

# Je jaderná fúzní energie obnovitelný zdroj energie ?

Ing. Slavomír Entler

Podle úředního rozhodnutí fúzní energie není obnovitelný zdroj. Tímto rozhodnutím je pominuta základní fyzikální realita a stav do jisté míry připomíná inkvizici, protože si někteří lidé činí nárok nadřazovat svůj názor nad logiku i přírodu. Tento článek navazuje na komentář [Jaderná fúze není obnovitelný zdroj energie](#) k článku [Elektřina z fúze \(I\)](#) a poukazuje na možnou příčinu negativního postoje k jaderné fúzi, kterou je neznalost tohoto rodícího se sektoru energetiky.

## Existují obnovitelné zdroje energie ?

Z fyzikálního hlediska „skutečně obnovitelné“ zdroje energie neexistují, stejně jako neexistuje perpetuum mobile.

Odlišit takzvané „obnovitelné zdroje energie“ (zkráceně OZE) od ostatní zdrojů energie a správně je definovat proto není snadné. Výsledkem snahy je řada kompromisů a různých definic OZE. Všechny definice však shodně za primární zdroj energie OZE považují sluneční záření.

Stanovení slunečního záření jako zdroje energie je zdůvodňováno volbou hranic životního prostoru lidstva v rozsahu přibližně povrchu Země. Díky tomu do sledovaného prostoru nespadá Slunce, ale pouze sluneční záření.

Antropocentrická volba prostorových hranic sledovaného systému je následně zneužita pro ustanovení slunečního záření jako obnovitelného a nevyčerpatelného zdroje. To ale nemá nic společného s fyzikální realitou. Sluneční záření vzniká na Slunci jadernou fúzí vodíkových jader, která se nijak neobnovují, a jejich množství je omezené.

Stanovení hranic systému je nezbytné pro jakýkoliv posuzovaný systém a v principu může být libovolné. Vždy je ale nezbytné správně popsat vstupy a výstupy systému. K tomu ale v případě definic OZE nedošlo a sluneční záření je ustanoveno jako obnovitelné a nevyčerpatelné, nezávislé na Slunci. Toto tvrzení nijak nesouvisí s volbou systému a jde jednoduše o nesmysl a školáckou chybu. **Sluneční záření na vstupu do systému Země má všechny dědičné znaky jaderné energie uvolněné fúzní reakcí na Slunci a je proto neobnovitelné a vyčerpatelné.**

Rozumným východiskem je antropocentrické časové omezení sledovaného systému. Pokud stanovíme sledovaný časový interval například na 4 miliony let existence lidské společnosti, pak v rámci tohoto intervalu jsou jaderná fúzní energie Slunce a následně sluneční záření nevyčerpatelné a obnovující se. V daném časovém rozmezí je úbytek jaderné energie v místě probíhající jaderné fúze na Slunci nepatrný a dochází k její přirozené obnově podobně jako v případě OZE geotermální energie, větrné energie, vodní energie a dalších.

## Je fúzní energie obnovitelný zdroj energie ?

Jaderná energie je fúzní reakcí na Slunci transformována na sluneční záření, které je zdrojem energie OZE.

V důsledku uvedených skutečností jsou možné následující odpovědi na položenou otázku:

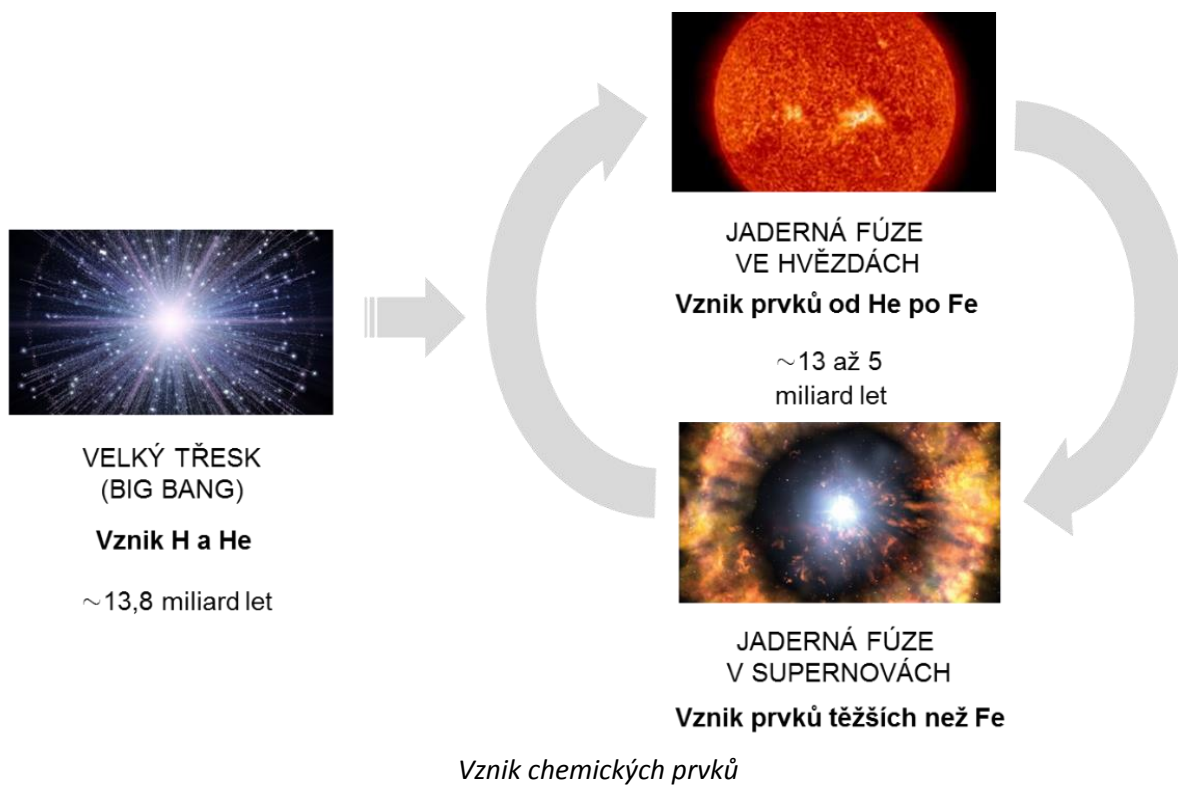
1. Fúzní energie je OZE, protože je z antropocentrického pohledu nevyčerpatelným a obnovujícím se zdrojem energie.
2. Energetickým zdrojem OZE musí být přirozeně také OZE, jinak by to nefungovalo. Fúzní energie proto je OZE.

3. Fúzní energie není OZE, protože není uvedena v definicích OZE. Kde se bere sluneční záření, je jedno.
4. Definice OZE jsou vnitřně rozporné a stanovení OZE závisí na skupině lobbistů zelené energie.

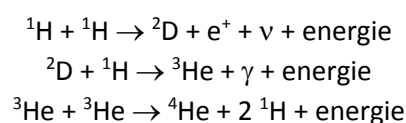
### Jaderná fúze – základ přírody

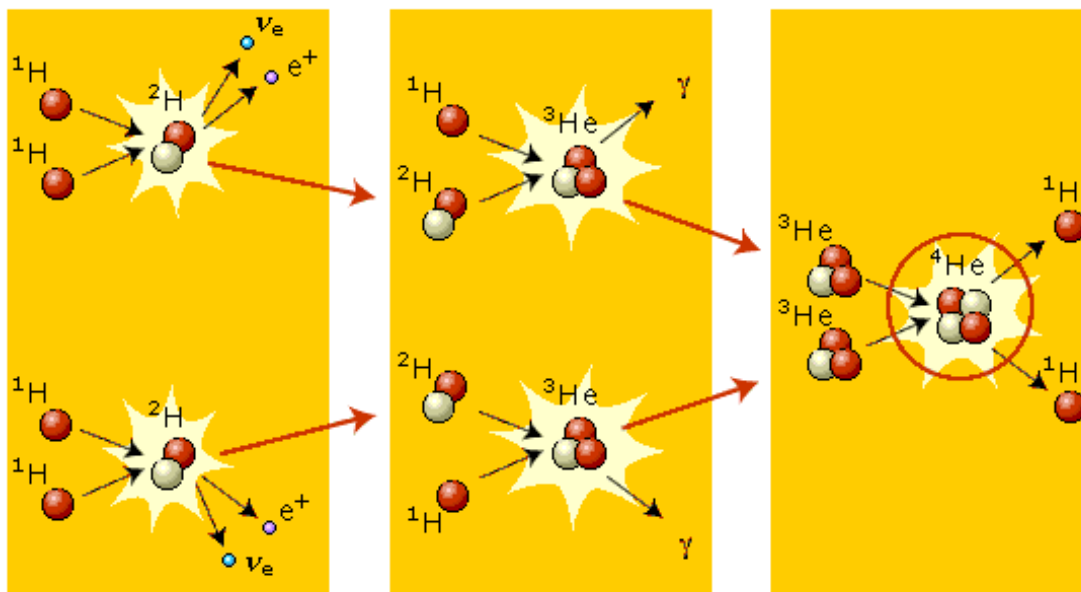
Ne všem je známo, že jaderná fúze tvoří jeden ze základů přírody a celého vesmíru. Jaderná fúze probíhala a probíhá ve všech hvězdách, uvolňuje pro celý vesmír životodárnou energii a vyrábí nejrůznější chemické prvky nutné pro život. Jedna z hvězd – naše Slunce je základním předpokladem života na Zemi. Bez jeho tepla z jaderné fúze by byla Země studeným mrtvým tělesem.

Díky jaderné fúzi existuje vesmír v podobě, v jaké jej známe, protože právě jaderná fúze umožnila vznik chemických prvků postupným slučováním lehčích atomových jader. Bez jaderné fúze by neexistovaly hvězdy a vesmír by byl zcela tmavý, zaplněný mrtvými planetami, černými trpaslíky, neutronovými a kvarkovými hvězdami, černými dírami a temnou hmotou.



Pro účel tohoto článku pomineme kosmologickou roli jaderné fúze. Celý život na Zemi závisí na světelné a tepelné energii Slunce, která také pochází z jaderné fúze. Ve Slunečním jádru dochází ke slučování lehkých atomových jader a tím k uvolňování energie. Uvolňování energie v našem Slunci je založeno na proton-protonovém fúzním cyklu:





*Proton-protonový cyklus jaderné fúze, probíhající v jádru Slunce*

Při proton-protonovém cyklu dochází ke slučování jader vodíku za vzniku jader helia a díky uvolňování energie při tomto slučování Slunce svítí a hřeje.

Jakmile bude ve slunečním jádře sloučen všechen vodík, začne se slunce měnit. Dojde k jeho gravitačnímu zhroucení, zapálení jaderné fúze ve středních vrstvách slunce, slunce expanduje do červeného obra a nakonec se smrští do bílého trpaslíka. V období červeného obra Slunce pravděpodobně pohltí i Zemi, takže závislost lidstva na jaderné fúzi Slunce je doslova fatální. Naštěstí je Slunce dostatečně velké a množství vodíku vystačí ještě na přibližně 5 miliard let.

### **Antropocentrické hledisko**

Z hlediska historie lidstva a činnosti člověka jde o zcela člověku přirozený obnovující se energetický tok. Sluneční energie ohřívá člověka a jeho předky ještě před vynálezem ohně.

Jde také o člověkem nevyčerpatelný zdroj. Délka existence tohoto zdroje mnohonásobně překračuje délku celé existence lidstva a jeho energetická kapacita překračuje veškeré racionální úvahy o budoucí spotřebě energie lidskou populací. Jaderná fúze zásobuje energií celý vesmír, jehož je lidstvo pouze zcela zanedbatelnou částí.

### **Obnovitelné zdroje podle úřední definice**

Některé definice OZE jsou následující:

*„Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka. Neobnovitelné přírodní zdroje spotřebováváním zanikají.“* (Zákon č.17/1992 Sb. o životním prostředí, §7 odst.2)

OZE je *„Energie získaná ze zdrojů, které jsou v podstatě nevyčerpatelné (na rozdíl od například fosilních paliv, které mají omezené zásoby). Obnovitelné zdroje energie zahrnují dřevo, odpad, geotermální, větrnou, fotovoltaickou a solární tepelnou energii.“*

Tentýž zdroj pak uvedenou definici i hodnotí:

*„Chybou definice je, že všechny zdroje energie, které známe v rámci definovaného systému (Země), jsou konečné a fúzní energie, technicky neobnovitelný zdroj, může být považován za prakticky nevyčerpatelný“* (Renewable vs. Non-renewable energy IAEA, Example 1, překlad autor článku)

„Obnovitelné zdroje energie jsou všechny z antropogenního hlediska přirozené energetické toky, které jsou nevyčerpatelné (tj. obnovitelné): sluneční záření, vodní, větrná a geotermální energie, energie vln a přílivová energie, a biomasa.“ (Renewable vs. Non-renewable energy IAEA, Renewable energy in Europe, překlad autor článku)

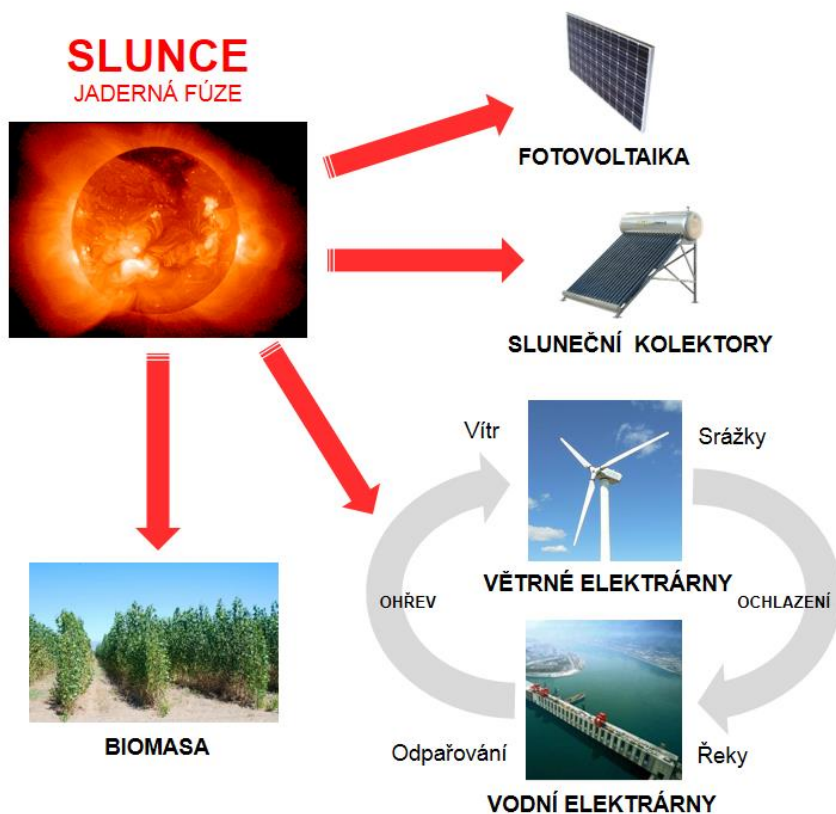
Uvedené definice jsou jasné, ale neúplné, protože **fúzní energie plně vyhovuje všem stanoveným požadavkům**, a přesto není uvedena ani v jednom výpisu:

1. Fúzní energie je z antropocentrického hlediska přirozený, nevyčerpatelný a obnovující se energetický tok (jak bylo popsáno výše).
2. Sluneční záření je transformovaná jaderná energie uvolněná při jaderné fúzi. Většina obnovitelných zdrojů je na fúzní energii částečně nebo zcela závislá.

Nebo naopak žádné OZE neexistují.

### Kde obnovitelné zdroje berou energii ?

Většina úředně definovaných obnovitelných zdrojů přímo či nepřímo získává energii ze slunečního záření. Fotovoltaická a solární tepelná energie jsou na slunečním záření závislé přímo. Vodní a větrná energie souvisí s přírodními procesy, vyvolanými ohřevem povrchu Země a atmosféry slunečním zářením. Fotovoltaická, solární tepelná, vodní a větrná energie jsou ve skutečnosti přeměněnou jadernou energií uvolňovanou při jaderné fúzi na Slunci



Většina obnovitelných zdrojů pouze přeměňuje jadernou energii získanou z jaderné fúze na Slunci

## **Budou se obnovitelné zdroje obnovovat po vyhasnutí Slunce ?**

Tvrzení, že není fúzní energie obnovitelný zdroj, avšak sluneční záření ano, ignoruje nejen fyziku, ale i princip příčinnosti. Kdokoliv pochybuje, může si odpovědět na jednoduchou otázku, co se stane s obnovitelnými zdroji, až vyhasne Slunce. Budou se dál obnovovat? Všichni víme, že ne. Všechny obnovitelné zdroje jsou obnovitelné jen natolik, nakolik je obnovitelná fúzní energie.

## **Doplňování paliva**

Z antropocentrického hlediska je tok fúzní energie zcela přirozený a nevyčerpatelný stejně jako uznané obnovitelné zdroje.

To se plně týká i jaderné fúze ve fúzních reaktorech na Zemi. Jakmile je mezi obnovitelné zdroje úředním rozhodnutím začleněna biomasa, není naprosto žádný rozdíl mezi dopravováním biomasy a dopravováním vody do zařízení vyrábějícího teplo a elektřinu. Biomasu je potřeba dopravit do spalovacího zařízení stejně jako vodu do fúzního reaktoru. Z vody je potřeba extrahovat deuterium stejně jako z biomasy je potřeba vyrobit biopalivo.

Ještě lepším příkladem je geotermální energie, která se nijak nemůže neobnovovat, a přesto patří mezi obnovitelné zdroje. Pokud postavíme geotermální elektrárnu, elektrárna bude ze Země lokálně čerpat energii, která se bude doplňovat z ostatních částí Země, dokud Země nevychladne. Pokud postavíme na břehu moře fúzní elektrárnu, elektrárna bude z moře lokálně čerpat deuterium, které se bude přirozenými procesy doplňovat z ostatních částí oceánu. Zásoby deuteria v oceánu přitom vystačí uspokojit celou energetickou spotřebu lidstva na miliardy let.

V souladu se stanovením sledovaného časového intervalu na začátku článku jsou v tomto intervalu zásoby deuteria nevyčerpatelné a obnovitelné stejně jako všechny OZE.

## **Zdroje fúzní energie**

Někteří odborníci se snaží chybnost úředního rozhodnutí bagatelizovat tvrzením, že je fúzní energie pouze teoretický koncept, nikoliv reálný zdroj energie. Tento postoj ale není o nic lepší než kritizované úřední rozhodnutí – stačí za jasného dne vyjít ven, zvednout hlavu a zamyslet se, zda je Slunce skutečně pouze teoretický koncept. Zdroje fúzní energie normálně existují jak ve vesmíru, tak na Zemi.

Fúzní energie je reálný a funkční zdroj energie jak na hvězdách, tak na Zemi:

1. Fúzní energie je energetický zdroj slunce, je funkční již několik miliard let, je nezbytnou podmínkou našeho života a rozhodně není pouze teoretický koncept. Fúzní energie na slunci je také zdrojem energie pro většinu obnovitelných zdrojů.
2. Fúzní reaktor JET ve Velké Británii již mnoho let produkuje fúzní energii. V roce 1997 dosáhl tepelného výkonu 16 MW, což je mnohem více, než produkují mnohé obnovitelné zdroje. Jen obtížně lze kolos o váze 3500 tun, který v roce 1984 pokřtila královna Alžběta II, považovat za teoretický koncept.

V případě reaktoru JET šlo o experimentální zařízení a výkon, potřebný pro ohřev plazmatu, byl vyšší než produkovaný výkon. Nyní se ale staví fúzní reaktor ITER o tepelném výkonu 400 MW při vnějším ohřevu pouze 40 MW. O významu reaktoru ITER a jeho důvěryhodnosti svědčí skutečnost, že se na výstavbě reaktoru přímo podílí polovina celého světa – země, účastníci se projektu ITER, zahrnují více než polovinu lidské populace a produkují 80% celosvětového HDP.

## **Panická hrůza ze všeho jaderného**

Je zřejmé, že důvodem ad hoc zařazení fúzní energie mezi neobnovitelné zdroje není logika, ani zdravý rozum ani přírodě blízké myšlení. Příznivci zelené politiky obvykle chápou přírodu jako přirozený celek. V přírodě má jaderná fúze nezastupitelné místo. Jen díky ní vypadá vesmír tak, jak jej známe.

Jediným důvodem nesmyslného zařazení fúzní energie je panický strach některých ekologů a úředníků z čehokoliv jaderného. Jakmile je něco jaderné, pak je to špatné. Bohužel jim jejich nedostatečné znalosti nebo protijaderný fanatismus neumožňují přiznat, že je na fúzní energii již od počátku své existence závislá celá lidská populace.

## **Jaderné rozdíly**

Negativní postoj části populace k jaderné energetice, založené na štěpných reaktorech, lze pochopit. Pro lidstvo není tolik podstatná dosažená velmi vysoká spolehlivost jaderných elektráren, ale skutečnost, že k jaderným haváriím může z principu dojít a následky těchto havárií mohou být vysoké. Bohužel si řada odborníků a velká část veřejnosti neuvědomuje principiální bezpečnostní rozdíl mezi štěpnou energií a fúzní energií.

Ve fúzních reaktorech totiž naopak k jaderné havárii nemůže z principu nikdy dojít. Pokud by tomu tak nebylo, celý vesmír by pravděpodobně již dávno explodoval. Podmínky fúzní reakce jsou natolik náročné, že k ní může dojít pouze ve speciálních situacích – například ve hvězdách, v urychlovačích nebo fúzních reaktorech. Seběmenší narušení podmínek jadernou fúzí utlumí a zastaví.

Navíc se bude v každém okamžiku ve fúzním reaktoru nacházet jen zanedbatelné množství paliva, které při libovolné poruše neškodně dopadne na stěnu reaktoru. Cílové fúzní reaktory budou vyrábět energii pouze z vody nebo z různých lehkých prvků. Odpadem výroby energie bude pouze helium, které je na Zemi nedostatkové a použitelné v řadě lidských činností. Využití deuteriové fúze s pomalými neutrony významně sníží také sekundární radioaktivitu konstrukce reaktoru, bezneutronová fúze sekundární radioaktivitu zcela vyloučí.

## **Závěr**

Jaderná energie uvolňovaná při jaderné fúzi plně vyhovuje definicím OZE, protože sluneční záření je pouhou transformací této energie. OZE jsou na této energii z části nebo zcela závislé. Úřední ad hoc neuznání fúzní energie jako OZE nemá žádnou oporu ve faktech ani v přírodě a vychází z nesprávného popisu slunečního záření na vstupu do systému Země.

Možným důvodem tohoto přístupu je nekvalifikovaný paušální negativní postoj k jaderným technologiím, který nerozlišuje mezi štěpnými a fúzními jadernými technologiemi.

*Poděkování: Děkuji panu redaktorovi ing. Bronislavu Bechníkovi, Ph.D. za ochotu diskutovat a pomoc při analýze problematiky OZE a paní ředitelce ing. Dagmar Kopačkové, Ph.D. za umožnění této diskuse.*

## **English Synopsis**

### **Is nuclear fusion a renewable source of energy?**

According to an official decision the fusion energy is not a renewable energy source. This ad hoc decision ignores the basic physical reality and the condition to some extent reminds the inquisition, because some people impose their opinion as superior to the logic and nature itself. This article points out a possible cause of negative attitudes towards nuclear fusion, and to all nuclear sources without knowledge of the facts.