



Alternativní pohony automobilů

- Trvale udržitelný rozvoj

Martin Hroch -



Přehled

- Proč?
- Možnosti – co všechno lze považovat za alternativní pohon (či alternativu k automobilu?)
 - Ekologické aspekty
 - Finanční aspekty
- Alternativní paliva
- Elektromobily
- Hybřidní pohon
- Další pohony
- Závěr



Proč alternativní pohon

KLASICKÁ AUTA (motorová nafta / benzin)

Automobilová doprava = trade-off mezi užitkem a ekologií

- velká produkce GHG, škodlivých uhlovodíků, NO_x, SO_x, aldehydů



Klasické pohony

- Nafta (petrol) = při nižších teplotách krystalizuje
- Benzin (gasoline) = destilovaná ropa (oil) + příměsi, nemrzne

Vždy směs nasycených a nenasycených jednoduchých i složitých uhlovodíků, liší se výrobními postupy a cílovou technologií (N = vznětový diesel, B = zážehový motor). Oktanové číslo.

Cena za 100 km: 150 Kč – 300 Kč.



Klasické pohony

VÝHODY

- Snadná manipulace s palivy
- všichni to umějí a znají, investované finance
- rozsáhlá síť stanic
- dlouhé dojezdy
- nezávislost na vnějších vlivech
- benzin někomu voní (ale spaliny?)
- ropa je výchozí surovina pro průmysl

Takže?

Klasické pohony

NEVÝHODY

- produkce množství škodlivin
 - NO_x, SO_x, aldehydy, pevné emise → smog, ovlivnění zdraví a klimatu
 - náročná výroba, nutnost stálé dopravy (další emise, havárie)
- neefektivní získávání ropy (tj. benzinu a nafty)

Dnes se považuje za dobrou energetickou bilanci, je-li hodnota energetické návratnosti konvenční ropy (ERoEI) nad 30. Asfaltové písky mají ERoEI v nejlepším případě okolo 3. Tmavé břidlice (oil shales, black shales) skrývají takové množství ropy, které by stačilo pokrýt naši současnou světovou spotřebu na celá dlouhá desetiletí či dokonce možná i staletí. Bohužel technologické procesy získávání ropných produktů z ropných břidlic, které vyžadují dlouhodobé, několik let trvající zahřívání hornin, nepřekročily hodnotu ERoEI přes 1,5 a navíc enormně ekologicky zatěžují přírodu.

Václav Cílek, Martin Kašík, Nejistý plamen: Průvodce ropným světem. Dokořán 2007.

- menší efektivnost motorů (automobily max. $\eta = 0.35$)

Ropný plyn (LPG)

► Liquified Petrol Gas

- směs propanu a butanu (vaření)
- zaznamenává velký rozvoj (dotace)
- oproti klasickým palivům některé velmi dobré vlastnosti
 - minimum síry, žádné olovo, žádné benzenové uhlovodíky
 - vysoká efektivita spalování a distribuce plynu na válcích (výparníkový systém)
 - pružnost v nízkých otáčkách
 - méně C / 1 kg paliva = menší emise CO₂

Cena za 100 km: 80 – 160 Kč

Dotace na LPG přestavbu Vašeho vozu



LPG klub poskytuje dotace občanům na přestavbu vozu na LPG pohon formou vrácení 10 % z částky zaplacené za danou přestavbu, a to převodem na Vámi udaný bankovní účet.

Kdo dotaci získá / na která vozidla se dotace vyplácí?

Postup pro získání dotace na přestavbu Vašeho vozu na LPG

Časté dotazy

Žádost o cenovou nabídku přestavby na LPG k vytištění [zde](#), ke stažení ve formátu MS Word [zde](#).

Ropný plyn (LPG)

VÝHODY

- cena (cca. poloviční) – spotřební a silniční daň (0 do 12 t), nižší povinné ručení
- dnes již prakticky stejný výkon
- možnost kombinovaného provozu s klasickým palivem
- malé emise škodlivin, CO₂, SO_x i pevných částic
- zvýšení životnosti motoru, oleje
- tichost motoru (Δ = 10 až 15 dB)



Ropný plyn (LPG)

NEVÝHODY

- nutnost přestavby motoru (40.000,-) a každoroční kontroly (2500,-)
- nutnost vozit plynovou lahev (vyšší spotřeba = více prostoru)
- zákaz vjezdu do podzemních garáží (směs PB těžší než vzduch)
- méně čerpacích stanic (odpadá při kombinovaném pohonu)



Zemní plyn

- ▶ Liquified / Compressed Natural Gas (LNG / CNG)
- hlavní složka CH_4 , ložiska s ropou, uhlím i samostatně
- odorizuje se pro přidání zápachu
- dobrá mísitelnost se vzduchem a distribuce palivové směsi
- lehčí než vzduch





Zemní plyn

VÝHODY

Zemní plyn je přepravován již vybudovanými plynovody, jeho používáním se snižuje počet nákladních cisteren s kapalnými palivy.

Vlk, F. 2004 Soudní inženýrství, č. 4.

- větší zásoby než ropa
- jako LPG
- vyšší výkon motoru
- cena (srovnatelná s LPG)



Zemní plyn

NEVÝHODY

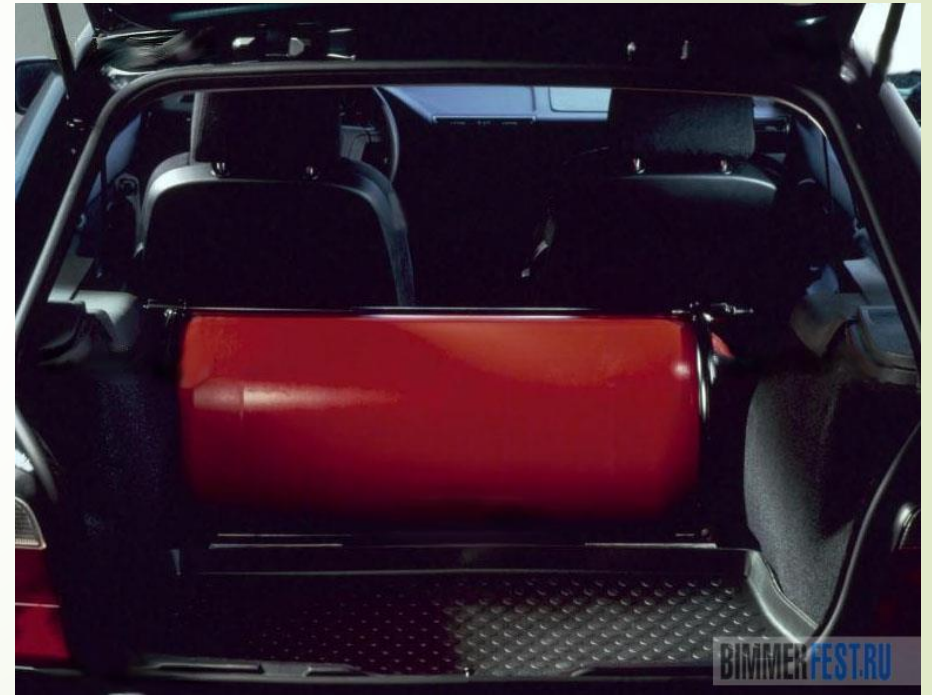
- jako LPG
- nutnost vozit láhve – zabírají více místa (ale možnost umístění pod)
- vysoká měrná hmotnost lahví (80 l = 80 kg + obsah), tj. 200 – 300 kg / 80 l benzínu na 1000 km (kevlarové lahve...), ženy?

Renault Kangoo Express RL

- Start na benzín
- Přepínač LPG
- Jediné plnicí hrdlo
- Dvakrát větší dojezd (ale za cenu zmenšení zavazadlového prostoru / rezerva?)



BMW 316g compact



Kombinovaný provoz plynu a kapaliny



- + Vyšší dojezd
- + Úspora
- + Možnost kalkulovat emise, výkon
- + ekologičtější pohon



- Omezení zavazadlového prostoru
- Méně stanic
- Vyšší nároky na bezpečnost

bioplyn



Bionafta a alkoholy

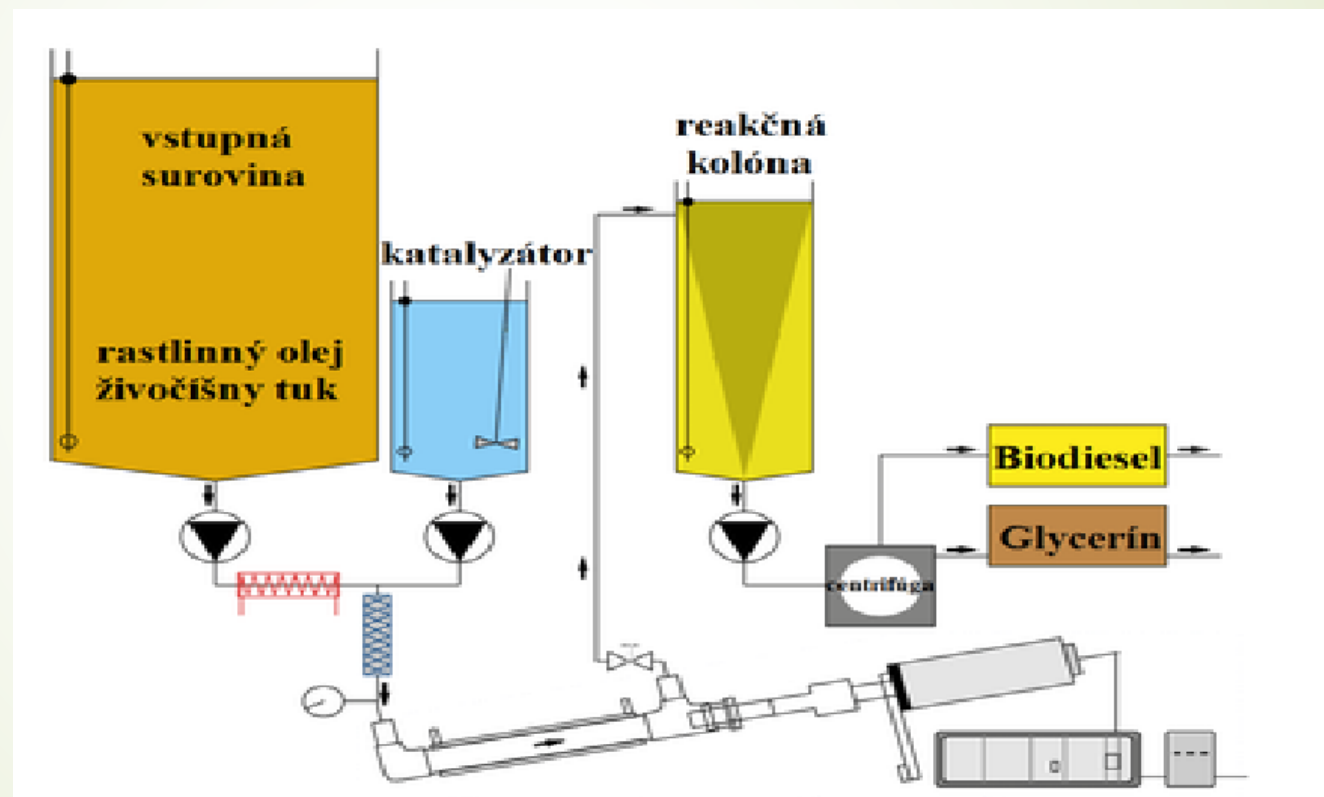
► Metanol (dřevný líh / karbinol), etanol (líh), isopropanol a bionafta

VÝROBA

Alkoholy: destilací fermentovaných produktů škrobových / cukrových plodin (řepa, tráva, brambory, piliny...) NEBO fosilní zdroje

Bionafta: není možné přímé použití olejů → esterifikace (substituce metanolu za glycerin → snižuje viskozitu, a bod vzplanutí → vlastnosti nafty)

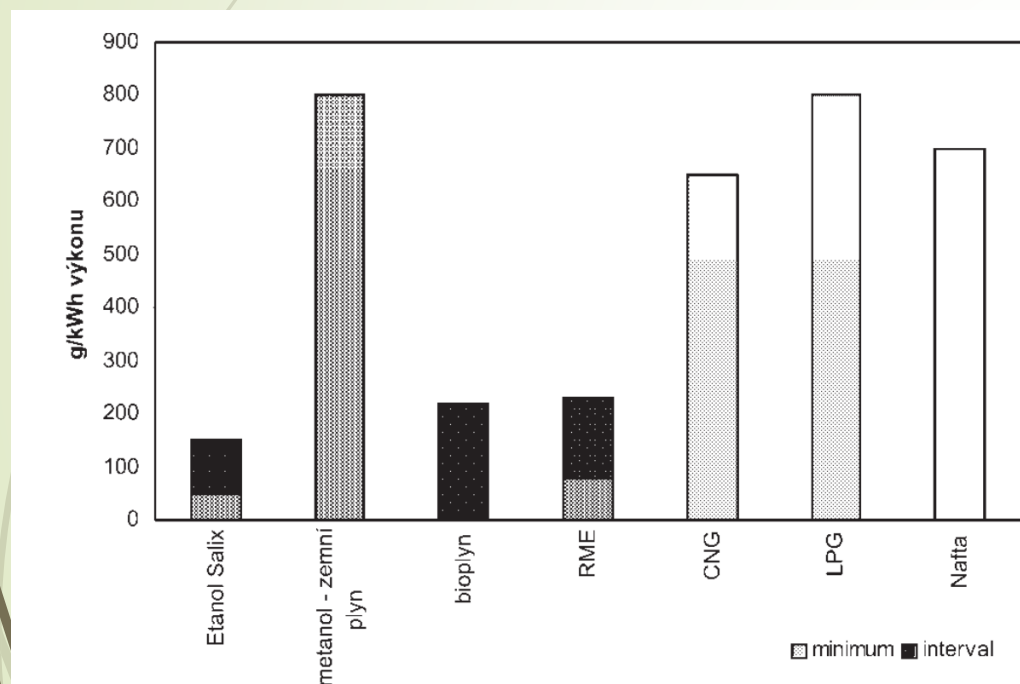
Výroba bionafty



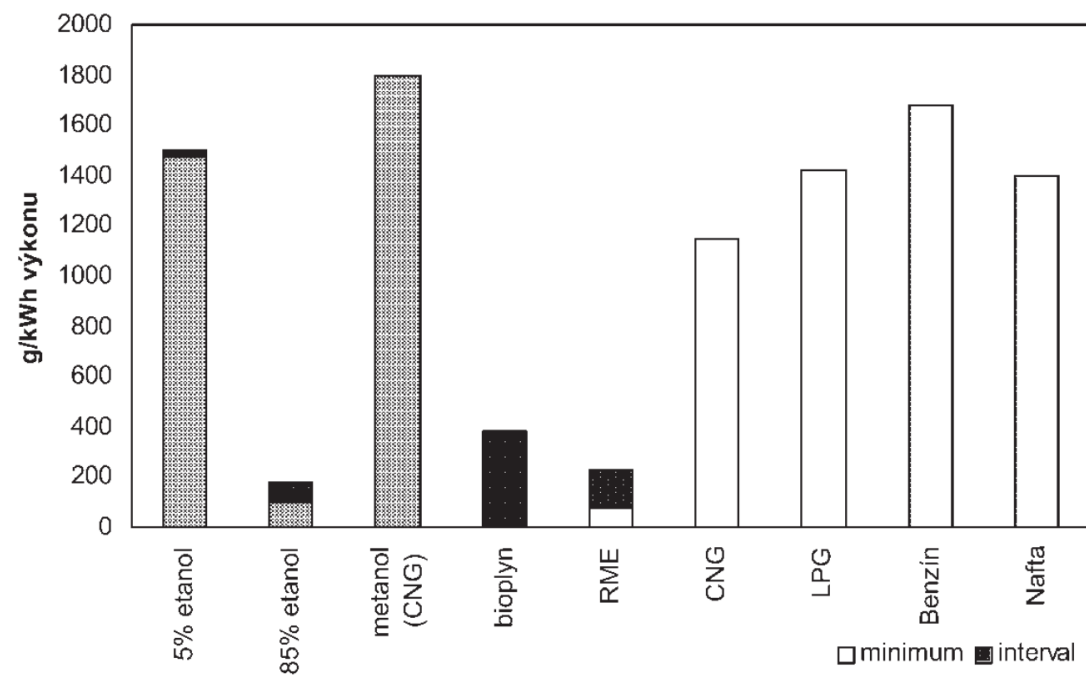
Bionafta a alkoholy

Důležitým kritériem pro stanovení perspektivnosti alternativního paliva je vyhodnocení jeho životního cyklu (LCA)

OPET CR: Alkoholová paliva pro udržitelnou dopravu, 2001.



OBRÁZEK 12: LCA paliv v těžkých vozidlech (současný stav)

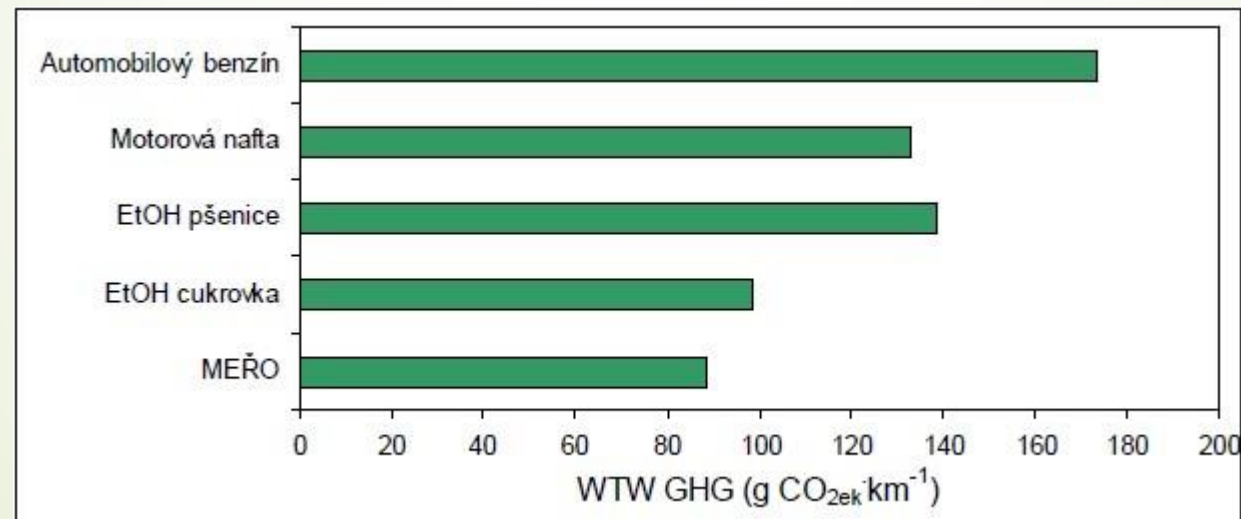


OBRÁZEK 11: LCA paliv v lehkých vozidlech (současný stav)

Bionafta a alkoholy

Důležitým kritériem pro stanovení perspektivnosti alternativního paliva je vyhodnocení jeho životního cyklu (LCA)

OPET CR: Alkoholová paliva pro udržitelnou dopravu, 2001.



Bionafta a alkoholy

VÝHODY a NEVÝHODY

Snížení emise škodlivin do ovzduší, tj. látek poškozujících lidské zdraví a ovlivňujících klimatické podmínky, dlouhodobé zajištění energetických zdrojů a vytvoření trhu pro odbyt zemědělského produktu představuje použití MEŘO jako paliva pro vznětové spalovací motory. Při spalování MEŘO dochází v důsledku asimilace nově vysazených rostlin k návratu CO₂ vznikajícího při spalování paliva znovu do přírodního koloběhu. Není zatěžováno životní prostředí nárůstem obsahu CO₂ v atmosféře. Oproti motorové naftě neobsahují rostlinné oleje žádnou síru a proto při jejich spalování nedochází ke vzniku oxidů síry SO_x, které ve styku se vzdušnou vlhkostí vytváří kyseliny a jsou příčinou tzv. kyselých dešťů. Rostlinné oleje neobsahují žádné aromatické složky. Taktéž emise polycyklických aromatických uhlovodíků je ve srovnání se spalováním nafty nižší.

země	spotřeba	surovina
Brazílie	13 mil. m ³	cukrová třtina
USA	6 mil. m ³	kukuřice, obilí
západní Evropa	0,4 mil. m ³	obilí
	0,4 mil. m ³	etanol z vína
Švédsko	0,01 mil. m ³	sulfitové výluhy

TABULKA 3: Roční spotřeby etanolu jako paliva pro motorová vozidla



Bionafta

VÝHODY a NEVÝHODY

- vysoká odbouratelnost (95 % za 30 dní)
- málo emisí obecně, nulový efekt CO₂ × vyšší emise skleníkových plynů (pěstování a složitá výroba)
- zlepšuje stav motoru × obecně je však k celému systému agresivnější (usazeniny, koroze...) – je mastnější
- možnost sebezásobení státu Bionaftou × výroba z „jídla“
- vyšší cetanové číslo × nižší výkon o 5 % ?

Weiss, Viktorie; Svobodová, Jaroslava. Věda pro život, život pro vědu: Biopaliva – jejich výhody a nevýhody. Ústí n. Labem 2014.

Alkoholy

VÝHODY a NEVÝHODY

- velká variabilita výrobních postup, směsovacích poměrů... (MEŘO = Ekodiesel, M05, E10, E85, roztoky H_2O (88 % etanol), FAME, SME, SOME, VUOME)
- snížení kouřivosti, emisí S a benzenu, CO_2 + čistí spalovací systém
- vyšší oktanové číslo × vyšší spotřeba
- dotovaná výroba ?

Weiss, Viktorie; Svobodová, Jaroslava. Věda pro život, život pro vědu: Biopaliva – jejich výhody a nevýhody. Ústí n. Labem 2014.

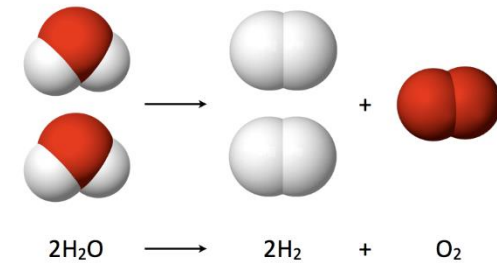


Shrnutí první části

- Mladá historie alternativních „paliv“ – technologický pokrok setře negativní rozdíly (např. výkon, korozivnost, kouřovitost atd.)
- Těžené plyny – vyšší ekologičnost a nižší cena (ale to zejména kvůli politickým rozhodnutím)
- Alkoholy a bioplyn – nejnižší environmentální dopady, cena obdobná
- Bionafta – kontroverzní (vyrábíme pohon z jídla, ekonomicky náročná + skleníkové plyny při výrobě). Zato ale velmi šetrná a odbouratelná.

Elektromobily

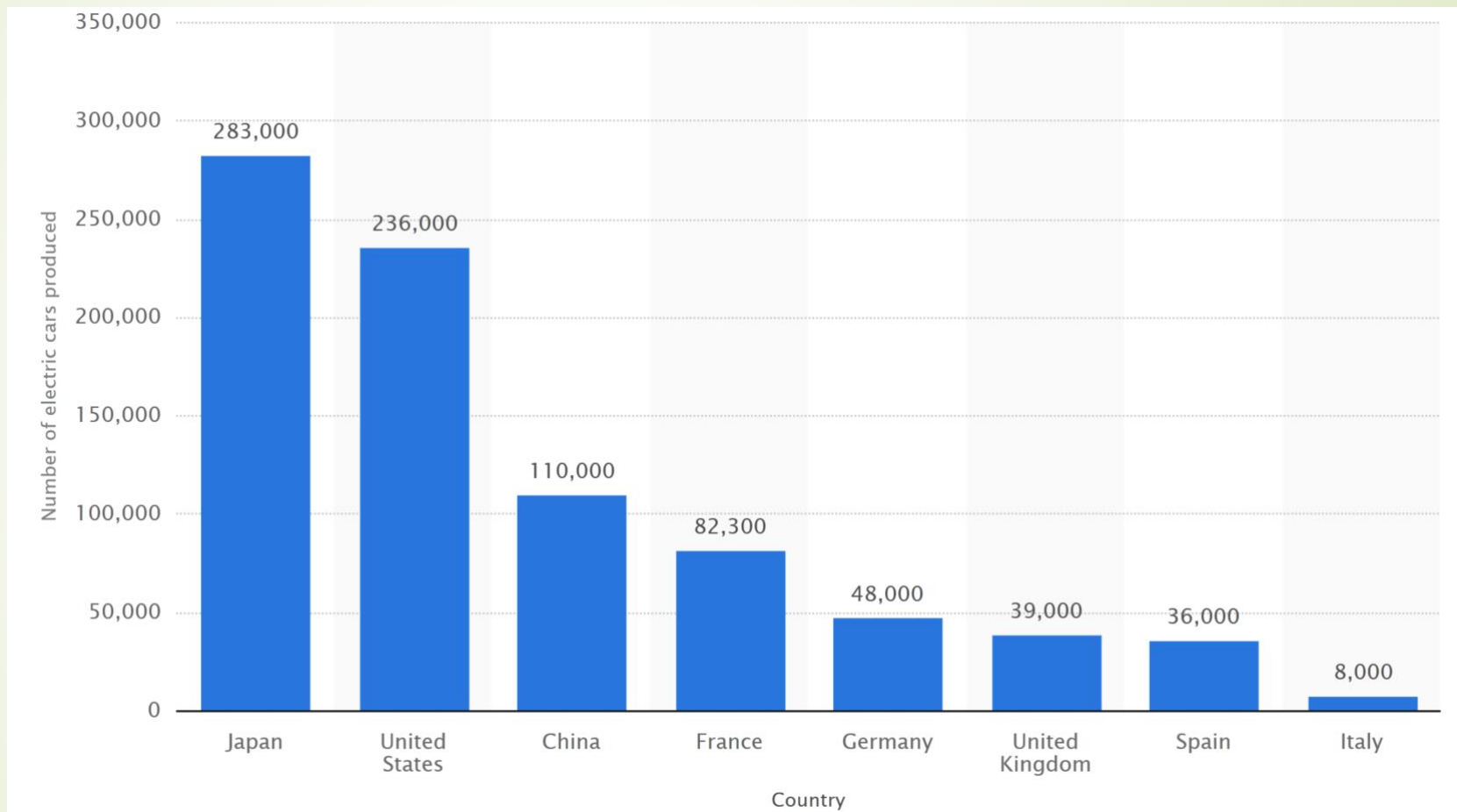
- Základem je elektrický generátor, který vůz pohání – energie v baterii z různých zdrojů:
 - ryzí elektromobily (220 V)
 - elektrolýza H_2O
 - sluneční (i větrná)
 - Elf



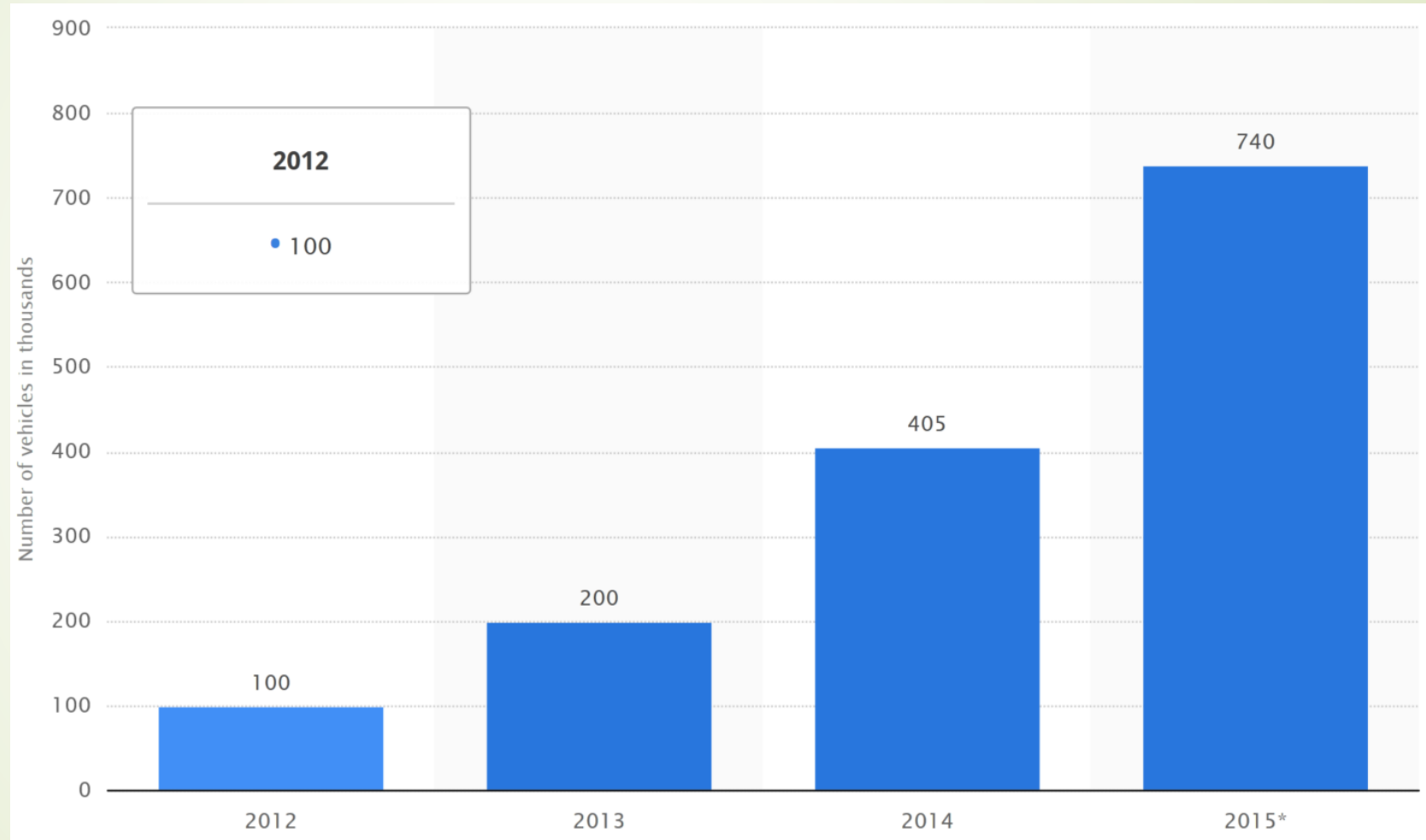
Elektromobil s.s.



Elektromobil s.s.



Elektromobil s.s.



<http://www.statista.com/statistics/270537/forecast-for-electric-car-production-in-selected-countries/>



Elektromobil s.s.

- mladá technologie... (James Watt 1765 vs. Nikola Tesla 1883)
 - výkon, délka dobíjení, dojezd (baterie), síť stanic

Jak zajistit finančně-výkonnostní trade-off akumulátoru?

- buď mám levný vůz NEBO mám dlouhý dojezd
- akumulátory obsahují vzácné prvky, náročné na těžbu / zpracování / přípravu baterie samotné (Ni, Cd, Li, polymer)
- dnešní elektromobily jsou však \pm obdobné kvality jako klasická auta
- avšak za mnohem vyšší cenu (při srovnatelné kvalitě jízdy)

Elektromobil s.s.

Mazda HR-X (1991)

- 200 km
- rychlost 220 km / h



Elektromobil s.s.

Mazda HX-5 (2003)

- 200 km
- rychlost 140 km / h



Elektromobil s.s.

Nissan Leaf* (2010)

- 200 km
- rychlost 150 km / h

Nejprodávanejší elektromobil světa.

Cena: 730.000,-

** leading environmentally-friendly affordable family car)*





Elektromobil s.s.

Tesla Model S (2012)

- 335 km
- rychlost 193 km / h

Druhé nejprodávanější el. auto světa.

Skvělé auto !

... a taky pěkně drahé

× cena pohonu:

Z Brna do Prahy a zpět: **110 Kč**





Elektromobil s.s.

Tesla Model X (2015)

- 400 km
- rychlost 250 km / h

Zrychlení větší než Porsche 911 Carrera.



Elf (varianta solo)

Společnost Organic
Transit, USA – novinka
2014(?)

- 54 km dojezd
- cena \$ 6500
- polojasný den:
ujede 25 km rychlostí 25 km/h
- dobíť 8 hodin (Slunce)
- dobíť 3.5 hodiny (220 V)

<https://youtu.be/LGDSkFQEOjo>





Hybridní pohony

- Hybrid – na rozdíl od kombinovaných zdrojů (např. benzín + zemní plyn) využívají vícero zdrojů současně
- Nejčastější je kombinace elektromotoru (baterie) a spalovacího motoru

Použité principy (a zdroje úspory):

1. Využití E_p pro nabíjení akumulátoru (rekuperace při brždění)
2. Snížení emisí ve městě | vysoký špičkový výkon mimo město

Př: Toyota Prius, Lexus, Golf GTE, Kia Soul EV, BMW i8

Hybridní pohony

Opel Ampera





Hybridní pohony

VÝHODY = výhody elektromobilů + klasických pohonů

- menší množství exhalací
- tichý provoz (při běhu na el.)
- úspora paliva 20 – 30 %
- neomezený dojezd

NEVÝHODY:

- vysoká cena (např. Opel Ampera 1 mil. Kč – srov. Opel Insignia 700.000,-)
- špičkové technologie (poruchovost)
- velká hmotnost (limitující)



Další

Přímé spalování vodíku

...

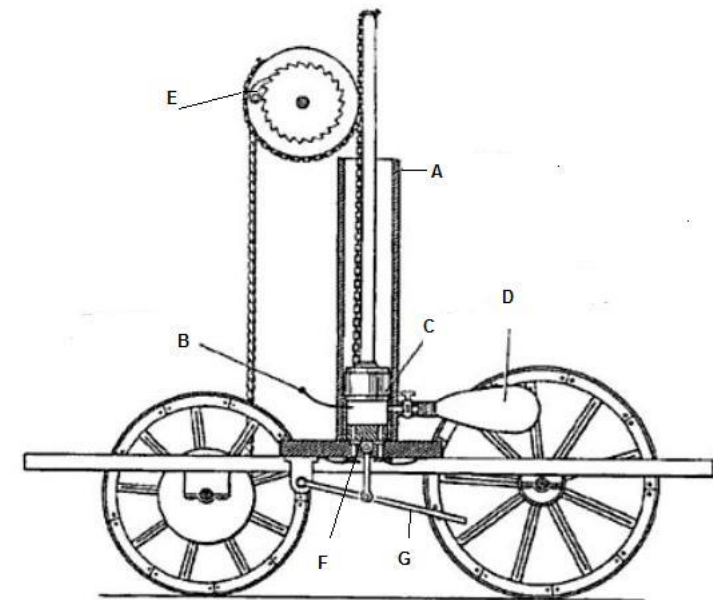


DeRivaz Engine (1804)

První vodík spalující vůz

První vozidlo s interním pohonem
(× pára). Parametry 2. verze:

- 6 m
- válce 1.5 m se zdvihem 1 m
- výkon: 500 kg náklad 9%
stoupání rychlost 3 km /h



Opel HydroGen

- Spalování vodíku představuje technologický našeho umu...

Opel HydroGen3 (General Motors) existuje ve dvou verzích (stav v roce 2003) – **Compressed 700** (dvě kompozitové nádrže stlačeného vodíku s pracovním tlakem 700 barů) a **Liquid** (jedna nádrž podchlazeného kapalného vodíku z nerezavějící oceli). Nevýhodou uchování v kapalném stavu je extrémně nízká teplota – 253 °C, která vyžaduje účinnou izolaci nádrže. Přes všechna opatření se však po zastavení vozidla teplota v nádrži zvyšuje, vodík se odpařuje, musí se odvádět pojistným ventilem a v katalyzátoru se mění na vodu i bez spalování. Při delším parkování se tedy nádrž samovolně vyprázdňuje. Teprve při každodenním využívání vozidla (minimálně 25 km denně) se vodík neztrácí. Občasný řidič by se ztrátami až 25 % vodíku nebyl spokojen, a proto vznikla verze na stlačený vodík, který sice tuto nevýhodu eliminuje. Ale dovoluje menší dojezd 2790 proti 400 km. Vodík je stlačen na 700 barů,



Stanley Meyer auto na vodu

Neověřené údaje:

Stanley Meyer vyvinul unikátní princip rozkladu běžné vody pomocí el. proudu s vysokou účinností.

Rozdíl oproti klasickému H článku: průběžné vyvíjení H

Jeho patent byl uznán po několika letech, veřejně dostupný online. Vynálezce byl pravděpodobně otráven.

Plážové auto, které mělo mít pohon na spalovaný vodík:

(doporučuji video, které bylo i v ČT: Zázraky Vědy: jede to na vodu)

<https://www.youtube.com/watch?v=sL0eCL-XNBQ>







Závodnička na vodík (2004)

BMW H2R

10 km za 2:20 minut





Další

Přímé spalování vodíku

Obohacování paliva o vodík (snížení spotřeby)

Francouzská Elf – 85 % nafty, 13 % H₂O + emulgační přís. (snížení pevných emisí)

Větrný pohon (18 dní 5000 km, max. 90 km/h):

[http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/_zprava/rekordni-auto-na-
vetrny-pohon--860127](http://www.rozhlas.cz/leonardo/technologie/_zprava/rekordni-auto-na-vetrny-pohon--860127)

Parní stroj

Různé jiné zdroje energie (konspirační?) použité v elektromobilech

Chůze



Závěr

Lidé se chtějí přemísťovat, a rychlá doba si žádá rychlé dopravní prostředky...

Zachování environmentální šetrnosti a TUR znamená:

- a) zpomalit dobu (žít více přítomnost, méně spěchat)
- b) vyvinout lepší technologie
- c) vyvinout quasi perpetuum-mobile (kosmický zdroj energie)

Poslední možnost je vybalancovat výrobu a spotřebu obnovitelných zdrojů (např. biopaliva).

Mé hlavní poznatky:

- kdo chce výkon, ať si nehraje na environmentalistu (elektromobily jsou zejména luxusní auta)
- kdo chce výkon, nechť si koupí motorku a neobhazuje své Audi Q7 výkonem...
- kdo chce být zdravý – kup si Elf, jezdí na kole, či chod' pěšky (na koni, koloběžce...)

Závěr

Ideální automobil

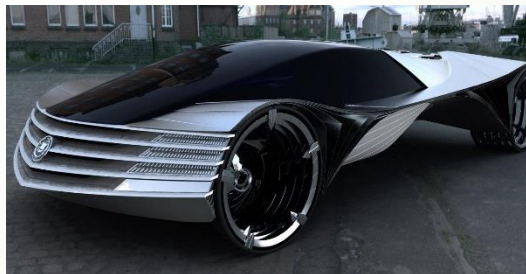
Obnovitelný zdroj energie přímo v automobilu

Malé opotřebení a náročnost na zdroje (vznášedlo?)

Rychlý a tichý



Solární auto



Thoriové auto



Minority Report



5. element



Star Wars



Konec

Martin Hroch

martin.hippo@mybox.cz