

# Využití solární energie pro zpracování potravin

Ing. Iva Kučerová, Ph.D.

[kucerovai@ftz.czu.cz](mailto:kucerovai@ftz.czu.cz)



## Slunce

- základní a jediný zdroj energie pro naši planetu
- střed naší planetární soustavy
- tvar koule o průměru  $1,39 \cdot 10^9$  m
- složení: atomární vodík, helium a nepatrné množství dalších prvků (Cihelka, 1994)
- „absolutně černé“ těleso o teplotě 5 777 K vyzařuje energii v intenzitě  $6 \cdot 10^7$  W.m<sup>-2</sup>
- na zemský povrch pouze část této energie- ztráty při průchodu atmosférou

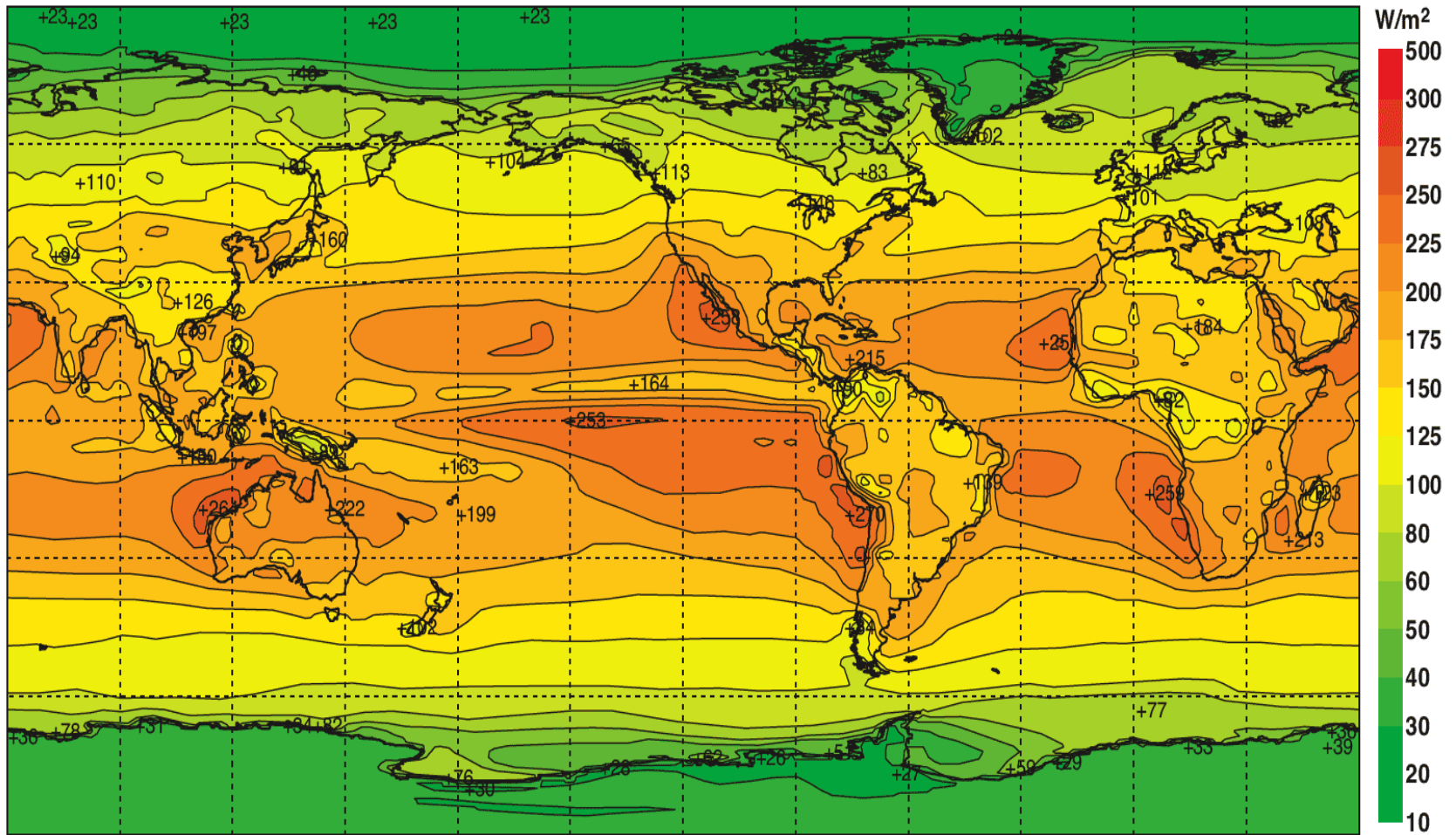
## *Spotřeba energie*

- celosvětový rozvoj naší společnosti úzce spjat s dostatečným množstvím energie
- odhady celosvětových zásob fosilních paliv v současnosti dosti liší
- celosvětová spotřeba energie roste v souvislosti s celosvětovým ekonomickým růstem
- obtížné stanovit přesný časový scénář vyčerpání fosilních paliv
- masivní rozvoj tzv. obnovitelných zdrojů energie
- v r.2004: celosvětový podíl obnovitelných energií na celosvětové spotřebě energie 13,1%, v r.2008: 19% (IEA, 2010a)

## ***Solární energie***

- na celkovém podílu obnovitelných energií- energie ze slunce nepatrná část- nedosahující ani 0,1 %
- solární energie-v poslední době růst
- pozorovatelné i v rozvojových zemích
- pozitivum v RZ- obnovitelný zdroj, dostupnost
- oblasti s příznivými hodnotami intenzity záření

# Solární energie



Průměrné celoroční hodnoty insolace ve světě ve W.m<sup>-2</sup>

Zdroj: Stewart, 2005



## **Solární energie**

- možnost transformování solární energie i v energii tepelnou:
  - vytápění a ohřev vody
  - zpracování zemědělských produktů (solární sušárny)
  - tepelnému zpracování potravin obecně (solární vařiče)



## ***Solární energie a problematika v RZ***

- i v těžko dostupných a odlehlých venkovských oblastech rozvojového světa
- v současnosti na planetě 1,5 miliardy obyvatel bez přístupu k elektrické energii (85% ve venkovských oblastech)
- zhruba 2,6 miliardy obyvatel planety- příprava potravy- jednoduchá ohniště (dříví, dřevěné uhlí, nebo biomasa) (REN21, 2010) - neefektivní energeticky, zdravotně závadná
- používání neadekvátní technologie v RZ- posklizňové zpracování zemědělské produkce (sušení)

## ***Solární energie a problematika v RZ***

- tradiční používání sušení na volném prostranství na slunci (není energeticky náročné)
- výsledkem mnohdy nekvalitní produkt:
  - požadovaný obsah sušiny
  - senzorické vlastnosti
  - zdravotní nezávadnost



# *Sušení kávy*



Zdroj: Flickr.com, 2017

## ***Solární energie a problematika v RZ***

- celosvětově- předpoklad: 50% až 87% onemocnění způsobených potravinami- původ (Ko, 2010) :
  - nevhodné zpracování
  - skladování potravin
  - nevhodná tepelná úprava
  - nedodržování základních hygienických zvyklostí při přípravě jídla

## *Vhodné posklizňové technologie- sušení*

- eliminace těchto problémů- zavádění vhodných posklizňových technologií (sušení)
- drtivá většina zemědělské produkce v RZ- malé rodinné farmy na venkově → nedostatek financí
- solární sušení- alternativní metoda sušení zemědělských produktů
  - efektivnější sušení
  - lepší kvalita výsledného produktu (vs. tradiční sušení na slunci)
  - lepší dostupnost pro místní zemědělce (vs. velkokapacitní a technologicky sofistikované sušárny)

## *Teorie sušení*

- sušení = fyzikální proces (uvolňování vody ze sušeného produktu do okolního prostředí odpařováním)
- využití termální energie (vs. sušení mrazem-sublimace ledu)
- komplexní proces vnitřního přenosu hmoty (tzv. difuze- vody)- vnitřní více vlhké vrstvy→ vrstvy povrchové→ okolní vzduch
- doprovázeno chemickými, nebo biochemickými reakcemi + strukturální změny (zesklovatění, krystalizace a smršťování) (Mujumdar, 1997)
- zásadní vliv tvar sušeného materiálu a obsah vody

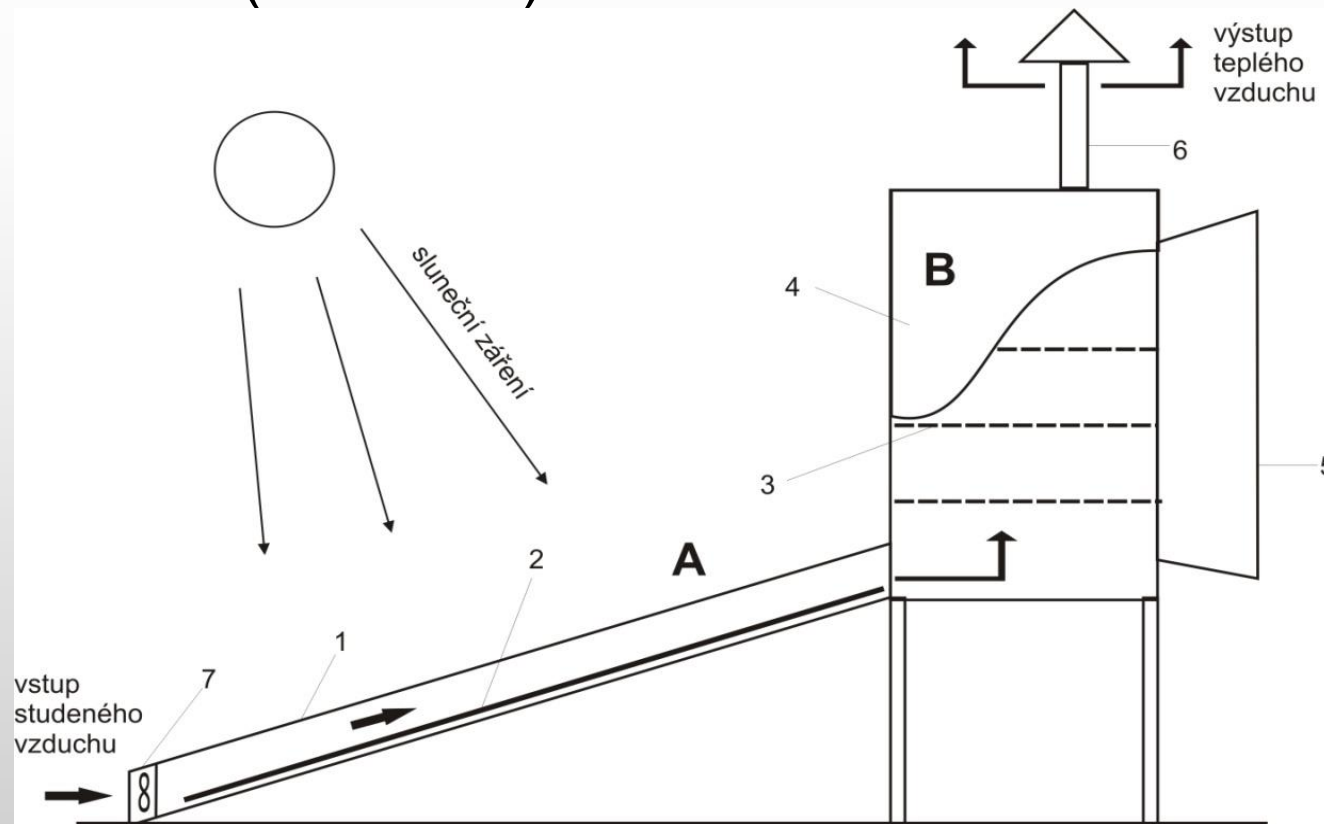
## *Solární sušárny*

- solární sušárny= zařízení k sušení zemědělských produktů (k ohřevu sušícího vzduchu- sluneční energie)
- proces sušení v solárních sušárnách= solární sušení (vs. sušení na slunci= tradiční technika sušení na volném prostranství bez využití jakéhokoliv zařízení)
- používání sušení na slunci po tisíce let (v RZ nejvyužívanější metoda) (Sharma et al., 2009)



## ***Solární sušárny***

- Solární sušárna- dva základní prvky:
  - a. kolektorová část
  - b. sušící komora  
+ komín (ventilátor)



## ***Solární sušárna- rozdělení***

- dle technologické a ekonomické náročnosti:
  - a. SS s jednoduchým technickým řešením, s nižší účinností, nižší životností a nižšími konstrukčními náklady
  - b. SS technologicky sofistikované, s vyšší účinností i životností a s vyššími konstrukčními náklady (Othman et al., 2006; Esper a Muhlbauer, 1998)
- solární vždy účinnější a produkt lepší kvality než tradiční technika sušení na slunci

# *Typy solárních sušáren*

Brenndorfer et al., (1985):

## A. Podle způsob proudění vzduchu:

- aktivní solární sušárny (solární sušárny s nucenou cirkulací sušícího vzduchu);
- pasivní solární sušárny (solární sušárny s přirozenou cirkulací sušícího vzduchu)

## B. Podle expozice k slunečnímu záření (stejně pro aktivní, pasivní solární sušárny), rozdílné uspořádání jednotlivých částí solární sušárny:

- přímé solární sušárny;
- nepřímé solární sušárny a
- kombinované solární sušárny.

## *Pasivní solární sušárny*

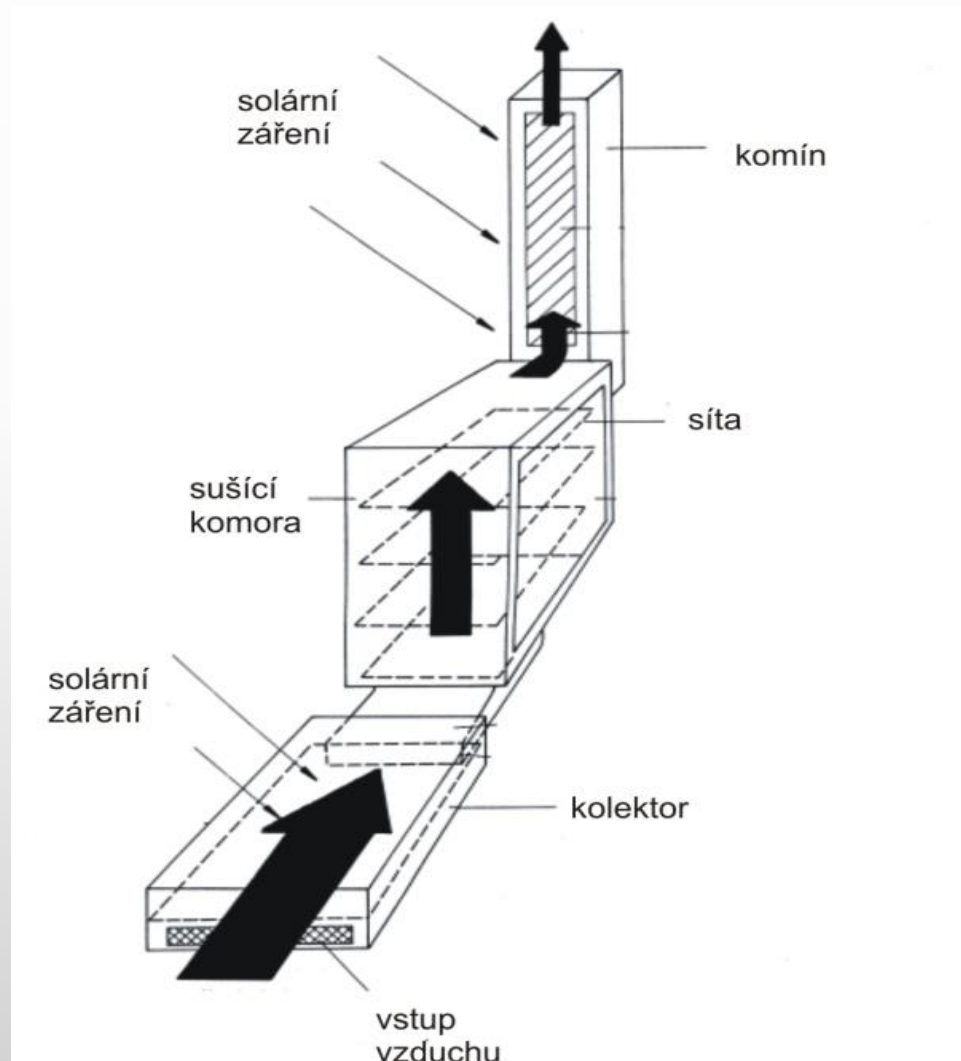
- zcela závislé na solární energii
- ohřátý vzduch sluncem poháněn: vztakovou silou, tlakem větru, oba faktory najednou
- nejpoužívanějším způsobem v odlehlých zemědělských oblastech
- efektivnější způsob z hlediska provozu a ekonomických nákladů
- menší plocha pro sušení (vs. tradiční sušení na slunci)
- relativně kvalitní produkt;
- zkrácení doby sušení vs. tradičním způsobem na slunci) → vyšší míry výnosnosti produktu

## ***Nepřímé solární sušárny s přirozenou cirkulací***

- tmavá sušící komora- šetrnější k sušícím materiálům (minimální hnědnutí)
- vyšší provozní teplota (vs. TS)
- nevýhody: ztráta tepla vlivem přechodu teplého vzduchu z kolektorové části do sušící komory a obtížně udržitelné konstantní provozní podmínky v sušící komoře
- vyšší konstrukční a provozní náklady
- nepřímé solární sušárny s nucenou cirkulací- výkonnější a ovladatelnější než nepřímé solární sušárny s přirozenou cirkulací



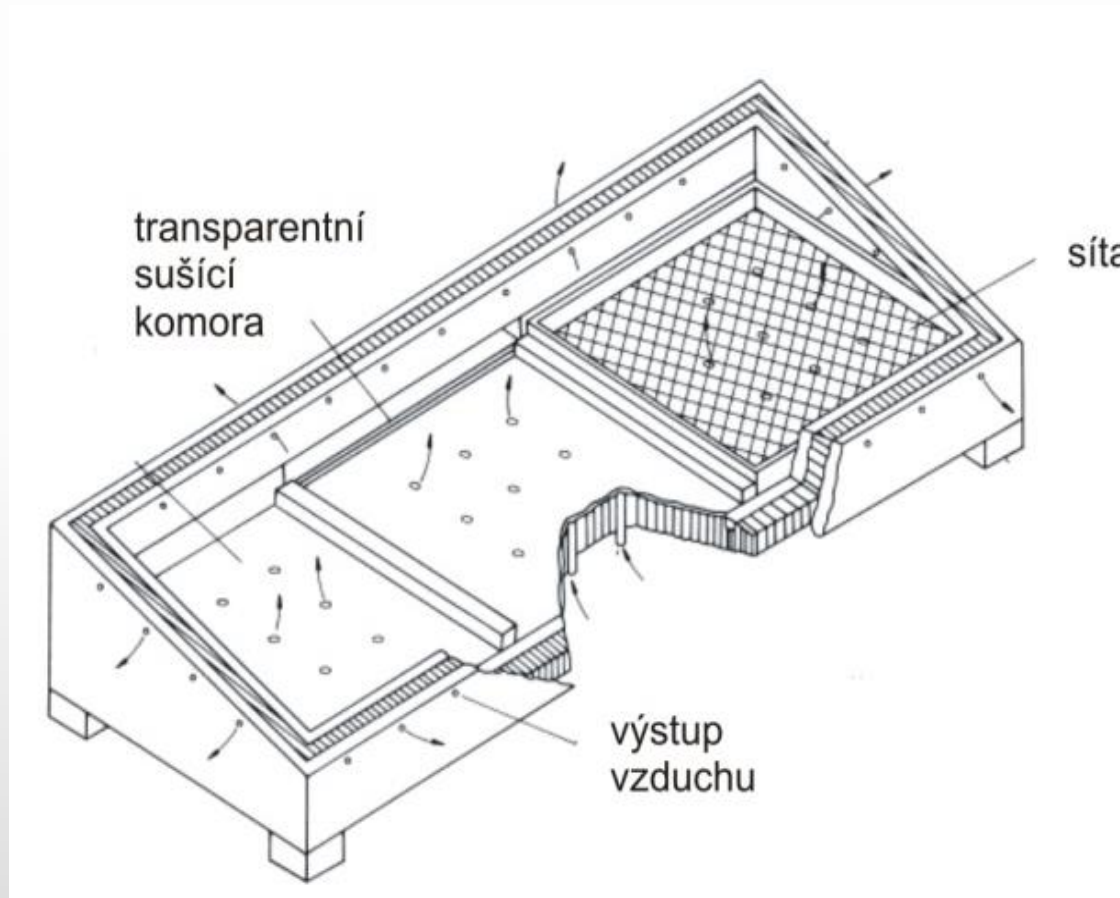
## *Nepřímé solární sušárny s přirozenou cirkulací*



## *Přímé solární sušárny s přirozenou cirkulací*

- přímé vystavení slunečnímu záření podporuje hnědnutí- nutné (hroznové víno a datle- docílení správné barvy, kávová zrnka druhu Arabica- zásadní k tvorbě dokonalé chuti a vůně v pražených zrnech)
- konstrukčně jednodušší
- méně nákladné
- náchylnost k přehřívání- znehodnocování produktu
- vhodnost komínu- zlepšení proudění

## *Přímé solární sušárny s přirozenou cirkulací*



Přímá solární sušárna s přirozenou cirkulací vzduchu skříňového typu. Zdroj: Brace Research Institute, 1980.

## *Přímé solární sušárny s přirozenou cirkulací*

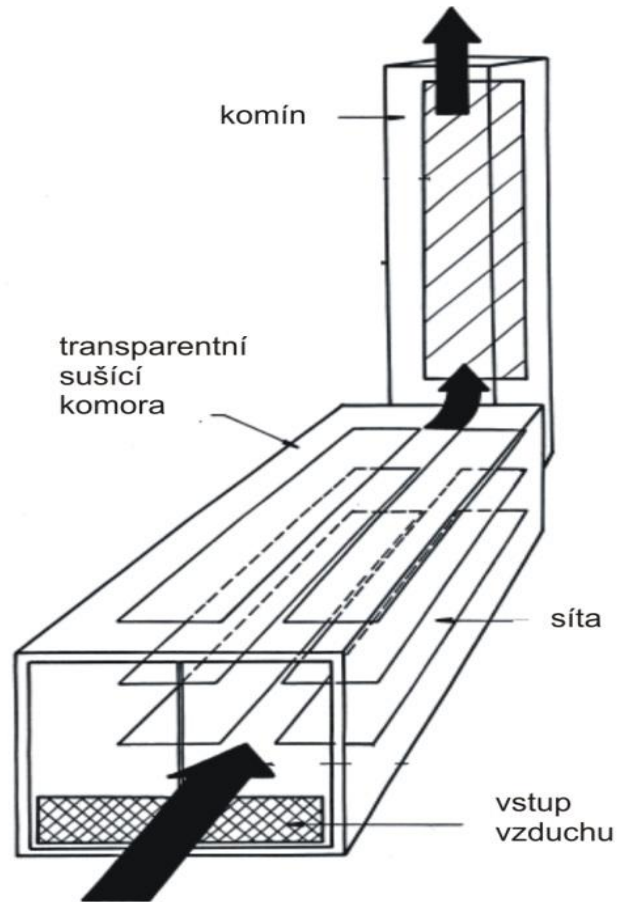
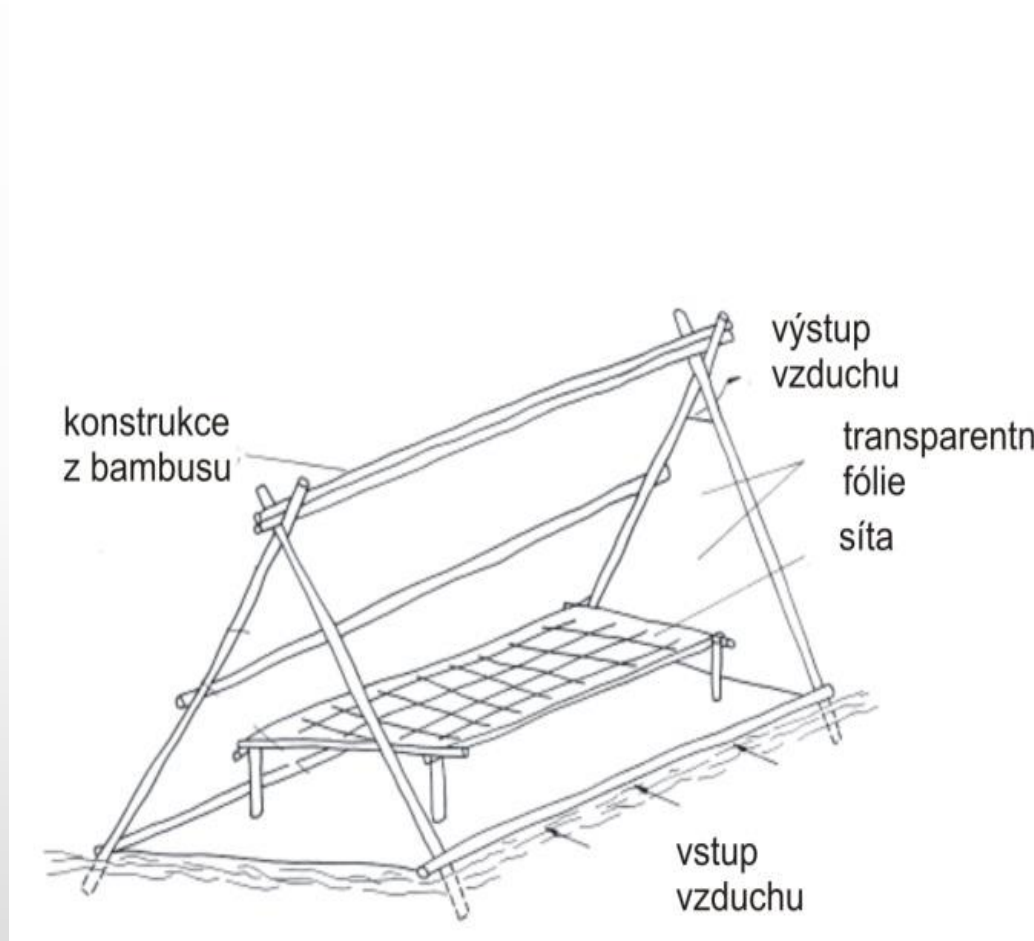


Schéma přímé solární sušárny s přirozenou cirkulací vzduchu. Zdroj: Ekechukwu a Norton, 1999.

## *Přímé solární sušárny s přirozenou cirkulací*



Pasivní stanová solární sušárna. Zdroj: Imre, 1997.



## Workshop Vietnam





## Workshop Kyrgyzstán



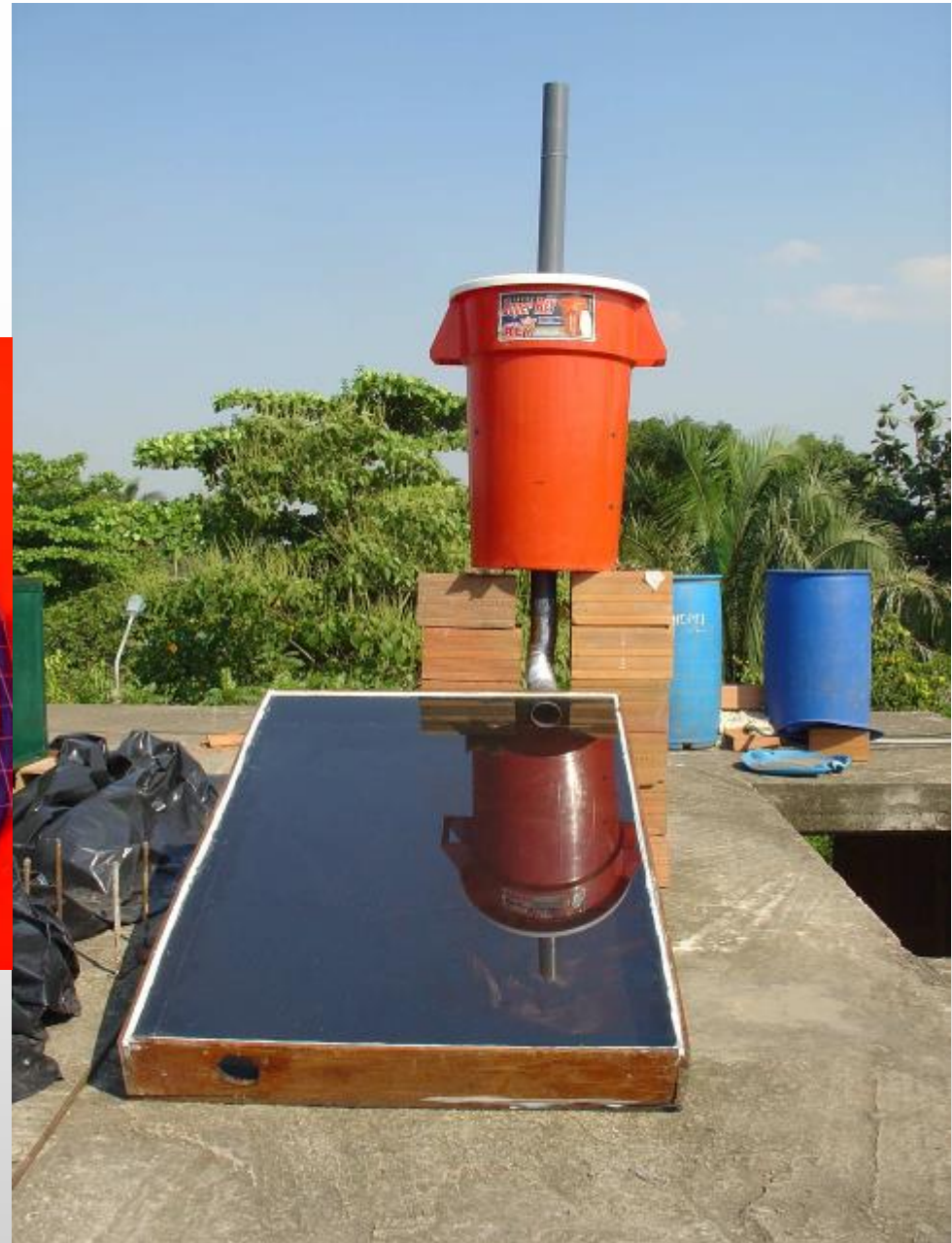


## Workshop Kambodža



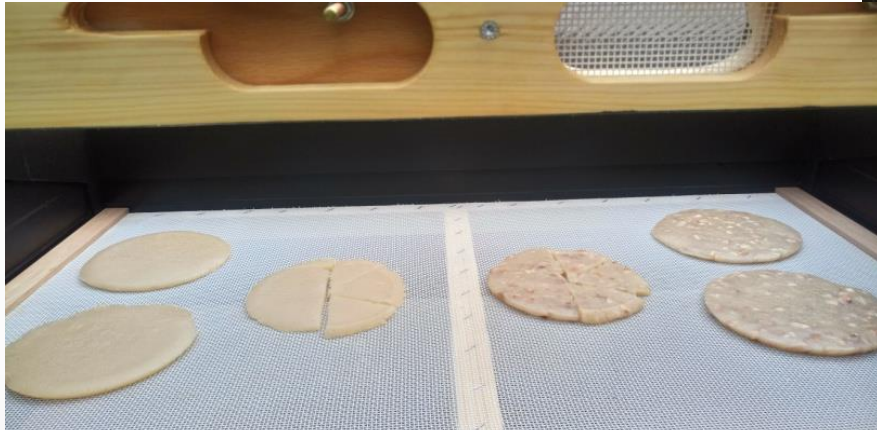


## *Workshop Peru*





## Workshop Bosna a Hercegovina





## Workshop ČZU v Praze





## Zdroje

CIHELKA, J. Solární tepelná technika. Nakladatelství T. Malina, Praha, 1994. 202 p. ISBN 80-900759-5-9.

IEA – International Energy Agency. *Key World Energy Statistics*. IEA Head of Communication and Information Office, France, 2010a. Dostupné na: <http://www.iea.org/publications/index.asp>.

IEA – International Energy Agency. *Comparative Study on Rural Electrification Policies in Emerging Economies*. IEA Energy Technology Policy Division, 2010b. Dostupné na: [http://www.iea.org/papers/2010/rural\\_elect.pdf](http://www.iea.org/papers/2010/rural_elect.pdf)

STEWART, R.H. *Introduction to Physical Oceanography*. Department of Oceanography, Texas A&M University, 2005. Dostupné na: [http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng\\_textbook/contents.html](http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/contents.html)

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). *Renewables 2010 - Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat). 80 p. Dostupné na: <http://www.ren21.net>.

KO, W.H. Evaluating food safety perceptions and practices for agricultural food handler. *Food Control* 2010; 21: 450–455.

MUJUMDAR, A.S. Drying fundamentals. In *Industrial drying of foods*. Baker, C.G.J., editor. London: Blackie Academic & Professional, 1997. 309 p. ISBN 0-7514-0384-9.

SHARMA, A., CHEN, C.R., VU LAN, N. Solar-energy drying systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2009; 13: 1185–1210.

ESPER, A., MUHLBAUER, W., Solar drying-an effective means of food preservation. *Renewable Energy* 1998; 15: 95–100.

OTHMAN, M.Y.H., SOPIAN, K., YATIM, B., DAUD, W.R.W. Development of advanced solar assisted drying systems. *Renewable Energy* 2006; 31: 703–9.

BRACE RESEARCH INSTITUTE. *Types of solar agricultural dryers*. Sunworld 1980;4(6):181.

EKECHUKWU, O.V., NORTON, B. Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology. *Energy Conversion & Management* 1999; 40:615-655.

IMRE, L. Solar dryers. In: Baker, L. (Ed.), *Industrial drying of food*. Blackie academic and professional, 1997. London, pp. 210-238.