Doplnění paliva továrnou (I5b)** je možné každou operací získat pouze 1 izotopovou PN (zlatý korálek) za tah, pokud není uvedeno jinak (viz, **schopnosti kolonistů** atd.).

b. Žeton provozní hmotnosti. GW pohon používá zlatý žeton provozní hmotnosti označující, že tento pohon používá pouze čisté izotopové palivo. Plavidlo, používající izotopové palivo, nesmí používat palivo nižší kvality (jako je např. voda, **F4b**), ani izotopové palivo nesprávného spektrálního typu.

c. Stanovení spektrálního typu izotopového paliva. V ruce a sestavách smíte mít dohromady vždy nejvýše jednu kartu GW pohonu. Spektrální typ této karty udává spektrální typ veškerého izotopového paliva, které můžete vyrobit, přepravovat a skladovat ve formě izotopových PN (**I5b**).¹³ Nesmíte nikdy skladovat více než jeden druh izotopového paliva.

• **Prodej GW pohonu na trhu.** Pokud vrátíte kartu svého GW/TW pohonu zpět do balíčku patentů, vaše izotopové PN se nijak nemění. Pokud získáte novou kartu GW/TW pohonu, vaše staré izotopové PN změní svůj spektrální typ podle této karty.

PŘÍKLAD 1 (1C1c)

Kosmická loď s GW pohonem DPF H-B fúze se nachází u továrny na Hydře, měsíčku Pluta spektrálního typu D. Operací Doplnění paliva továrnou zde loď smí získat jednu PN izotopového paliva.

PŘÍKLAD 2 (1C1c)

Zelený hráč Vyrobí na aerostatu na Uranu (plynný obr typu H) GW pohon Sféromaková ³He-D magnetická fúze. Poté postaví kosmickou loď se suchou hmotností 6 (včetně podpor) a v následujících třech tazích do ní Doplní palivo továrnou – získá tak 3 PN izotopového paliva H (helium ³He). Loď nyní spadá do hmotnostní třídy dopravních plavidel, takže i s přídavným spalováním o hodnotě +6 není její nominální tah (12 – 1 = 11) dostatečný na to, aby z Uranu (velikost 11) odletěla. Pro cestu přes pole PSZ nemůže využít ani asistovaný start. Musí tedy jednu PN nechat na místě, svou provozní hmotnost tak snížit na 8, čímž se přesune do hmotnostní třídy průzkumníka a získá dostatečný nominální tah (tj. 12).

1C2. Přídavné spalování GW pohonů

U některých GW/TW pohonů je možné během jejich **aktivace (H2)** využít **přídavné spalování GW pohonu** (jejich trojúhelník tahu obsahuje symbol přídavného spalování). Tento druh přídavného spalování vyžaduje utra-

10 JADERNÁ ENERGIE je uvolňována buďto štěpením (dělením velkých atomů s vysokým protonovým číslem) nebo fúzí (slučováním malých atomů s nízkým protonovým číslem). Štěpnými atomy mohou být uran, thorium a plutonium, zatímco mezi fúzní atomy patří izotopy vodíku, helia, lithia a boru. Poměry získané energie a hmotnosti jednotlivých druhů jaderného paliva použité v hře jsou: ⁶Li-H fúze = 73 TJ/kg; štěpení uranu = 82 TJ/kg; D-T, ³He-D a D-D fúze = 345 TJ/kg. U chemických paliv používaných v hře je to pak o milion řádů méně: metastabilní He = 477 MJ/kg a H₂-O₂ = 14 MJ/kg. Aby došlo k fúzi, musí být vysokou teplotou a kompresním časem překonán kladný náboj jádra fúzního paliva vytvářející elektrickou repulzi. Proto je nejprve vyžadována vstupní energie, aby bylo možné získat energii výstupní. Poměr tepelné energie získané z fúze k energii vložené do systému pro udržení reakce je nazýván **Q faktorem**. Při iniciaci reakce Q faktor roste do nekonečna.

11 **PODPORY GIGAWATTOVÝCH REAKTORŮ.** Reaktory ve hře produkují několik stovek megawattů tepelné energie, což je dost pro napájení megawattových pohonů. Pro napájení gigawattových pohonů to však nestačí. Ve skutečnosti nejsou podpory reaktorů pro gigawattové pohony ve hře využívány jako zdroje energie, ale jako iniciátory přímárodního zážehu jaderné reakce. Například megawattový laser tak může iniciovat gigawattovou fúzní reakci. Stejně jako u fúze je i zde poměr vyrobené fúzní energie a výkonu iniciátoru označován jako **Q faktor**.

12 **GIGAWATTOVÉ PohonY** spalují čisté jaderné palivo bez přidané pohonné látky nebo chladiva v otevřeném cyklu. Proto se spálené palivo stává zároveň pohonnou látkou, čímž se gigawattové pohony podobají chemickým raketovým motorům. Fúzní či štěpná jaderná paliva jsou vzácnými izotopy, které musí být purifikovány izotopovou separací. Hra vytváří následující (spekulativní) předpoklady o tom, kde je možné nalézt tyto vzácné izotopy: fúzní palivo boru ¹¹B na světech spektrálního typu **D**, fúzní paliva tritia a helia ³He na světech spektrálního typu **H**, štěpná paliva curia ²⁴⁴Cm a olova (užitečného pro termalizaci antihmoty) na světech spektrálního typu **M**, štěpné palivo uranu ²³⁵U na světech spektrálního typu **S** a fúzní palivo lithia ⁶Li na světech spektrálního typu **V**.

13 **FÚZNÍ PALIVA** se snaží vyvážit to, kolik neutronů vyprodukují (špatná vlastnost) a to, jak nízká je jejich iniciační teplota (dobrá vlastnost). dále viz poznámku 19.

cení jednoho kroku paliva; **nominální tah** lodi se pak zvýší o hodnotu uvedenou v symbolu přídatného spalování. Zároveň tím loď získá jeden therm chlazení.^{14 15}

a. Přídavné spalování MW vs. GW pohonů. Symbol přídatného spalování na GW/TW pohonu udává „+X“, kde X znamená zvýšení nominálního tahu; cena je vždy 1 krok izotopového paliva. Tímto se **přídavné spalování** GW/TW pohonů značně liší od přídatného spalování MW pohonů (**H3a** – vždy přidává pouze +1 k nominálnímu tahu po utracení X kroků paliva).

b. Chlazení s otevřeným cyklem. Přídavné spalování GW/TW pohonů poskytuje jeden therm chlazení, stejně jako **přídavné spalování u MW pohonů (H3a)**.¹⁶

PŘÍKLAD (1C2b) Sféromaková ³He-D magnetická fúze má trojúhelník tahu $6 \cdot \frac{1}{10}$. Její kosmická loď spadá do hmotnostní třídy dopravního plavidla, takže příslušný modifikátor má hodnotu –1 a nominální tah lodi je roven 5. Utracení jednoho kroku paliva za přídavné spalování (o hodnotě +6) zvýší nominální tah lodi na 11, takže loď může přistát v lokacích až do velikosti 10 (včetně). Za cenu dvou kroků paliva (jeden za přídavné spalování a druhý za $10 \times \frac{1}{10}$ spotřeby pohonu) smí loď vstoupit až na 10 polí zážehu (nebo provést 5 obrátů) a může přistát na tělese velikosti Měsíce nebo Ganymedu.

1C3. Terawattový pohon

Abyste mohli otočit kartu GW pohonu na její fialovou stranu, musíte ji dopravit na místo, kde je možné ji vylepšit (provést operaci **Vylepšení, 1A5**).

a. ³He-D fúze polí s reverzní konfigurací. Tento TW pohon vyžaduje jako podpory generátor a dva reaktory (protože jeho Q faktor je nízký a požadavky na iniciační energii¹⁷ jsou vysoké).¹⁸

PŘÍKLAD (1C3) Sestava kosmické lodi obsahuje pohon 8-0 s přídavným spalováním o hodnotě +5. Pokud je její nominální tah roven 8, nemusí tento pohon utratit žádný krok paliva a vstoupit až na 8 polí zážehu, nebo může utratit jeden krok paliva a vstoupit až na 13 polí zážehu.

b. Dlouhoperiodické komety. Kosmická loď s aktivovaným TW pohonem smí (jako výjimka z pravidla) přistát na dlouhoperiodické kometě (nebo z ní odletět) v jakémkoli období.¹⁹

ČASTO OPOMÍNĚNO:

TW pohon používá stejné izotopové palivo jako jemu předcházející GW pohon (pokud jste zapomněli, jaký typ paliva to je, podívejte se na druhou stranu karty TW pohonu). (1C3)

14 DO BĚLA ROZŽHAVENÝ HEDVÁBNÝ PAPIR. „Jedinou známou metodou dlouhodobé vysokoenergetické disipace v kosmu je vyzařování tepla. ... Dramatické snížení hmotnosti radiátoru s šestou mocninou jeho teploty je silnou motivací pro provoz při velmi vysokých teplotách. Prostory pro pásku a náklad ... budou muset být chlazeny, avšak zbytek lodi bude rozžhavený. Při nízkých hodnotách zrychlení bude konstrukce lodi extrémně chatrná. Pro nejvyšší výkon pak chceme loď vyrobenou z 'do běla rozžhaveného hedvábného papíru.'“ John Trenholme, 2003.

15 GIGAWATTOVÉ RADIÁTORY. Při chlazení gigawattových pohonů je předpokládáno vyzařování tepla v hodnotách kolem 240 MW/therm při teplotě 1 427 K. Pro porovnání, megawattové pohony jsou chlazeny radiátory vyřazujícími 120 MW/therm při 1 200 K. Terawattové pohony jsou pak chlazeny radiátory vyřazujícími 960 MW/therm při 2 000 K. Taková kosmická loď je celá rozžhavená do běla.

16 CHLAZENÍ S OTEVŘENÝM CYKLEM. V raketových motorech je pořádně horko, a to především na vnitřních stěnách trysky a reaktorů, které mohou být chlazeny tekutým vodíkem. Co však dělat s tímto horkým chladivem potom? Můžete jej recyklovat v uzavřeném cyklu jeho cirkulací skrze velké plochy radiátorů. Nebo jej můžete vypustit do nadzvukové oblasti trysky motoru, aby se připojilo k reakční hmotě. Chlazení s otevřeným cyklem zdvojnásobuje tah za cenu vyšší spotřeby paliva. (Poznámka ke hře: Každá přidaná jednotka tahu zdvojnásobuje aktuální tah.) Výkon proudy spalín v trysce je polovinou součinu tahu a výstupní rychlosti pohonné látky, takže zdvojnásobení tahu sníží výstupní rychlost na polovinu. Absorbovaný tepelný výkon vyjádřený ve wattch je číselně roven hmotnostnímu průtoku chladiva vyjádřenému v kilogramech za sekundu násobeného měrnou tepelnou kapacitou chladiva (pro vodík je to 14 800 J/kg – K), krát teplota (3 200 K, bod tání vnitřní stěny z wolframu). Tepelný tok ve vnitřní stěně může dosáhnout 12 MW/m². U štěpných reaktorů musí být využito izotopu wolframu ¹⁸⁴W, který je pro tepelné neutrony 10x méně jedovatý než obyčejný wolfram. Vyzáření 120 MW tepelné energie (jeden „therm“ v této hře) vyžaduje 2,5 kg/s vodíku. Exotičtější technologie probublávají vodíkové chladivo skrz vír tekutého wolframu, což umožňuje dosažení provozní teploty až 5 930 K (bod varu wolframu). Deseticentimetrová vrstva roztaveného wolframu ve víru by zastavila jakoukoli radiaci i z těch nejspínavějších reakcí (antihmoty či D-T fúze). K vytvoření vnitřní stěny komory o průměru 1,6 metru by jen wolframu samotného bylo potřeba 20 tun!

17 INICIÁTORY jsou využívány pro zažehnutí jaderné reakce stejným způsobem, jako se používají zápalky ve dnech nábojnic, jež zapalují prachovou slož střelného náboje. Iniciátory mohou být lasery, proudy vysokoenergetických částic či pelet, nebo antihmota. Z úhlu pohledu modulárního návrhu je příhodné, že reaktory ve hře navržené pro napájení megawattových pohonů mají ten správný výkon (několik stovek megawattů tepelné energie) pro iniciační fúzi tisíckrát silnějších gigawattových pohonů. Poměr výstupní jaderné energie ke vstupní energii iniciátoru je nazýván **Q faktorem**.

18 GEOMETRIE FÚZNÍHO PLAZMATU. Existuje pět hlavních metod udržení fúzního plazmatu natolik dlouho a při takové teplotě, aby byl zajištěn pozitivní Q faktor:

- magnetické s uzavřeným polem (viz reaktor Tokamaková D-T fúze),
- magnetické s otevřeným polem (viz reaktor Zrcadlová ³He-D fúze),
- inerciální (viz robonaut Inerciální D-D fúze),
- elektrostatické inerciální (viz reaktor H-⁶Li fúzor),
- studená fúze (viz robonaut Inerciální H-B fúze).

19 FÚZNÍ PALIVA MEZIHVĚZDNÝCH LODÍ uvolňují energii při fúzi lehkých prvků (obvykle vodíku a helia). Následuje výčet nejčastěji zvažovaných fúzních paliv pro mezihvězdné lodě:

- Fúze deuteria s tritiem (D-T) má nejnižší iniciační teplotu (40 milionů K, čili 5,2 keV). Nicméně 80 % výstupní energie představují vysoce energetické neutrální částice (neutrony), jež nemohou být udrženy magnetickým polem ani usměrněny pro generování tahu. Výsledné odpadní teplo by znamenalo potřebu enormně velkých radiátorů.
- Fúze helia s deuteriem (³He-D) je preferovaným palivem pro mezihvězdné lodě. Vyžaduje vyšší iniciační teplotu (30 keV), avšak generuje 77 % výstupní energie ve formě nabitých částic, což dovoluje podstatně nižší hmotnosti radiačního stínění a radiátorů. Avšak malou část této energie (4 % při teplotě iontů rovnající se 50 keV u D-D fúze) stále tvoří problematické neutrony a energetická hustota je desetkrát nižší než u D-T fúze. Další nevýhodou je to, že helium ³He je tak vzácné, že k získání jednoho kilogramu tohoto izotopu je nutné zpracovat 240 000 tun regolitu. Alternativou může být atmosférická těžba helia ³He z plyných obálek Saturnu či Uranu.
- Fúze deuteria se sebou samým (D-D) nastává při velmi vysokých teplotách (45 keV) a uvolňuje příliš mnoho neutronů (60 %), než aby byla nějak zajímavá. Nicméně výstupní poměr neutronů je možné snížit na 40 % katalyzací reakce tak, aby bylo s deuteriem dále spalováno 100 % jejich vedlejších produktů (tj. tritia a helia ³He). Tímto způsobem lze z velké ledové koule získat dostatek deuteria k napájení mezihvězdné lodi třídy úlu.
- Fúze 10 % vodíku s 90 % boru ¹¹B (H-¹¹B) má ještě vyšší iniciační teplotu (200 keV) než ³He-D fúze a její energetická hustota je ještě nižší. Její výhodou je, že netrpí žádnými dalšími vedlejšími reakcemi a neemituje žádné neutrony. Komponenty reaktoru se tak nestávají radioaktivními. Bor ¹¹B je nejběžnějším izotopem boru a je získáván zpracováním mořské vody nebo boraxu.
- Fúze lithia ⁶Li s vodíkem (⁶Li-H) je podobně aneutronická. Avšak jak H-¹¹B tak ⁶Li-H fúze probíhají při vysokých teplotách, takže kolize částic v plazmatu způsobují značné ztráty brzdícím rentgenovým zářením do vnitřní stěny reaktoru. To může negovat výhodu nízkého odpadního tepla obou reakcí.

1D. Vize (vyžadují Moduly 0, 1 a 2)

Vize jsou epickými úspěchy lidstva. Ve hře jsou představovány úkoly (**1A2b**), jež hráči dostanou při Vylepšení **kolonisty**, GW pohonu nebo nákladní lodi. Každý z těchto úkolů může být splněn pouze jednou za hru. Fialová strana zmíněných karet udává požadavky a (při úspěšném splnění) efekty vize – včetně zisku VB na konci hry. Pokud o fialovou kartu přijdete, její vize není nadále k dispozici, dokud karta není znovu postavena a Vylepšena.

- a. Moduly.** Vize jsou dostupné pouze tehdy, pokud hrajete s Moduly **0 (Politika)**, **1 (Terawatt)** i **2 (Kolonizace)** současně.
- b. Neveřejný úkol.** Vizi může splnit vždy pouze vlastník karty. Každý hráč může stejnou vizi konkrétního názvu splnit pouze jednou (např. vizi povznesení, která je k dispozici na více kartách).
- c. Riskantní.** Všechny pokusy o splnění vize vyžadují riskování životů posádky **nebo kolonistů** (prostřednictvím operace *Epické riziko*, viz **1A6**).
- d. Dlouhá hra.** Hra s vizemi prodlužuje hru na 7 slunečních cyklů.

1D1. Požadavky vizi

Každá vize má sadu **požadavků**, jejichž splnění umožňuje provést operaci *Epické riziko* (**1A6**). Pokud tato operace skončí úspěchem, je vize dokončena a získáte oranžovou hvězdu. Požadavky zahrnují:

- a. Přítomnost karty vize.** K tomu, aby se hráč mohl o splnění vize pokusit, musí být v lokaci specifikované vizi přítomen člověk (posádka **nebo kolonista**) a funkční karta s vizí (pokud karta lokaci udává). **V případě plnění vize na kartě kolonisty se může jednat o jednu a tutéž kartu.**
 - **Exkluzivita vize.** Každou vizi lze splnit pouze jednou a pouze jedním hráčem (některé vize jsou uvedeny na více kartách).
- b. Vize ad astra.** Tyto vize vyžadují, aby vesmírné plavidlo s vizí ad astra opustilo mapu a vydalo se na mezihvězdnou misi. Musí prolétnout jedním ze tří exitů označených jako „Exit Jupiter–Slunce–Jupiter“, „Exit Oberthovým manévrem u Neptunu“ a „Exit do Oortova oblaku“. Celou sestavu za tímto polem Vyřaďte, čímž vizi splníte.²⁰
 - **Stateční cestovatelé.** Nejedná se o vraždu ani zločin, jelikož lidé cestují k nové planetární soustavě a zajisté přežijí a budou prosperovat! **Odlet kolonistů způsobuje Exomigraci (2A6).**
- c. Zjevné předurčení.** Pokud vize udává konkrétní lokaci (např. Triton, Merkur, Sednu, lokaci označenou jako kentaury, lokaci v oblasti trojánů), kterou si již dříve nárokoval váš soupeř, smíte provést **Zabrání nároku (G4)**, i pokud nemůžete páchat zločiny.

1D2. Efekty vizi

Každá vize má řadu **efektů**, jež můžete využívat od chvíle, kdy uspějete v **hodu na epické riziko (1A6a)**. Tyto efekty jsou trvalé – platí i tehdy, pokud by byla karta později Vyřazena/Zahozena.

- a. Hvězda vize.** Pokud uspějete, získáte oranžovou hvězdu! Na konci hry má každá hvězda hodnotu tolika VB, kolik udává příslušná karta vize (**M2b**). VB za hvězdu jsou trvalé s jedinou výjimkou uvedenou v následující odrážce.
- b. Konec hry.** Všechny efekty označené jako „**Na konci hry**“ musí mít požadavky splněny při **závěrečném bodování (M2)**. Pokud ale již nejsou splněny (např. díky exitu mobilní továrny ze Sluneční soustavy, nebo zabrání nároku), efekt neplatí a hvězdu musíte vrátit zpět do zásoby.

PŘÍKLAD (1D2b) Položili jste svůj disk nároku na Sednu, provedli úspěšný hod na *Epické riziko* a tím splnili vizi exoplanetárního lovu. **Na konci hry získáte 14 VB za předpokladu, že váš nárok zůstane na místě (nebuďte například Zabrán) a v lokaci bude přítomen člověk nebo nákladní loď.**

- c. Vize s efektem casus belli.** Pokud je úspěšná, rozpoutá její splnění Válku za nezávislost (viz glosář) mezi Zemí a jejími vzbouřenými vesmírnými koloniemi. Hráč, který získá hvězdu za tuto vizi, se stává vůdcem Nezávislých a zbylí hráči (pokud také nesplní stejnou vizi, **nebo nehrajete s Modulem 3**) jsou Lojalisty.

1D3. Seznam vizi TW pohonů

- a. Vize vesmírného cestování:** Požadavek: Mějte **orbitální stanici s TOPOS s hydratací 8+**. Efekt: **1 kolonista navíc, 7 VB.**
- b. Vize miniaturní černé díry:** Požadavek: Industrializovaný kentaury na němž je **TW pohonem** spotřebováno 10 izotopových PN, **načež je proveden hod na epické riziko.** Efekt: Zdvojnásobení každého Doplnění izotopového paliva, 10 VB. Mezi kentaury na mapě patří kometa 29P/Schwassmann-Wachmann (**4** 9:00), Chiron (**4** 12:00), Elatus (**4** 12:00), Echeclus (**11** 10:30), Okyrhoe (**11** 11:00), Polus (**11** 11:00), Chariklo (**6** 9:00), Asbolus a Hylonome (obě **6** 10:00).²¹
- c. Vize paprsku částic:** Požadavek: Mějte **Vylepšenou orbitální stanici s TOPOS** na Io nebo Tritonu. Efekt: Váš Powersat přidává +2 k tahu, 7 VB.²²

20 PALIVO MEZIHVĚZDNÉ LODI pro cestu k Alfé Centauri bude pravděpodobně vyžadovat 10x více času na výrobu než samotná loď.

21 ČERVENÍ A MODŘÍ KENTAURŮ jsou kometám podobné planety ve vnější Sluneční soustavě, jejichž oběžné dráhy byly vychýleny nedávnými blízkými průlety u plynných obrů. Jejich oběžná rychlost je malá (asi 3 zážehy ve hře), a pokud by byla ještě více snížena pomocí terawatových elektromagnetických katapultů, začaly by padat ke Slunci nebo Jupiteru se ziskem kinetické energie v řádu 1000 MJ/kg. Plánovaná kolize by byla užitečná pro studium podmínek panujících v černé díře.

22 PAPERSEK ČÁSTIC využívá pro pohon proud neutrálních atomů sodíku, jež má mnohem „větší páru“ než energetický paprsek.

- d. Vize fúzní svíčky:** Požadavek: Mějte kolonii na Tritonu a **Vylepšenou orbitální stanici s TOPOS** na aerostatu Neptunu. **Váš člověk a nákladní loď musí být přítomni na jedné z těchto lokací.** Efekt: Zdvojnásobení každého Doplnění izotopového paliva, 14 VB.²³
- e. Vize protiové fúze:** Mějte **Vylepšenou orbitální stanici s TOPOS spektrálního typu H.** Efekt: Zdvojnásobení každého Doplnění izotopového paliva, 10 VB.²⁴
- f. Vize Enzmannovy mezihvězdné lodi:** Požadavek: Exit ad astra se **2 Vylepšenými kolonisty, TW pohonem** a mobilní továrnou. Efekt: 12 VB.
- g. Vize mezihvězdné lodi lithiovaného čpavkového ledu:** Požadavek: Exit ad astra s 10 nádržemi izotopového paliva. Efekt: 14 VB.

1D4. Seznam vizí nákladních lodí

- a. Vize teraformace:** Požadavek: Mějte nákladní loď u **Vylepšené orbitální stanice** s nemarsovskou atmosférou **TOPOS**. Efekt: 8 VB.²⁵
- b. Vize úlové archy:** Požadavek: Mějte nákladní loď u **Vylepšené orbitální stanice Zakotvené** u dlouhoperiodické komety. Efekt: 7 VB.²⁶
- c. Vize exoplanetárního lovu:** Požadavek: Mějte nárok na Sedně. Efekt: 14 VB (na konci hry).²⁷
- d. Vize kouzelné fazole:** Požadavek: 3 a více kosmických výtahů postavených **libovolnými hráči. Váš člověk a nákladní loď musí být přítomni u jednoho z nich.** +3 VB za každou továrnu napojenou na konci hry na kosmický výtah. Vizi kouzelné fazole může splnit pouze jeden hráč.
- e. Vize zlatých jablek:** Požadavek: Industrializujte Kreutzovu kometu. Efekt: Ignorujte Sluneční erupce, 14 VB. Všimněte si, že mobilní továrna na Kreutzově kometě může před koncem žlutého období z povrchu odletět, aby se nevypařila. Předpokládejme, že před svým odletem na povrchu rozmístila vědecké přístroje, které budou provádět měření Slunce při průletu komety v jeho blízkosti.
- f. Vize antihmoty:** Požadavek: Mějte nákladní loď u **Vylepšené orbitální stanice s TOPOS spektrálního typu S.** Efekt: Dvojnásobné Doplnění izotopového paliva, 10 VB.
- g. Vize hvězdné nanosondy:** Požadavek: Mobilní továrna buď na poli neutrinové čočky (6 VB), nebo elektromagnetické čočky (11 VB) na konci hry.²⁸

PŘÍKLAD (1D4g) Vylepšíte svou nákladní loď HIPER, přesunete kostku mobilní továrny na pole neutrinové čočky, a nakonec provedete operaci **Epické riziko**, abyste dostali oranžovou hvězdu za splnění vize hvězdné nanosondy. Ta vám na konci hry přinese 6 VB, pokud se jakákoli kostka stále nachází na příslušném místě.

1D5. Seznam vizí kolonistů

Pokud není uvedeno jinak, nemusí být kolonisté pro splnění vize přítomni na uvedeném místě.

- a. Vize nové Venuše:** Požadavek: **Vyřadte tuto kartu a funkční pohon s jeho podporami** a s nominálním tahem 7 a více na vámi Industrializované dlouhoperiodické kometě. Efekt: 12 VB + odstranění všech žetonů na Venuši a kometě **a položení žetonů bezcenných lokací na obě lokace (to představuje pokles cen nemovitostí předcházející srážce Venuše s kometou).** Všimněte si, že k dosažení této vize nemusí na kometě ani Venuši zůstat žádné žetony (např. továrna). Jelikož tento efekt nemá žádný vliv na hru, pokud nehrajete nad rámec standardní herní doby, můžete pro tématický efekt na mapu položit kartu **překrytí Venuše (V8b)**.²⁹
- b. Vize nejvyššího kultu:** Požadavek: **Platným zákonem je stanné právo.** Efekt: **Je možné Lobbovat bez odstranění delegáta. Všechny disky slunečního cyklu (minulé i budoucí) umístěte do oblasti ideologie autorita,** 10 VB (na konci hry).
- c. Vize umělého vědomí:** Požadavek: Mějte **2 Vylepšené kolonisty na astrobiologické TOPOS.** Efekt: Možnost Prodávát libovolný počet karet na trhu, 10 VB.

23 FÚZNÍ SVÍČKA využívá gigantického terawattového pohonu „svíčky“ pohánějícího plynného obra pryč ze Sluneční soustavy a nesoucího s sebou kolonizovaný měsíc Triton jakožto archu. Svíčka hoří současně na obou koncích a využívá atmosféru plynného obra coby obří zásobník paliva. Spodní konec svíčky nacházející se hluboko v Neptunově atmosféře hoří díky tahu udržujícím svíčku nahoře. Horní konec hořící svíčky generuje Neptunu tah pro pohyb mezihvězdným prostorem. Jen dosažení okraje heliosféry zabere celá staletí, takže v časovém rámci hry se planeta pohne naprosto neznatelně.

24 PROTIOVÁ FÚZE je fúze atomů vodíku, o níž se domníváme, že probíhá ve Slunci. Ve hře nebeského kulečníku je možné uskutečnit kolizi dvou planetek při relativistických rychlostech v naději dosažení protiové fúze nebo i miniaturní černé díry.

25 KLIMATICKÉ TERAFORMACE může být dosaženo rojem robotických zrcadel v libračním centru L1 planety, jež leží mezi planetou a Sluncem. Změny klimatu je dosaženo směřováním slunečních paprsků na planetu nebo od ní. Avšak stínící slunečník Země či Venuše o tloušťce jednoho mikronu by měl v High Frontier hmotnost 2,5 milionu jednotek. Pro planetu nacházející se v plném stínu, spíše než polostínu vrženém slunečníkem, by byla hmotnost ještě stonásobně vyšší.

26 ÚL je malý dutý svět opatřený raketovým pohonem využívajícím vlastní hmoty tělesa coby pohonné látky pro elektromagnetické katapulty. Jelikož takový pohon poskytuje velmi malé zrychlení, kolonie uvnitř tělesa se stane archou, která dosáhne své mezihvězdné destinace za mnoho generací.

27 SEDNA je trpasličí planetou nacházející se v místech, kde může poskytnout materiál pro stavbu teleskopu elektromagnetické čočky ve vzdálenosti 550 au od Země. Tento exoplanetární lovec je natolik daleko, že může použít Slunce jako gravitační čočku, a dokáže tak prohledat vzdálené planetární systémy s optickým ziskem 113 dB. To je dostatečné pro získání zvětšení potřebného pro pohled na přistávací lokaci až v systému Epsilon Indi.

28 HVĚZDNÉ NANOSONDY jsou drobné robotické mezihvězdné sondy poháněné mikrovlnným paprskem obřího powersatu. Obří čočka ve vnější části Sluneční soustavy, v našem případě představovaná továrnou, paprsek zaostřuje. **Cílová destinace nanosondy je vyhledávána teleskopem umístěným v jednom ze dvou ohniskových bodů ve hře – z elektromagnetické čočky nebo z neutrinové čočky.** Ty se nacházejí v takové vzdálenosti od Slunce, kde jsou fotony, respektive neutrina, zaostřována slunečním gravitačním polem chovajícím se jako obří čočka. Zaostření neutrin je lepší než zaostření fotonů, jelikož neutrina se pohybují přímo skrz Slunce.

29 PLANETÁRNÍ INŽENÝRSTVÍ NA VENUŠI začíná instalací elektromagnetických katapultů na kometě vhodné k deorbitaci. Srážky s planetou by mělo být dosaženo tak, aby bylo na místo dopraveno více materiálu, než z něj bude vyvrženo. Kometární voda kondenzuje pod kritickým bodem, což značně urychluje sekvestraci atmosféry planety tvořené převážně oxidem uhličitým. Slunečníky vyrobené z materiálu dopraveného z Merkuru zamezí atmosféře tvořené párou v dosažení podmínek pro spuštění překrotného skleníkového efektu. — P. Birch, *Terraforming Venus Quickly*, 1991.

- d. Vize SETI:** Požadavek: Industrializujte 2 trojány Jupitera (1 z řecké a 1 z trójské skupiny). Efekt: Jako volnou akci můžete **provádět** současně Inspiraci a **Novousedlíky**, 10 VB.
- e. Vize secese:** Mějte 2 **Vylepšené lidské kolonisty na Vylepšené a Zakotvené orbitální stanici**. Efekt: **Casus belli (1D2c)**, 7 VB.
- f. Vize planetky zabijáka:** Požadavek: Vyřadte funkční pohon **s jeho podporami** a s nominálním 7 a více na vámi Industrializované dlouhoperiodické kometě. Efekt: **Casus belli (1D2c)**, 10 VB a (na konci hry) odstranění všech žetonů na kometě.³⁰
- g. Vize mimozemského života:** Požadavek: Mějte 2 a více astrobiologických kolonií. Efekt (na konci hry): +2 VB za astrobiologickou kolonii.
- h. Vize aerostatu:** Požadavek: Mějte **Vylepšenou orbitální stanici s TOPOS** na aerostatu. Efekt: **Novousedlíci** jsou **nadále** volnou akci, 14 VB.³¹
- i. Vize pan sapiens:** Požadavek: Mějte 3 **vlastní** továrny napojené na kosmické výtahy (**postavené kterýmkoliv hráčem**). Efekt: **Casus belli (1D2c)**, +2 VB na konci hry za každý vlastněný žeton věhlasu.
- j. Vize Dysonovy sféry:** Požadavek: Obě lokace na Merkuru jsou Industrializovány (libovolnými hráči). Efekt: 5 VB za každou (**i cizí**) továrnu na Merkuru.³²
- k. Vize podmořské populace:** Požadavek: Postavte 3 podmořské kolonie nebo továrny. Efekt: Zdvojnásobte **hydrataci vašich TOPOS**; nelze kombinovat s jinými modifikátory.
- l. Vize kouzelné fazole:** Požadavek: 3 a více kosmických výtahů postavených libovolnými hráči. **Váš člověk a nákladní loď musí být přítomni u jednoho z nich**. Efekt (na konci hry): +3 VB za každou továrnu (jakéhokoliv hráče) napojenou na kosmický výtah.³³ Vizi kouzelné fazole může splnit pouze jeden hráč.
- m. Vize transeptnického tělesa:** Požadavek: Industrializujte 2 lokace (**s tímto kolonistou v jedné z nich**) v heliocentrické zóně Neptunu. Efekt: **Novousedlíci (bez Vyřazení Černé karty na LEO)** jsou volnou akci, **jež lze provést jednou za tah**, 12 VB.³⁴
- n. Vize povznesení:** Požadavek: **Roboti nejsou emancipovaní (2A6b)**, na **Vylepšené orbitální stanici je přítomen kolonista**, utratte 20 Aqua **a poté provedte hod na epické riziko**. Efekt: **Všichni roboti se stanou emancipovanými, casus belli (1D2c)**, 12 VB.

1E. Konec hry při hře s Modulem 1

1E1. Konec hry

Hra končí, jakmile je odstraněn poslední disk slunečního cyklu (**D2b**). Tato situace nastává po 48 letech (krátká hra), 60 letech (střední hra), nebo 84 letech (pokud hrajete s **vizemi, 1D**).

1E2. Závěrečné bodování s Modulem 1

Bodování proběhne podle **M2** a vyhodnotí se všechny použité moduly. Mobilní továrny (včetně figurky nákladní lodi) se pro účely bodování počítají jako kostky továren (1 VB za každou), a to i tehdy, pokud se nenacházejí na nároku.

a. Modul 2. Viz 2D2.

b. Vize. Přičtěte si body za každou získanou oranžovou hvězdu **splněné vize (1D2a)**.

1F. Sólová hra s Modulem 1: Wernerova hvězda (autor: Phil Eklund)

Malý Werner sní o tom, že se jednoho dne stane astronautem a vydá se na cestu k jiné hvězdě. Splní se mu tento sen? Wernera představuje vaše karta posádky a vítězství dosáhnete, pokud Werner splní vizi TW pohonu dříve, než zemře stářím. Hra by měla trvat zhruba 2 hodiny. Využívá celé Moduly 1 a 2 včetně vizí. **Volitelně můžete zahrnout také Modul 0.**

a. Příprava hry. Hrajte se 6 disky slunečního cyklu – hra tedy bude trvat 72 let.

30 PLANETKA ZABIJÁK. V klasickém díle sci-fi literatury *Footfall* napsaném Larrym Nivenem a Jerryem Pournellem je Země ohrožována planetkou „foot“, velkým tělesem s potenciálem vyhladit většinu života na planetě, jehož oběžná dráha byla záměrně upravena povrchovými elektromagnetickými katapulty.

31 AEROSTAT. Továrna vznášející se v atmosféře může zkapalňovat vzácné plyny pro výrobu pohonných látek a fúzních paliv. Kupříkladu továrna vznášející se díky vodíkové vzduchodí těsně nad vrstvou oblačnosti na Venuši (viz ilustrace lokace na Venuši na mapě) z atmosféry planety získává vodík, uhlík, kyslík, dusík, síru a pravděpodobně i fosfor. V porovnání s pekelným povrchem je tlak i teplota ve výšce okolo 50 km podobná jako na Zemi. Lidé pracující vně gondoly nebudou potřebovat skafandry, jen kyslíkový dýchací přístroj a ochranu před kyselínovým deštěm. Na Saturnu by balón o průměru 212 metrů získával vzácný izotop helia ³He pro využití v čistých fúzních reaktorech na Zemi. Zkapalnění 2 200 tun heliovo-deuteriového fúzního paliva a 4 800 tun vodíkové pohonné látky za rok vyžaduje 10 MW_e a dalších 400 MW_e pro procesy separace. Tyto lokace využívají větrných elektráren zužitkujících vydatné větry (350 km/h na Venuši, 1 440 km/h na Saturnu). Aerostaty se nacházejí hluboko v gravitačních studnách a delta-v pro únik z nich je 10 km/s na Venuši a 15 km/s na Saturnu. — *Courtesy Peter Kokh, Moon Miners Manifesto, 2009*

32 DYSONOVA SFÉRA je roj plachetnic obklopujících Slunce za účelem zachycení části jeho výstupní energie. Plachetnice neobíhají po oběžné dráze. Namísto toho jsou statické – jsou udržovány na místě tlakem záření, jež zabraňuje jejich pádu do Slunce. Stavba takové megastruktury využívá materiál vylázaný na Merkuru a byla by prvním krokem vstřícné civilizaci typu 2 na Kardašovově škále. Taková civilizace dokáže zachytit a zužítovat většinu energie pocházející z mateřské hvězdy.

33 MARSOVSKÝ KOSMICKÝ VÝTAH. Phobos je výhodnou mezistanicí kosmického výtahu mířícího dolů na povrch Marsu nebo ven směrem k dalším planetám a planetkám.

34 TNO je zkratkou pro transeptnické těleso (Trans-Neptunian Object). Tímto pojmem jsou označována tělesa za oběžnou dráhou Neptunu, zejména v Kuiperově pásu, což je pás planetek obíhajících mezi 30 a 50 au od Slunce. Vzhledem k pomalým oběžným rychlostem okolo 4 km/s se jedná o prostředí typu „zamíř a vystřel“ s obrovskými vzdálenostmi mezi tělesy a téměř intuitivní orbitální mechanikou. Rozhodl jsem se jej modelovat čtyřmi zážehy pro získání rychlosti (10 km/s) a dalšími čtyřmi zážehy v cíli pro zpomalení a záchyt na oběžné dráze. Hohmannovy průsečíky mezi dvěma tělesy reprezentují čas potřebný pro přelet mezi tělesy. Do nejvzdálenější části mapy jsem vložil 10 zážehů umožňujících dosažení rychlosti 25 km/s, kterou je možné buďto dále zvýšit pro únik ze Sluneční soustavy, nebo snížit pro zastavení u elektromagnetické čočky či u Sedny.

b. Dražba patentů. Tato operace (I2) má v této variantě jiný průběh: Vezměte si horní kartu ze zvoleného balíčku patentů včetně jejich *bonusových podpor (I2g)*. Cena za operaci je rovna tolika Aqua, kolik karet jste operací získali.

PŘÍKLAD (1Fb)

Koupíte si pohon Hallův motor vyžadující podporu generátoru. Cena je 2 Aqua a získáte dvě karty (pohon a generátor). V následujícím tahu pohon Prodáte, čímž získáte 3 Aqua.

- c. Tragédie.** Pokud je vaše posádka v průběhu hry nedobrovolně Vyřazena, prohráváte (Werner hrdinsky umírá).
- d. Wernerova vítězná hvězda.** Zvítězíte, pokud splníte *vizi TW pohonu (1D3)* dříve, než Werner dosáhne věku 72 let. Pokud hrajete s Modulem 0, musí být závěrečnou aktivní ideologií svoboda.
- e. Mezihvězdné vítězství.** Pokud používáte Modul *Interstellar*, pošlete Wernera na cestu jako pasažéra mezihvězdné lodě. Zvítězíte, pokud jeho syn dorazí na obyvatelnou planetu nebo planetu s životem. Na tento scénář můžete navázat hrou *Interstellar*. Ohledně kompatibility s 3. edicí Modulu *Interstellar* viz **Dodatek, V7**.

1W. Plánování vizí (autor Ulrik Bøe)

- a. Přizpůsobte se, pak plánujte.** Vaše první továrna je často rozhodujícím faktorem pro strategii, jež můžete zvolit. Rozhoduje o tom, které černé karty můžete Vyrábět, a také určuje, co musíte udělat pro zahájení Vylepšování karet. Nejdříve ze všeho tedy dejte dohromady nějakou misi, postavte svou první továrnu a nezapomínejte začít sbírat vhodné černé karty tak brzy, jak si to jen budete moci dovolit. Možná budete muset Dražit cenný pohon nacházející se na vrchu balíčku, přestože budete mít momentálně jiné plány. V opačném případě můžete riskovat, že jej uvidíte zmizet dospod balíčku vlivem Inspirace, nebo hůře, že si jej koupí někdo jiný!
- b. Získejte fialovou.** Jakmile postavíte svou první továrnu, začněte pracovat na Vylepšování karet. Můžete zde Zakotvit orbitální stanici? Je to drahé, ale poskytnete vám to enormní flexibilitu při Vylepšování. Pokud ne, jaký typ kolonie potřebujete pro Vylepšování svých karet? Tohle by měla být vaše druhá mise.
- c. Budte vizionářští.** Jakmile získáte karty, které chcete Vylepšit, podívejte se na jejich vize. Nejspíš po vás budou vyžadovat postavit továrny na specifických místech. Snažte se tyto lokace včas nárokovat a dáváte pozor na to, co dělají ostatní hráči. Pokud získají nárok na lokaci, kterou potřebujete, Zaberte tento nárok ve jménu vaší vize.
- d. Nepřestávejte budovat.** Nezapomínejte stavět továrny! Vítězné body za ně budou tvořit velkou část vašeho skóre. Nedělejte si příliš starosti s cenami akcií. Při hře s vizemi by nikdo neměl očekávat, že dostane 8 VB za vlastnictví jediné továrny daného spektrálního typu (pravděpodobnou výjimkou je typ **H**). Jen se pokuste zajistit, aby tento bonus nezískal žádný z vašich soupeřů. Oni vám tuto laskavost s největší pravděpodobností oplatí! Vítězem bude hráč, jemuž se podařilo postavit nejvíc továren, dále budou rozhodujícími faktory hydratace TOPOS, kolonie... a vize. Ujistěte se, že ve svých plánech pamatujete na vše zmíněné.
- e. Nezapomeňte svůj zubní kartáček.** Nezapomeňte získat karty, jež potřebujete k dokončení vize. Pokud chcete splnit vizi Dysonovy sféry, nezapomeňte s sebou vzít kolonistu ze společnosti Lloyd's Salvage (a zaplatit 4 Aqua, abyste se vyhnuli epickému hodu na riziko, je-li to možné).

1Y. O vizích (esej Ericha Schneidera)

Vize jsou natolik úžasné megalomanské inženýrské projekty, že se přistihnete, jak se za nimi ženete jen z čiré záby, navzdory tomu, že se nejedná o vítěznou strategii!

Vytoření miniaturní černé díry (TW pohon Antihmotou iniciovaná MIF borovodíková fúze) zahrnuje nebeský kulečník. Pokud by oběžná rychlost kentaura v zóně Uranu byla anulována elektromagnetickými katapulty, začal by padat směrem ke Slunci a pokud by byl správně namířen, narazil by do Merkuru rychlostí 50 km/s. Vzniklá energie (5×10^{27} J) by byla dostatečná pro napájení 10 TJ civilizace, jako je ta naše, po 150 milionů let.

Protiová fúze (TW pohon Křížová H-B fúze) představuje pokus o dosažení stejné jaderné fúze, k jaké dochází v jádrech hvězd, tedy fúze protonů obyčejného vodíku za tvorby obyčejného helia (za současného vyzáření neutrin měnících protony na neutrony). To vyžaduje mnohem vyšší teploty, než jakých jsme v současnosti schopni dosáhnout, avšak není k tomu potřeba speciálních izotopů, jakými jsou deuterium nebo tritium.

Fúzní svíčka (TW pohon Projekt Daidalos) přemění plynného obra v kolonizační archu vybudováním obřího komínu s fúzními reaktory na obou koncích a vstupem paliva uprostřed – spodní konec udržuje celou konstrukci visle a horní konec funguje jako pohon využívající jako své palivo atmosféru plynného obra.

Vize paprsku částic (TW pohon Prašné plazma) je verzí Powersatu další generace. Urychlovače napájené elektrickým proudem generovaným mezi plynným obrem a jeho měsícem vystřelí proud síry na vzdálenou mezihvězdnou loď. Loď tento materiál vypaří laserem a vzniklé plazma ji postrčí díky interakci se „zrcadlovým“ magnetickým polem. Výhodou paprsku částic oproti laserovému paprsku je, že ve formě hybnosti mezihvězdné lodi je zachována mnohem větší část energie využitě pro urychlení paprsku.

Známý návrh Daidalos (TW pohon Projekt Daidalos) byl výsledkem projektu Britské meziplanetární společnosti v polovině 70. let 20. století. Ve dvoustupňové lodi by bylo využito 50 000 tun deuteria a helia ^3He spolu s fúzním raketovým pohonem k urychlení vědeckého nákladu o hmotnosti 500 tun na 12 % rychlosti světla během přibližně čtyř let. Cílem původního projektu byla Barnardova hvězda, avšak jeho modulární návrh umožňuje adaptaci i pro jiné destinace.

Roztok lithia v bezvodém čpavku je kapalinou s nejnižší známou hustotou při pokojové teplotě. Lithium může být při fúzní reakci kombinováno s jádrem vodíku (pouhými protony) za účelem výroby energie a dvou atomů helia (^3He a ^4He , je-li použit běžnější izotop ^6Li , nebo dva atomy ^4He , je-li použit vzácnější izotop ^7Li).³⁵ Teoreticky je tedy možné zmrazit velké množství lithia rozpuštěného ve čpavku a z výsledného ledu postavit trup mezihvězdné lodi – mezihvězdnou **lod' lithiovaného čpavkového ledu** (TW pohon Solemova Medúza). Trup lodi je následně použit jako její palivo – čpavek (NH_3) je separován na dusík a vodík; druhý jmenovaný by byl v kombinaci s lithiem využit pro výrobu energie, zatímco vzniklé helium a dusík by byly využity jako reakční hmota.

Podobný koncept „trupu zmrzlého paliva“ je využit v **Enzmannově mezihvězdné lodi** (TW pohon ^3He -D fúze polí s reverzní konfigurací). V tomto případě je trup lodi tvořen koulí zmrzlého deuteria o hmotnosti několika milionů tun s připojeným fúzním pohonem a modulem pro posádku či náklad. Výsledná mezihvězdná loď by byla delší než většina mrakodrapů na Zemi.

Dlouhoperiodické komety jsou zajímavé pro futuristy, jelikož jim značná výstřednost jejich oběžné dráhy dovoluje pohybovat se vnitřní i vnější Sluneční soustavou. Zážehy o vysokém tahu uskutečněné v periheliu využívají Oberthova efektu pro dosažení ještě vzdálenějších, snad i mezihvězdných vzdáleností. Nicméně taková mezihvězdná loď by byla velice pomalým generačním úlem.

1Z. Popisy karet patentů Modulu 1

1Z1. Karty nákladních lodí

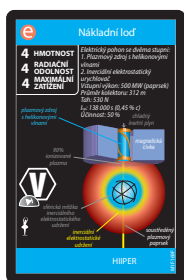
Karty pohonů jsou navrženy pro kosmické lodě odlétající z LEO, kde je voda nesmírně vzácná. Proto se jedná o pohony šetřící vodu, jinými slovy, high-tech pohony pracující při vysokých teplotách a s vysokým specifickým impulzem. U nákladních lodí je tomu naopak. Odlétají z Industrializovaných lokací s dostatkem vody a nedostatkem lidské pracovní síly, na nichž se nachází pouze hrubá a jednoduchá pozemská technologie. Z těchto důvodů se jedná o low-tech pohony s nízkým specifickým impulzem. Typická nákladní loď může mít suchou hmotnost pouhých několik tun, možná ne více než nafouknutý balon zahřátý slunečním zářením, a přesto může potřebovat tolik pohonné látky, že vypadá jako obří ledovec. Ledovec, jenž bude před dosažením svého cíle téměř celý využit jako pohonná látka. (U některých karet nákladních lodí je u hodnoty specifického impulsu (I_{sp}) v závorce uváděna rychlost světla (c) v procentech. Tato hodnota se týká výstupní rychlosti pohonné látky, jež přímo koresponduje s dosaženým specifickým impulzem. – Pozn. překl.)



Antiprotonová plachetnice se sběračem – Antiprotony vytvořené kolizí kosmických paprsků a solárního větru jsou akumulovány v planetárních radičních páslech. Kladně nabitá plachetnice se sběračem je sbírá a směřuje do skupiny sférických elektrostatických pastí, kde jsou nakonec zachyceny nebo odraženy do plachty, čímž je generován tah. V kontaktu s plachtou tvořenou grafitem, uhlíkovými vlákny a malým množstvím uranu antiprotony explodují. Ukládání antiprotonů hluboko v uranu (za účelem zvýšení počtu jednotlivých štěpení) zvyšuje tah na úkor specifického impulsu. Supravodivé obruč snižuje přenosové ztráty reaktantů. Vysoká energetická hustota dvou štěpných produktů bohužel znamená, že je nutné zbavit se poloviny energie jako odpadního tepla. Na rozdíl od Plachetnice poháněné štěpnými fragmenty může tato konstrukce lépe provádět obraty, zastavit, měnit zrychlení a specifický impuls a nevyžaduje lehoučkou plachtu. Parametry plachty jsou 2 MW/kg a 1 kg/m². Plachta o průměru 1000 metrů generuje 1,5 GW_e a tah 0,14 kN při výstupní rychlosti pohonné látky rovné 1,6 % c . Varianta tohoto pohonu pro mezihvězdnou loď využívá antiprotonový paprsek. – *Stephen Howe, 2013.*



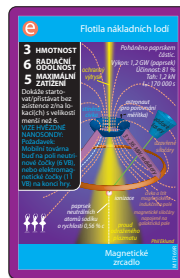
Archimédova-Palmerova čočka – Pokročilá varianta solárně ohřivaného raketového pohonu nahrazuje nafukovací čočky rojem zrcadlových fotonových plachetnic ve formaci se dvěma Palmerovými lasery (viz generátor Palmerova aerosolová čočka). Tyto plachetnice jsou vyrobeny z regolitu pomocí Von Neumannových strojů. Roj má průměr 275 m. Namísto rheniové pěny využívá solární absorber uhlíkovou skelnou pěnu vyrobenou v kosmu, jež umožňuje pracovní teplotu až 3 778 K a specifický impuls až 1 200 s. Konstrukce z uhlíkové pěny je chráněna proti reakcím uhlíku s vodíkem pomocí odpuzujícího karbidového potahu aplikovaného infiltrací chemických par (CVI) v mikrogravitaci. – *A. J. Palmer, Hughes Research Laboratories, 1980.*



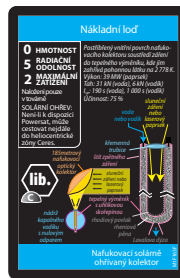
HIIPER – Elektrostatičtý raketový pohon s inerciálním plazmatem injektovaným helikonovou vlnou (HIIPER) využívá pro tvorbu plazmatu jeden z nejhustších plazmatických zdrojů – helikon – a jeden z nejméně antikorozičních urychlovačů plazmatu – inerciální elektrostatičtý udržení. Toto oddělení fáze ionizace od fáze urychlení umožňuje HIIPERu (podobně jako je tomu u VASIMRu) vykazovat zlepšený variabilní specifický impuls a poměr tahu k účinnosti. Pohonnou látkou může být celá řada plynů, např. dusík, argon nebo xenon. Elektrická energie je poskytována vzdáleným laserovým paprskem o výkonu 500 MW zachyceným tenkou plachtou o průměru 312 m. Při provozní teplotě 600 K, emisivitě 0,06 a absorpenci 0,135 je generováno 250 MW_e. Při předpokládané hmotnosti 100 g/m² je celková hmotnost plachty 7,6 t. Výstupní proud plazmatu generuje tah jen 530 N, avšak jeho výstupní rychlost, jinak nedosažitelná elektrickým pohonem, je rovna 0,45 % rychlosti světla. – *Akshata Krishnamurthy, HIIPER Space Propulsion Lab, 2012.*

³⁵ HELIUM ^3He je upřednostňovaným palivem mezihvězdných lodí, jelikož jeho fúze je čistá. Avšak tento extrémně vzácný izotop helia je ve značných koncentracích možné najít pouze v atmosférách plynných obřů nebo v lokacích s těkavými látkami implantovanými slunečním větrem (SWIV). Tělesa, jež prolétávají ve značné blízkosti Slunci, jako jsou například komety, obsahují helium ^3He vytvořené působením slunečního větru. Merkur jej nemá mnoho, jednak kvůli vlastnímu magnetickému poli, jež je sice obecně slabé ale dostatečně silné na odklonění působícího větru s výjimkou výronů koronární hmoty, a také proto, že teplota na jeho povrchu je natolik vysoká, že částice slunečního větru spíše odráží, než aby je absorboval. Projekt Icarus vytipoval aerostaty na Uranu jako místa, kde je získání helia ^3He ve Sluneční soustavě nejjednodušší. – *Shukla, Majumdar, Maiti, Kumar, New Insights into SWIV for lunar regolith characterization, 2018.*

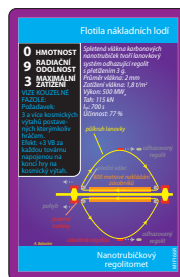
Magnetické zrcadlo – Tato nákladní loď využívá magnetické zrcadlo se dvěma cívkami k odrazení příchozího paprsku částic, jímž je poháněna. Větší zářivá cívka má v průměru 100 m a její hmotnost včetně štítu a bez radiátorů je 120 tun. Zdroj paprsku částic se nachází ve vnitřní Sluneční soustavě a s velkou pravděpodobností je vytvářen solárně napájeným urychlovačem v jednom z libračních center soustavy Slunce–Venuše. Urychlovač může být lineární (lineac) nebo kruhový (cyklotron). Urychlovač zaměřuje paprsek částic pomocí setrvačníků se supravodivými motory. Paprsek je zaostřován řadou čoček a laserů. Lasery jsou vyladěny těsně pod absorpční frekvenci částic paprsku, takže částice v proudu fotony neabsorbují, zatímco Dopplerův posun částic posouvajících se k vlnové délce laseru je přiveden do rezonance s ním a tlačení zpět do proudu. Paprsek skládající se z atomů, molekul, shluků nebo pelet musí být při pohybu vesmírem elektricky neutrální, aby nedocházelo k jeho rozbíhání, avšak zároveň musí být nabitý, aby mohl být urychlován urychlovačem a zpomalován vesmírným plavidlem. Zářivé lasery plavidla ionizují paprsek, aby došlo k jeho zpomalení a odrazení zrcadlem. Neodražená část paprsku projde skrz toroidní konstrukci a vytvoří ochrannou rázovou vlnu, jež pomůže se stíněním vysokorychlostního plavidla před kosmickým prachem. Vodní buňka chrání plavidlo před nevyočitatelnými částicemi paprsku. Paprsek částic o energii 1,2 GW, pohybující se rychlostí 1 700 km/s (0,56 % c) a odražený s 81% účinností, poskytuje tah 1,2 kN. – G. David Nordley



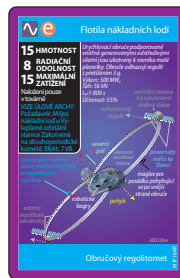
Nafukovací solárně ohřívávací kolektor – Raketový motor poháněný elektrickou energií potřebuje velký a lehký kolektor se systémem slunečních senzorů. Preferovaným řešením je nafukovací plastový balon parabolického tvaru zaostřující laserové nebo sluneční paprsky do dutiny absolutně černého tělesa. Sekundární koncentrátor vyrobený z jednoho kusu zirkonia, safíru nebo yttrito-hlinitého granátu (YAG) se chová jako okno do dutiny. Dlouhé válcovité tělo dutiny umožňuje využít většinu záření, jež do ní vstupuje, k ohřevu pracovní kapaliny (např. pohonné látky). Ta vstupuje do motoru, proudí skrz pěnou naplněný prstenec okolo vstupní dutiny, je zahřáta na vysokou teplotu a vypuštěna tryskou. Uvnitř prstence je použito vysokoteplotní kovové rhenium, jež omezuje teplotu na 2 800 K a specifický impuls asi na 1 000 s u vodíku a 190 s u vody. Rheniové trubice jsou udržovány uhlíkovou skořepinou, která je dále uzavřena v ochranném štítu zabraňujícím tepelným ztrátám. – NASA Ames, 2012.



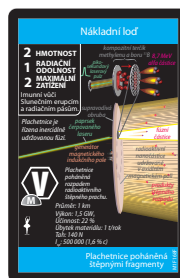
Nanotrubičkový regolitomet – Uhlíkové nanotrubičky mají sílu v tahu rovnu 8 300 kg/mm² (81 kN/mm²) a hustotu 1 800 kg/m³. Lanový systém ve tvaru písmene D může pracovat rychlostí 6,8 km/s a uchovávat 23 MW energie na každý kilogram vlákna. Představený návrh pracuje s vláknem o délce 2 km, průměru 2 mm a hmotnosti 12 kg. Jeho poloměr je 402 m. Systém je přímo (tedy bez použití elektřiny) poháněn 500 MW, jadernými turbínami. – Alexander Bolonkin.



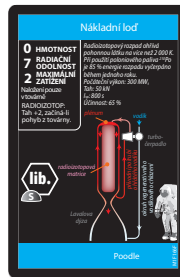
Obručový regolitomet – Systém KESTS, neboli transportní konstrukce s oporou kinetické energie, je typem elektrického raketového pohonu určeného pro pohon malé planety tvořené slepencem kamení. Principem pohonu je zakotvení dvou eliptických urychlovacích obručí kolem rovníku planety. Obruče jsou podepřeny inerciálně generovanými odstředivými silami nahrazujících silné materiály, jež jsou naopak potřeba například u lan kosmických výtahů. Vzhledem k tomu, že se opírají o elektrodynamické vazby s proudící hmotou rotující rychlostí 10 km/s, jsou obruče analogií ke statoru synchronního elektromotoru. Aby bylo zabráněno silám způsobeným momentem hybnosti, je využito systému dvou protisměrně rotujících proudů hmoty. Lidé i náklad se mohou přesouvat po magnetické kolejnici připojené k obruči, jež vede na orbitální stanici na synchronní oběžné dráze. Řetězec zásobníků uvolňuje regolit na vrcholu obruče v rychlosti 10 km/s. Dvě symetrické obruče na protilehlých stranách planety poskytují celkový tah 56 kN při výkonu 500 MW_e. – JED Cline, 2013.

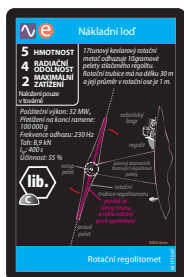


Plachetnice poháněná štěpnými fragmenty – Představte si radioaktivní prach zapuštěný v absorpční vrstvě. Impulzy štěpných fragmentů dodávají této „plachtě“ tah. Ten je vylepšen axiálním magnetickým polem, jež je natolik slabé, že neovlivní pohyby prachu, avšak dostatečně silné k usměrnění ionizovaných fragmentů do paprsku s 22% účinností. Na rozdíl od fotonové plachetnice, jež manévruje pomocí změny úhlu vůči slunečnímu záření, získává Plachetnice poháněná štěpnými fragmenty svou energii rovnoměrně napříč celým povrchem plachty, což jí dodává perfektní manévrovatelnost. Zdrojem tahu a manévrovatelnosti je u představeného návrhu využití řídicích polí aneutronické laserem indukované fúze. Tah je iniciován pikosekundovým laserovým pulzem, jenž byl zesílen technikou CPA (Chirped Pulse Amplification) a nasměrován na první vrstvu řídicího pole. Při pulzní frekvenci 75 MHz laserový paprsek dodává 20 000 TW/mm² na vlnové délce mezi 1 a 10 μm. Díky tomu svrchní vrstva pole, tedy 5 μm tlusté kovové folie, exploduje. Jeden teravolt na metr elektrického pole vyvrhne protony, jež iniciují H-B fúzi v druhé vrstvě, kterou je tenký film kompozitu CH₂-¹¹B. Produkty fúze jsou stovky tisíc alfa částic o energii 8,7 MeV, usměrňovaných magnety pro zajištění manévrování. Plachta o průměru 1 km má hmotnost 60 tun, avšak při rychlosti fúze 1,9 kW/m² ztrácí ročně jednu tunu. Se specifickým impulzem 500 000 s avšak s tahem pouhých 140 N nemá tato plachetnice dobré parametry pro pohyb ve středně silných gravitačních polích okolo planet. Při pohybu z libračního centra L3 soustavy Země–Měsíc by jí zabralo měsíc, než by se po spirále dostala k Zemi. Let ke vzdálenému Jupiteru by jí zabral pouhé čtyři roky, avšak další rok by pak trval sestup po spirále k měsíci Callisto. – V. P. Krainov, Lisitsa, Roussetski, Ignatyev, Andrainov, Observation of neutronless fusion reactions in picosecond laser plasma, 2005.



Poodle – Tento pohon je produktem jaderné smělosti a naivity konce 60. let. Svou pracovní kapalinu zahřívá přirozeným rozpadem radioaktivních izotopů. Velice jednoduchý návrh reaktoru bez jakýchkoli pohyblivých částic využívá pro generování tepla a tahu drahé polonium ²¹⁰Po. Jeho krátký poločas rozpadu však omezuje délku mise. Nicméně rozpad prvku nelze „vypnout“, a tak musí být teplo buďto využito, nebo vyzářeno. Osobně bych podotknul, že čtení odtajněných dokumentů z 60. let je opravdu zábava. – E. Nezgod, Radioisotope Propulsion Technology Program (Poodle) – Final Report, 1967; J. Whiton, Status Report – Radioisotopic propulsion systems, 1965.





Rotační regolitomet – Rotační metač pelet je zužující se rychle rotující trubice, jež urychluje malé desetigramové pelety stlačeného regolitu. Na konci ramene metače dosahuje přetížení 100 000 g. Během rotace působí pelety na stěnu trubice silou 8,9 kN a jsou uvolňovány rychlostí 4 km/s. Frekvence odhozu pelet činí 230 Hz. Trubice je tvořena kevlarom potaženým slitinou titanu a niklu, jež zajišťuje snížení opotřebení. Tento slitinový potah je vystaven značnému otěru a obrousování, a proto je vyměnitelný. Věžový metač se dvěma rameny má hmotnost 17 tun. Je zapotřebí mít dva takovéto metače, jež díky protisměrné rotaci udrží hybnost planety či vesmírného plavidla na nule. – *Space Settlements: A Design Study, NASA Ames, 1975.*



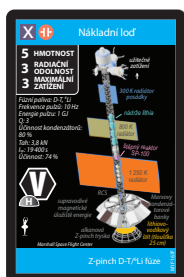
Štěpením ohřívána voda – Jaderně ohříváný parní raketový motor (NSR) využívá jaderný reaktor pro přeměnu vodní pohonné látky na ultrahorkou páru. Tlak vody chováající se jako moderátor/reflektor je čerpadlem zvýšen na 23 MPa. Ačkoli je nutné použít ohromného čerpadla (výkon ≈ tlak × plocha × rychlost), provoz nad hodnotou kritického tlaku zabraňuje změně skupenství pohonné látky a umožňuje dosažení vyšší energetické hustoty a specifického impulsu. Lavalova dýza připojená přímo k reaktoru převádí tlak expandující páry na tah. Při průměrné výstupní teplotě 1 100 K je dosaženo specifického impulsu 200 s. Desetitunový reaktor s částicovým ložem generuje 1 GW, při 3 MW/litr. Vodní nádrž je tvořena kevlarovým kompozitem s tloušťkou stěny 0,044 mm. Alternativou může být uchovávání pohonné látky ve formě vodního ledu. Při maximálním tahu 380 kN je rychlost průtoku vody 170 kg/s. Energie potřebná pro roztavení ledu na kapalnou vodu je rovna 0,48 MJ/kg, u páry je to pak 2,2 MJ/kg. To znamená, že téměř polovina tepelné energie je nevyužita – spotřebována na změnu skupenství vody. – *Anthony Zuppero et. al, Nuclear-heated steam rocket using Lunar Ice, 1997.*



Štěpný reaktor s plynovým jádrem – Reaktor s plynovým jádrem (GCR) s otevřeným cyklem je tvořen kritickým štěpným jádrem ve formě plyného plazmatu. V něm je vodíková pohonná látka ohřívána s trojnásobně vyšším získaným specifickým impulzem, než je tomu u verzi s pevným jádrem. Reaktor o výkonu 1,5 GW_t dosáhne tahu 75 kN při specifickém impulzu 3 000 s. 150 MW_t odpadního tepla je možné se zbavit zdvojnásobením rychlosti průtoku chladiva v otevřeném chladicím cyklu (na 5 kg/s), nebo pomocí radiátorů. Palivem je americium ^{242m}Am získané z ¹⁴¹Am, jež má nejen nejvyšší známý účinný průřez, ale také vysoký podíl neutronů na štěpnou reakci a dlouhý poločas rozpadu. To umožňuje konstrukci menších pohonů, než je tomu u těch s uranovým palivem. Průměr jádra reaktoru je 1,5 m, tloušťka moderátoru 0,5 m, tlak 500 atm a teplota jádra 65 000 K. Kvůli zabránění ztrátám paliva je americium v jádru magneticky udržováno pomocí mírně asymetrického magnetického zrcadla. Reaktory s plynovým jádrem je složité zažehnout, a proto je do nich při startu injektován malý pulz antiprotonů, jež vytvoří 10²² neutronů nutných pro iniciaci reakce. – *R. G. Ragsdale, Nuclear Thermal Propulsion, NASA/Lewis Research Center, 1990; Kammash and Jan, 1992.*



Z-pinch ³He-D fúze z magnetizovaného terčíku – Pohon fúze z magnetizovaného terčíku má dva stupně: injektor plazmatu, vytvářející extrémně žhavé plazma a vpravující jej do druhého stupně, a implozní systém, který magneticky stlačuje žhavé plazma, aby jej přivedl k fúzi. Ke kompresi dochází kombinací efektů Z-pinch pole a Ulamovy ablační imploze (výsledkem je Lorentzova síla generovaná vysokými hodnotami proudu v lithiové vložce, dodaného pohyblivými generátory spirálového toku). Implodovaná vložka se stává součástí pohonné látky. Fúze z magnetizovaného terčíku tedy kombinuje přístup ohřevu při nízké hustotě (princip magneticky udržené fúze) s prudkým ohřevem (princip inerciálně udržené fúze). Jelikož stačí, aby plazma zůstalo v magnetické nádobě pouze po zlomek sekundy, požadavky na magnetické udržení jsou přiměřeně nízké a nenákladné. A jelikož terčíkem je extrémně žhavé plazma, nejsou požadavky na úroveň tlaku tak striktní jako u inerciální fúze. – *G. A. Wurden, http://www.lanl.gov/physics, 2013.*



Z-pinch D-T/⁶Li fúze – Tento pohon nechává ve velmi krátkém čase (10⁻⁶ s) procházet plazmatem velmi vysoké proudy (v řádech megaampérů). Magnetické pole vzniklé průchodem proudu stlačuje plazma do fúzních podmínek. Tento pohon může využívat jak paliva D-T, tak n-⁶Li. Deuterium s tritiem je vstříkováno do středu prstencové trysky a pohonná látka n-⁶Li pak proudí po vnějším plášti válcovité trysky jako „opona“. Vstříkávání pohonné látky ⁶Li je kuželovitě soustředěno tak, aby se s ní D-T palivo potkalo ve specifickém místě, jež se chová jako katoda. ⁶Li slouží coby zpáteční cesta proudu k uzavření obvodu a také jako pohlcovač neutronů. Reakce n-⁶Li vytváří dodatečné tritiové palivo a vedlejší energetické produkty, jež zvyšují výstupní výkon. Při optimálním poměru paliva D-T a pohonné látky ⁶Li ve směsi generuje tento pohon tah o hodnotě 3,8 kN při specifickém impulzu 19 400 s. Neutrony a gama záření unikající z lithiové vložky jsou zachyceny chladivem (FLiBe) a odpadní teplo je předáno radiátorům ze slitiny sodíku a draslíku pracujících při teplotě 1 250 K. Při každém fúzním pulzu o energii 1 GJ je proud indukovaný v cívkách využit pro dobíjení kondenzátorových bank; Q faktor je roven 3. Jelikož musí být do D-T paliva vpraveno velké množství energie (333 MJ) za velmi krátký čas (100 ns), využívá se zde Marxova kondenzátorová banka pracující při frekvenci 10 Hz. – *J. Miernik et al, Marshall Space Flight Center, Fusion Propulsion Z-Pinch Engine Concept, 2012.*

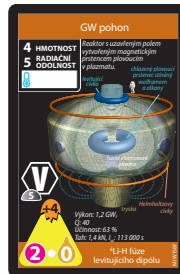
1Z2. Karty GW pohonů

Tyto pohony se výkonově nacházejí v řádu gigawattů (miliarda wattů) nebo dokonce terawattů (bilion wattů). Pohony, jejichž specifický impuls převyšuje 80 000 s, mají ve hře spotřebu paliva rovnou nule. 80 000 s odpovídá natolik vysoké výstupní rychlosti pohonné látky, že je vhodné ji vyjadřovat v procentech rychlosti světla (c): 0,27 %. Neznámená to však, že takové pohony nepotřebují pohonnou látku. Všechny raketové pohony potřebují reakční hmotu, aby se mohly pohybovat vesmírem. Nereakční pohony, jako je Deanův pohon, EmDrive, Warp pohon ad. porušují třetí Newtonův pohybový zákon a zatím neexistuje důkaz pro to, že by mohly být uvedeny do provozu v jakémkoliv měřítku. Toto omezení se netýká jen raketových pohonů. Každý stroj určený pro pohyb vyžaduje nějakou hmotu, jež na základě zákona akce a reakce poskytne zrychlení či změnu směru pohybu. Jinak řečeno, pouhá energie pro pohyb kosmem nestačí, spolu s energií potřebujete i reakční hmotu.

³He-D fúze polí s reverzní konfigurací – Pole s reverzní konfigurací (FRC) je elipsoidní buňka plazmatu s ažmutálním proudem obíracím směrem externě aplikovaného magnetického pole. Výsledné pole udržuje toroidální plazma, aniž by byla potřeba toroidální vakuová nádoba nebo sestava cívek. V zrcadle kolidujícího plazmatu jsou Théta sevráním na opačných koncích dlouhého magnetického zrcadla generována dvě pole s reverzní konfigurací. Ta jsou dále magneticky urychlena na rychlost v řádu milionů kilometrů za hodinu a vzájemně kolidována. Produkty fúze unikají oběma konci stroje; na jednom konci jsou využity pro výrobu elektrické energie pomocí magneto-hydrodynamického konvertoru a na opačném konci expandují magnetickou tryskou a generují tah. Palivem může být ³He-D nebo H-¹¹B. 220 GW_f reaktor generuje tah 5 kN při Q faktoru 2 a výstupní rychlost pohonné látky je rovna 13 % c. – *Helion Energy, 2010.*



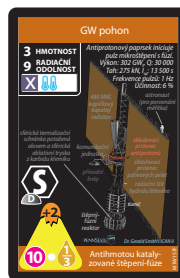
⁶Li-H fúze levitujícího dipólu – Většina magneticky udržovaných fúzních zařízení využívá buďto iracionální tokové povrchy (např. tokamak, stellarátor), nebo otevřená magnetická pole (např. magnetické zrcadlo). Systémy s uzavřenými poli, jako je dipól, jimž je věnováno mnohem méně pozornosti, vykazují několik unikátních a užitečných vlastností včetně toho, že jsou schopny udržet v ustáleném stavu plazma s vysokým beta podílem a nízkým turbulentním transportem. Dosahují toho vysokoenergetickým udržením částic pomocí malého počtu vzájemně nepropojených cívek. Levitace dipólového magnetu umožňuje provoz v ustáleném stavu s vysokou stabilitou a účinným odstraňováním popela. Kromě toho snižuje konečné ztráty tím, že podporuje zážeh pokročilých fúzních paliv, jako jsou ⁶Li-H, nebo heliem katalyzované D-D. Druhá jmenovaná fúze potlačuje produkci energetických (14,1 MeV) neutronů tím, že nedochází k produkci tepelného tritiového popela a jeho nahrazením za produkty rozpadu helia ³He. Hlavní nevýhodou dipólového přístupu je potřeba levitující supravodivé cívky uvnitř plazmatu. Tento „plouvající prstenec“ bohužel zachycuje 24 % fúzních fotonů a neutronů, a musí být tedy dostatečně chlazen, aby si udržel své supravodivé vlastnosti. Prstenec je stíněn milimetrovou vrstvou wolframu následovanou alkanovými kompozity, jež představují třetinu jeho hmotnosti. Vnější vrstva vyzařující 1 MW/m² při teplotě 2 700 K navrací 400 MW zpět do plazmatu. Alkanová vrstva oslabuje tok neutronů (60 MW u D-D fúze). Vnitřní tepelně izolovaná skořepina poskytuje teplotní rozdíl, jenž pohání interní 10 MW chladič udržující supravodivé vinutí cívky na kryogenních teplotách. Tato vinutí (pracující při hustotě proudu cívky 330 MA/m²) generují magnetické pole o maximální indukci 30 T. Pro fúzní reaktor o výkonu 1,2 GW_f platí následující hodnoty: tah = 1,4 kN, úniková rychlost pohonné látky = 0,37 % c, účinnost = 63 %. – *J. Kesner, D. T. Garnier, A. Hansen, M. Mauel, L. Bromberg, Helium Catalyzed D-D Fusion in a Levitated Dipole in a Z-Pinch, 2003.*



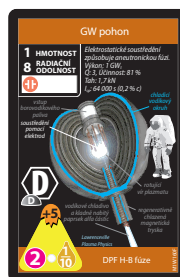
Antihmotou iniciovaná MIF borovodíková fúze – Konvenční inerciálně uzavřená fúze stlačuje palivové pelety na mnohonásobně vyšší hustotu a současně dodává jádru energii pro iniciaci reakce. Magnetická inerciální fúze (MIF) tento systém obchází tím, že tvoří fúzní plazma ablaci stěn uvnitř pelet. Ablace je iniciována vysokoenergetickým paprskem procházejícím skrze otvor ve stěně pelety. Termoelektrický jev vyvolaný dopadem generuje silné magnetické pole (12 500 T), jež běžně izoluje žhavé a husté plazma od kovové stěny pelety. Tím dojde k zážehu jádra, jemuž kombinace magnetického a inerciálního udržení umožňuje hořet po dlouhou dobu. Návrh využívá 9 ns pulzů stovky miliard antiprotonů coby vysokoenergetického paprsku a dále vodíku a boru v poměru 5:1 coby paliva. Fúzní palivo H-¹¹B má tu výhodu, že vytváří pouze nabitě částice ve formě alfa záření a žádné neutrony. Každá olovem potažená peleta má v průměru 50 mm a její hmotnost je půl kilogramu. Kaskáda iniciačních částic má kinetickou energii 140 GJ a dalších 30 J anihilační energie. Při Q faktoru 2 každý pulz generuje 280 GJ fúzní energie. Jeden pulz každé 2 sekundy generuje tah 83 kN, přičemž výstupní rychlost pohonné látky je 0,4 % c. – *Kammash, Martin, Godfrey, Antimatter Driven P-B11 Fusion Propulsion System, 2003.*



Antihmotou katalyzované štěpení-fúze³⁶ – Tento pohon spaluje pelety deuteria, tritia a uranu ²³⁸U (devět dílů D-T na každý díl ²³⁸U). Ty jsou injektovány do komory reaktoru, kde jsou stlačeny iontovými paprsky a následně ozářeny antiprotonovým pulzem v délce trvání 2 ns. Ačkoli tato antihmotá „nekatalyzuje“ reakci, iniciuje štěpení uranu, které následně iniciuje D-T fúzi. Vysokoenergetické záření je termalizováno (na 1 keV) dvousetgramovou olověnou schránkou. Přesto je ablativní tryskou vyrobenou z karbidu křemíku o průměru 8 m zachycena jen třetina energie reakce a štěpných fragmentů. Přibližně 20 % energie je ztraceno ve formě vysokoenergetických neutronů a k ochraně palivových prstenců před nimi musí mít pohon štít z hydridu lithného o tloušťce 1,2 m. Tepelný stroj v tomto štítu napájí 10 MW iniciátor. Každá čtyřicetinuová nádrž pohonné látky karbidu křemíku pro svou spotřebu využije 7 ng antiprotonů. Při frekvenci 1 Hz a 2 kg spotřebované hmoty na jeden pulz je generováno 302 GW_f energie. Při celkové účinnosti 6 % je tah roven 275 kN a výstupní rychlost pohonné látky 0,04 % c. – *Lewis, Meyer, Smith, and Howe, Penn State University, 2000.*



DPF H-B fúze – Tento pohon využívá čistou aneutronickou fúzi se zaostřováním hustého plazmatu (DPF) vodíku a boru ¹¹B. Celkový výkon brzděného záření, jež lze vypočítat vynásobením objemu sevrání (~10⁶ m³) s frekvencí (10 Hz), je roven 1 GW_f, a to při hustotě částic (elektronů a iontů) 2 × 10²² /cm³ a teplotě elektronů 1,3 MeV. Při Q faktoru rovném 3 iniciuje zážeh 33 MJ kondenzátorová banka poskytující 15 MJ/t a 5 MJ/m³. Druhá kondenzátorová banka v systému slouží jako záloha. Základní parametry pohonu jsou: poloměr anody = 14 cm, poloměr katody = 38 cm, tah = 1,7 kN, specifický impuls = 64 000 s (0,2 % c), celková účinnost = 81 %. Komora reaktoru a tryska jsou chlazeny

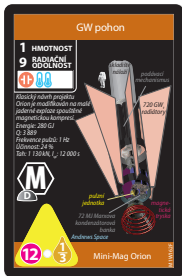


36 ANTIHMOTA je nejkoncentrovanější možné úložiště energie převádějící 200 % vlastní hmoty na energii při kontaktu s ekvivalentním množstvím běžné hmoty. Antihmotá o velikosti zrnka soli vydá tolik energie jako 2 tuny nejlepšího paliva chemického raketového motoru. Není však řešením energetické krize, jelikož se jedná o syntetické palivo, jež nelze najít v přírodě. Antihmotá bude vždy k vlastní výrobě vyžadovat nejméně 10 000x více energie, než kolik je možné získat její anihilací. Ačkoli je užitečná pro katalyzaci některých jaderných reakcí, k čemuž je využita zde, jako raketové palivo je téměř bezcenná. Problém spočívá v tom, že energie reakce antihmoty není „čistou energií“ ale je vyzařena zejména ve formě pionů a to jak nabitých, tak neutrálních, jež se téměř okamžitě rozpadají na tvrdé gama paprsky. Na rozdíl od neutrálních částic, jako jsou neutrony, jež mají v daném materiálu konečnou absorpční hloubku, gama paprsky penetrují exponenciálně, což znamená, že nemožno být naprosto zastaveny, a to ani prvky s vysokým protonovým číslem jako je olovo nebo wolfram. To znamená, že vysoké procento energie antihmotového raketového pohonu skončí jako odpadní teplo vyžadující pro své vyzařování radiátory.

oběhem s otevřeným cyklem s průtokem tekutého vodíku 2,75 kg/s, což zvyšuje tah na 55 kN, avšak snižuje specifický impuls na 2 000 s. – Sean D. Knecht et al.



Křížová H-B fúze – Šest ramen reaktoru CrossFire vystřeluje kationty o energii 600 keV na záporně nabitý centrální magnetický hrot. Ionty, jež jsou udrženy magnetickým polem v radiálním směru a elektrickými poli v podélném směru, jsou elektrostatickými čočkami na koncích každého iontového injektoru odráženy tam a zpět. V magnetickém toku oscilují pulzy magnetických proudů a radiálně převádějí energii do plazmatu. Tento svírací jev zvyšuje rychlost fúze. Stěny magnetů jsou potaženy materiálem odrážejícím brzděné rentgenové záření zpět do plazmatu. Preferovaným palivem je vodík s borem. Tato reakce vytváří pouze nabitě částice, jež překonají elektrické pole a podélně unikají, aby byly následně usměrněny magnetickým polem a poskytl tah. Při výkonu 28 GW_t je tah 2,5 kN a výstupní rychlost pohonné látky dosahuje 5 % c. – Moacir Ferreira Jr.



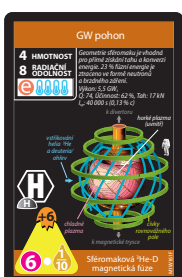
Mini-Mag Orion – Návrh Mini-Mag Orion přidává do rodiny konceptů Orion dva důležité aspekty: zaprvé použití magnetické Z-pinch komprese štěpných terčů, což umožňuje mnohem menší exploze (280 GJ vs. 20 000 GJ); a zadruhé nahrazení odrazného plátu magnetickou tryskou. Vesmírné plavidlo si s sebou veze pouze velmi malé množství štěpného paliva curia ²⁴⁵Cm, zbývající pohonná látka (makro částice ²⁴⁵Cm s D-T jádrem) je na plavidlo vysílána paprskem částic. Hybridní štěpné-fúzní systém disponuje Q faktorem rovným 3 889 a 24% účinnosti. Použití náloží o energii 280 GJ kN s frekvencí 1 Hz generuje tah 1 130 kN a specifický impuls dosahuje 12 000 s. – Roger Lenarda, Dana Andrews, *Use of Mini-Mag Orion and superconducting coils for near term interstellar transportation*, 2007.



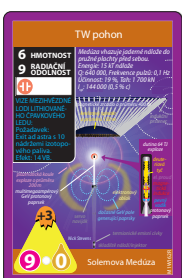
Prašné plazma – Reaktor prašného plazmatu udržuje kritická prachová zrna v elektrickém poli a využívá pro přímé generování tahu vysokorychlostní štěpné fragmenty. Horní a spodní paraboloidní moderátory tvořené hydridem lithným odrážejí dostatek neutronů pro udržení prachových zrn nad kritickou mezí. Dvojitý chlazený tepelný štít z uhlíkových kompozitů odráží infračervenou energii prachu směrem pryč od moderátorů. U uranových prašných částic je 81 % energie uvolněno ve formě kinetické energie štěpných fragmentů a zbývajících 19 % ve formě beta a gama záření a neutronů. Unikající štěpné fragmenty jsou chlazeny kolizemi s pohonnou látkou tvořenou lithiem a dosahují únikové rychlosti rovné 3,4 % c. Supravodivé cívky a kvadrupólové proudové smyčky slouží jako magnetické zrcadlo: usměrňují fragmenty a pohonnou látku, čímž je vytvářen tah. Prašné plazma o výkonu 14 GW_t generuje 1,1 kN tahu s minimálním chlazením s otevřeným cyklem, nebo 550 kN při zajištění dostatku lithia pro absorpci většiny neutronů. Lithium může být dodáváno lithiovým paprskem částic. Radiativní chlazení prachu o nanometrové velikosti částic dosahuje tepelné účinnosti 40 %. – NASA NAIC Spring Symposium, 2012



Projekt Daidalos – Projekt Daidalos je výchozím měřítkem návrhů bezpilotní mezihvězdné sondy. Údaje na kartě se týkají pouze druhého stupně. (Kompletní dvoustupňová mezihvězdná loď by měla suchou hmotnost 100 a potřebovala by 1 350 nádrží fúzního paliva ³He-D, aby dosáhla Barnardovy hvězdy.) Palivové pelety injektované rychlostí 250 km/s jsou zažehávány svazky elektronů o energiích 2,7 GJ pro první a 400 MJ pro druhý stupeň. (Nedávné studie vyvrátily možnost zážehu fúzních pelet elektronovým paprskem kvůli magnetické erozi a repulzi náboje.) Vysoký zisk systému (Q = 35) umožňuje magnetohydrodynamickým cívкам v trysce generovat energii potřebnou pro další cyklus. Do oranžova rozžhavené (1 500 K) tělo trysky vyrobené ze slitiny titanu, zirkonu a molybdenu (TZM) odvádí odpadní teplo. Vypočítaný podíl spalín fúzního paliva činí 0,175 a 0,133 pro první, resp. druhý stupeň. Pohonná látka dosahuje výstupní rychlosti 3,5 %, resp. 3 % rychlosti světla a hodnota tahu činí 7 540 kN, resp. 660 kN. – A. Bond et al., *Project Daedalus – The Final Report on the BIS Starship Study*, 1978.

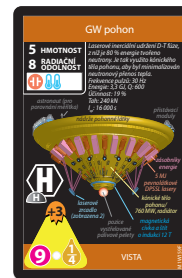


Sfěromaková ³He-D magnetická fúze – Toroidální magnetické udržení sfěromaku je otevřenou geometrií, jež umožňuje přímou přeměnu energie fúzních produktů v energii tahu (na rozdíl od tokamaku). Střední část plazmového ohniska udržovaná induktivním šroubovitým vstřikováním cyklicky produkuje předfúzní plazma. K potlačení turbulence je využito laminární dynamo. Zbytkové magnetické pole plazmového ohniskového výboje dále stlačuje plazma sfěromaku na podmínky potřebné pro zážeh fúze a vytlačuje jej ven z reaktoru do magnetické trysky. U pohonu založeného na ³He-D nebo D-D fúzi má nízkoteplotní plazma proudící z oblasti obklopující jádro reaktoru teplotu v řádu 100 eV, což odpovídá hodnotě specifického impulsu 40 000 s (0,16 % c). S chlazením s otevřeným cyklem se tah pohybuje mezi 17 a 56 kN. – M. Katsurai and M. Yamada, *Studies of Conceptual Spheromak Fusion Reactors*, 1982.

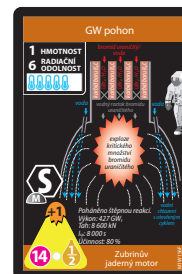


Solemova Medúza – Medúza Johndalea Solema je raketový pohon typu Orion poháněný termonukleárními detonačními vlnami za lehkým spinakrem. Návrh využívá 15kilotunových deuteriových náloží s průměrem plazmatické koule 200 m. Hmotnost spinakru vyrobeného ze zesíleného kevlaru o tloušťce jednoho milimetru, jež kopíruje plazmatickou kouli detonace, je 25 tun. Původní návrh byl rozšířen o 400metrové magnetické zrcadlo zajišťující absolutní vypaření paliva ještě před dosažením spinakru. Druhým vylepšením je zážeh protonovým paprskem, který eliminuje potřebu štěpného materiálu a snižuje hustotu vyloučených reaktantů (a tím pádem zvyšuje specifický impuls). Ve chvíli, kdy se plazmatický most dutinového terče dostane do kontaktu s levitující supravodivou obručí nabíto na 1 GeV, vznikne 100 MJ paprsek. Konec stlačené palivové tyče deuteria uzavřené v dutině je zasažen gigavoltem multimegaampérového proudu. Je-li proud potřebný pro zážeh pod Alfvénovým limitem pro ionty, je tento paprsek „pevný“ a značně převyšuje kritický proud potřebný pro zachycení produktů D-D fúze, což je podmínkou detonace. Velké generované proudy jsou směřovány magnetickými cívkami na záď vesmírného plavidla, kde termionické emitory usměrňují elektrony do kosmu s využitím tzv. „indukčního nabíjení“. Tento proces nabíjí prstenec pro další impuls. 12kilogramová dutinová nálož (obsahující jako pohonnou látku pevný vodík) exploduje každých 10 sekund, přičemž vyvíjí tah o maximu 1 700 kN. Tah je udržován na konstantní hodnotě pomocí servonavijáku. Výstupní rychlost pohonné látky je rovna 0,47 % c. – F. Winterberg, *Deuterium Microbomb Rocket Propulsion*, 2008.

VISTA – Fúze deuteria s tritiem je špinavá. Jedna polovina vzniklé energie je tvořena vysokoenergetickými neutrony, jedna čtvrtina rentgenovými paprsky a jedna čtvrtina nabitými částicemi plazmatu. Kónický tvar vesmírného plavidla VISTA (Vehicle for Interplanetary Space Transport Applications) umožňuje vyhnout se většině neutronů a rentgenovým paprskům za současného přeměrování nabitých částic „teplým“ magnetem o indukci 12 T. Kvůli tomu VISTA využívá pouze 9 % výstupní fúzní energie na generování tahu a stejné množství pak pro výrobu elektrické energie. Q faktor je (za předpokladu pokročilých laserů pro rychlou iniciaci) roven 600. Regulace tahu je dosaženo proměnnou frekvencí pulzů (0–30 Hz). Úprava množství vodíku uzavřeného v dutině každé palivové pelety umožňuje variovat výstupní rychlost pohonné látky. Jak vnitřní, tak vnější strana kužele je radiátorovou plochou vyzařující 760 MW. Většinu hmotnosti pohonu tvoří magnetické štíty o hmotnosti 140 tun. – C. D. Orth, G. Klein, J. Sercel, N. Hoffman, K. Murray, F. Chang-Diaz, *VISTA – A Vehicle for Interplanetary Space Transport Applications Powered By Inertial Confinement Fusion*, 2003.



Zubrinův jaderný motor – Ilustrace ukazuje vizi Roberta Zubrina: raketový motor hnaný nepřetržitou řízenou jadernou explozí probíhající za tryskou/komorou reaktoru. Pohonnou látkou je voda obsahující rozpuštěné soli uranu nebo plutonia. Tyto palivové soli jsou uloženy v nádrži vyrobené z kapilárních trubic karbidu boru, silně členitého materiálu, jež značně absorbuje termální neutrony, čímž zabraňuje rozvinutí řetězové štěpné reakce, k níž by jinak došlo. Při uvedení motoru do chodu je voda čerpána z nádrže do válcovité trysky bez absorbérů. Rychlost proudění vody je u výstupu z nádrže regulována tak, aby tok neutronů prudce vrcholil mimo raketový motor. Při kritické hmotnosti (okolo 50 kg) produkuje nepřetržitá jaderná exploze 427 GW_{th}, čímž je získán tah 8 600 kN při specifickém impulzu 8 000 s a tepelné účinnosti 99,8 % (s využitím chlazení s otevřeným cyklem). Celková účinnost je 80 %. – Robert Zubrin, *Nuclear Salt Water Rockets: High Thrust at 10,000 sec ISP*, J. British Interplanetary Soc. 44, 1991.



Zubrinovo plynové dynamické zrcadlo (GDM) – Tento hybridní fúzně-štěpný raketový pohon využívá D-T fúze jako zdroje neutronů pro iniciaci štěpení uranického vodného roztoku obklopujícího dlouhé a úzké fúzní jádro. Geometrií fúze je plynové dynamické zrcadlo (GDM) generující elektrickou energii na jednom konci a tah na konci druhém. Q faktor fúze je při použití paprsku neutronů roven 2,9. U nepřetržitého štěpení je Q faktor roven 10, což značně zvyšuje tah. Tepelná účinnost je 76 %.





© 2020 ION Games a Sierra Madre Games

© 2020 Fox in the Box (česká edice)

Autoři: Phil Eklund a Jeffrey Chamberlain

Součást hry High Frontier 4 CZ