



# **Středoškolská technika 2016**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

## **Kolo a mechanismy aneb jak těžké je vyrobit energii**

**Adam Hanzálek**

**Filip Vrba**

**David Hauser**

**Daniel Novotný**

**Střední průmyslová škola**

**Tachov, Světce 1**



## **Téma práce:**

### **Kolo a mechanismy aneb jak těžké je vyrobit energii**

Filip Vrba, Adam Hanzálek, David Hauser, Daniel Novotný

Střední průmyslová škola, Tachov, Světce 1

Česká republika

#### **Anotace:**

Myšlenkou naší práce je ukázat, jak snadno užíváme energii, aniž si uvědomujeme její původ. Vývoj civilizace a techniky nám od 18. století umožnil přímo energetické hody, které se staly základem konzumní společnosti. Tato nadměrná energetická konzumace může způsobit i zánik civilizace. Zatím hlavní zdroje energií jsou ze zdrojů fosilních paliv, kdy čerpáme staré zásoby. Náš pokus ukazuje, co by nás čekalo při návratu na stromy.

#### **Annotation:**

The main idea of our work is to show how easily we can use energy without knowing its origin. Since the 18th century, the development of our civilization and technology has brought us energy feast that laid the foundations of the consumer society. This excessive consumption of energy can cause even our civilization destruction. Currently, the main sources of energy come from the sources of fossil fuels and we use old supplies. Our experiment shows what might happen to us if we returned back on trees.

**Klíčová slova:** energetický otrok, energie, mechanismy, kolo

#### **Úvod:**

K naší práci jsme se dostali díky přečtení knihy od Václava Cílka “Nejistý plamen“, která vypráví o ropném světě a celkové spotřebě energií ve světě. V této knížce se vzal zajímavý pojem “energetický otrok“, který dokládá, že za vysokou životní úroveň a konzumem stojí právě dostupnost a vysoká spotřeba energií. Energetický otrok je množství energie, vyprodukované člověkem vlastní silou. Uvádí, že ve srovnání s energií člověka v Evropě spotřebováváme 70-ti násobek tohoto ekvivalentu.

V USA je toto číslo podstatě vyšší, zatímco v rozvojovém světě je to stále v řádu jednotek.



Naší práci jsme si rozdělili na tři části:

- 1. Konstrukční úpravy kola.**
- 2. Návrh zapojení dynama.**
- 3. Zapojení dynama a měřidel.**

### **Kolo a mechanismy**

V úvodu do předmětu Automatizace jsme se dozvěděli, že pouze to co mechanizováno může být automatizováno. Již dávno známe definici mechanizace, která říká : “mechanizace je náhrada lidské práce prací strojů“.

O prázdninách jsme si přečetli knihu Václava Cílka „Nejistý plamen“, která vypráví o ropném světě a o celkové spotřebě energií ve světě. Zavádí též zajímavý pojem „energetický otrok“ a dokládá, že za naší vysokou životní úroveň a konzumem stojí právě dostupnost a vysoká spotřeba energií. Uvádí, že ve srovnání s energií člověka v Evropě spotřebováváme 70-ti násobek tohoto ekvivalentu, v USA je toto číslo podstatě vyšší, zatímco v rozvojovém světě je to stále v řádu jednotek.

Tak byl u nás vzbuzen zájem zjistit, jak velká je energie člověka. Již z předmětu fyzika ze základní školy známe definice fyzikálních jednotek, které jsme si osvěžili v předmětu KAM. Nové definice jsou bezesporu přesnější, ale staré definice zavedené v počátku éry parních strojů se lépe představovaly. Jak pěkně byla představitelná horsepower, ve zkratce HP, zavedená Jamesem Wattem ještě v librách a stopách, neboť Anglie nepřistoupila k metrickému systému, pro nás pak prezentovaná jako koňská síla. Umíme si představit práci 1 J i výkon 1 W, ale kolik práce je třeba na svícení žárovky nám trochu uniká. Umíme spočítat některé špičkové výkony sportovců, např. vzpěračů či skokanů do výšky. Máme však menší představu, jaký výkon může podávat průměrný člověk delší dobu a to jsme si chtěli vyzkoušet.

Z uvedených úvah nás napadlo zkonstruovat nějaké zařízení, na kterém bychom mohli dostupnými prostředky parametry práce a výkonu měřit.

Pro uvedený záměr se nám zdál nejvíce vhodný velocipéd, na kterém energii člověka (prezentovanou šlapáním při zapojení silných svalových skupin) převedeme na energii mechanickou a tu následně na energii elektrickou, kterou umíme měřit. Pro tyto postupné transformace jsme dali do názvu práce slovo mechanismy.

Na začátku realizace jsme si stanovili některé základní parametry zařízení. Z některých neúplných publikovaných zpráv jsme odhadli výkon zařízení na cca 50 – 100 W , a šlapající osoba by měla šlapat v rytmu odpovídající jízdě rychlostí 20 km/hod. Převod mezi kolem a generátorem el. energie bude třecí. Jako zdroj el. proudu bylo navrženo dynamo.



Po počátečním nadšení začaly první realizační kroky. Prvním úkolem bylo sehnat jízdní kolo vhodné pro přestavbu, tento úkol se podařilo rychle splnit, a sehnali jsme sportovní kolo s měnitelnými převody – s troj talířem a šestikolečkem – tak jsme měli pro případné experimentování k dispozici 18 převodových stupňů kromě rytmu šlapacího.

Jako další úkol jsme si dali sehnání vhodného dynama, počáteční volba padla na nějaké autodynamo, malinko jsme zaspali dobu, většina dnešních automobilů je vybavena alternátory- běžná literatura uvádí, že jsou stejným zdrojem eklektického proudu jako dynama a tak jsme si sehnali alternátor používaný automobilech Škoda s jmenovitým napětím 12V a příkonem 300W.

Dále následoval návrh podstavného rámu pro rám kola. Podstavný rám jsme navrhli z Jeklových profilů tak, aby zjišťoval dostatečnou stabilitu i při divokém vyšlapávání Joulů. Pro spojení rámu kola s podstavným rámem a i pro připojení alternátoru jsme chtěli použít šroubové spoje, abychom případným použitím spojů svarových nenarušila pevnost rámu kola. Zde jsme narazili na nečekanou komplikaci. Zjistili jsme, že mnohé závity na kole nejsou běžné metrické závity, ale že se jedná o závity používané prvními výrobci kol v předminulém století a které přetrvali jako tzv. dědičnost konstrukce a je pro ně zvláštní norma.

Další realizační etapou bylo řešení převodu mezikolem a alternátorem. V úvahu přicházel převod řemenový nebo ozubený, nakonec jsme pro jednoduchost řešení zvolili převod třecí. Alternátor jsme připevnili na čepový spoj, aby jeho hmotnost vyvozovala potřebnou přitlačnou sílu třecího převodu. Při návrhu a výpočtu převodu jsme narazili na skoupé informace o potřebných otáčkách.

Potřebné údaje jsme zjistili pouze odečtem z grafu o závislosti proudu na otáčkách, dovedli jsme si, že bychom potřebovali na alternátoru asi 1200 ot./min.. Pro výpočet otáček jsme vycházeli z konzultací s cyklisty, kteří uváděli, že je možné v poklidu udržovat rychlost 20 km/hod.

Na tuto rychlost jsme přepočítali otáčky velkého kola talíře s tím, že otáčky alternátoru můžeme doladit převody přehazovačky.

Po mechanickém sestavení jsme přikročili k zapojení elektrické části, pro první zkoušení jsme jako zátěž alternátoru zapojili žárovky. Dočkali jsme se zklamání, světlo se neobjevilo! Alternátor se remanencí nenabudil – přičítáme to ztrátám na usměrňovacích diodách.

Abychom se k nějakému výsledku dopracovali, použili jsme pro nabuzení alternátoru cizí buzení z akumulátoru a bylo světlo. Žárovky svítily.

Ačkoliv byl budící proud malý a přes relé se po nabuzení akumulátor odpojoval, přítomnost akumulátoru snižovala věrohodnost, že elektrická energie je pouze ze šlapání.

Přibližně ve stejnou dobu, kdy jsme prováděli zkoušky s alternátorem, přišla zpráva o prodloužení termínu soutěže do roku 2016. Tak jsme se rozhodli pokusit se o experiment s dynamem. Podařilo se nám sehnat a uvést do provozu starší dynamo z automobilu W- jmenovité napětí 12V, výkon 220W. V literatuře jsme zjistili, že dynama pracují při vyšších otáčkách než alternátory, proto jsme navrhli větší převod mezi kolem a dynamem.



Mechanismus pro dynamo

Třecí kolo dynamu jsme zmenšili na 55 mm a opětovně provedli početní kontrolu, zda bude při změněných parametrech převod pracovat.

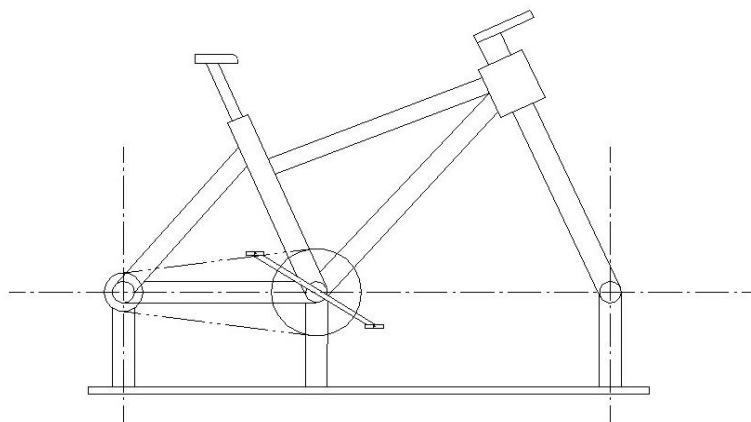


Schéma rámu kola v podstavném rámu  
(Použit program Solid Edge)

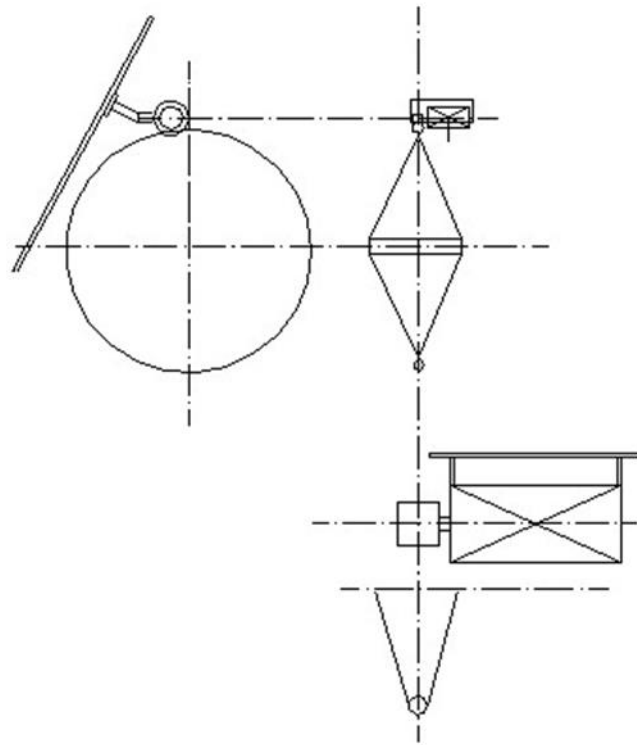


Schéma připojení dynama na kolo pro výpočet třecího převodu  
(Použit program Solid Edge)



WolframMathematica / STUDENT EDITION

## VÝPOČTY TŘECÍHO PŘEVODU PRO DYNAMO

### Teoretická přítlačná síla (minimální):

Zadané hodnoty: P, v, k, f

P: výkon [W]

v: obvodová rychlost [ $\text{ms}^{-1}$ ]

k: součinitel přítlaku

f: součinitel tření

$$P = F \cdot v \Rightarrow F = \frac{P}{v} = 30 \text{ N}$$

$$\text{N} \left[ \frac{100 \times 60}{\pi \times 0.155 \times 1200} \right]$$

10.2681

$$F_n = \frac{k \cdot F}{f} = 45 \text{ N}$$

$$\text{N} \left[ \frac{1.2 \times 30}{0.8} \right]$$

45.

### Skutečná přítlačná síla:

e = 110 mm

g = 60 mm

a = 70 mm

$$F_n = \frac{F \cdot a + G \cdot g}{e} \Rightarrow \frac{F \cdot a}{e} + \frac{G \cdot g}{e}$$

$$- \frac{F \cdot a}{e} + F_n = \frac{G \cdot g}{e} \cdot e$$

$$- F \cdot a + F_n \cdot e = G \cdot g / : g$$

$$\frac{F_n \cdot e}{g} - \frac{F \cdot a}{g} = G = 47,5$$

$$\text{N} \left[ \frac{45 \times 110}{60} - \frac{30 \times 70}{60} \right]$$

47.5



$$F_n = 110 \text{ N}$$

$$F_n - G + F_n = 0 \Rightarrow G = F_n + F_n$$

$$G \cdot 82,5 - F_n \cdot 192,5 = 0$$

$$G = \frac{F_n \cdot 192,5}{82,5} = 105 \text{ N}$$

$$\text{N} \left[ \frac{45 \times 192,5}{82,5} \right]$$

105.

#### ZÁVĚR:

Skutečná přitlačná síla  $G' = 105 \text{ N}$

Teoretická přitlačná síla  $G = 47,5 \text{ N}$

$G' > G$

Skutečná přitlačná síla je vyšší než teoretická

Vypočítejte  $\omega$ ,  $n$ :

rychlosti 20 km/h je obvodová rychlost kola 5,5 m/s.

$$v = 20 \text{ km/h} = 5,5 \text{ m/s}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = 8,68 \text{ ms}^{-1}$$

$$n = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = 1,38 \text{ ot/s} = 83 \text{ ot/min}^{-1}$$

$$\text{N} \left[ \frac{5,5}{0,64} \right]$$

8.59375

$$\text{N} \left[ \frac{8,68}{2 \times \pi} \right]$$

1.38146

$$\text{N} \left[ \frac{8,68 \times 60}{2 \times \pi} \right]$$

82.8879





Foto kola s dynamem v době zkoušek

Po následné montáži jsme provedli i el. zapojení, zatočili pedály, žárovka se rozsvítila. Dynamo se samo nabuzovalo!

Elektrický obvod jsme doplnili ampérmetrem a voltmetrem. Oba měřící přístroje vykazovaly značnou závislost na rychlosti šlapání. Bylo pěkné pozorovat, jak se zvětšující se rychlostí šlapání se zvětšují hodnoty proudu i napětí a jak se zvětšuje i potřebná síla na šlapání. Bylo to přímo zhmotnění vztahu  $P = U \cdot I$ .

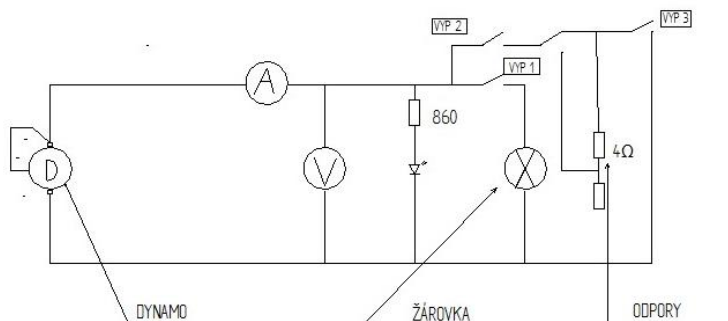


Schéma elektrického zapojení

Schéma zapojení dynama, žárovek, odporů



Popsané řešení ukázalo, že šlapáním na kole by bylo možné udržet svítit cca 60W žárovku. Nedostatkem našeho pokusu je fakt, že dynamo není vybaveno regulátorem buzení a tudíž je silná závislost napětí (a tudíž i intenzita) světla na rychlosti šlapání .

Po provedených pokusech se žárovkou jsme se začali zabývat myšlenkou průkaznosti vykonané práce. Začali jsme se poohlížet po wattmetru, který není ve školním vybavení. V prvním vzplanutí jsem si ani neuvědomili, že vzpomenutý wattmetr bude ukazovat okamžité hodnoty výkonu a my bychom chtěli práci – tudíž že bychom potřebovali něco jako „elektrické hodiny“. Jako demonstrativní řešení jsme přišli na nápad našlapanou elektrickou prací ohřívat vodu a vykonanou práci v Joulech vyjádřit množstvím tepla předaného do vody,  $Q = m \cdot c \cdot t$ .

Při realizaci tohoto nápadu jsme řešili dilema:

- a) ohřívat menší množství vody na vyšší teplotu a mít větší ztráty tepla do okolí nebo
- b) ohřívat větší množství vody a méně přesně měřit její teplotu. Rozhodli jsme se pro větší nádobu. Též jsme zvažovali použití tepelně izolované nádoby – termosky, ale vhodnou s větším hrdlem, kterým by prošlo naše topné těleso jsme nesehnali.

### **Pokusy s přivedením energie do vodní nádrže.**

#### **Pokus č.1**

Jak jsme již psali, měli jsme zkušenost se svícením žárovky 60 W; proto jsme chtěli, aby výkon pro ohřátí vody byl větší. Měli jsme k dispozici odpor na keramickém tělísku – jehož celková hodnota byla  $4 \Omega$ . Abychom dosáhli většího výkonu, rozhodli jsme se použít pouze jeho polovinu, tj.  $2 \Omega$ . Při  $2 \Omega$  a jmenovitém napětí 12V je proud

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{2} = 6A$$

Při proudu 6A bude výkon

$$P = U \cdot I = 12 \cdot 6 = 72W$$

Objem vodní lázně jsme měli 1 l. Rozhodli jsme se, že se ve šlapání 2x vystřídáme po minutě, to znamená, že doba šlapání bude 8 minut.

Ze jmenovitých hodnot pak vyplívá, že vyšlapeme

$$Q = P \cdot t = 72 \cdot 480 = 34560 \text{ J} = 34,56 \text{ kJ}$$

Voda se ohřála z  $15^\circ$  na  $24^\circ$  - tj.  $\Delta t = 9^\circ\text{C}$ ,  $c$  = měrná tepelná kapacita vody =  $4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$



$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 1 \cdot 4200 \cdot 9 = 36\,000\text{J} = 36\text{ kJ}$$

Rozdíl mezi vypočítaným  $Q$  (el. energie) a teplem ve vodní lázni je vysvětlitelný tím, že v začátcích šlapání byla jeho rychlost větší a bylo jak vyšší napětí, tak proud. I když se nám šlapání zdálo lehké, zdál se nám náš výkon 72 W malý, ale záhy jsme si uvědomili, že existuje také pojem účinnost. Pokusili jsme se přes účinnost spočítat výkon na pedálech.

Podle literatury jsme určili:

$$\eta_1 - \text{třecího převodu} = 0,95$$

$$\eta_2 - \text{řetězového převodu} = 0,9$$

$\eta_3$  – dynamo by mělo být vysoké, avšak naše dynamo, které má štítkový výkon 220W, se i při daleko menším zatížení zahřívá, přisoudili jsme mu účinnost 0,75.

Celková účinnost našeho stroje:

$$\eta_c = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,64$$

Při započtení účinnosti byl výkon na pedálech

$$P_p = \frac{P_E}{\eta_c} = \frac{72}{0,64} = 112\text{ kW}$$

I když jsme šlapali velkou dobu (1 minuta), zdál se nám výkon malý a chtěli jsme zkusit něco více.

## Pokus č.2

Pro tento pokus jsme se rozhodli použít náš odpor (jeho části) v paralelním zapojení.

Potom

$$R = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1\Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{1} = 12\text{A}$$

$$P = U \cdot I = 12 \cdot 12 = 144\text{ W}$$

Opět jsem se vystřídal 2 x po minutě, to znamená, že jsem šlapali  $t = 480\text{ s}$

$$\text{Výšlapové teplo } Q = t \cdot P = 480 \cdot 144 = 69\,120\text{ J} = 69,120\text{ kJ}$$

Vodní lázeň se ohřála na  $31^\circ$  - opět z  $15^\circ$ , tj.  $\Delta t = 16^\circ$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 1 \cdot 4200 \cdot 16 = 67\,200\text{J} = 67,2\text{ kJ}$$

Tentokrát jsem zůstali pozadu za předpokládanou hodnotou, je to vysvětlitelné tím, že šlapání je už znatelně těžší.

Při započítání účinnosti se dotaneme na výkon na pedálech

$$P_p = \frac{P_E}{0,64} = \frac{144}{0,64} = 225\text{ W}$$



### Pokus č.3

Pro demonstraci našeho zařízení jsme se rozhodli zmenšit objem vodní lázně na 0,5 l a šlapat pouze 4 x 1 min – aby předvedení mělo dynamiku. Použijeme opět odpor o celkové hodnotě 1  $\Omega$ . To znamená, že budeme šlapat s el. výkonem 144 W a na pedálech opět 225 W.

Vodní lázeň by se měla ohřát:

$$\Delta t = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{67200}{4200 \cdot 0,5} = \frac{67200}{2100} = 32^\circ$$

Z teploty 15°C na 47°C se nám podařilo dosáhnout.

Shrnutí:

Je značný rozdíl, zda nějakou práci konáme krátkodobě či dlouhodobě. V dnešní době dlouhodobě podávají výkon pouze sportovci vytrvalostních disciplín. Zbytek populace pak maximálně podává nějakou zátěž v řádu minut v posilovnách. Ani my jsme z tohoto schématu nevybočili – naše výkony byly v minutách.

Pro úvahu o výkonu člověka a velikosti jeho vykonané denní práce jsme se přidrželi hodnot uváděných v publikacích V. Cílka, kde se uvádí, že člověk by mohl pracovat s výkonem 70W po dobu 7 hodin, tzn., že celková práce za den by byla cca 0,5 kWh.

Této hodnotě by pak odpovídal náš pokus č.1 se žárovkou – ale šlapat 7 hodin by nás určitě nebavilo – snad bychom to vydrželi!

Pro velikost této lidské práce ve srovnání se zdroji energie přikládáme několik ilustračních příkladů.



### Příklad č.1:

Kolik vody vytáhá za pomoci vědra člověk ze studny hluboké 5m a naleje do nádržky 1m nad zemí. (celková dopravní výška 6m).

Zadané hodnoty:

Objem  $V$  pro 1l vody:  $1l = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$ ;  $\rho = 1000 \text{ kg/ m}^3$

Hmotnost  $m$  pro 1l vody:  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $m = \rho \cdot V = 1000 \cdot 0,001 = 1 \text{ kg}$

Tíhové zrychlení  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Síla  $F = m \cdot g = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$

Práce pro 1l vody:

$W = F \cdot h = 10 \cdot 6 = 60 \text{ J}$



Dle  $V$ . Cílka by člověk mohl pracovat s výkonem 70W po dobu 7 hodin, tzn., že celková práce za den by byla:

Denní práce:

$P = 70 \text{ W}$

$t = 7 \text{ hodin}$

$$W_d = P \cdot t \left( P = \frac{W}{t} \right)$$

$W_d = 70 \cdot 7 = 490 \text{ Wh} \doteq 0,5 \text{ kWh} = 500 \text{ Wh} = 500 \cdot 3600 = 1\,800\,000 \text{ Ws} = 1\,800\,000 \text{ J}$

Objem vody:

$$V = \frac{W_d}{W} = \frac{1\,800\,000}{60} = 30000 \text{ l} = 30 \text{ m}^3$$

Má – li vědro 7l a  $t=7h = 7 \cdot 60 = 420 \text{ min}$ , pak za 1 minutu vytáhne  $30000 / 420 =$

Člověk vytáhá za pomoci vědra ze studny hluboké 5m a naleje do nádržky 1m nad zemí (celková dopravní výška 6m) za 7 hodin  $30 \text{ m}^3$  vody.



### Příklad č.2:

#### Jaký je ekvivalent lidské práce vyjádřený benzínem?

Výhřevnost benzínu  $H = 4\,300 \text{ kJ/kg}$ ;  $H = 32\,250 \text{ kJ/l} = 32\,250\,000 \text{ J/l}$

Dle V. Čílka by člověk mohl pracovat s výkonem  $70 \text{ W}$  po dobu 7 hodin, tzn., že celková denní lidská práce by byla:

Denní práce:

$$P = 70 \text{ W}$$

$$t = 7 \text{ hodin}$$

$$W_d = P \cdot t \quad \left(P = \frac{W}{t}\right)$$

$$W_d = 70 \cdot 7 = 490 \text{ Wh} \doteq 0,5 \text{ kWh} = 500 \text{ Wh} = 500 \cdot 3600 = 1\,800\,000 \text{ Ws} = 1\,800\,000 \text{ J}$$

Poměr:

$$\frac{W_d}{H} = \frac{1\,800\,000}{32\,250\,000} = 0,0558$$

Kolik dní:

$$\frac{H}{W_d} = \frac{32\,250\,000}{1\,800\,000} = 18 \text{ dní}$$

Na jeden kanystr (20 l):

$$20 \cdot 18 = 360 \dots\dots\dots \text{ téměř celý rok}$$



Protože kapalná paliva v automobilech spotřebováváme s cca 33% účinností, byl by ekvivalent práce pouze 4 měsíce.

### Příklad č.3:

Srovnání denní lidské práce ( $W_d = 1\,800\,000 \text{ J}$ ) s energií špalíku dřeva (měrná energie dřeva  $Y = 150\,000 \text{ kJ/kg} = 150\,000\,000 \text{ J/kg}$ , hustota dřeva  $\rho = 650 \text{ kg/m}^3$ )

Kolik kg dřeva je denní lidská práce  $W_d$ ?:

$$\frac{W_d}{Y} = \frac{1\,800\,000}{150\,000\,000} = 0,12 \text{ kg}$$

Objemově  $V = 0,18 \text{ dm}^3$

Polínko bude mít průměr 5 cm.

$$\text{Průřez } S = \frac{(\pi d^2)}{4} = 0,18 \text{ dm}^2$$

$$\text{Délka polínka } l = \frac{V}{S} = 0,94 \text{ dm} (9,4 \text{ cm})$$



Ačkoliv by se zdálo, že škola nespotebovává pro výuku mnoho energie, zkusili jsme si zjistit, jak vypadá energetická náročnost školy ve srovnání s potenciálem studentů. Pro výpočet



předpokládáme cca 170 výukových dnů (d) a 269 žáků. Z ročního odběru el. energie jsme odečetli letní prázdniny. Celková spotřeba  $W = 88\,493$  kWh.

$$\textit{Pro den výuky} = \frac{W}{d} = \frac{88\,493}{170} = 520,5$$

$$\textit{Na žáka a den} = \frac{520,5}{269} = 1,9 \textit{ kWh}$$

To je více, než by studenti vyšlapali.

### **Závěr:**

Od prázdninového čtení V. Cílka a od počátku realizace našeho nápadu jsme přečetli mnoho internetových zpráv pojednávajících o energetických hodech naší společnosti, která v případě fosilních paliv za minuty – možná i vteřiny spotřebovává, co příroda tvořila miliony – miliardy let. Mnoho také slyšíme o obnovitelných zdrojích, jejichž použitelnost je podporována zkreslujícími dotacemi. Na jedné straně o úspory ( pasivní domy, zateplování) na druhé straně se po světě prohánějí větší stáda aut.

Také jsme našli propočty týkající se celkové náročnosti na přírodní zdroje, které uvádějí, že pokud by všichni obyvatelé planety Země měli dosáhnou spotřební úrovně “ vyspělých zemí“ , musela by být Země několika násobně větší.

Nechceme být pesimisty, ale asi bude muset být vymyšlena nějaká dieta. Energetická a konzumní obezita je sebezničující (je však svádívě sladká).