



Fotovoltaika

v dopravě a v zemědělství



Ing. Bronislav Bechník, Ph.D.

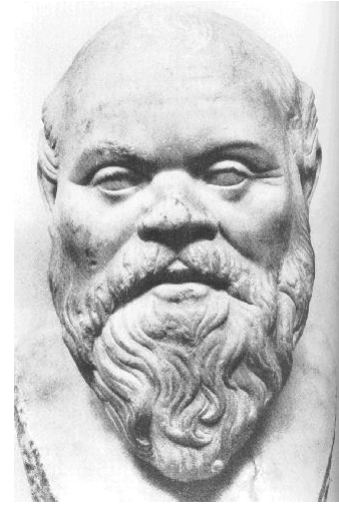
odborný garant oboru

Obnovitelná energie a úspory energie

bronislav.bechnik@topinfo.cz



ΕΝ ΟΙΔΑ ΟΤΙ ΟΥΔΕΝ ΟΙΔΑ



Σωκράτης





» Výnos energie

Výnosy řepky (semena) dosahují v ČR až 3 t/ha

Olejnatost semen se pohybuje kolem 50 %

Výhřevnost oleje předpokládejme 37 MJ/kg

Energie (olej): **55,5 GJ/ha**





» Výnos energie

Výnosy pšenice (zrno) dosahují v ČR 5 t/ha, někdy i více

Zrno obsahuje 60 % škrobových látek

Z 1 kg škrobu lze teoreticky vyrobit 0,65 l etanolu

V praxi je výtěžnost 90 až 95 % (vzniká i glycerin a další produkty)

Výhřevnost etanolu je 22 MJ/kg

Hustota etanolu je 0,789 kg/m³

Energie (etanol): **32 GJ/ha (32,1557)**





» Výnos energie

Výnosy brambor dosahují na Vysočině přes 25 t/ha, průměr ČR je nad 20 t/ha, nejlepší pěstitelé dosahují 30 t/ha

Škrobnatost brambor se pohybuje kolem 20 %

Energie (etanol): **53,6 GJ/ha** (při 25 t/ha)





» Výnos energie

Výnos biomasy pro energetické účely závisí zejména na pěstované plodině, pohybuje se kolem 10 t/ha

Výhřevnost suché biomasy se pohybuje kolem 16 MJ/kg

Energie (teplo): 160 GJ/ha





» Výnos energie

Při instalaci fotovoltaické elektrárny na zemědělské půdě je potřeba 2,5 ha/MWp

Výnos energie se v ČR pohybuje kolem 1000 Wh/Wp

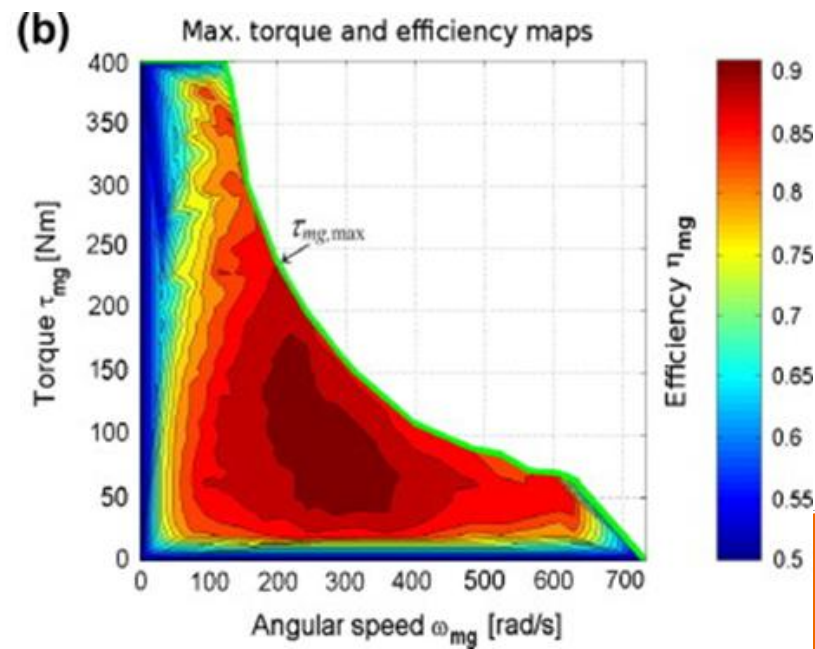
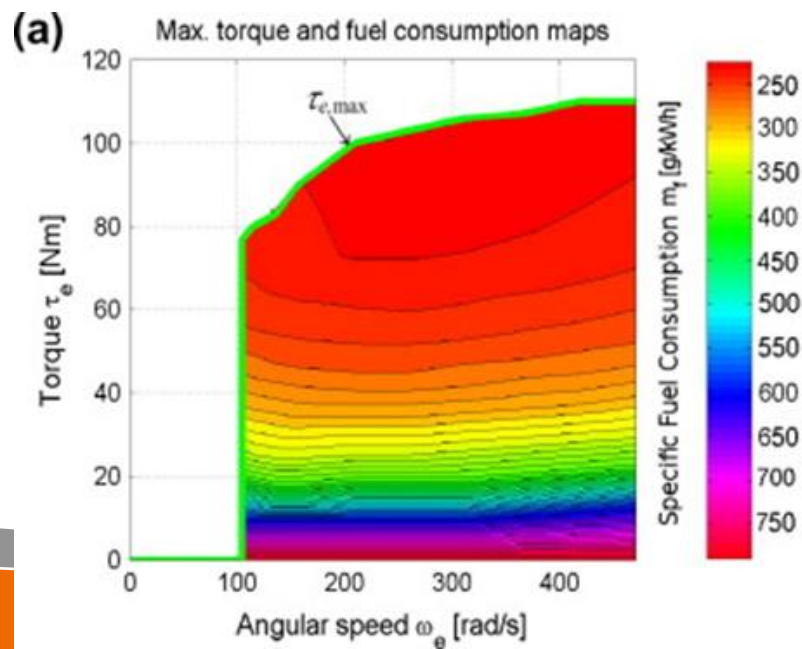
Energie (elektrina): **1440 GJ/ha**





» Výnos energie

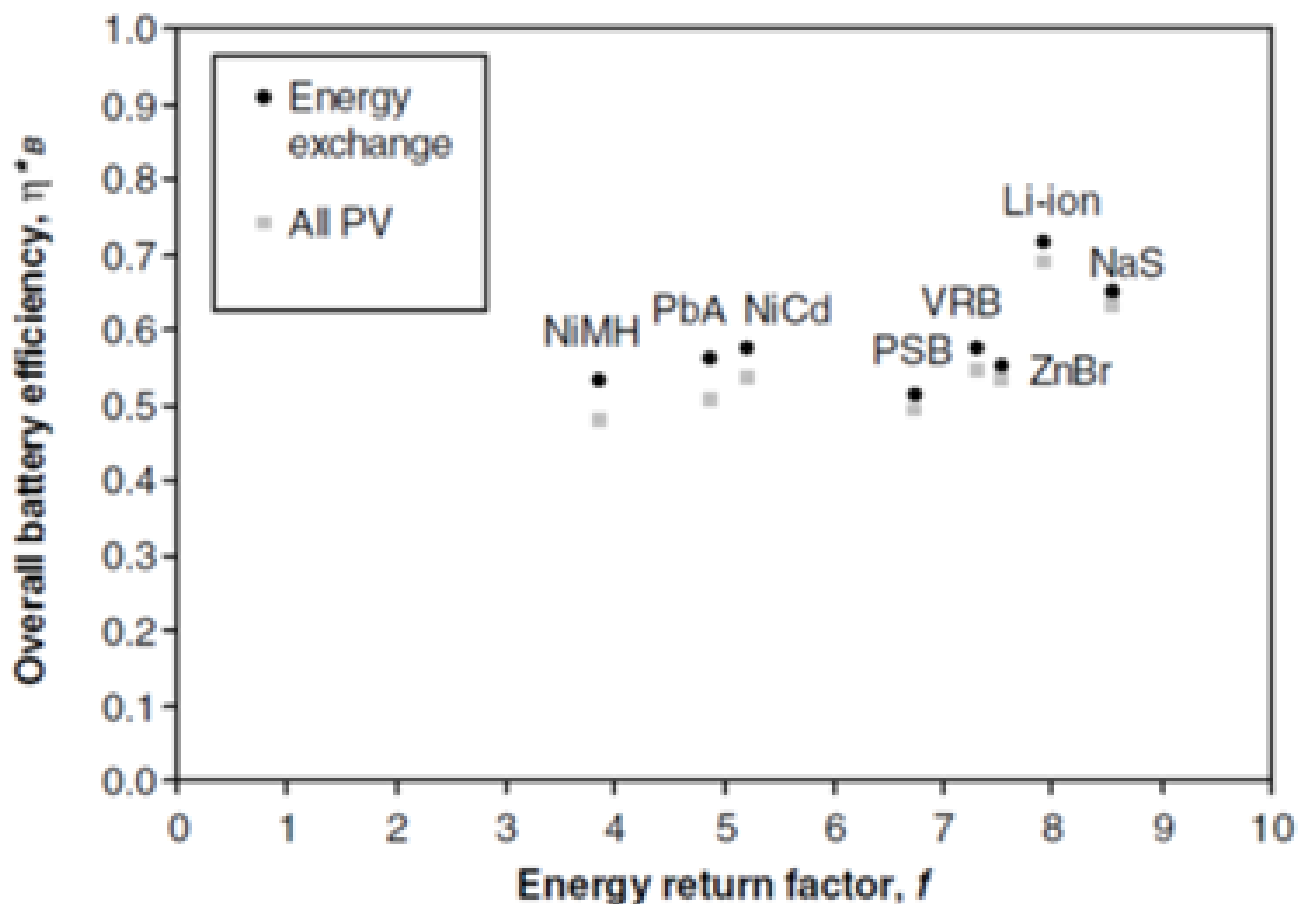
Plodina	Výnos energie [GJ/ha]	Poznámka	Účinnost konverze na mechanickou práci
Energetická biomasa	160	Teplo	25 %
Sláma obilovin	70	Teplo	25 %
Řepka	55	Olej	30 %
Pšenice	32	Etanol	30 %
Brambory	54	Etanol	30 %
Cukrovka	76	Etanol	30 %
Fotovoltaika	1440	Elektrina	90 %





» Výnos energie

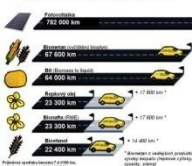
Celková účinnost akumulace je obvykle nízká



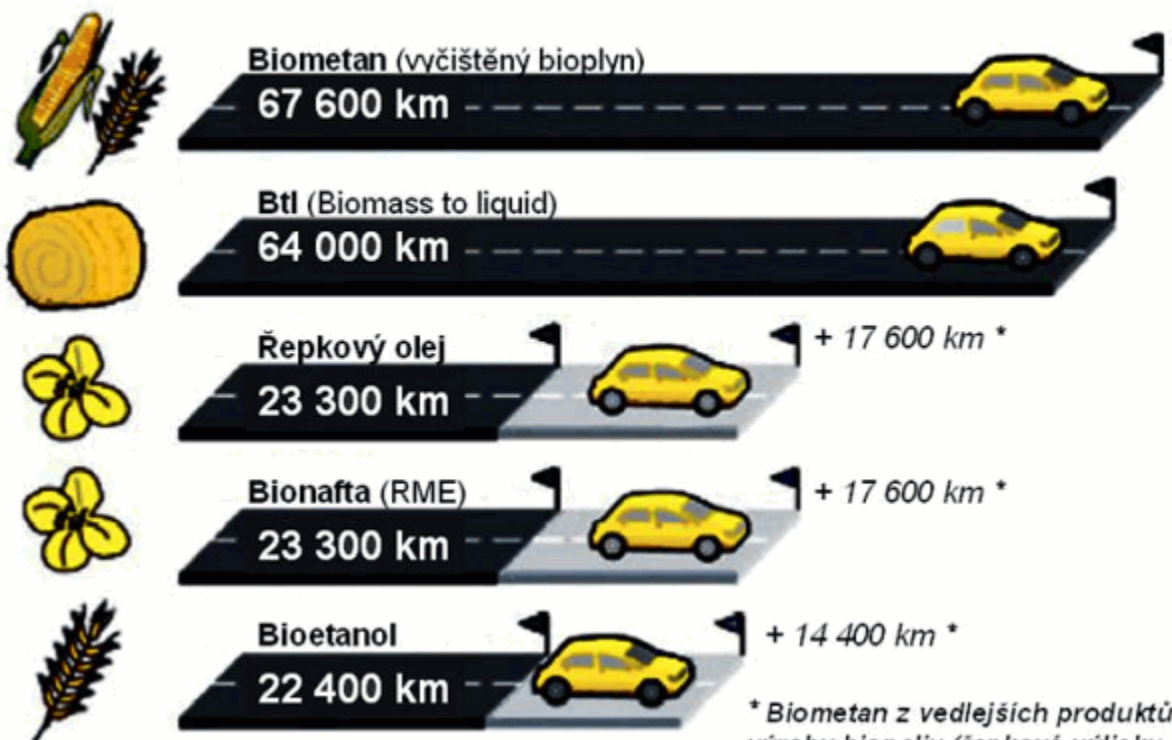


» Výnos energie

Účel: Zjednotit osobního automobilu na různé biopaliva
vyráběvané z 1 ha zemědělské půdy za rok



780 000 km



Průměrná spotřeba benzínu 7,4 l/100 km,
průměrná spotřeba nafty 6,1 l/100 km

* Biometan z vedlejších produktů výroby biopliv (řepkové výlisky, výpalky, sláma)

» Cena energie z ropy

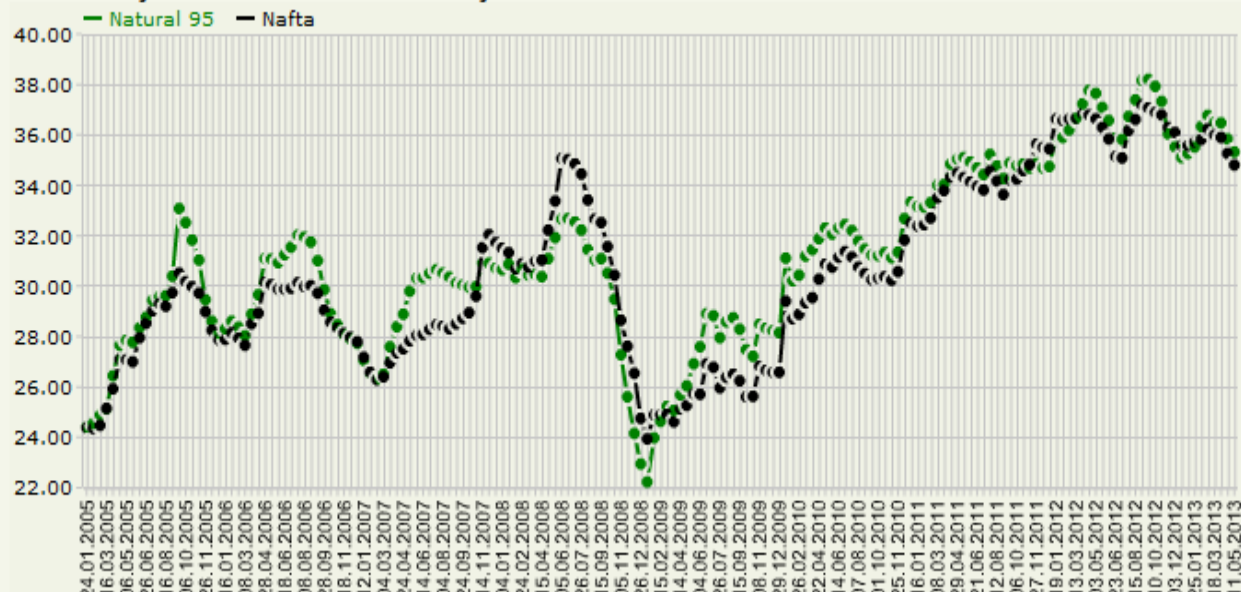


100 \$/b



36 Kč/l

Graf ceny benzínu Natural 95 a Nafty od 24.01.2005 do 12.5.2013





» Cena energie z fotovoltaiky

Fotovoltaické panely se dnes prodávají od 15 Kč/Wp (od 15 do 25)
za rok panel v České republice vyrobí kolem 1000 Wh/Wp (930 až 1150)
životnost panelu je 30 let (výrobci garantují 25 let, předpokládá se 40 let)
1) kolik elektřiny panel vyrobí za dobu života? (kolem 30 kWh/Wp za 30 let)
2) jaká je cena vyrobené elektřiny? (od 0,5 Kč/kWh)

Přesněji (pro návratnost 30 let):

2,00 Kč/kWh při ceně 25 Kč/Wp a diskontu 7 %

1,25 Kč/kWh při ceně 25 Kč/Wp a diskontu 3 %

0,75 Kč/kWh při ceně 15 Kč/Wp a diskontu 3 %

1,75 Kč/kWh při návratnosti 10 let, ceně 15 Kč/Wp a diskontu 3 %



» Cena energie



Elektrina z FVE je 5krát levnější, než energie z benzínu

3,41 Kč/kWh – výkupní cena elektřiny z FV

2,00 Kč/kWh – výrobní náklady (AC!)

(při 25 Kč/Wp, 7 % diskontní sazba)

>36 Kč/l – cena motorových paliv

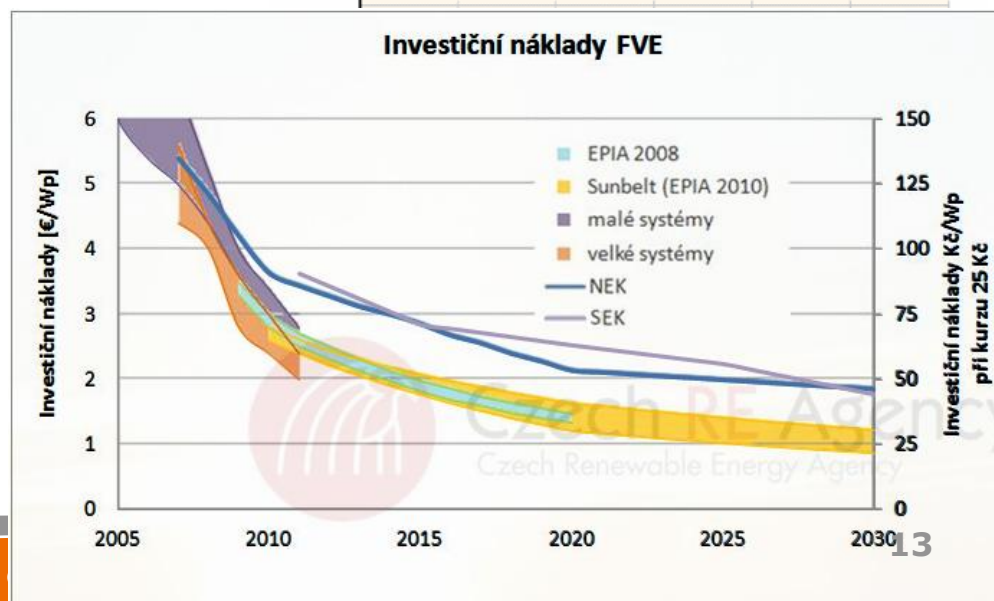
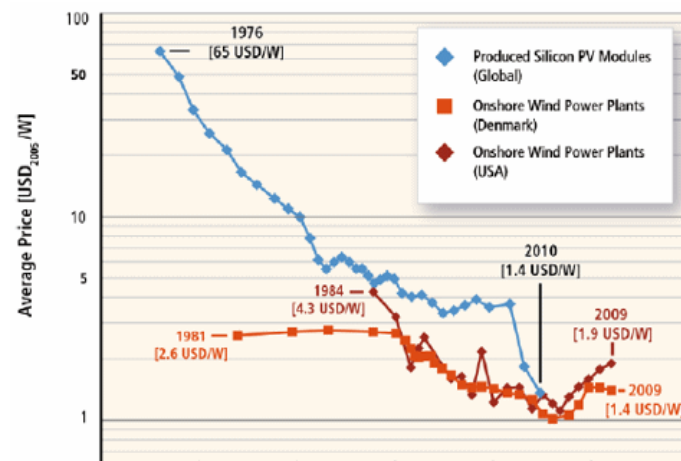
<40 % - účinnost spalovacího motoru

>9 Kč/kWh – energie ze spalovacího motoru

~80 % - účinnost alternátoru

>11 Kč/kWh – elektrina z alternátoru

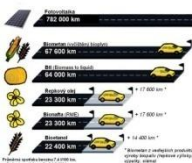
(z elektrocentrály ještě dražší)



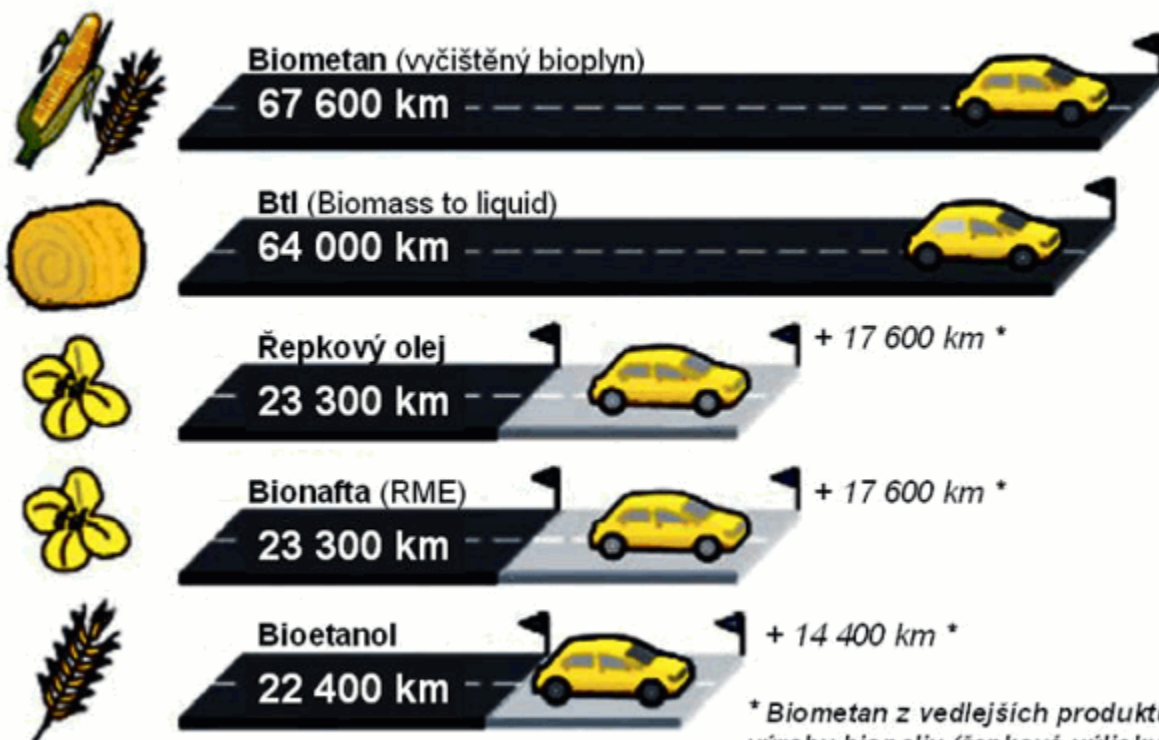


» Fotovoltaika v dopravě

Účel: zjednotit osobního automobilu na různé biopaliva
vyráběné z 1 ha zemědělské půdy za rok



780 000 km



Průměrná spotřeba benzínu 7,4 l/100 km,
průměrná spotřeba nafty 6,1 l/100 km

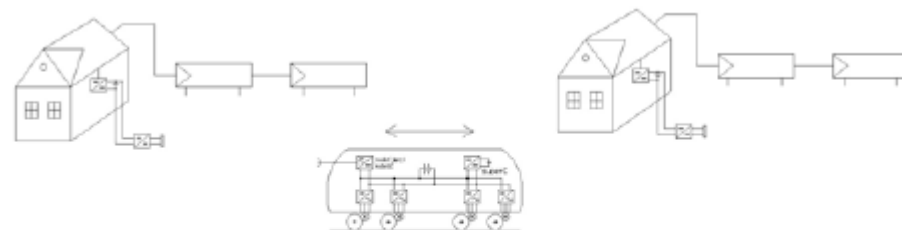
* Biometan z vedlejších produktů výroby biopaliv (řepkové výlisky, výpalky, sláma)



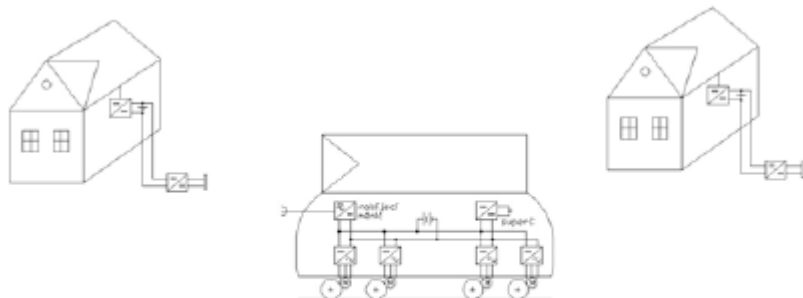
» Železniční doprava

Šumperk – Kouty nad Desnou

- Studie možností fotovoltaiky v železniční dopravě
- Akumulace, trakční akumulátory
- Varianta – FVE na vozidle



Obr. 2 - Pohon s nepřímým stacionárním napájením



Obr. 3 - Pohon se smíšeným fotovoltaickým napájením



» Železniční doprava

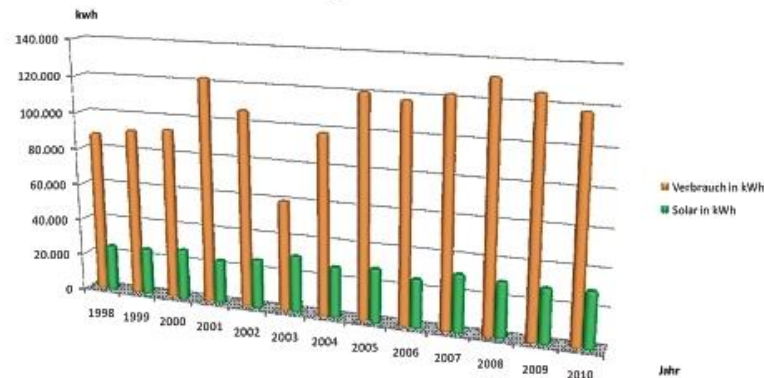
Bad Schandau

- FVE na střeše tramvajového depa
- Instalována v roce **1993!** – 325 m²
- Pokrývá min. 30 % spotřeby

Photo copyright 2008 Steffen Petrasch



Der tatsächliche Stromverbrauch der Kirnitzschtalbahn pro Jahr und der Anteil an eingespeister Solarenergie durch die Photovoltaikanlage in den letzten 13 Jahren





Londýn

- **Vlakové nádraží Blackfriars – 4400 panelů, 50 % spotřeby**





Osobní

- „hybrid“ = pedály + akumulátor + FV panel
- 100% obnovitelná energie = tělesný tuk + sluneční záření
- Komerční výrobek
- 4000 \$
- 750 W motor
- 3stupňový převod
- Kotoučové brzdy
- 30 Wp FV panel (= malý)





„Nákladní“

- „hybrid“ = pedály + akumulátor + FV panel
- 100% obnovitelná energie = tělesný tuk + sluneční záření
- Komerční výrobek
- 5500 \$
- Nosnost 360 kg
- Dojezd 50 km





► Silniční doprava

Srovnání

- Navíc spaluje tělesný tuk

Average annual cost:
\$8,946



ELF base price:
\$3,900



Average annual cost:
\$18,000



Truckit base price:
\$5,500





Kamiony

- Chladírenské a mrazírenské návěsy a nástavby



1997 Británie - experiment
v provozu 4 roky v rámci obchodního
řetězce Sainsbury's
FV jediný zdroj energie
dalším vývojem výkon navýšen o 27 %



2010 Německo
komerční nabídka



Kamiony

- Klimatizace kabiny
- Uspoří až 1500 l motorové nafty ročně (zejména při stání)

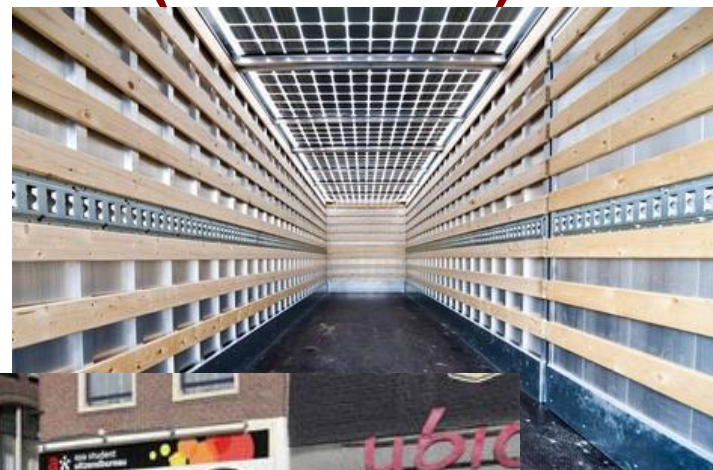




» Silniční doprava

Nákladní doprava v centru Utrechtu (Nizozemí)

- Aktuálně v provozu





Kamion

- **Doplňkový zdroj (klimatizace...)**
- **Siemens hybridní kamion – nafta nebo elektřina „z drátů“**





Různá vozítka

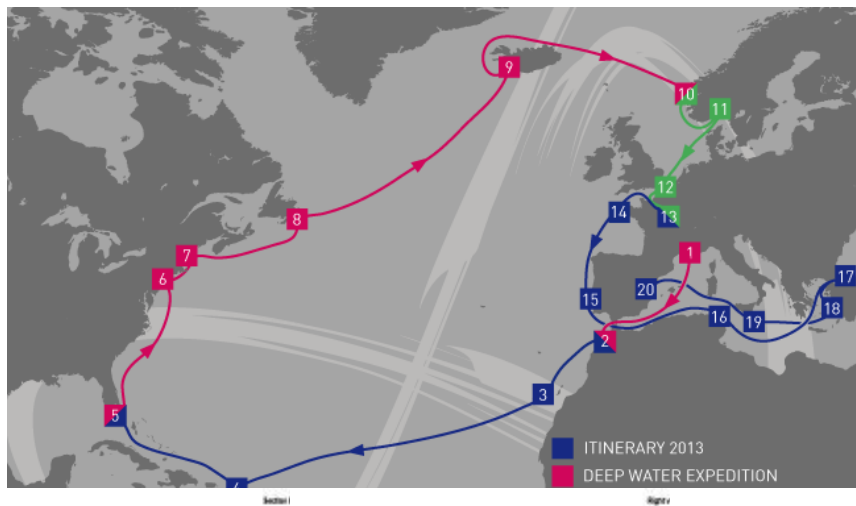


» Lodě



Tûranor PlanetSolar

posádka – 4 osoby, až 60 celkem
516 m² FV panelů = 93,5 kWp
motor max. 120 kW, průměrně 20 kW
max. rychlost 14 uzlů (26 km/h)





» Lodě

Výletní lodě



Hamburg



Londýn

» Lodě

Existující





Návrhy zároveň jako plachty





Solar Impulse – 24 hodin letu

rozpětí jako velký dopravní letoun

hmotnost jako osobní auto, výkon jako malý motocykl





► Letadla

Nejlepší koncepty



Helios



Pathfinder



Centurion

Hy-Bird



Solar Impulse



Sunseeker





► Letadla

Futuristické návrhy





» Fotovoltaika v zemědělství

**Výkony
odpovídají
zdrojům,
na nichž
lidská
civilizace
vyrostla**





» Zábory půdy

1930 – tažná zvířata (koně, voli)

1/3 orné půdy byla vyčleněna pro produkci krmiva

**1980 – 100 % mechanizace poháněno ropnými palivy
zábory půdy nulový**

2010 – bionafta

plodiny pro biopaliva zabírají 10 % orné půdy

veškerá biopaliva by však nepokryla potřeby zemědělství

2015? – fotovoltaika

1 až 2 m² fotovoltaiky vyrobí za rok tolik energie, kolik se spotřebuje k obdělávání 1 ha zemědělské půdy



» Úrovně implementace

Traktor

0) „nulové řešení“





» Úrovně implementace

Traktor

1) Fotovoltaické panely na střeše + elektrický traktor s akumulátory



+





» Úrovně implementace

Traktor

2) Fotovoltaické panely (+ akumulátory) namontované na konvenční traktor





» Úrovně implementace

Traktor

3) Konstrukce optimalizovaná pro použití panelů (motory v kolech...)





» Úrovně implementace

Automatická travní sekačka

4) Fotovoltaika integrována do konstrukce zařízení

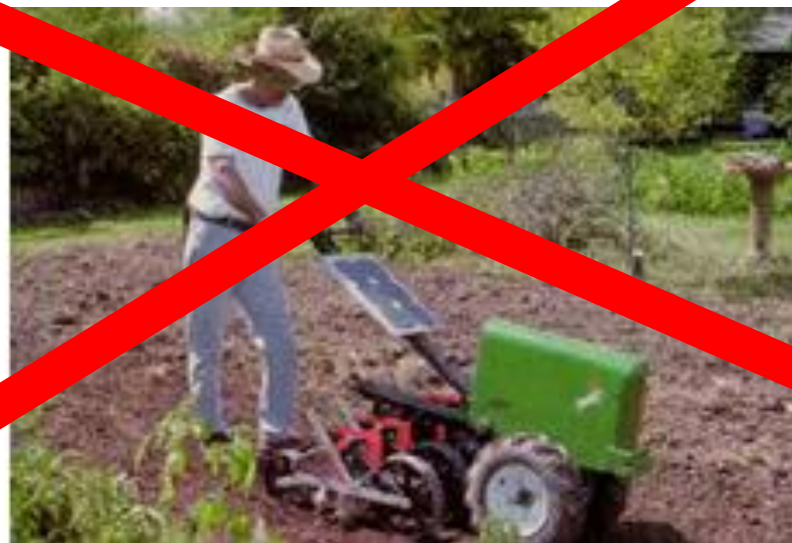




» Úrovně implementace

Panel je příliš malý, určitě nestačí k pohonu zařízení

Tohle určitě ne



Příkon kultivátoru je minimálně 1 kW (spíš několik kW), výkon panelu je řádově 20 W, i kdyby panel přímo nabíjel akumulátory, mohl by stroj pracovat několik minut denně.



» Úrovně implementace

Jak dál?

» Děkuji za pozornost



Fotovoltaika

příklady do matematiky

Ing. Bronislav Bechník, Ph.D.

odborný garant oboru

Obnovitelná energie a úspory energie

bronislav.bechnik@topinfo.cz

