



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3,

☎ 221 002 111, 🌐 www.panska.cz, ✉ sekretariat@panska.cz



KONSTRUKCE A VLASTNOSTI VOZÍTEK

MATURITNÍ PRÁCE ZE ZKUŠEBNÍHO PŘEDMĚTU

Fyzika

Autoři: **Jan Kučera, Libor Zíka**

Studijní obor: **78–42–M/01**

Technické lyceum

Školní rok: **2012/2013**

Kód třídy: **09L**

Anotace

Cílem naší práce je nejen nabírání znalostí během utváření naší práce, ale hlavně ukázat, jaký význam může dnes mít solární energie. Vzhledem k ostatním zdrojům energie se jedná o nevyčerpatelný zdroj, a tedy by se lidstvo mělo více snažit o jeho výzkum a použití v praxi. Doufáme, že naše práce bude názornou ukázkou, a to ukázkou nejen využití solární energie v praxi, ale i konstruování a sestavování. Chceme také, aby naše práce byla nejen užitečná, ale také poučná a mohla být využita jako výukový materiál pro ostatní žáky.

Anotation

The aim of our project is not only developing knowledge during the creation of our work, but also showing the importance the solar energy can have nowadays. With regard to other energy sources, this is an inexhaustible one – thereby mankind should seek more possibilities of its research and practical use. We hope that our work will be the illustration of the use of solar energy not only in practice, but also in design and assembling. We also want to ensure that our work is not only useful, but also informative and that it could be further used as an educational material for other students.

1. ÚVOD

Z počátku jsme si nevěděli vůbec rady, jestli tuto práci vůbec zvládneme. Naše vědomosti o tomto tématu byly na počátku na značně nízké úrovni, avšak určité základní vědomosti jsme si pamatovali z hodin výuky fyziky. To nás přimělo začít hledat na internetu informace o tématu, kterým se v této práci zabýváme. Se solárními panely jsme se již setkali. Nejčastějším případem jsou malé solární panely na kalkulačkách ve škole, dále se s nimi setkáváme na zahradách rodinných domků, kde jsou připojeny do obvodu pro ohřev vody v bazénech, nebo se ve zprávách objeví zmínka o řidiči, který urazil ve svém autě na solární pohon určitý počet kilometrů bez zastavení. Toto nás zaujalo a chceme se této možnosti více přiblížit ...

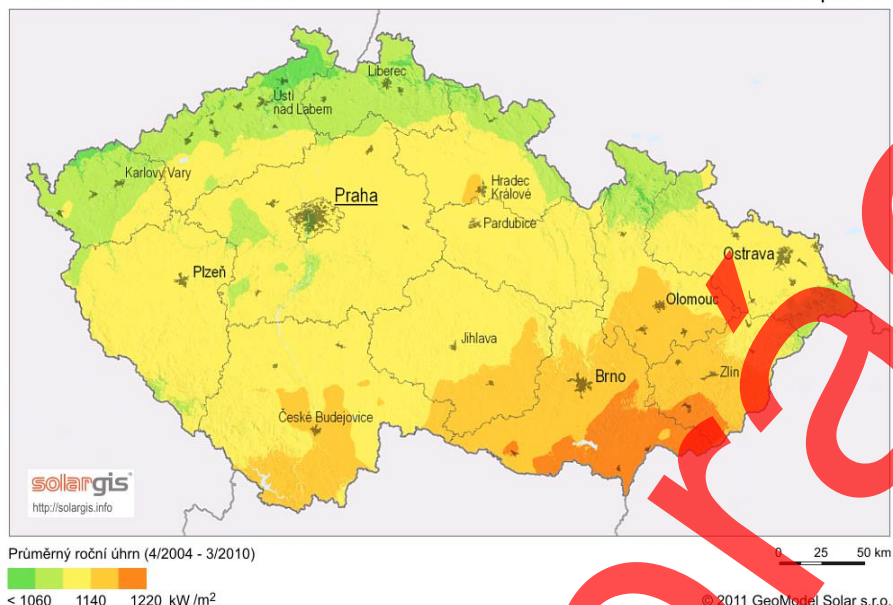
Nepředpokládáme, že vytvoříme dokonalý výrobek, který bude znamenat průlom v solární energetice nebo v automobilovém průmyslu. Jsme ale přesvědčeni, že i malé krůčky v této oblasti jsou velmi cenné: hlavně žáci na školách by si měli uvědomit možnost vyčerpání některých zdrojů energie a nutnost hledat funkční alternativy. Věříme, že naše vozítko k tomuto hledání přispěje a že náš model zaujme naše následovníky, kteří jej mohou vylepšit.

2. *TEORETICKÁ ČÁST*

V této části práce budou popsány a shrnuty teoretické poznatky, které jsou podstatné pro vlastní konstrukci vozítka. Té se podrobně věnujeme v další kapitole.

2.1 Fotovoltaika

Slunce je na naší obloze už od pradávna, už Egypťané uctívali boha Slunce a děkovali mu za teplo a světlo. Je tedy zřejmé, že energii ze slunečního záření využíváme tisíce let, bohužel ji však nevyužíváme dostatečně. Tímto problémem se zabývá fotovoltaika, problémem, jak co nejlépe a nejúčinněji přeměnit sluneční záření ve využitelnější formu energie – např. na elektrickou energii, jakožto nejrozšířenější formu energie pro naši civilizaci. Zásoba energie v podobě slunečního záření je z pohledu člověka nevyčerpatelná, avšak zásoby fosilních paliv a ostatních vyčerpatelných zdrojů energie na naší planetě postupně ubývají, nehledě na to, že nejen využívání ale i těžba fosilních paliv vede ke značnému znečišťování a ničení našeho životního prostředí. Teprve v posledních letech se zvětšuje počet uživatelů energie pocházející ze Slunce. Z již provedených výpočtů (Obrázek 1: Míra slunečního záření v ČR) vyplývá, že na plochu, kterou zabírá běžný rodinný dům, dopadne za rok zhruba 100 MWh energie ze Slunce. Obvyklý roční odběr rodinného domu je přibližně 4 MWh a na topení je spotřebováno dalších v průměru 25 MWh energie.



Obrázek 1: Míra slunečního záření v ČR

Celkem tedy musíme využít alespoň třetinu energie ze Slunce, která dopadá na náš dům, abychom pokryli naši spotřebu. Pro využití této energie ovšem potřebujeme zařízení, které je toho schopné a výhledově nám pokryje náklady spojené s jeho pořízením, abychom měli ve výsledku levnější energii, než od současných běžných dodavatelů.

2.2 Fotoelektrický jev

Do té doby ne zcela pochopitelné chování světla při interakci s pevnými tělesy vysvětlil až Einstein v roce 1905 s využitím poznatků právě se rodící kvantové teorie. Byla to především Planckem prezentovaná teorie, že elektromagnetické vlnění předává svou energii při interakcích s jinými částicemi nespojitě, po takzvaných kvantech. Energie kvanta závisí na frekvenci (resp. vlnové délce) příslušného elektromagnetického záření, přičemž platí vztah

$$E = hf,$$

kde h je Planckova konstanta a f je frekvence elektromagnetického záření. Světlo při dopadu na povrch pevné látky předává energii elektronům na jejím povrchu. Je-li vlnová délka λ použitého elektromagnetického záření dostatečně malá, pak frekvence f a tedy i energie

kvanta ($E = hf = \frac{hc}{\lambda}$), kterou záření po dopadu předá elektronu, může dosáhnout dostatečné hodnoty pro uvolnění tohoto elektronu z vazby v obalu atomu. Hodnota této energie potřebné

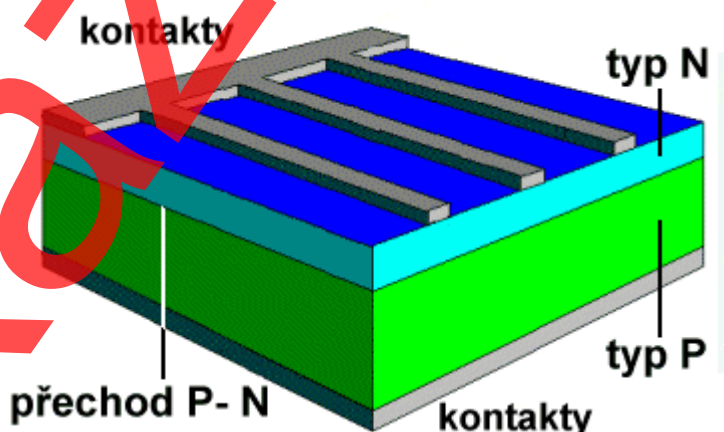
k uvolnění elektronu se označuje jako ionizační energie. Hodnota ionizační energie, kterou potřebují elektrony k uvolnění z látky, se někdy označuje jako **fotoelektrická bariéra**. Předáním dostatečné energie elektronům je možné tuto bariéru překonat (hovoří se také o tzv. **výstupní práci**). V tom případě nastává tzv. fotoelektrický jev (fotoefekt). Minimální frekvence, při níž dopadající fotony předávají elektronům energii potřebnou k překonání této bariéry, se označuje jako **prahová frekvence (mezní frekvence)**.

Při velkých vlnových délkách (nízkých frekvencích a tedy i malých hodnotách energií) se jev neprojeví, protože energie fotonu nestačí na uvolnění elektronu z obalu atomu.

Pokud je energie předaná elektronu větší, než je potřeba k jeho uvolnění (tedy větší než výstupní práce), pak fotoelektronu po opuštění látky část energie zůstane. Tato energie má formu kinetické energie elektronu.

2.3 Solární panel

Solární panel (resp. solární článek) je součástka tvořena více fotovoltaiickými články. To jsou polovodičové součástky, které jsou schopné přeměňovat světelnou energii na elektrickou energii. K tomu využívají fotoelektrický jev, při kterém se uvolňují elektrony z látky v důsledku absorpce elektromagnetického záření látkou. Fotovoltaiický článek vytváří napětí mezi dvěma kontaktními plochami na přední a zadní straně, vše musí být zapojeno přes spotřebič (Obrázek 2).



Obrázek 2: Průřez solárním článkem

2.6 První generace

První generací se nazývají fotovoltaické články využívající jako základ křemíkové desky. Jsou dnes nejrozšířenější technologií na trhu (cca 90 %) a dosahují poměrně vysoké účinnosti přeměny světelné energie na elektrickou (v sériové výrobě 16 % až 19 %, speciální struktury mají účinnost až 24 %).

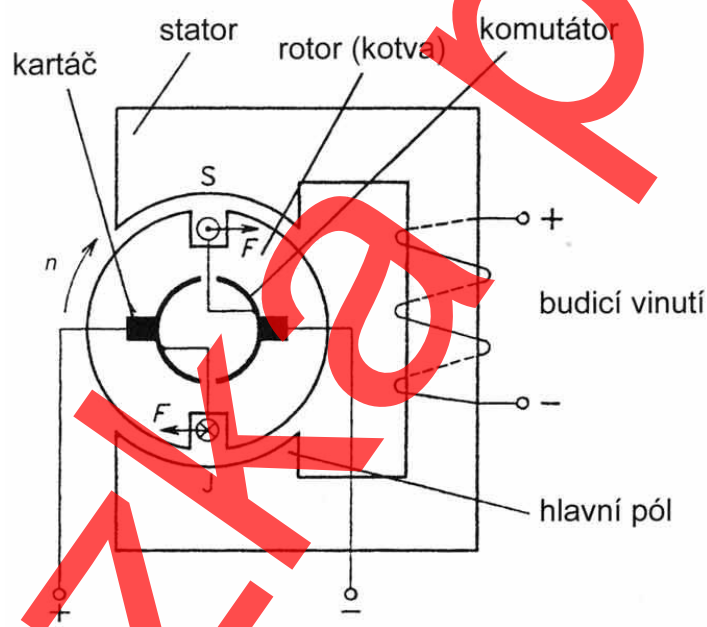
Komerčně se začaly tyto články prodávat v sedmdesátých letech. Přestože je jejich výroba relativně drahá (a to zejména z důvodu drahého vstupního materiálu – krystalického křemíku), budou ještě v několika dalších letech na trhu dominovat.

2.7 Druhá generace

Impulem pro rozvoj článků druhé generace byla především snaha o snížení výrobních nákladů úsporou drahého základního materiálu – křemíku. Články druhé generace se vyznačují 100krát až 1000krát tenčí aktivní absorbující polovodičovou vrstvou (tzv. *thin-film*) a jejichmi představiteli jsou např. články z amorfního a mikrokřemíku. S úsporou materiálu v porovnání s články první generace poklesly výrobní náklady (a tedy za předpokladu velkosériové výroby klesla i cena), nicméně dosahovaná účinnost je obvykle nižší (v sériové výrobě obecně menší než 10 %). Nespornou výhodou tenkovrstvých článků je možnost volby substrátu (na nějž se tenkovrstvé struktury deponují) a v případě použití flexibilních materiálů (organické, kovové či textilní folie) i značně širší aplikační sféra. Komerčně se začaly články druhé generace prodávat v polovině osmdesátých let.

2.10 Stejnoseměrný elektromotor

Stejnoseměrný elektromotor se skládá ze statoru a rotoru. Stator stejnosměrného elektromotoru je tvořen permanentním magnetem, nebo elektromagnetem. Elektromagnet se skládá ze svazku elektrotechnických plechů naskládaných na sebe do tvaru dutého válce a z vinutí napájeného stejnosměrným elektrickým proudem. Rotor se skládá ze svazku elektrotechnických plechů s drážkami, v nichž je umístěno vinutí. Začátky a konce vinutí jsou připojeny (zapájeny) k vzájemně izolovaným lamelám komutátoru, který je připevněn na hřídeli elektromotoru. Na lamely komutátoru dosedají kartáče, kterými se přivádí stejnosměrný elektrický proud do vinutí rotoru. Schéma stejnosměrného elektromotoru lze vidět na obrázku (Obrázek 5).



Obrázek 5: Stejnoseměrný elektromotor

3. PRAKTICKÁ ČÁST

V této části je popsána konstrukce vozítka a proměřování jeho charakteristik.

3.1 Konstrukce

3.1.1 Součástky a jejich využití v obvodu

Tento konkrétní typ solárního elektromotoru (Obrázek 6), zakoupený ve firmě Conrad, má pro náš účel velmi příznivé rozběhové vlastnosti. Rozběhne se již při velmi malé intenzitě slunečního světla, tedy i při velmi malé solární energii, kterou dopadající světlo solárním článkům předává. V popisu součástky je uvedeno, že použití tohoto solárního elektromotoru je vhodné pro solární články, které jsou zdrojem elektrického proudu už od 10 mA.

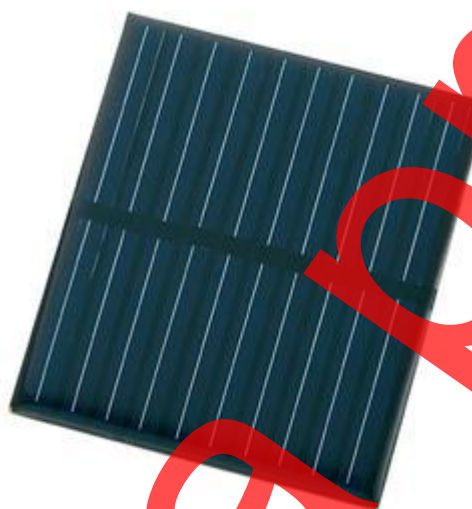


Obrázek 6: Solární elektromotor

Mezi důležité parametry tohoto motoru patří ty, které jsou uvedeny v následující tabulce.

Rozměry - průměr a výška	35 mm a 26 mm
Maximální otáčivý moment	5,5 Nm
Jmenovité otáčky	250 min ⁻¹
Maximální elektrický proud	27 mA
Délka motorové hřídele	10,8 mm
Průměr hřídele	2 mm
Náběhový elektrický proud	10 mA
Provozní elektrické napětí	0,3 V - 6 V

Další součástí, která byla nutná pro stavbu našeho vozítka, jsou miniaturní solární články (Obrázek 7). Tyto miniaturní solární články jsou ideálně vhodné jak pro naše experimenty, tak pro elektrické napájení nezávislé na elektrorozvodné síti pro malé spotřebiče nebo pro nabíjení akumulátorů. K dosažení požadovaného elektrického napětí a elektrického proudu lze moduly zapojit jednoduše samostatně nebo je různě kombinovat (paralelně nebo sériově). Námi použitý typ patří do skupiny solárních článků vyrobených z polykrystalického křemíku.



Obrázek 7: Solární článek

Hlavní parametry těchto miniaturních solárních článků jsou uvedeny v následující tabulce.

Rozměry (délka a šířka)	65 mm a 57 mm
Provedení	polykrystal
Jmenovité elektrické napětí	5 V
Jmenovitý elektrický proud	81 mA

3.1.2 Samotná konstrukce

Nejzajímavější částí naší práce byla samotná konstrukce vozítka. Ne vždy se vše dařilo na první pokus, ale nakonec se podařilo většinu úskalí a překážek zdolat.

3.1.2.1 První kroky

Nad otázkou, z jakého materiálu a jakým způsobem model pohánět, jsme se pozastavovali dlouho. Nakonec jsme se však nechali inspirovat prací bývalého studenta naší školy a začali jsme tvořit. [5]

Prvním nápadem bylo přiložit osičku motoru přímo na kolo vozítka a zajistit, aby se otáčení motoru přenášelo beze ztrát na kolo vozítka. Přitom bylo nutné zajistit, aby osička motoru neprokluzovala na povrchu kola. Tento model by fungoval, nebýt nepříznivého počasí. Umělé zdroje světla nebyly dostačující, aby se model vozítka rozjel, protože hodnota elektrického proudu nutná k rozjezdu vozítka byla přibližně 40 mA. A takový elektrický proud solární články osvětlené umělými zdroji nedodávaly. Proto jsme začali hledat namísto motoru uvedeného v části 3.1.1 motor vhodnější, tedy motor, který bude uspokojivě fungovat i při menším elektrickém proudu. Vhodný motor jsme našli po rozebrání starého walkmanu. Převodem pohybu osičky motoru na osu kol jsme se nechali inspirovat také v tomto zařízení. Dále jsme také rozebrali jedno zařízení používané v automobilu, které využívá jako zdroj energie právě solární panely. Toto zařízení se umísťuje na okénko automobilu a pomocí otáčení vrtulky umístěné na ose motoru pomáhá odvádět z auta vlhký vzduch do okolního prostoru. Solární panel, který se v tomto zařízení používá, je zdrojem elektrického napětí s přibližně 2krát menší hodnotou, než jaké potřebujeme pro náš model. Tento motorek byl tedy pro naši práci také nevhodný.

3.1.2.2 Konstrukce vozítka

Pro samotnou konstrukci vozítka jsme hledali vhodný podvozek. Nakonec jsme našli autíčko se setrvačníkem s vhodnou velikostí podvozku. Odmontovali jsme z něj karosérii. Vnitřní uložení převodů jsme ponechali, pouze jediný setrvačník jsme museli pro účely našeho pohonu vymontovat. Dále jsme rozmontovali celý walkman (Obr. 9), odpojili motor, vyndali kolečko s drážkou nasazené na osičce a sundali gumičku, která zde slouží jako třmen (Obr. 10).



Obrázek 9: Rozebnaný walkman



Obrázek 10: Gumička jako třmen



Obrázek 11: Měřící soustava použitá při konstruování

Toto plastové kolečko s osičkou jsme se rozhodli spojit s ozubenými převody na podvozku. Nejprve jsme museli ~~ale odvrtnat osičku~~, na které bylo nasazeno poslední plastové ozubené kolečko v řadě, poté jsme navrtali díрку z druhé strany a prostrčili osičku s kolem s drážkou celou krabičkou, ve které uložení převodů bylo. Pak jsme museli přilepit původní poslední ozubené kolečko na tuto osičku. To byl asi největší problém. Plastové kolečko nechtělo na lesklé kovové osičce vůbec držet, a tak jsme použili lak a prášek do lepidla. Nakonec se kolečko podařilo přilepit. Pokud se kolečko v budoucnosti odlepí, je vhodné použít vteřinové lepidlo. Krabička s převody však byla ze stran vyztužena a to bránilo v otáčení největšího kola, na kterém měla být gumička. Pomocí pájky jsme problémy odstranili, avšak vyskytly se problémy i na podvozku. Ty byly ovšem zakrátko odstraněny. Tyto úpravy však velice ovlivnily pevnost obalu uložení převodů i podvozku. Ne však natolik, aby byla nastala destrukce těchto částí. Do přední části autíčka jsme na podložku pomocí otvorů vyvrtaných do podvozku přichytili motor plastovou stahovací páskou. Dále stačilo jen najít vhodnou gumičku, protože původní gumička z walkmanu byla krátká a dosti tuhá. K přidělanému motorku jsme pak připájeli solární panel a mohlo začít testování vyrobeného

voztka. Byli jsme hodně napjati p prvním testování v pokoji pod stolní lampou. Motorek se rozběhl, gumička neprokluzovala a kola se začala otcet. Voztko se poprvé rozjelo (Obr. 12).



Obrázek 12: První uspšn zkouška modelu

Dal testování plo, když po několika dnech konen vysvitlo slunce a nebylo stíněno mraky. Solární panel jsme plepli na přední část modelu a položili na místo, kam dopadalo pme sluneční zření. Voztko se rozjelo a pohybovalo se plynule dokonce i po hrbolatm chodníku mrn do kopce. Zjistili jsme, že také záleží na úhlu dopadajícího zření vi solárnímu panelu. Proto jsme se rozhodli primontovat zpět karosérii a na střechu pdlat drak solárního panelu, kter by umožnoval naklápění panelu tak, aby na něj za jízdy dopadalo zření ze Slunce (nebo jiného zdroje světla) pokud mno kolmo.

3.2 Proměřování vlastností vozítka

Ke všem měřením s luxmetrem nebo se sonarem jsme používali software Logger Pro verze 3.8.6.

3.2.1 Závislost elektrického napětí solárního článku na osvětlení

Při měření napětí jsme používali klasický digitální multimetr, solární článek, který jsme použili při stavbě našeho vozítka, a lampičku se žárovkou. Žárovka měla výkon $P = 100 \text{ W}$. Pro zjištění intenzity osvětlení jsme používali luxmetr LS-BTA od firmy Vernier. Měření jsme prováděli tak, že jsme nejprve vypnuli přepínačem pohon vozítka, aby obvodem neprotékal proud. Pak jsme postupně měnili polohu lampičky vzhledem k solárnímu článku a pozorovali na multimetru naměřené elektrické napětí.

Tabulka naměřených hodnot:

$\frac{E}{lx}$	$\frac{U}{V}$
0	0
1000	3,14
2000	4,42
3000	4,99
4000	5,11
5000	5,21
6000	5,23
7000	5,29
8000	5,31
9000	5,38
10 000	5,41
1 5000	5,48
20 000	5,53
25 000	5,58
30 000	5,65
35 000	5,72
40 000	5,75

Na základě naměřených dat uvedených v tabulce jsme pak sestrojili graf závislosti elektrického napětí generovaného solární článkem na intenzitě osvětlení článku. Tento graf je zobrazen na obr. 14.



Obrázek 14: Graf závislosti elektrického napětí solárního článku na intenzitě osvětlení

Z grafu je patrné, že s rostoucí intenzitou osvětlení roste také elektrické napětí na solárním článku. Až na malé nepřesnosti je vidět, že se v tomto případě jedná téměř o exponenciální závislost. Tedy účinnost přeměny světelné energie na energii elektrickou klesá se zvyšující se intenzitou osvětlení. Skutečnost, že se jedná o exponenciální závislost, podporuje také fakt, že solární článek je schopen přeměnit energii pouze do určité hodnoty. Zbývající energie, která dopadne na solární článek, se už na elektrickou energii nepřemění. V programu Microsoft Excel 2010 jsme získali z grafu rovnici

$$y = 0,2964 \ln(x) + 2,5228 ,$$

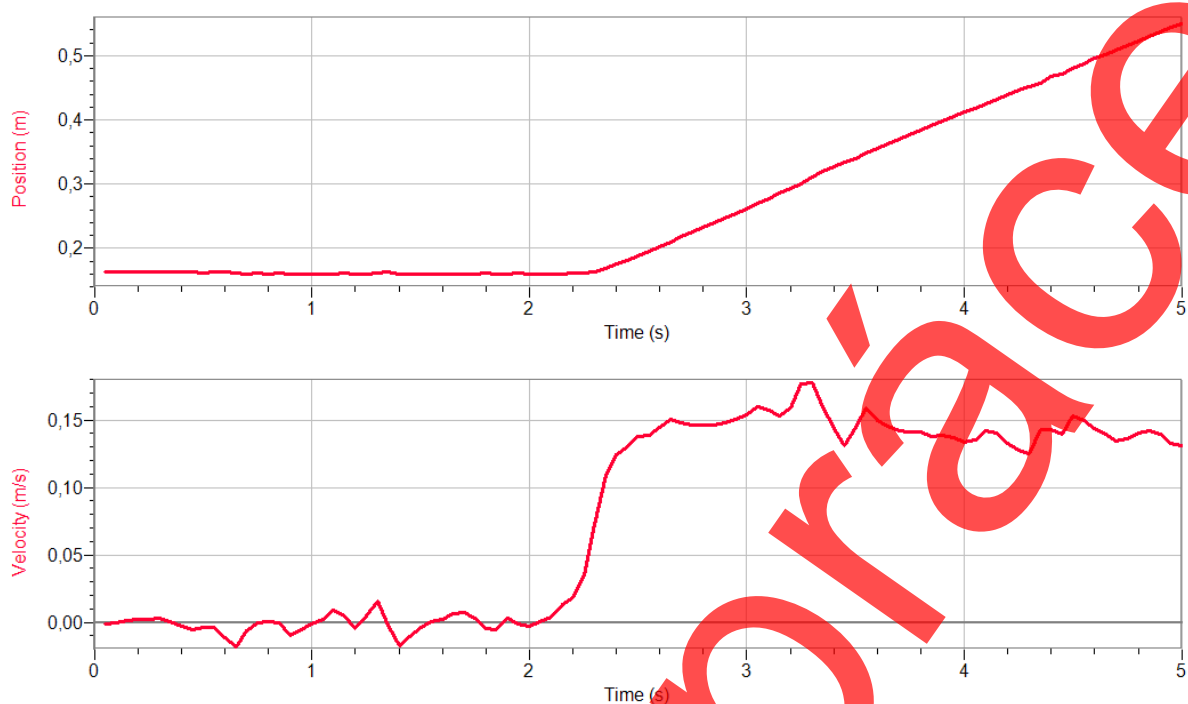
což je také důkaz o pravdivosti exponenciální závislosti. Drobné nepřesnosti v grafu mohly být způsobeny chybou v měření nebo nekvalitním multimetrem.

3.2.3 Velikost rychlosti v závislosti na osvětlení

K tomuto měření jsme použili luxmetr LS-BTA a čidlo polohy GO-MOT od firmy Vernier. Čidlo polohy jsme položili za autíčko (Obrázek 8), abychom získali v programu LoggerPro, pomocí kterého jsme data zaznamenávali, kladné hodnoty uražené vzdálenosti. Luxmetrem jsme měřili hodnotu intenzity osvětlení. Poté jsme začali svítit na solární článek lampičkou a tu jsme potom posouvali v horizontální poloze tak, aby se žárovka nacházela stále přímo nad solárním článkem. Pozorovali jsme výsledky měření v programu LoggerPro a získali jsme příslušné grafy. Měření jsme provedli pro různé intenzity osvětlení celkem pětkrát. Zjistili jsme 5 intervalů velikostí rychlostí našeho modelu.



Obrázek 86: Měření závislosti velikosti rychlosti na intenzitě osvětlení



Obrázek 9: Graf č. 1 ($E = 25200 \text{ lux}$; velikost okamžité rychlosti se pohybuje od $0,140 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do $0,165 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

Na horním grafu lze zjistit, že se autíčko po rozjetí pohybovalo téměř konstantní rychlostí. Ovšem z druhého grafu je vidět, že se pohybovalo také relativně dost trhaně. Domníváme se, že je to způsobeno převodem pohybu z osy elektromotoru přes ozubená kolečka na osu otáčení kol vozítka. Určitou roli hraje také gumička ve funkci řemene spojujícího elektromotor a na další kolečko převodů. Zároveň se mohl projevit i tvar zadní části autíčka: autíčko nemá vzadu rovnou plochu a je poměrně malé, a tedy se obtížněji měřilo s čidlem polohy - byl problém s odrazem ultrazvukových vln šířících se z čidla polohy. Nedostatek vhodné odrazové plochy pro signál čidla polohy je zřetelně vidět na grafu těsně před tím, než se autíčko rozjede v čase 0 sekund až 2 sekundy. To se projevuje nerovností křivky v tomto úseku.

Autíčko se začíná rozjíždět samo při světelné intenzitě s hodnotou přibližně 25000 lx . Takto vysoká hodnota intenzity osvětlení je nutná k překonání počátečních odporových sil, zejména pak k rozpohybování motoru. Samotné jízdy je však autíčko schopno již při intenzitě osvětlení přibližně 20000 lx . Praktické provedení je možné uskutečnit tak, že autíčko při tomto nižším osvětlení lehce postrčíme.

Za nejkvalitnější lze dle našeho názoru považovat měření č. 2. Graf závislosti velikosti rychlosti na čase má nejmenší nepřesnosti.

U čtvrtého měření si lze všimnout u grafu časové závislosti velikosti rychlosti jakéhosi „zubu“. To znamená, že se autíčko na okamžik zastavilo. V grafu pro časovou závislost uražené vzdálenosti je v daném čase také nepatrný „zub“. Značí to, že se autíčko v daném okamžiku nepohybovalo, i když jen po velmi krátkou dobu. Tento problém mohl být způsoben zadrhnutím gumičky (ve funkci řemene) nebo nečistotou mezi ozubenými kolečky.

U posledního měření se autíčko zadrhávalo nejvíce. Autíčko už jelo vzhledem ke svým vlastnostem poměrně rychle. Problém se zadrháváním se při větších rychlostech projevuje markantněji. Jako poslední věc, kterou můžeme vyčíst z uvedených grafů, je postupné zvětšování strmosti lineární části v grafech závislosti uražené vzdálenosti na čase. Autíčko totiž jelo při každém dalším měření vždy rychlostí o větší velikosti.

4. ZÁVĚR

I přes počáteční problémy při realizaci této práce (a to jak její praktické části, tak teoretické části) se nám podařilo vyrobit model vozítka, který je plně funkční. Během jeho konstrukce jsme museli některé své původní nápady a záměry přehodnotit a ubírat se mírně odlišnou cestou, která byla schůdnější, než námi původně vytyčená.

U hotového modelu jsme poté proměřili jeho kinematické vlastnosti s využitím čidel od firmy Vernier. Během měření se objevily některé nepřesnosti, které mohly být zapříčiněny těmito vlivy:

- manuální nepřesnosti (lidský faktor);
- hodnota intenzity světla nemusela být vždy konstantní;
- autíčko mohlo mírně zatáčet, a tak způsobit další nepřesnosti v grafu během měření pomocí čidla polohy.

Ačkoliv se vozítko pohybuje velmi dobře, a tedy byl splněn cíl naší práce, má některé konstrukční nedostatky, které už nebylo možné odstranit. Základní nedostatky vozítka a jeho defekty byly v průběhu práce vylepšovány a opravovány. Oproti původní konstrukci byly provedeny tyto úpravy:

- V přední části umělohmotné karosérie jsme uštlpli závit na šroubek. Po namontování (zašroubování) karosérie totiž přední šroubek tlačil zevnitř na motor. Motor pak dále tlačil na osu předních kol, která je pod ním. Tak se zvýšilo tření mezi motorem a osou koleček vozítka a to se velmi obtížně rozjíždělo. Po uštípnutí závitu vzniklo u motoru místo i po namontování karosérie. Osička se takto může bez větších problémů otáčet. Po pár testovacích jízdách jsme zjistili, že jsme tímto odstranili i mírné samovolné zatáčení vozítka doleva

- Jak už bylo dříve řečeno, gumička zde zastupuje funkci řemene. Převádí točivý moment z elektromotoru na kolečko, které je na společné ose s ozubeným kolem. Takto se přenáší pohyb dál přes další kola až na osu, na kterou potřebujeme. Provedli jsme vylepšení a to takové, že jsme namontovali lepší gumičku. Předchozí byla příliš volná a gumička na kolečkách podkluzovala. Nová gumička vyhovuje lépe. Tato gumička ale není pevná natolik, aby zabráňovala otáčení elektromotoru v případě, kdy vozítko narazí na překážku.

Věříme, že i přes tyto nedostatky je vozítko plně připraveno demonstrovat přeměnu solární energie na energii elektrickou případně pomoci s ukázkou základních kinematických vlastností pohybujícího se tělesa.

5. ZDROJE

[1] <http://fyzika.jreichl.com/>

[2] <http://cs.wikipedia.org>

[3] <http://www.conrad.cz/solarni-motor.k198080>

[4] <http://www.conrad.cz/miniturni-solarni-clanky.k191321>

[5] http://jreichl.com/fyzika/dmp/07l/zdarsky_ukazka.pdf

[6] <http://soc.nidm.cz/archiv/getWork/hash/40J02ZH030289A>