



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3,

☎ 221 002 111, 📠 221 002 666, [www.panska.cz](http://www.panska.cz), e-mail: [sekretariat@panska.cz](mailto:sekretariat@panska.cz)



# **Praktické využití přeměny energií**

MATURITNÍ PRÁCE ZE ZKUŠEBNÍHO PŘEDMĚTU

**aplikovaná informatika**

Autor: **David Žďárský**

Studijní obor: **78-42-M/001**

**Technické lyceum**

Školní rok: **2010/2011**

Třída: **4. L**

# 1 Úvod

Pro téma *Praktické využití přeměny energií* jsem se rozhodl, protože mě lákalo sestrotit si v amatérském prostředí autíčko, které bude poháněno netypickým druhem energie. Takovýmto autíčkům jsem nikdy příliš nerozuměl, což vypracování této práce určitě změní.

Práce je rozdělena do tří důležitých částí - teoretická část, praktická část a závěr. Čtvrtou částí jsou odkazy na zdroje, ze kterých jsem čerpal. V teoretické části si přiblížíme teorii týkající se fotovoltaického a Peltierova článku. Vysvětlíme si princip, na kterém každý z nich funguje. Zmíníme se také o solární energii, elektrické energii, fotovoltaice a termoelektrických jevech, což nám umožní lépe porozumět oběma článkům. Popíšeme si, kde a jak se články používají v praxi. Praktickou částí bude sestavení dvou autíček, které budou poháněny fotovoltaickým článkem a článkem Peltierovým. Jejich výrobní postupy detailně popíšeme a vysvětlíme jejich podstatu. Při konstrukcích vyjdeme z poznatků, které jsme získali v teoretické části práce. V závěru shrneme, čeho jsme prací dosáhli. Upozorníme na kladné a záporné vlastnosti obou přeměn energií a vyvodíme, zda-li jsou tyto pohony ziskové či ztrátové.

Na první pohled není zřejmé, jakou souvislost má práce na téma *Praktické využití přeměny energií* s předmětem *aplikovaná informatika*. Při detailnějším pohledu je však prokazatelné, jak pozitivní vliv má použití aplikované informatiky na stylistickou, obsahovou a prezenční část práce. V dnešní době počítačových technologií je informatika základem všech oborů kolem nás. Tato práce je toho zdárným příkladem.

Bez počítače by práce nikdy nedosáhla takové stylistické úrovně. Velmi důležitou roli sehrála výpočetní technika při tvorbě grafů a úpravě fotografií v ní uvedených. Pomocí výpočetní techniky jsme fotografie mnohem jednodušeji upravovali a následně vkládali do textu. Tvorba grafů byla taktéž mnohem jednodušší, oproti manuálnímu sestrování i více přesnější a propracovanější.

Dalším použitím informatiky je tvoření webových stránek práce. Tyto stránky slouží jako prostředek, který informuje vedoucího práce (případně další osoby) o novinkách, myšlenkách autora a stavu práce při jejím vytváření.

# 2 Teoretická část

V této části práce popíšeme veškerou teorii potřebnou pro praktickou část práce. Hlavní částí bude detailní popis a vysvětlení fotovoltaického a Peltierova článku. Dále si vysvětlíme, co je sluneční a elektrická energie, a přiblížíme si teorii termoelektrických jevů a fotovoltaiky.

## 2.1 Energie

Energie je fyzikální veličina, která je charakterizována jako schopnost hmoty vykonávat práci. Energie je veličina skalární, tudíž jednorozměrná a lze ji popsat pouze jedním číslem. Značí se písmenem  $E$ , její jednotkou je joule (J). Joule patří mezi základní jednotky soustavy SI, který je definován jako práce vykonaná silou 1 N po dráze 1 m.

V 19. století zavedli přední fyzikové slovo energie a s ní též i zákon zachování energie. Tento zákon patří mezi fundamentální zákony (hlavní zákony) fyziky. Zákon říká, že energie se může měnit z jednoho druhu na jiný, avšak její celkové množství se nemění. Na první pohled by se mohlo zdát, že například při pádu pružného míčku na stůl a jeho následném odrazu tento zákon neplatí. Míček totiž nevystoupí zpět až do počáteční výšky, ze které byl puštěn. Ale zákon platí! Část mechanické energie se přeměnila na nemechanické formy (deformace, práce odporových sil, ...).

Z tohoto vyplývá velmi důležitá vlastnost energie, a to, že jí nelze zničit ani vyrobit, jediné jí přeměnit na jiný druh. Tyto přeměny probíhají neustále každou sekundou a jsou všude kolem nás. Jednoduchým příkladem je např. pohyb člověka. K rozpočívání svého těla musí člověk vydat energii. Tuto energii, kterou dříve získal (a přeměnil) z potravy, znovu přeměnil v energii pohybovou. Bez přeměny energie by náš svět nemohl existovat.

### Druhy energie

Existuje několik druhů energií, základním rozdělením energie je:

1. Podle druhu působící síly:
  - mechanická energie
  - elektrická energie
  - magnetická energie

- energie záření
- vnitřní energie
- energie vln
- a další

2. Podle zdroje, který energii vydává, můžeme mluvit o těchto druzích energie:

- sluneční energie
- vodní energie
- větrná energie
- svalová energie
- geotermální energie
- parní energie
- a další

(podtržené výrazy představují mnou vybrané druhy energie, které dále rozeberu)

## 2.2 Sluneční energie

Úkolem této kapitoly je popsat energii, kterou na naši planetu vysílá jediná hvězda v naší planetární soustavě – Slunce. Zmíníme se o vlastnostech sluneční energie, o tom, jak vzniká, o změnách na cestě k Zemi a při průchodu její atmosférou až k povrchu. Na konci se zmíníme o oboru, který se sluneční energií zabývá.

Sluneční energie je typ energie, kterou, jak už vyplývá z názvu, zprostředkovává Slunce svým zářením. Sluneční záření umožňuje svojí přítomností život na Zemi. Přímou určuje přírodní pochody, které jsou pro náš život nepostradatelné, například fotosyntézu, vítr, dešť, mořské proudy a jiné. Vlivem těchto pochodů se sluneční energie, dopadající na Zemi v podobě záření, přeměňuje beze ztrát (podle ZZE) na jiné formy energie, a je tedy jakýmsi zdrojem všech dalších druhů energie na Zemi. Jelikož Slunce v dohledné době nevyhasne, považuje se sluneční energie za nevyčerpatelný zdroj, který není škodlivý k životnímu prostředí; i proto je považován za jeden z nejlepších alternativních zdrojů energie. Bohužel v dnešní době ještě není výzkum a technologie na takové úrovni, aby výroba elektřiny ze sluneční energie měla nižší náklady než výroba elektřiny z fosilních paliv (ropa, zemní plyn, uhlí).

## 2.3 Fotovoltaický článek

V této kapitole se seznámíme s fotovoltaickým článkem, jeho podobou, principem fungování a materiálem, ze kterého se vyrábí. Přiblížíme si, jaké druhy fotovoltaických článků se dnes používají, také se zmíníme o jeho elektrických vlastnostech a velmi důležité účinnosti. Kapitulu uzavřeme užitím článku v reálném životě v tzv. fotovoltaických panelech.

Fotovoltaický článek (obr. 4) je základním prvkem fotovoltaických systémů. Fotov v EU založena Poradní rada pro výzkum fotovoltaických technologií, která sepsala výhledovou zprávu fotovoltaický článek umožňuje přímou přeměnu světelné energie na energii elektrickou. Využívá přitom fotoelektrického jevu. Tento článek lze charakterizovat jako polovodičovou desku, na které vzniká při dopadu světla elektrické napětí. Toto napětí se nazývá elektromotorické a může být zdrojem elektrického proudu, pokud jsou svorky fotovoltaického článku připojeny k nějakému spotřebiči nebo spojeny nakrátko. Fotovoltaický článek lze do jisté míry přirovnat k baterii, na kterou však musí svítit světlo, aby byla zdrojem napětí. V některých literaturách lze tento článek nalézt pod názvem solární článek, což je termín nesprávný, jak již bylo uvedeno.



Obr. 1: Fotovoltaický článek v reálné podobě

## 2.4 Termoelektrické jevy

V této části si přiblížíme teorii termoelektrických jevů. Po vysvětlení kontaktního, termoelektrického a objemového termoelektrického napětí probereme jednotlivé termoelektrické jevy – Seebeckův, Peltierův, Thomsonův a Benedicksův. Na závěr shrneme vlastnosti těchto jevů ve společném využití.

### 2.4.1 Historie termoelektrických jevů

Roku 1821 zpozoroval německý fyzik Thomas Johann Seebeck (1770 - 1831), že v obvodu, který se skládá ze dvou různých kovových vodičů a v němž mezi místem styku vodičů a jejich volnými konci je teplotní rozdíl, vzniká napětí. O třináct let později (roku 1834) objevil francouzský hodinář J. Ch. Peltier (1785 - 1845) jev, který spočívá v uvolňování nebo pohlcování tepla při průchodu stejnosměrného proudu tímto obvodem. Mezi oběma uvedenými jevy, nazvanými po svých objevitelích jevem Seebeckovým a Peltierovým, je velmi úzká souvislost. Tuto souvislost prokázal William Thomson (1824 - 1907), známý později jako lord Kelvin. Thomson studoval oba jevy na základě zákonů termodynamiky. Nejen, že potvrdil jejich vzájemnou souvislost, navíc objevil i další jev, který byl po něm nazván jev Thomsonův. V letech 1920 - 1921 oznámil C. Benedicks objev dalšího termoelektrického jevu, který je kvantitativně určován jen velikostí teplotního gradientu ve vodiči. Jelikož hodnoty sledovaných fyzikálních veličin tohoto jevu byly u kovů prakticky neměřitelné, byla dlouho existence Benedicksova jevu experimentálně neprokázána.

### 2.4.2 Popis termoelektrických jevů

#### 2.4.2.1 Seebeckův jev

V roce 1821 německý fyzik T. J. Seebeck pozoroval obvod složený ze dvou různých kovů spojených dvěma spoji do uzavřeného obvodu. Při pozorování zjistil, že při stejných teplotách obou spojů obvodem elektrický proud neteče. Ovšem pokud jeden spoj zahřál, mezi spoji vznikl teplotní rozdíl, indukovalo se termoelektrické napětí mezi těmito konci a procházel obvodem elektrický proud. Indukované termoelektrické napětí je však v řádu

několika mikrovoltů, proto nemají články založené na tomto jevu význam jako technické zdroje proudu, ale využívají se hlavně pro měření teploty v průmyslu.

#### **2.4.2.2 Peltierův jev**

Peltierův jev je inverzní k Seebeckovu jevu. K objevu J.C. Peltier použil stejný obvod jako T. J. Seebeck, tj. tyč tvořenou dvěma různými kovy navzájem spojené ve dvou spojích. Při jevu však nepoužil elektrické napětí vzniklé Seebeckovým jevem (rozdílem teplot), ale přivedl do obvodu vnější elektrické napětí. Zjistil, že prochází-li elektrický proud tímto obvodem jedním směrem, uvolňuje se na jednom spoji teplo a na druhém spoji se teplo pohlcuje. Při opačném směru průchodu elektrického proudu se spoje, v nichž se teplo uvolňuje resp. pohlcuje, chovají opačně než v předchozím případě. Tento jev je základem tzv. Peltierova článku.

Fyzikální zdůvodnění vychází z faktu, že průchodem elektrického proudu se v polovodičích přemísťují volné nabitě částice (elektrony a díry). V důsledku tohoto přenosu se zvyšuje nerovnováha elektronů mezi oběma uvažovanými spoji dvou polovodičů, čímž roste termoelektrické napětí termočlánku. Termoelektrické napětí je tedy přímo úměrné rozdílu teplot uvažovaných spojů – proto s rostoucím termoelektrickým napětím poroste i rozdíl teplot obou spojů. Vyšší teplotu bude mít ten spoj, jehož kontaktní napětí (v důsledku průchodu elektrického proudu z vnějšího zdroje) bude vyšší. Z tohoto spoje se bude tedy šířit teplo.

#### **2.4.2.3 Thomsonův jev**

W. Thomson při zkoumání termoelektrických jevů objevil další jev, který po něm byl pojmenován. Principem tohoto jevu je uvolňování nebo pohlcování tepla na koncích homogenního polovodiče, který je ve svém středu zahříván a kterým prochází stejnosměrný elektrický proud.

Prochází-li polovodičem proud, elektrony z místa zahřívání difundují na obě strany polovodiče. Pokud elektrony difundují ve směru teplotního spádu (do míst, která mají nižší vnitřní energii než je energie elektronu), odevzdají svou přebytečnou energii ve formě tepla a způsobují ohřev daného polovodiče. Pokud elektrony difundují opačným směrem, odebírají teplo z okolí, a tím se polovodič ochlazuje.



Stejně se chovají i díry. Jelikož se však díry pohybují v elektrickém poli opačným směrem než elektrony, jsou jejich vnější účinky, oproti účinkům elektronů, opačné. Tyto účinky se pak navzájem zeslabují.

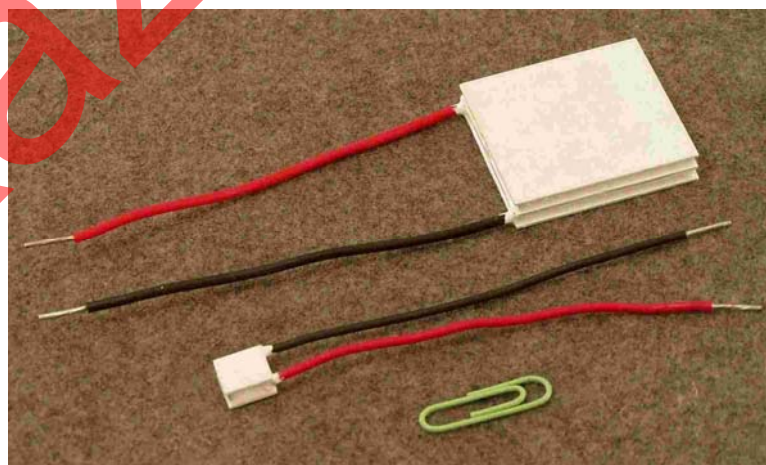
Příčina vzniku Thomsonova a Peltierova jevu je v podstatě stejná. Rozdíl je jen v tom, že zatímco v případě Peltierova jevu je změna energie elektronů v oblasti kontaktu skoková, v případě Thomsonova jevu je spojitá a týká se celého vzorku, ve kterém je vytvořen teplotní rozdíl.

## 2.5 Peltierův článek

V této kapitole pojednáme o dalším článku, a to o článku Peltierovu. Vysvětlíme si, jak funguje, z čeho je vyráběn, kde a proč se upřednostňuje oproti jiným součástkám a zároveň, které nedostatky brání jeho masivnímu použití. V užití Peltierova článku se zaměříme především na tzv. termoelektrické baterie.

Peltierův článek (na obr. 18 je zobrazena skutečná součástka a na obr. 19 vysvětlena funkce) je článek vyráběný z polovodičů, který jednou svou stranou teplo pohlcuje a druhou ho vyzařuje. Pracuje na principu Peltierova jevu.

Článek je složen z polovodičů typu N (majoritní nosiče náboje jsou elektrony) a polovodičů typu P (majoritní nosiče náboje jsou díry). Oba polovodiče jsou na jedné straně vodivě spojeny spojovacím můstkem. Na druhé straně jsou kontaktní plošky pro přívod elektrické energie. Spojovací můstek a kontaktní plošky - podle směru průchodu elektrického proudu a uspořádání polovodičů typu N a P – absorbují nebo vyzařují teplo.



Obr. 2: Peltierův článek v reálné podobě



# Praktická část

Po vysvětlení teorie související s přeměnami energií pomocí fotovoltaického a Peltierova článku, sestrojíme na základě získaných znalostí dvě autíčka jako názorný příklad, jak oba články fungují. Obě autíčka potom podrobíme měření.

## 2.6 Součástky

Kapitola obsahuje popis všech potřebných součástek pro výrobu autíček a jejich detailní popis. U většiny fotografií je zobrazena tužka, která slouží k lepšímu porovnání velikostí součástek.

K sestavení autíček, které budou poháněny popsanými typy článků, jsou nutné tyto pomůcky:

Fotovoltaický článek (obr. 23)

materiál Monokrystalický křemík

prodejce GES Electronics

rozměry 26 mm x 46 mm

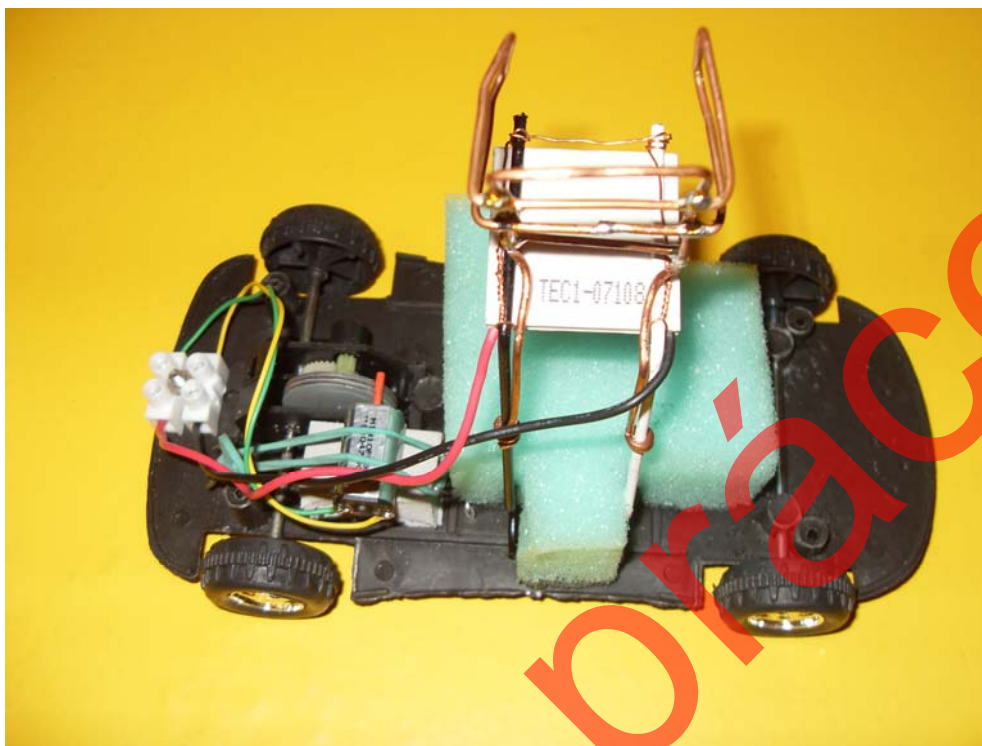
Parametry:  $I_{\max} = 100 \text{ mA}$

$U_{\max} = 0,5 \text{ V}$



Obr. 3: Fotovoltaický článek

## 2.7 Autíčko na Peltierův článek (obr. 29)



Obr. 4: Autíčko 1

### Popis

Autíčko přeměňuje tepelnou energii na energii elektrickou a poté na mechanickou. Přeměna tepelné energie na elektrickou je realizována Peltierovým článkem.

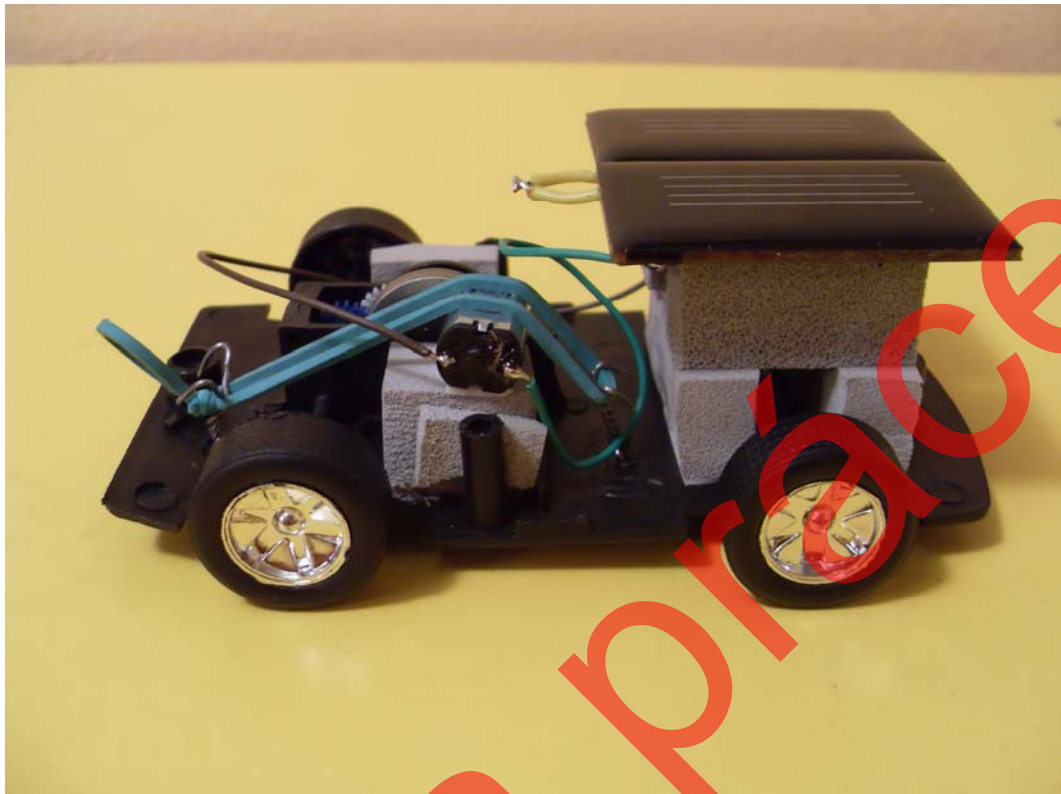
### Potřebné součástky

peltierův článek  
elektromotor 2  
autíčko 1 na setrvačnick

### Princip pohybu

Pod Peltierovým článkem zapálíme svíčku, na horní stranu článku položíme led. Mezi stranami vznikne teplotní rozdíl, kterým se ve článku indukuje elektrické napětí. Elektrická energie článku pak roztočí motorek a autíčko se rozjede.

## 2.8 Autíčko na fotovoltaický článek (obr. 30)



Obr. 5: Autíčko 2

### Popis

Autíčko přeměňuje solární energii na energii elektrickou a poté na mechanickou. Přeměna solární energie na elektrickou je realizována fotovoltaickým článkem.

### Potřebné součástky

2x fotovoltaický článek  
elektromotor 1  
autíčko 2 na setrvačnick

### Princip pohybu

Na fotovoltaický článek necháme dopadat světlo (ze Slunce nebo z umělého dostatečně intenzivního zdroje), fotovoltaický článek přemění solární energii na energii elektrickou. Tato energie se přemění na energii mechanickou: roztočí se motorek a autíčko se začne pohybovat.

## 2.9 Výroba

Výroba autíček je rozdělena do několika částí. Nejdříve vyrobíme podvozek spojený s elektromotorem. V tomto kroku je postup u obou autíček stejný, proto není téma rozděleno. Následuje měření elektromotorů a poté výroba rozdělená do dvou částí podle typu autíčka.

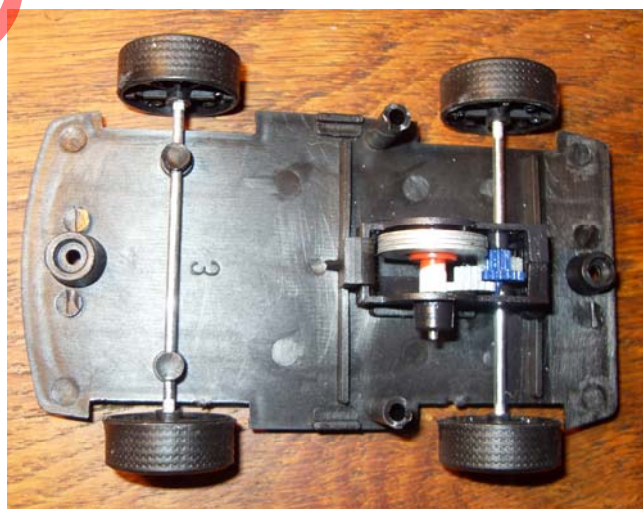
### 2.9.1 Přeměna elektrické energie na energii mechanickou

Na kolečko setrvačnicku přiložíme hřídelku elektromotoru. Mezi hřídelkou a setrvačnickem musíme zajistit trvalý dotyk, aby nevznikaly ztráty energie při její přeměně.

Nejdříve jsme obě autíčka rozebrali. Podvozky se setrvačnickem jsme si ponechali (obr. 31, obr. 32), kapota už nebude mít v naší práci uplatnění, takže jí dále nepoužijeme.



Obr. 6: Autíčko 1



Obr. 7: Autíčko 2

## 2.9.2 Měření parametrů elektromotorů

V této části popíšeme proměření obou elektromotorů. Z výsledků vyvodíme, jaké články budeme potřebovat a jaké elektromotory jsou k nim vhodné.

Při měření jsme ve všech případech použili jako zdroj napětí 1,5 V baterii od firmy Maxell. Vždy byl obvod sestaven z elektromotoru, AA baterie a měřícího přístroje (viz obr. 36).

V jednom z měření byla použita i zátěž. Touto zátěží byl podvozek autíčka, který byl spojen s elektromotorem trvalým dotykem (viz kapitola *přeměna elektrické energie na energii mechanickou*). Při tomto měření jsou uvedeny vždy dva výsledky u každého elektromotoru. Je to důsledkem použití dvou různých zátěží, nejdříve autíčka 1, poté autíčka 2.



Obr. 8: Obvod k měření elektromotorů

Jako první jsme měřili elektrické napětí na použité baterii. V druhém měření jsme naměřili elektrický proud nakrátko procházející obvodem. Ve třetím měření jsme zkoumali elektrický proud při zatížení hřídelky.

## 2.9.3 Výroba autíčka na Peltierův článek

Nejprve vyrobíme podvozek se setrvačником, k němu přiděláme elektromotor. Mezi kolečkem setrvačniku a hřídelkou elektromotoru zajistíme trvalý dotyk. Celý tento postup je detailněji popsán v kapitole *Přeměna elektrické energie na energii mechanickou*.

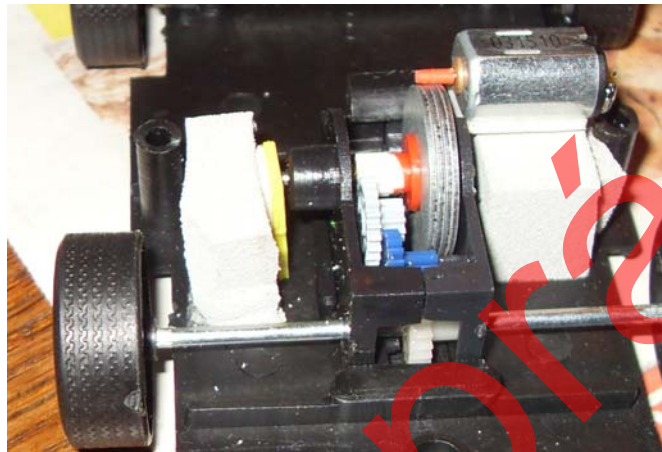
K hotovému podvozku potřebujeme vyrobit konstrukci, která bude držet Peltierův článek v určité výšce, aby se pod něj vešla svíčka. Na konstrukci použijeme rám z kalendáře, který je pevný a po ohnutí drží svůj tvar. Rám zohýbáme do příslušného tvaru. Kvůli upevnění k podvozku jsme do něj vyvrtali dírky a rám nimi protáhly.

## 2.9.4 Výroba autíčka na fotovoltaický článek

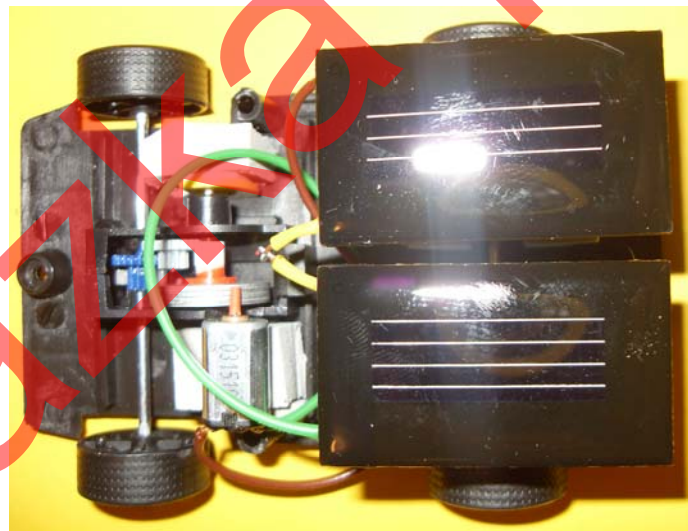
Nejprve vyrobíme podvozek se setrvačником, k němu přiděláme elektromotor. Mezi kolečkem setrvačniku a hřídelkou elektromotoru zajistíme trvalý dotyk. Celý tento postup je detailněji popsán v kapitole *Přeměna elektrické energie na energii mechanickou*.



Po tomto kroku jsme zjistili velkou vůli předních koleček u setrvačníku směrem do stran. Vůli jsme vymezili pomocí tuhé polyuretanové pěny. Při následném vyzkoušení se však setrvačník silně bořil do pěny, čímž byl významně brzděn. Proto jsme mezi setrvačník a pěnu přidali ještě tvrdou destičku, která vyřešila nejen problém s brzděním, ale také odstranila různé otřesy setrvačníku při pohybu. Tímto byl vytvořen lehký chod těchto mechanismů s minimálními ztrátami. Výsledná podoba konstrukce na obr. 42.



Obr. 9: Upevnění elektromotoru



Obr. 10: Finální podoba autíčka 2

# 3 Měření pohybových parametrů autíček

## 3.1 Autíčko na Peltierův článek

### 3.1.1 Měření elektrického napětí a proudu

Pomocí hořící svíčky a ledu jsme vytvořili teplotní rozdíl. Na Peltierovu článku jsme naměřili elektrické napětí 0,53 V.

Při pokusu o změření elektrického proudu, který článek dodává do obvodu, se elektromotor neroztočil. Bylo to dáno odporem ampérmetru. Při přesnosti na 20 mA se elektromotor ani nehnul. Při zvýšení rozsahu na 20 A se autíčko pohybovalo. Naměřili jsme hodnotu elektrického proudu 0,02 mA. Toto měření však bylo velmi nepřesné kvůli velkému zvolenému rozsahu. Proto jsme se rozhodli zjistit elektrický proud jinou, přesnější metodou.

Z měření jsme věděli, že elektromotor začíná pracovat při elektrickém napětí 0,53 V. Peltierův článek jsme nahradili AA baterií a připojili jsme drátový potenciometr. Tímto potenciometrem jsme mohli regulovat elektrické napětí, které je na elektromotoru. Pomocí jednoho přístroje jsme měřili elektrické napětí na elektromotoru, druhým přístrojem jsme měřili elektrický proud, který prvním přístrojem procházel. Na prvním přístroji jsme nastavili pomocí potenciometru elektrické napětí 0,53 V. Tím jsme dosáhli, že druhý přístroj ukazoval hodnotu elektrického proudu, který je potřebný k roztočení elektromotoru. Tento elektrický proud byl 17 mA.



### 3.1.2 Měření velikosti rychlosti

Při měření velikosti rychlosti jsme používali stopky na měření času a pravítko na měření vzdálenosti. Měřili jsme čas, za který autíčko ujede vzdálenost 30 mm. Naměřené hodnoty jsme uspořádali do tabulky a po odvození vzorce pro výpočet rychlosti jsme vypočítali průměrnou velikost rychlosti pohybujícího se autíčka.

$s$  ... uražená dráha

$t$  ... čas

$v_p$  ... velikost průměrné rychlosti

Velikost průměrné rychlosti jsme počítali dle vztahu  $v_p = \frac{s}{t}$ , kde  $s$  je uražená dráha autíčka,  $t$  je čas, za který autíčko urazilo danou dráhu  $s$ .

Tabulka naměřených hodnot:

měření	$\frac{s}{\text{mm}}$	$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{v_p}{\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}}$
1.	30	6,6	4,54545
2.	30	6,5	4,61538
3.	30	6,6	4,54545

Autíčko na Peltierův článek se pohybuje průměrnou rychlostí asi  $4,6 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ .

## 3.2 Autíčko na fotovoltaický článek

### 3.2.1 Měření se stolní lampou

Při měření fotovoltaického článku jsme vytvořili aparaturu zobrazenou na obr. 46. Aparatura byla složena z lampičky se žárovkou, pravítka na odměřování vzdálenosti a systému Vernier, ke kterému jsme připojili luxmetr. Důležité bylo sestavit aparaturu tak, aby jedinou proměnnou byla vzdálenost. Tohoto jsme docílili pomocí lepicí pásky, kterou jsme všechny součástky dokonale připevnili. Dalším důležitým úkolem bylo omezit v měřeném prostoru osvětlení na minimum. Po zatmění luxmetr naměřil  $22,4 \text{ lx}$ , což je, vzhledem k naměřeným hodnotám, tak malé číslo, že jsme jej mohli zanedbat.



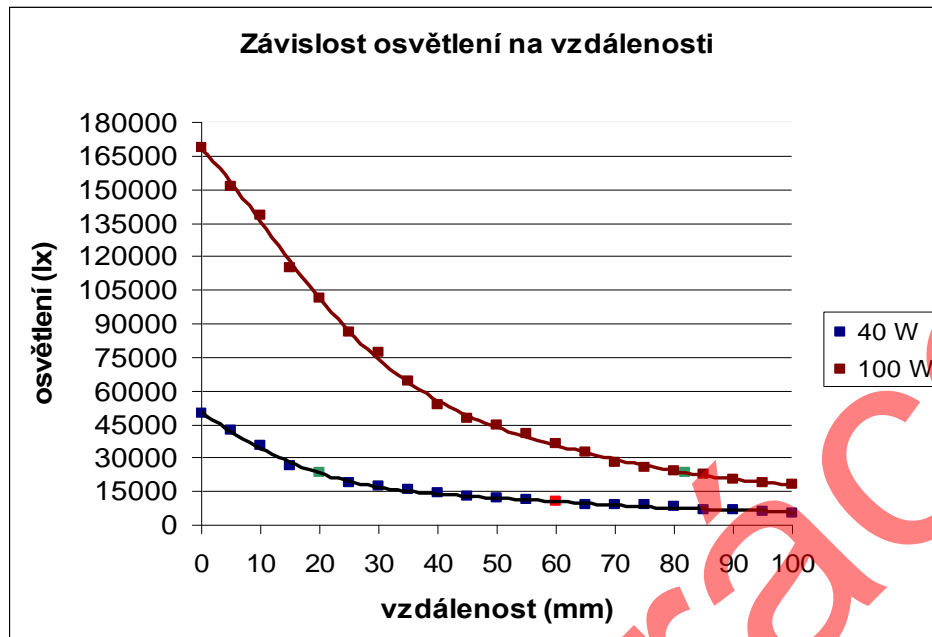
Obr. 11: Aparatura k měření

### 3.2.1.1 Měření žárovek

Ještě před samotným měřením fotovoltaického článku jsme potřebovali vybrat žárovku se správnými parametry pro naše měření. K dispozici jsme měli žárovku s výkonem 40 W a 100 W. Pomocí luxmetru a systému Vernier jsme obě žárovky proměřili, měřenými hodnotami bylo osvětlení v daných vzdálenostech od žárovky. U každé žárovky jsme provedli měření třikrát, z hodnot sestavili tabulku a následně i grafy.



Obr. 12: Graf závislosti osvětlení na vzdálenosti od 100 wattové žárovky



Obr. 13: Společný graf závislosti osvětlení na vzdálenosti obou žárovek

Měření ukázalo, že 100 wattová žárovka je vhodnější k dále provedeným měřením. Její hodnoty osvětlení jsou rapidně větší než u 40 wattové žárovky, budeme moct tedy zkoumat více hodnot, jelikož se autíčko rozjede i ve větších vzdálenostech od žárovky. V dalších měřeních tedy použijeme 100 wattovou žárovku.

### 3.2.1.2 Měření elektrického napětí a proudu

Ve druhém měření jsme zjišťovali, jaké elektrické napětí dodává fotovoltaický článek a jaký elektrický proud teče obvodem v různých vzdálenostech od žárovky (tj. při různých osvětleních). K autíčku jsme připojili voltmetr a ampérmetr pro zjištění měřených hodnot. Každých 10 mm jsme obě hodnoty zapsali do tabulky. Ze zjištěných výsledků jsme sestavili grafy.

## 4 Závěr

Cílem práce bylo sestrojít dvě autíčka na pohon Peltierovým a fotovoltaickým článkem. Výroba obou autíček se povedla, čímž jsme splnili hlavní úkol této práce. Sestrojení předcházelo nutný teoretický úvod k problematice věnovaný energiím a jejich přeměnám pomocí článků použitých v autíčkách. Tato teorie byla zpracována a využita v praktické

části. Z naměřených dat a získaných poznatků při výrobě autíček jsme mohli vyvodit následující závěry.

Výroba autíčka poháněného Peltierovým článkem byla složitější než výroba autíčka na fotovoltaický článek. Bylo to dáno především náročností výroby konstrukce pro vytvoření teplotního rozdílu mezi opačnými stranami Peltierova článku. Výroba autíčka se povedla, po vytvoření teplotního rozdílu mezi stranami článku se autíčko rozjede. Velikost rychlosti pohybu je sice jen  $5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ , ale pro názorný příklad přeměny energií postačuje.

Z naměřených hodnot (především velikosti rychlosti) autíčka plyne, že pohon Peltierovým článkem je v praxi nemožný. Článek je totiž velmi citlivý na jakékoliv snížení teplotního rozdílu. I kdyby se povedlo vždy udržet vysoký teplotní rozdíl mezi oběma stranami Peltierova článku, autíčko by se pohybovalo velmi malou rychlostí a s nízkou účinností. Z tohoto důvodu zatím nebylo ve světě sestrojeno vozítko využívající jako zdroj své energie Peltierův článek. Primární využití pro tento článek je, a v blízké budoucnosti asi i bude, pouze v chladicím průmyslu. Použití Peltierova článku jako pohonu v dopravním průmyslu nemá z výše uvedených důvodů budoucnost.

V dnešní době se fotovoltaické články používají především v solárních elektrárnách na výrobu elektřiny. Běžné použití článků v dopravním průmyslu je jednou z variant blízké budoucnosti, avšak je potřeba ještě hodně vylepšit stávající vlastnosti fotovoltaických článků, aby se staly konkurenceschopné ostatním potenciaálním pohonům budoucnosti.

Vyrobení autíčka i naměřená data mohou být jistě zajímavým doplňkem výuky fyziky.