



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

# Fyzika ve filmu

Vypracoval: Veronika Burdová  
Vedoucí práce: doc. PaedDr. Jiří Tesař Ph.D.

České Budějovice 2014

## Anotace

Cílem práce je vytipování a fyzikální rozbor scének z nejznámějších převážně českých filmů, které by byly vhodné pro výuku fyziky na druhém stupni základní školy. Práce dále obsahuje pedagogickým výzkum, který zkoumal ovlivnění žáků druhého stupně zš filmem a televizí a jejich motivaci při použití vybraných scének ve výuce.

## Annotation

The aim of this work is typifying and physical analysis of short scenes from the most famous films, mostly of the Czech origin which would be suitable for physical instruction on the second stage of the basic school. This work involves a pedagogical research which focused on influencing pupils of the second stage of the basic school by films and television and their motivation by using the chosen short scenes in the teaching.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Fyzika ve filmu jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 2. 5. 2014

## **Poděkování**

Touto formou děkuji svému vedoucímu p. doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi Ph.D., za cenné rady a vedení při zpracování mé práce.

Dále bych chtěla poděkovat p. Mgr. Věře Piklové za jazykovou korekturu.

V neposlední řadě chci poděkovat celé své rodině za podporu při studiu.

## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Historie filmu .....	8
2.1	Historie světového filmu: .....	9
2.2	Průkopníci filmu:.....	11
2.3	Historie českého filmu.....	14
2.4	Současnost a výhled do budoucnosti.....	17
2.5	Seznam použité literatury: .....	21
3	Vybrané filmy:.....	22
3.1	Obecná škola.....	23
3.2	Sněženky a machři.....	24
3.3	S tebou mě baví svět.....	26
3.4	Vesničko má středisková .....	29
3.5	Snowboardáci .....	31
3.6	Jáchyme, hoď ho do stroje.....	32
3.7	Šet medvědů s Cibulkou .....	34
3.8	Sám doma .....	34
3.9	20 000 tisíc mil pod mořem .....	36
3.10	Vratné lahve .....	37
3.11	Obecná škola.....	39
3.12	Vesničko má středisková .....	40
3.13	Snowboardáci .....	44
3.14	Adéla ještě nevečeřela .....	46
3.15	Slunce seno a pár facek .....	47
3.16	Medicopter 117 .....	48
3.17	S čerty nejsou žerty .....	50
3.18	Pelíšky .....	52
3.19	Babička .....	54
3.20	Gyml .....	56
3.21	Sám doma .....	57
3.22	Král ozvěny.....	58

3.23	Jak se krotí krokodýli .....	59
3.24	Bylo nás pět.....	60
3.25	Rákosníček.....	61
3.26	Seznam použité literatury: .....	62
4	Pedagogický výzkum. ....	66
4.1	Seznam použité literatury: .....	74
5	Závěr .....	75
6	Seznam příloh:.....	76

## 1 Úvod

Filmy, které jsou notoricky známé, se staly nedílnou součástí života žáků základní školy. Žáci jejich sledováním tráví značnou část svého volného času. Myslím si, že filmy mají v sobě potenciál využití i v hodinách fyziky. Pokus je základem vyučovací hodiny. Na základě takové výuky fyziky doplněné o filmové ukázky by i do budoucna získali žáci schopnost přemýšlet nad reálností daného filmu. Při sledování filmu by si pak mohli klást otázku, je to možné či ne? Žáci by se tak při sledování filmů mohli bezděčně učit přemýšlet o světě kolem nás i dle principů fyziky, a tak by se jejich myšlení mohlo stávat daleko reálnější a přesnější. Záleží přece hlavně na tom, zda člověk to, co se naučí v teorii, bude schopen použít v praxi. Sepětí fyziky s realitou je velmi úzké. Nezanedbatelnou výhodou předvedení zákonů fyziky ve filmu je vedle jeho přirozeného zakotvení v realitě i jejich snadná dostupnost - skoro vše kolem nás je už nafilmováno.

Podle mého názoru výuka fyziky doplněná o filmové ukázky zanechá v žácích hlubší „stopy“, které si i mnohem později budou schopni lépe vybavit.

První část práce je zaměřena na historii světového i českého filmu s důrazem na fyzikální principy, které vedly ke vzniku kinematografie. Její závěrečná část se věnuje dnešním trendům v kinematografii a nastiňuje vývoj do budoucna.

Druhá část je stěžejní částí celé práce. Z notoricky známých převážně českých filmů jsou zde vybrány jednotlivé scény s fyzikálním obsahem. Každá scéna je uvedena úvodním obrázkem vystřiženým přímo ze scénky. Ten uvozuje její fyzikální obsah. U těchto scén je proveden jejich fyzikální rozbor. K některým scénkám jsou v jejich závěru přidány i doplňující zajímavosti.

Třetí částí práce prezentuje pedagogický výzkum na vybrané základní škole. Výzkum je zaměřen na sledovanost filmů žáky 2. stupně základní školy. Otázky na toto téma byly položeny nejprve žákům. Pak ty samé otázky jsme byly položeny jejich učitelům. Tyto výsledky pak byly porovnány mezi sebou a s dostupnými výzkumy. Dále v jednotlivých třídách byly následně promítány vybrané filmové scénky a poté se sami žáci na základě svých znalostí fyziky pokoušeli vysvětlit jejich fyzikální obsah a posoudit reálnost.

V závěru práce je provedeno shrnutí a uvedena možnost dalšího rozvinutí a pokračování práce.

**Cílem** této práce je vytipování a fyzikální rozbor vybraných scének s fyzikálním obsahem z notoricky známých filmů.

## 2 Historie filmu

První část práce se věnuje historii filmu. Její obsah je z velké části zaměřen na fyzikální objevy a principy, které se vznikem filmu souvisí anebo ho dnes ovlivňují. Je rozdělena na tři hlavní podkapitoly, první dvě obsahují světovou a českou filmovou historii, třetí podkapitola se věnuje současnosti a je zakončena výhledem do budoucnosti.

## 2.1 Historie světového filmu:

U vzniku filmu stojí mnoho objevů, vynálezů a fyzikálních zákonů. Mezi nejvýznamnější patří: Faraday – elektromagnetická indukce (1831) J. W. Hyatt - celuloid (1869) Ch. E. Reynaud – praxinoskop (1887), sekvenční fotografie, Joseph Plateau – fantaskop (zařízení simulující pohyb), objevení fotografie 1839, vynález fotoaparátu a další.

Nyní se zaměříme na tři nejdůležitější předpoklady pro vznik filmu.

1. Iluze pohybu – Filmová projekce je založena na nedokonalosti našeho oka. Abychom od sebe odlišili dva světelné vjemy, musí mezi nimi uplynout aspoň 0,1 sekundy. Pokud následují vjemy za sebou rychleji, splývají nám do souvislého děje.



2. 1 Obrázek zobrazuje 24 snímků pohybu basketbalisty poskládaných do jednoho políčka, viz [1].

## 2. Promítací přístroj a kamera –

Promítací přístroj: Vytvořili ho již v 17. století vynálezem Laterny magiky-v českém překladu kouzelné lampy. Jednalo se o jednoduchý promítací přístroj na diapositiv. Její jednoduchý popis: tvořila ji dřevěná skříňka se zdrojem světla (svíčka, oblouková lampa, karbidka), za kterou umístili duté zrcadlo. Zrcadlo mělo za úkol soustředit paprsky do otvoru s čočkou. Před tímto otvorem se nacházel mechanismus pro vkládání skleněných destiček s namalovanými obrázky. Na tento mechanismus navazoval objektiv, který promítal zvětšený obraz na stěnu. Později se z tohoto



2. 2 Laterna magika, viz [2].

uspořádání vyvinul náš dnešní projektor.

Kamera, zjednodušeně ji lze nazvat „speciálním fotoaparátem“, jenž na pohybujícím se filmu vyfotografuje 24 obrázků za sekundu (dříve menší počet).



2. 3 Filmová kamera z roku 1909 s ručním pohonem klikou, viz [1].

Princip promítání: Jak spolu souvisí kamera a promítačka?

Po vyvolání v laboratoři se film vloží do filmové promítačky, která promítá obrázky na plátno. Mechanismus kamery (promítačky) musí zajistit, aby se pohybující film na kratičké okamžiky zastavoval před objektivem a umožnil tak exponování (promítnutí) snímku. Film se tedy před objektivem pohybuje zvláštním „trhavým“ pohybem. Promítání takto nasnímaných obrazů se děje stejnou rychlostí, jakou byly naexponovány filmovou kamerou (typický počet 24 snímků za sekundu).

3. zachycení scénérie fotografií- Za nejvýznamnější data považujeme roky 1825 (1. heliografie) a 1898 (vynález celuloidového filmu).



2. 4 Film, viz [4].

Ještě zde uvádíme jeden ze zajímavých vynálezů spojených se vznikem filmu. Na začátku 19. století vynalezl E. J. Marey fotografickou pušku, jež umožnila zachytit 12 snímků za sekundu, které se ukládaly do „zásobníku“.



2. 5 Fotografická puška, viz [4].

## 2.2 Průkopníci filmu:

Za průkopníky filmu dnes historikové považují Edisona a bratry Lumiérovy. Zajímavý vynález sestrojil Edison. Nazval ho kinetoskopem a šlo vlastně o „kukátko pro jednoho“. V roce 1894 otevřel Edison v New Yorku svůj první kinetoskopický salon. Filmy byly dlouhé 20 sekund – akrobatické kusy, tanečnice, sportovní záznamy.



2. 6 První kinetoskopický salon, viz [5].

### Bratři Lumiérové:

Vyrůstali v rodině majitele podniku na výrobu fotografického materiálu v Lyonu. Od mládí se oba věnovali fotografování. Po roce 1890 se začali intenzivně zabývat přístrojem, který by zachytil pohyb na filmový pás. Vymysleli a sestavili první filmový projektor – kinematograf, ten umožnil promítat pro více lidí najednou. Odstartovali tak světovou kinematografii. První komerční představení předvedli **28. 15. 1895 Grand Kafé v Paříži**. Základ kinematografu tvořila konstrukce pohybového ústrojí, kterým se perforovaný film při natáčení a promítání uváděl do pohybu. Oni sami si význam svého vynálezu neuvědomili, ale jsou právem označováni za otce a zakladatele



2.7 Kinematografická souprava bratří Lumiérů, viz [1].

kinematografie. Vlevo na obrázku 2.7 se nachází kamera a promítačka v jednom přístroji, vpravo pak oblouková osvětlovací lampa, která se k prvnímu přístroji po malé úpravě při promítání přikládala.

Zajímavostí prvních projekcí se stala legenda, podle níž při filmu s názvem Příjezd vlaku všichni hromadně prchali z projekce v domnění, že se na ně řítí vlak z plátna.



2. 8 Scéna přijíždějící vlak, viz [5].

Náměty prvních filmů tvořila cirkusová čísla, politické aktuality, cestopisy, záznam běžného dění a komické scénky. Lidé se spíše než na vlastní filmy chodili dívat na nový technický zázrak – fascinování vynálezem. Nešlo o myšlenku příběhu ale o film samotný. Dnešní filmy jako Avatar a jiné se díky výpočetní technice k této původní myšlence vrací. Filmy v tehdejší době byly běžně kopírovány. Autorská práva tehdy neexistovala. Do roku 1903 filmy obsahovaly pouze jediný záběr. V roce 1903 natočil E. S. Porter film Velká bankovní loupež, který trval okolo deseti minut a měl několik záběrů. Tento film nasměroval kinematografii novým směrem. Bandita mířící do



2. 9 Scéna bandita mířící do kamery, viz [5].

kamery se stal jeho nejznámější scénkou. V roce 1905 postavili v USA první Nickelodeon (kino pro chudé v překladu), a tak založili nový masový průmysl. V této době se v kinematografii zformoval tzv. „hvězdný systém“ – herci přestali být bezejmennými, který funguje dodnes. Kolem roku 1905 použili tvůrci filmů poprvé mezititulky, ty uváděly do děje. Zvukový film totiž ještě v této době neexistoval. Při točení scén se začala používat pohyblivá kamera, dříve kamera stála a měnily se pouze kulisy. Prvním režisérem podle historiků byl Georg Melies. Oproti ostatním režisérům dával důraz na příběh, často využíval triky. Natočil jeden z nejslavnějších filmů všech dob – Cestu na Měsíc. Poslední velkou kapitolu světové kinematografie vytvořili filmaři v městě Los Angeles,

když založili Hollywood. Při vzniku filmu neexistoval a nebýt patentových sporů v prvním desetiletí 20. století, nevznikl by asi vůbec. Velké množství filmařů tehdy kvůli těmto sporům odešlo do Los Angeles. Toto místo skýtalo ještě jednu obrovskou výhodu, ta spočívala v příznivém počasí. Po většinu roku se mohlo natáčet venku bez dodatečného osvětlení a rozmanitosti zdejší krajiny využili k natočení westernů, tehdy velice oblíbených. Tyto dvě výhody daly brzy vzniknout základům dnešního Hollywoodu. „Hollywood vyvinul finančně efektivní metodu produkce, vyvážel své filmy do celého světa a zajistil jejich hladký přísun k divákům skoupením nejdůležitějších kin ve velkých městech – a to jak ve Spojených státech, tak v zahraničí. Evropské státy zkoušely chránit své domácí kinematografie nejrůznějšími ochrannými opatřeními – např. zvláštními daněmi, tarify, kvótami nebo dokonce bojkoty – ale dominance Hollywoodu byla nezastavitelná.“ Viz [6]. Raný film ovládly čtyři filmové velmoci: Dánsko, Francie, Itálie a USA. Velkou změnu v uspořádání velmocí i samotné filmové tvorby přinesla až první světová válka.

Na závěr informací o světové kinematografii uvádíme zajímavost z počátků technologie promítání: První cívky obsahly film o délce jedné minuty, pak se musely vyměnit. Kina měla většinou dva projektory pro nepřerušované promítání. Na prvním běžel promítaný film a ve druhém měnil promítač cívku. Velké nebezpečí představoval i celuloidový film samotný, měl tendenci hořet. Někdy dokonce i vybuchl. Na začátku 20. století zavedli do kin dokonce mechanismus na odsekávání hořícího filmu. Projektory měly kovová těla, aby nechytilo celé kino.

## 2.3 Historie českého filmu

**15. 7. 1896** – tento datum se zapsal do historie české kinematografie. Bratři Lumiérové poprvé v českých zemích představili svůj kinematograf. Tato premiéra proběhla v Karlových Varech. První projekce vyvolala obrovskou vlnu zájmu. Po tomto uvedení této technické novinky začali kočovní komedianti s kinematografem objíždět města. Do roku 1897 viděly kinematograf v každém městě tisíce lidí. Jednalo se období velkého rozvoje, a to i přes omezený počet kočovných komediantů. Promítalo se v hospodách, hotelech a kavárnách. První stálé kino u nás vzniklo v roce 1907 v Brně. Z kočovných kinematografů se postupně stávají stálá kina.



2. 10 První český biograf, viz [6].

Náměty filmů tvořily hlavně pohádky, komické scénky, dramata, aktuality z politického dění. Šlo o pobavení diváků. Samotné promítání hodně záviselo na šikovnosti promítače. Všechno ovládal ručně. Prvním úspěšným filmařem se stal Antonín Fencel, do konce války natočil 5 hraných filmů. Centrem filmu zůstala však stále Vídeň, to se změnilo až s koncem války. Z důvodu pokleslosti programu stát kina v roce 1920 vyvlastnil. Tato snaha však skončila neúspěchem, program zůstal skoro nezměněn. U nás v této době byly nejvíce zastoupeny filmy z USA. České filmy tvořily pouhá 3 procenta produkce. Velké oživení českého filmu nastalo až po roce 1925 po odeznění krize způsobené první světovou válkou. V této době se objevila ve filmech i témata jako sexualita, erotika a další. Došlo k překročení mnohých tabu. Na výzvu ministerstva školství se zavedly první recenze na filmy. Každý rok se muselo hrát aspoň 5 českých filmů. Cenzura vydala zákaz násilných filmů. Ve 30. letech se i v našem prostředí vyvinul mluvený film, který v tomto období lze rozdělit do čtyř raných zvukových skupin:

„A) Fonofilm – synchronní hudba.

B) Částečný fonofilm – hudební vložky.

C) Film se zvukovými efekty.

D) „Mluvicí film“ – částečně nebo tzv. „100% mluvicí film“ (tzv. talkies).“ Viz [7].

Film, **Když stromy lkají**, je prvním česky mluveným filmem. V roce 1937 byly natočeny světově známé protihitlerovské filmy: *Bílá nemoc* a *Svět patří nám*. Od roku 1939 nás okupovala německá armáda. Tato okupace téměř zničila naši kinematografii. Krátce po skončení války podepsal v srpnu 1945 prezident Eduard Beneš dekret o znárodnění celé filmové oblasti. Dekret zastřešoval provozování filmových ateliérů, dovoz a vývoz filmů, laboratorní zpracování, půjčování a veřejné promítání. Nastala centralizace celého filmového průmyslu, dále se rozšířila síť kin a zřídily se kontrolní orgány. Už v tomto období měla komunistická strana dominantní postavení v oblasti filmu. Velký zvrat nastal v únoru 1948. Toto datum provázela velká vlna čistek. V roce 1950 vyšla



2. 11 Typická scéna, viz[7].

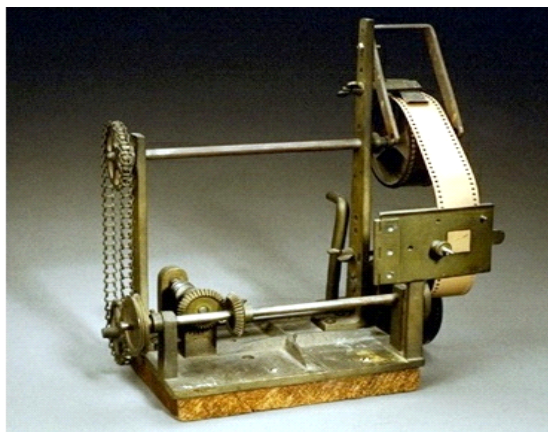
**Rezoluce o filmu**, která dala filmu podobu na mnoho let. Založil se Československý státní film. O filmech rozhodovala kompletně strana. Vznikající filmy byly schematické, idealistické a prodchnuté ideologií. V roce 1953 umřeli Stalin a Gottwald. V roce 1956 odsoudil Nikita Chruščov kult osobnosti, tím odstartoval vlnu částečného uvolnění kinematografie. V Československu se to projevilo vznikem Nové vlny, jejíž první snahy byly však na filmovém festivalu v Banské Bystrici násilně potlačeny. Hodně filmů se dostalo do trezorů. Represe vyvolaly obrovskou kritiku a v roce 1963 již režim liberalizaci nedokázal zastavit. V roce 1963 se dostaly na veřejnost filmy studentů FAMU (Forman – *Konkurs*, Jireš – *Křik* – použití skryté kamery a další). I přes izolaci se k nám dostaly filmy ze západu. Naše filmy si získaly uznání po celém světě. Nejznámějšími se staly: *Ostře sledované vlaky*, *Starci na chmelu*, *Rozmarné léto*, *Sedmikrásky*, *Ať žije republika*, *Markéta Lazarová*. 60. léta jsou považována za ideál české i slovenské tvorby, na kterou se navázat doposud nepodařilo. V srpnu v roce 1968 k nám vtrhly tanky a nastala doba normalizace. Gustava Husáka zvolili straníci 17. 4. 1969 prvním tajemníkem ÚV KSČ. V následném projevu označil obrodny proces za krizový vývoj ve straně a společnosti. Následovaly obrovské čistky, které se dotkly celé filmové oblasti. Plno velkých osobností filmu dostalo mnohaleté zákazy činnosti nebo emigrovali. Jediným člověkem, který se nepodvolil a nepodřídil nátlaku tehdejší doby, přičemž dál tvořil dobré filmy, byla Věra Chytilová. Normalizační filmy se dají rozdělit do dvou skupin. První skupinu filmů tvořila veškerá běžná produkce nasáklá stranickou ideologií. Druhou skupinu pak vytvořily

agresivní útočné filmy, napadající 60. léta. Nejvíce normalizačních filmů vzniklo v 70. letech. V této době ale také byly natočeny jedny z našich nejlepších komedií-Šest medvědů s Cibulkou, Jáchyme, hoď ho do stroje, Holky z porcelánu a další. Dalším milníkem tohoto období je Charta 77, po jejím sepsání se začaly točit i filmy bez ideologie, některé dokonce skrytě protirežimní, nejznámějšími se staly: Na samotě u lesa, Postřižiny, Slavnosti sněženek, Vesničko má středisková (tu navštívilo v kinech 3,5 milionu lidí). Po pádu režimu vstoupily do filmu soukromé objekty. Posledním státním filmem jsou Černí baroni. Mezi lety 1993–1994 poklesla návštěvnosti kin o 30%. Došlo k rušení menších kin, po nástupu multikin i těch větších. Na závěr historie ještě jedna poznámka: velkým milníkem naší i světové kinematografie byl vznik televize, kterou se v této práci nezabýváme.

## 2.4 Současnost a výhled do budoucnosti

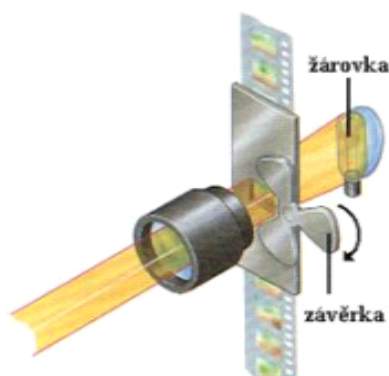
V dnešní době se musejí hledat stále nové myšlenky jak lidi zaujmout, aby do kin přišli. Filmy jsou dnes volně dostupné na internetu, v televizi, dají se nahrávat a stahovat. Filmový průmysl se snaží lákat lidi do kin na nové technologie. Na závěr se pokusíme vysvětlit principy promítání, které se dnes v kinech používají. Mnohá kina a to i multikina stále používají klasické promítačky, proto začneme s nimi.

**Klasický promítací stroj** má několik součástí. Mezi základní součásti patří elektromotor (většinou na střídavý třífázový proud), který celou promítačku uvádí do pohybu. Jeho přímým předchůdcem byla v počátcích kinematografie klika, s níž se pro pohyb filmového pásu točilo. Ve vnitřku promítačky najdeme kromě rozvodů, hřídelí, ozubených koleček a velkého množství řemenů, hlavní součást celé promítačky. Tato klíčová část celého promítacího stroje se nazývá strhovací mechanismus. Nachází se mezi navíjecí a odvíjecí cívkou promítačky,



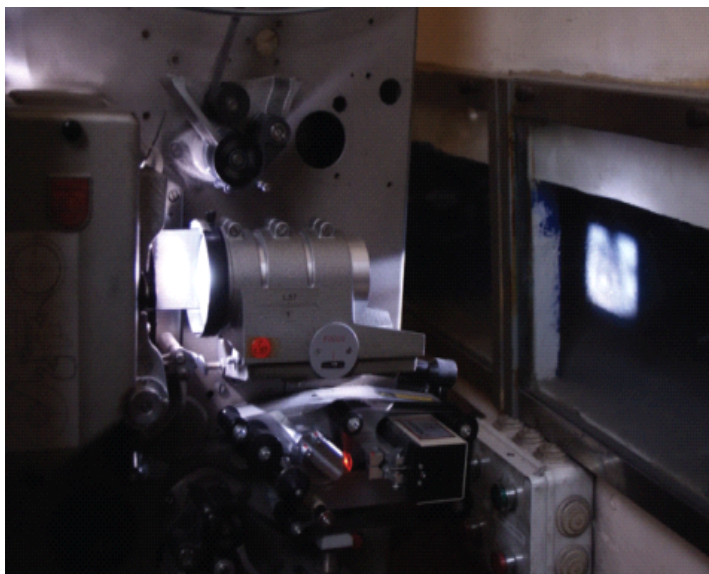
2. 12 Strhovací mechanismus bratří Lumiérů (1895), viz [1].

strhovací mechanismus strhává filmový pás (s využitím jeho perforačního děrování) tak, aby po odkrytí závěrky ozářil zdroj světla vždy jen jedno filmové políčko.



2. 13 Princip promítání, viz[8].

Tento děj se opakuje 24 krát za sekundu, přičemž jde o hlavní princip promítačky a celého promítání. Poslední důležitou součástí promítačky je zdroj světla. V současnosti jsou nejčastěji používány xenonové výbojky. Světlo ze zdroje prochází optickou soustavou čoček a zrcadel zakončenou objektivem, díky čemuž lze promítaný obraz zvětšit a přesně umístit na daný rozměr promítací plochy. Od vynálezu zvukového filmu jsou promítačky navíc vybaveny i složitou zvukovou soustavou. Ta převádí zvukový záznam na pásu ze světla na zvukový signál. Díky nástupu digitalizace do kin dochází k vyměňování těchto promítaček za přístroje digitální.



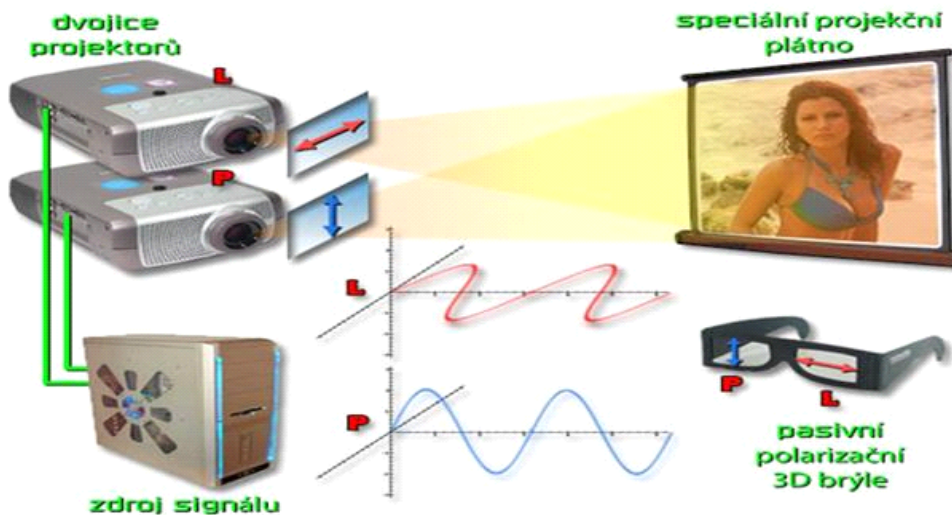
2. 14 Promítačka.

Dnešní kina postupně přecházejí na dvě nové technologie. Tyto technologie umožňují divákovi větší prožitek filmu, jedná se o 3D a nově se o objevující 4D.

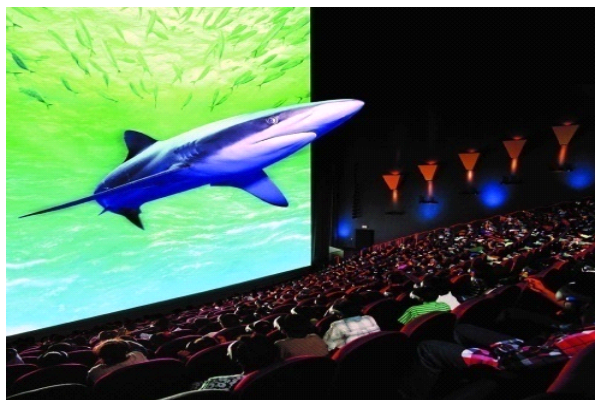
**Technologie 3D** tu nabízejí všechna multikina a některá větší kina ve městech. Její nástup umožnila vlastnost světla, jež se nazývá polarizace, jedná se o usměrnění světla, aby kmitalo jen v jedné (polarizační) rovině. Podle Maxwellovy teorie má světlo jako elektromagnetické vlnění dvě složky – elektrickou a magnetickou. U běžných zdrojů (slunce, žárovka) kmitá elektrické a magnetické pole v mnoha náhodných rovinách – světlo je nepolarizované. Za určitých okolností se dá dosáhnout toho, že elektrické a magnetické pole kmitá pouze v jedné rovině – světlo je polarizované, toho se dá dosáhnout více způsoby, kina však využívají polarizační filtry.

Film se promítá buď dvěma projektory, nebo jedním obřím projektorem, který ale funguje na stejném principu. Pro každé oko se promítá jeden filmový pás pro levé i pravé oko zvlášť ve dvou odlišných polarizacích. Před objektivy pro levé a pravé oko jsou upevněny příslušné polarizační filtry, které se zároveň nacházejí i na brýlích, které divák dostane před vstupem do sálu. Obrazy se promítají mírně posunuty (rozteč očí) na jedno plátno a za pomoci polarizačních brýlí dokáže náš

mozek pak tyto dva obrazy složit. Jedna očnice propouští pouze světlo kmitající v horizontální rovině, druhá očnice pouze světlo kmitající ve vertikální rovině. Vznikne tak jeden trojrozměrný obraz. Film tak vidíme, jako bychom sledovali skutečnou krajinu nebo lidskou tvář.



2. 15 Princip 3D projekce v kinech, viz [9].



2. 16 snímek ze 3D projekce, viz [9].

Rozhovor s promítačem multikina Cinestar obsahuje tyto zajímavé informace o našich multikinech. „Projektor: Světlo lamp je tak jasné, že kdyby zasvítlo na Měsíci, viděli bychom ho na Zemi pouhým okem. Při výměně lampy (provádí se po 1000 odpromítaných hodinách) musí obsluha nosit speciální ochranné obleky, protože při případném výbuchu by byl vyvinut tlak 10 atmosfér<sup>1</sup>. Filmové oči: Dva objektivy o průměru 16 cm, ze kterých se promítá film. Horní promítá pravé oko, spodní levé. Zatímco v klasických kinosálech má filmové políčko rozměr 2,2 x 1,7 cm, v Imaxu je to 7 x 5 cm.“ Viz [10].

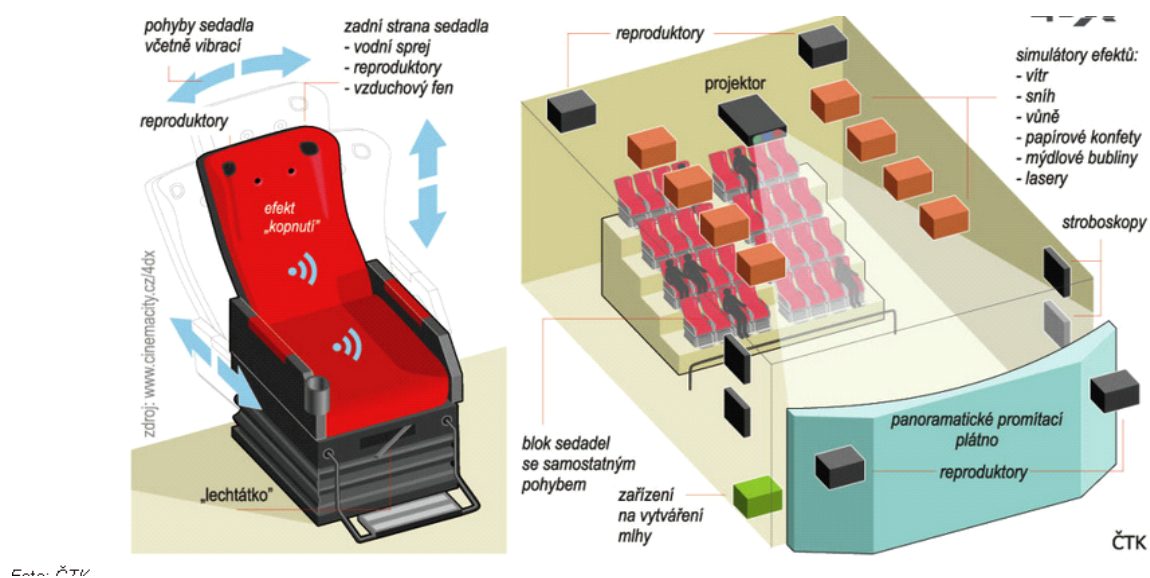
<sup>1</sup>10 atmosfér=1MPa

Na závěr poznámka ke kameře. 3D filmy se musí točit speciální kamerou. Dá se říci, že jsou to dvě kamery v jedné. Čočky kamery jsou od sebe vzdáleny jako oči. Obraz je střídavě zaznamenáván na dvě pásy, levou a pravou čočkou zvlášť.



2. 17 3D kamera viz[9].

**4D Kino-Technologie** 4DX, která následuje po trojrozměrných filmech, dorazila do naší republiky. 4DX™ je revoluční filmová technologie, která stimuluje všech pět smyslů speciálními efekty. Sedadla jsou vybavena high-tech pohybem, který v synchronizaci s akcí na plátně docílí větší reálnosti promítaného filmu. Samotné promítání doprovází speciální efekty (vítr, mlha, blesky a vůně a další). Filmy se v sále 4DX promítají ve 2D nebo 3D formátu. Během projekcí ve 3D se během jednoho filmu vystřídá kolem 24 speciálních efektů. Co všechno Kino v Praze umí, je hezky vidět na jeho grafickém schématu. Do budoucna by jí měla být vybavena i další kina.



2. 18 Schéma našeho prvního 4Dx kina, viz[11].

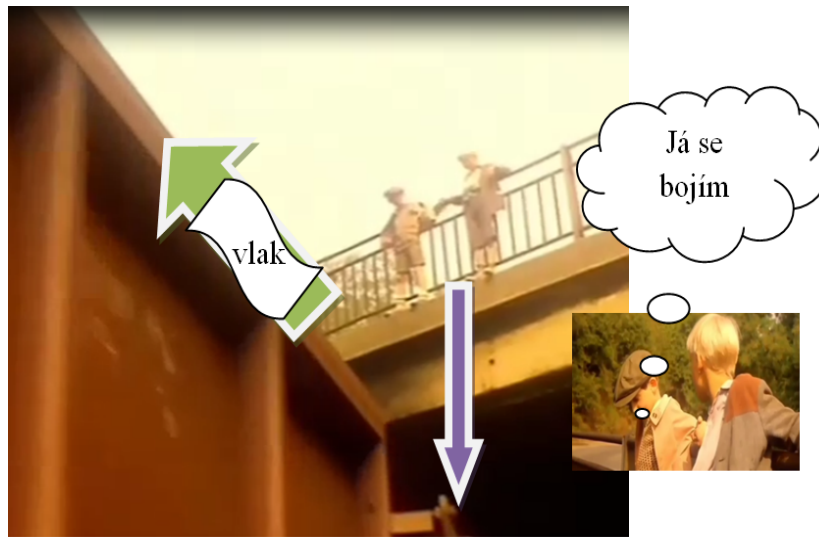
## 2.5 Seznam použité literatury:

- [1] KUSALA, Jaroslav. PACHNER. Fyzika zajímavě: Optika [disk]. 2006. Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html> Požadavky na počítač: PC s operačním systémem MS Windows 95 / 98 / ME / NT / 2000 / XP, rozlišení monitoru 1024 x 768 bodů s Hi color.
- [2] Laterna magika. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Laterna\\_magika](http://cs.wikipedia.org/wiki/Laterna_magika)
- [3] Celuloidový film. In: Celuloidový film [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://w-video.cz/digitalizace-skenovani/celuloidovy-film.html>
- [4] Fotografická puška. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotografick%C3%A1\\_pu%C5%A1ka](http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotografick%C3%A1_pu%C5%A1ka)
- [5] MÜLLER, Martin. DĚJINY SVĚTOVÉ KINEMATOGRAFIE: Počátky [online]. 2012, 2013-06-23 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.moderni-dejiny.cz/clanek/dejiny-svetove-kinematografie-pocatky/>
- [6] MÜLLER, Martin. FORMOVÁNÍ MODERNÍHO HOLLYWOODU [online]. 2014, 2014-02-11 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.moderni-dejiny.cz/clanek/formovani-moderniho-hollywoodu/>
- [7] MÜLLER, Martin. ČESKOSLOVENSKÁ KINEMATOGRAFIE ZA PRVNÍ REPUBLIKY [online]. 2011, 2012-07-30 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.moderni-dejiny.cz/clanek/ceskoslovenska-kinematografie-za-prvni-republiky/>
- [8] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Promítání obrazu [online]. 2006 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/517-promitani-obrazu>
- [9] BENEDIKOVIČ, Josef. Jak funguje 3D technologie [online]. 2011 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://cinemo.cz/3d-technologie>
- [10] POKORNÁ, Hana. Jak funguje 3D kino? Koukněte se Avatarovi na zoubek [online]. 2010 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://bijak.blesk.cz/clanek/bijak-3d-svet/131837/jak-funguje-3d-kino-kouknete-se-avatarovi-na-zoubek.html>
- [11] HLADÍK, Ivan. Filmy s 4DX si vychutnáte na vlastní kůži [online]. 2013 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.ivanhladik.cz/p409-filmy-s-4dx-si-vychutnate-na-vlastni-kuzi>
- [12] BORDWELL, David. Dějiny filmu. Praha: Akademie múzických umění a Lidové noviny, 2011. ISBN 978-80-7331-207-7. Dostupné z: <https://www.namu.cz/item.php?item=200>
- [13] Náš film: Kapitoly z dějin (1896-1945). Praha: Mladá fronta, 1985. ISBN 23-004-85.

### 3 Vybrané filmy:

Druhá část práce je věnována vlastním filmovým ukázkám. Ty jsou vybrány převážně z nejznámějších českých filmů. Vybrané scénky svým fyzikálním obsahem odpovídají osnovám fyziky pro druhý stupeň základní školy. Každý fyzikální rozbor dané scénky začíná obrázkem vystřižením přímo ze scénky. Ten se snaží vystihnout daný fyzikální jev, pro který je scénka zařazena v práci. Scénky jsou vybrány tak, aby žáky při jejich sledování zaujaly a vedly k přemýšlení nad danými fyzikálními jevy, aby pak následně sami při sledování filmů nad jejich fyzikálním obsahem bezděčně přemýšleli.

### 3.1 Obecná škola



3. 1 Podaří se klukům skočit na vůz s pískem?

Kluci mají doručit důležité psaní od pana učitele a rozhodnou se svézt se nákladním vlakem. Problém tohoto skoku spočívá v tom, že během seskoku se mění místo doskoku, které se pohybuje rychlostí vlaku. Délka vozu je rovna 20 m, viz [12]. Ke zjištění rychlosti vlaku ze scény nám pomohl program Tracker. Rychlost v něm vyšla  $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Ještě potřebujeme zjistit, jak dlouho kluci padají. Tuto informaci odečteme ze samotné scény. Skok Edy a Tondy trvá 2 s. Dosazením do vztahu (1) dostaneme dráhu, jakou vlak urazí během seskoku, tu pak porovnáme s délkou vagónu, kam se musí při doskoku trefit.

$$s = v \cdot t \tag{1}$$

Kde:

$s$ ...dráha, jakou ujede vlak během skoku

$t$ ... doba skoku; 2s

$v$ ... rychlost vlaku;  $25 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  převedeme si ji na stejné jednotky:

$$25 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{25 \cdot 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Po číselném dosazení do vztahu (1) nám vychází dráha, kterou během skoku ujel vagón. Ten ujel 14 m, jeho délka je 20 m, začnou-li kluci skákat v okamžiku, kdy je pod nimi začátek vagónu, tak to **stihnou**.

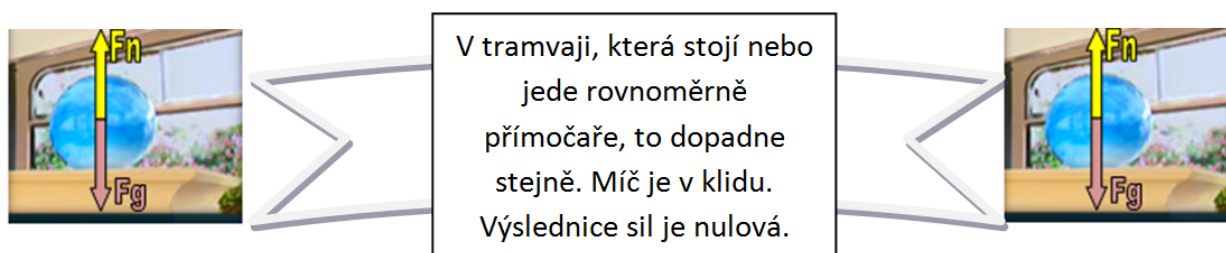
## 3.2 Sněženky a machři



### 3.2 Jedna sněženka přichází za panem učitelem a prosí ho, aby ji vyzkoušel z fyziky. Jak toto zkoušení dopadlo?

Sněženka toho o Newtonových zákonech asi moc neví. Celé své povídání začíná o síle: „ Tak síla je základní fyzikální veličina, a jo když spal Newton pod stromem...“ Poté ji pan profesor zarazí slovy: „Notak“ a položí otázku: „První zákon je definován jak?“ Ona mu odpovídá: „První zákon to je zákon akce a reakce.“ Abychom zjistili, jak toto zkoušení dopadlo a zda má sněženka výborné vědomosti, tak se podíváme na Newtonovy zákony:

První pohybový zákon: Těleso setrvává v klidu nebo se pohybuje přímočaře stále stejnou rychlostí, pokud není přinuceno vnějšími silami tento stav změnit.



### 3.3 Ilustrace prvního Newtonova zákona, pro větší názornost jsou síly umístěné v těžišti, viz [14].

Druhý pohybový zákon (Zákon síly). Velikost zrychlení tělesa je přímo úměrná velikosti výslednice sil působících na těleso a nepřímo úměrná hmotnosti tohoto tělesa. (tomuto zákonu se budeme podrobně věnovat v další kapitole).

Třetí pohybový zákon: Dvě tělesa na sebe navzájem působí stejně velkými silami opačného směru. Tyto síly vznikají a zanikají současně. Jednu nazýváme akcí a druhou reakcí.

Holky po odražení od sebe se budou vzdalovat různou rychlostí podle své hmotnosti. Mají-li stejnou hmotnost, pak bude zrychlení i následná rychlost, s kterou se vzdalují, stejná.



3. 4 Ilustrace třetího Newtonova zákona viz[14].

Prošli jsme Newtonovy pohybové zákony. To bohužel před zkoušením neudělala sněženka. Proto pan profesor končí scénku slovy: „Přijď, až to opravdu budeš umět.“

Zajímavost: Podle legendy pád jablka ze stromu přivedl Newtona na objevení gravitačního zákona.

### 3.3 S tebou mě baví svět



#### 3.5 Kdo vyhraje?

Albert scénku začíná slovy: „Konec sázení, posádky k saním. Připravit, pozor, teď!“ Na jakou posádku si máme vsadit? Tuto otázku zodpoví druhý Newtonův zákon. Ten je v předchozí části výše popsán slovně, dá se taky napsat tímto vztahem:

$$F = m \cdot a \quad (2)$$

Kde:

$F$  ... působící síla

$m$  ... hmotnost

$a$  ... zrychlení



#### 3.6 Jednotlivé posádky.

První posádku tvoří Albert s Matýskem, posádku druhou Pepa, Pepíno a Dášenska, třetí Michal, Kačenka, Míša a Bertík. V prvním kole táhly děti své rodiče. Vyhrála posádka Alberta, na druhém místě skončila posádka Pepy a poslední Michala.

Ten chce v tomto kole vyhrát, proto před startem sebere děti Albertovi a nechá mu jen Matýska. Albert ale závody tento den vymýšlí a situaci se znalostí fyziky výborně zvládne – převézt se nenechá. V druhém kole táhnou rodiče děti, viz obrázek č. 3.6. Pokud Albert, Pepa i Michal

vynaloží stejnou sílu, určíme z pravé strany vztahu (2) vítěze. Na té vystupuje hmotnost a zrychlení. Hmotnosti jednotlivých posádek jsou různé a k jejich určení použijeme tabulku níže.

Dítě	Věk (roky)	Hmotnost (kg)
Matýsek	1	10
Dášenska	4	16
Míša	7	24
Bertík	8	27
Pepíno	5	19
Kačenka	6	21

Tabulka 1 Určení hmotností dětí, viz [13].

Albert táhne Matýska (10 kg), Pepa Dášenku a Pepína (35 kg) a Michal Kačenku, Míšu a Bertíka (55 kg). Albert na sáňkách má nejmenší hmotnost a jeho zrychlení bude proto největší, může si v klidu jet pro vítězství. Pepa má na sáňkách druhou nejmenší hmotnost – jede si pro druhé místo, Michal má na sáňkách největší hmotnost – skončí na posledním místě, jeho zrychlení bude nejmenší. V rámci zjednodušení jsme zanedbali tření a odporové síly. Potvrzení našich úvah dokládá cílová fotografie.



3. 7 Těsně před cílem

Nyní se ještě podívejme na práci a výkon:

Práce vypočteme podle vztahu:

$$W = F \cdot s \quad (3)$$

pokud je působící síla stejná se směrem pohybu. Pro sáňky se tento vztah musí upravit následujícím způsobem:

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Kde:

$W$ ...práce, kterou vykoná tatínek během závodu

$F$ ...působící síla tatínka; každý tatínek působí stejnou silou (tření zanedbáváme)

$s$ ...dráha, po které táhnou sáňky

Zdůvodnění vzorce -  $F \cdot \cos \alpha$  si ukážeme na následujícím obrázku. Tatínek působí silou  $F$ , ta ale není stejná se směrem pohybu, proto se pomocí goniometrických funkcí bere její průmět, tj.  $F \cdot \cos \alpha$  do směru pohybu.



3. 8 Vysvětlení vztahu pro práci.

My ale jsme v rámci zjednodušení a lepšího pochopení zákona síly na začátku stanovili, že všichni mají výslednou působící sílu stejnou. Proto i jejich průmět bude stejný. Dráhu  $s$ , po které závodí, mají posádky taky stejnou, z toho plyne, že práci  $W$  vykonají všichni stejnou. Stejný ale nemají čas, kterým projedou cílem. To nás přivádí na další základní fyzikální veličinu výkon. Ten je dán vztahem:

$$P = \frac{W}{t} \quad (5)$$

Kde:

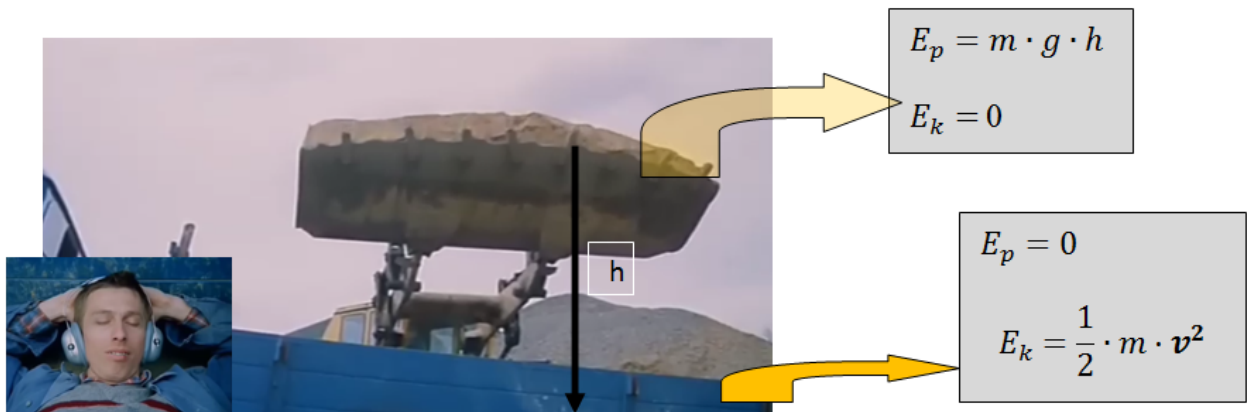
$P$ ...výkon

$W$ ... práce

$t$ ...čas, po který se konala práce  $W$

Tatínkové sice mají stejnou práci, ale nemají stejný výkon. Albert projel cílem první, má tedy nejkratší čas, a tudíž jeho výkon byl největší, Pepa měl druhý největší výkon a nejmenšího výkonu dosáhl Michal, který projel cílem poslední.

### 3.4 Vesničko má středisková



3. 9 Otík spokojeně odpočívá na korbě, netuší, co se nad ním děje, stane se mu něco?

Otík si spokojeně leží na korbě a probudí ho až padající písek. Scénku uvozuje slavná hláška: „Máš tam závozníka.“ Na začátku celé akce má písek pouze potenciální energii; vztah (6).

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (6)$$

Kde:

$E_p$ ...potencionální energie

$h$ .... výška, 2 m

Z rozměrů nakladače a auta lze odhadnout vzdálenost, jakou písek urazí během pádu, na 3m.

$g$  ... gravitační zrychlení, jehož hodnota má velikost  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

$m$ ...značí hmotnost vysypávaného písku, ta se musí dopočítat pomocí vztahu (7).

$$m = \rho \cdot V \quad (7)$$

Kde:

$\rho$ ...hustota písku závisí na vlhkosti,  $1500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , viz [15]

$V$ .....objem písku;  $4 \text{ m}^3$ - údaj, viz [16]

Po číselném dosazení do vztahu (7) vychází hmotnost  $m = 6000 \text{ kg}$ , na Otíka ale padá asi třetinová hmotnost. Nyní už se dá ze vztahu (1) zjistit potencionální energie  $E_p = 2000 \cdot 10 \cdot 2$   
 $\Rightarrow E_p = 40\,000 \text{ J}$ . Tuto energii má písek před sklopením radlice na korbu. Při vyklápění se začne

postupně přeměňovat tato potenciální energie na energii kinetickou. V okamžiku dopadu se rovná nule a celá se přeměnila v kinetickou energii  $E_k$ , ta se vypočte podle vztahu (8).

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (8)$$

Kde:

$E_k$ ...kinetická energie

$m$ ...hmotnost písku

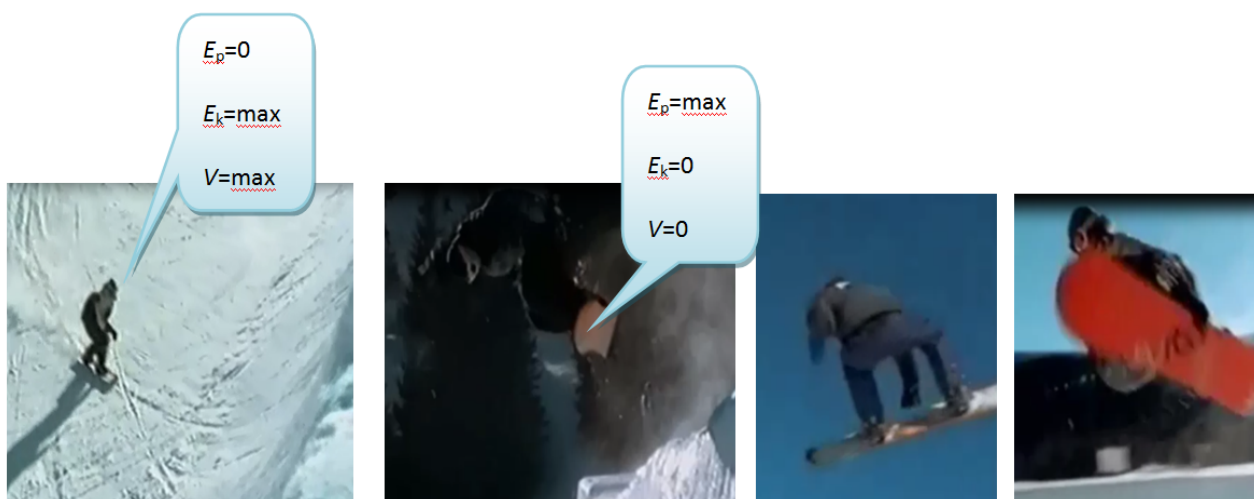
$v$ ...rychlost padajícího písku

$E_k$  se v okamžiku dopadu rovná 40 000 J, hmotnost  $m$  známe z předešlého výpočtu a člen  $v$  ... rychlost písku, ta se dá úpravou vztahu (8) vyjádřit:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m}}$$

Po číselném dosazení vychází dopadová rychlost  $v$  6 m.s<sup>-1</sup> (21 km.h<sup>-1</sup>). Otík má obrovské štěstí, písek sice padá docela velkou rychlostí, ale skládá se z malých zrníček, které se rozloží po celém jeho těle. Pan Pávek mu říká: „Bejt tam kámen, tak seš mrtvej, i hovado je chytřejší.“ Kámen by při pádu působil ostrými ploškami na jeho tělo (bodové působení) a při nárazu do hlavy by ho mohl zabít. Zákon popisující přeměny energie se jmenuje zákon zachování energie. (více o něm v další kapitole)

### 3.5 Snowboardáci



3. 10 Rozložení energie na rampě.

Proč pokaždé vystoupají do stejné výšky?

Snowboardaci také využívají zákona zachování energie, který přesně zní:

**„Jednotlivé druhy (formy) energie se mohou v izolované soustavě vzájemně přeměňovat, ale celková energie izolované soustavy se během času nemění.“** Viz [10].

Při jejich pohybu se přeměňuje energie kinetická v potenciální a naopak. V nejnižším místě rampy, to je uprostřed, je potenciální energie  $E_p$  rovna nule a naopak kinetická energie  $E_k$  maximální. Díky ní mají snowboardáci největší rychlost  $v$ . Naopak v největším místě výskoku nad rampou mají potenciální energii  $E_p$  maximální a kinetickou  $E_k$  rovnu nule. V tomto místě se na zlomek času zastaví. Jak je ale možné, že vyjedou pokaždé do stejné výšky? Ve znění zákona se vyskytuje slovo izolovaná soustava, v níž není žádná energie přijímána z okolí, ani není do okolí odevzdávána. Snowboardáci ale překonávají tření a odporovou sílu prostředí. Při pohybu na rampě, jak ukazují obrázky ze scénky, natahují a pokrčují kolena, čímž konají práci a kompenzují tím uvedené ztráty.

### 3.6 Jáchyme, hod' ho do stroje



3. 11 Jak velký úhel  $\alpha$  je potřeba, aby auto skončilo v rybníku?

Síly působící na kolo vozu.

Ve filmu se inženýři spletli v kondiciogramu a jako omluvu odevzdávají rodině Koudelkové osobní automobil Tatra 603. Během scénky při mávání se auto samo rozjede a skončí v rybníku. Jana Františkovi říká: „To bychom si mohli někam vyjet.“ On jí odpovídá: „Tak jo a kam?“ Na to mu Jana odpovídá: „Třeba někam k vodě.“ Bohužel auto si mezitím k vodě vyjelo samo bez nich. Auto při předávání nikdo nezabrzdl a ze scénky je vidět velký kopec, na kterém auto stojí. Zde by se obrázek s rozkladem sil do úvodního obrázku dělal špatně, tak jsme ho vytvořili v programu geogebra. Na kolo působí tři síly, kolmá tlaková od podložky  $F_n$ , síla valivého odporu  $F_o$  a síla tíhová  $F_G$ , ta se rozkládá do sil  $F_1$  a  $F_2$ . Ve směru kolmém na nakloněnou rovinu síly  $F_2$  a  $F_n$ , mají stejnou velikost, ale opačný směr, takže se vyruší. To zda se auto rozjede, závisí pouze na silách  $F_1$  a  $F_o$ . Mohou nastat tyto tři případy:

$F_1 = F_o$  auto stojí, síly jsou v rovnováze – z této rovnosti odvodíme mezní velikost úhlu

$F_1 > F_o$ ... auto sjíždí dolů z kopce

$F_1 < F_o$ ... auto stojí na kopci

Proti pohybu auta po nakloněné rovině působí síla valivého odporu  $F_o$  (síla odporová).

Příčinou vzniku valivého odporu je deformace podložky, po níž se těleso valí. Velikost odporové síly při valení je dána vztahem:

$$F_o = \xi \cdot \frac{F_n}{R} \quad (9)$$

kde:

$\xi$  ...rameno valivého odporu

Jednotkou ramene valivého odporu je metr a jeho velikost závisí na materiálech valícího se tělesa (v místě styku s podložkou) a podložky.

$R$ ...poloměr kola

$F_n$ ...kolmá tlaková síla na podložku, tu určíme ze vztahu (10):

$$F_n = F_2 = m \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (10)$$

kde:

$m$ ...hmotnost auta

$g$  ... gravitační zrychlení

Pomocí goniometrických funkcí a vyjádřené tlakové síly můžeme odporovou sílu napsat tímto vztahem:

$$F_0 = \xi \cdot \frac{m \cdot g \cdot \cos \alpha}{R} \quad (11)$$

Síla  $F_1$  je složka tíhové síly  $F_G$ , rovnoběžná s nakloněnou rovinou. Pro její velikost platí vztah:

$$F_1 = m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (12)$$

Vrátíme-li se do rovnosti, ze které jsme vyšli, můžeme určit mezní úhel  $\alpha$ .

$$F_1 = F_0 \quad (13)$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = \xi \cdot \frac{m \cdot g \cdot \cos \alpha}{R} \quad (14)$$

Po vykrácení:

$$\sin \alpha = \xi \cdot \frac{\cos \alpha}{R} \quad (15)$$

Použijeme-li při převodu goniometrických funkcí vztah:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad (16)$$

dostaneme pro úhel  $\alpha$  výsledný vztah:

$$\tan \alpha = \frac{\xi}{R} \quad (17)$$

Rameno valivého odporu  $\xi$  mezi pískem a pneumatikou je 0,015, viz [17]. Poloměr kola  $R$  u auta

Tatra 603 je 0,2 m viz [18]. Po dosazení vychází velikost mezního úhlu  $\alpha$  rovna  $4^\circ 17'$ .

Nyní si uvedeme dva filmy za sebou a poté si objasníme, jaký fyzikální jev je spolu spojuje.

### 3.7 Šet medvědů s Cibulkou



3.12 Pečlivá uklízečka



Padající inspektor klouže přímo do ředitelny



Pokus první hasicí přístroj



Pokus druhý-  
piliny

**Nespojuje je tření?**

### 3.8 Sám doma



3. 13 Kevin poléva schody-podaří se mu sluzavka- zloděj na schodech



Doma skluzavku neudělá,tak zkusí asfalt, co se stane?



Pan Cibulka v roli školníka, uklízečky a kuchařky v jedné osobě navodil tření nevědomky, Kevin naopak při ochraně svého domu s ním pracuje záměrně. On o tření ve svých osmi letech ví hodně, i když popsat třecí sílu by asi ještě nezvládl. Na čem závisí tření, to krásně ukazují scénky a z nich vybrané obrázky. Třecí síla se dá vypočítat podle vztahu:

$$F_t = f_s \cdot F_n \quad (18)$$

Kde:

$F_t$ ...síla třecí

$F_n$ ...kolmá tlaková síla

$f_s$ ... součinitel smykového tření

Velikost třecí síly nezávisí na obsahu styčných ploch. Třecí síla je tím větší, čím větší je velikost kolmé tlakové síly, kterou na sebe tělesa vzájemně působí. Velikost třecí síly závisí na materiálech stykových ploch, tuto závislost vyjadřuje ve vzorci součinitel smykového tření  $f_s$ . Ten je právě ve všech scénkách jiný. Velikost součinitele závisí na materiálech stykových ploch těles a je vždy menší než 1. Součinitel smykového tření nemá žádnou fyzikální jednotku, je udán jen číselnou

hodnotou. Nyní popíšeme scénky a porovnáme je mezi sebou. Na prvním obrázku pečlivá uklízečka uklízí podlahu a Kevin polévá schody vodou (venku je mráz). Důsledky ukazují další obrázky. Pan inspektor, jakmile stoupne na podlahu, jede rovnou do ředitelny. Zloději, jakmile stoupnou na schody, letí okamžitě dolů. V obou případech je součinitel smykového tření roven skoro nule. Pan školník dostane příkaz, aby s tím něco udělal. Napadne ho skvělý nápad, použít hasicí přístroj. I Kevin má podobný nápad, natře schody asfaltem, oba dva mají naopak součinitel smykového tření roven skoro jedné (asfalt – boty, pěna – bota), proto se na nich nedá skoro jít a navíc se ještě lepší. Aby se nenaplnila slova pana ředitele: „Nechci mít z dětí slepenec,“ musí pan Cibulka posypat chodbu pilinami. Ty mají součinitel 0,5, pak teprve se dá po podlaze chodit.

### 3.9 20 000 tisíc mil pod mořem



3. 14 Ponorka Nautilus se potápí stále hlouběji a hlouběji, nakonec dosáhne úctyhodné hloubky 16 000 m, zvládne to?

Ponorka Nautilus se ve filmu potopila do obrovské hloubky, sám kapitán Nemo říká: Jsou hranice, za kterými člověk, přes svou marnou snahu, nemůže přežít. Přesáhli jsme je o pět tisíc stop, teď jsme hlouběji, než byl kdokoli před námi.“ Předloha tohoto díla říká, že se ponorka potopila do hloubky 16 000 m, viz [26]. Na ponorku působí hydrostatický tlak, ten taky rozhodne o otázce, zda by se mohl Nautilus tak hluboko potopit. Hydrostatický tlak způsobuje tíha kapaliny, tu vyvolává tíhová síla Země, která působí na částičky kapaliny. Roste s hloubkou ponoření a s hustotou kapaliny. Vzhledem k hloubce ponoru se dají rozměry ponorky zanedbat, z toho plyne, že tlak bude všude stejný. Hydrostatický tlak působící na Nautilus, popisuje vztah (19).

$$p = h \cdot \rho \cdot g \quad (19)$$

Kde:

$p$  ... výsledný hydrostatický tlak působící na Nautilus

$h$  ... hloubka ponoru; 16 000 m, viz [19].

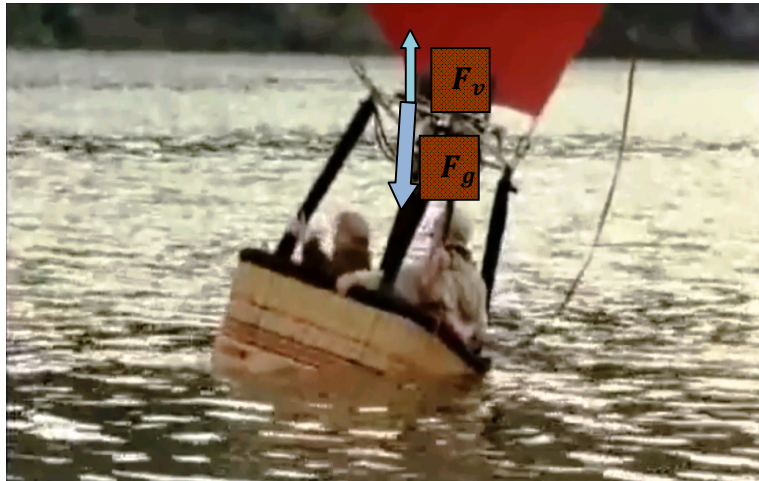
$\rho$  ... hustota mořské vody; 1020 kg. m<sup>-3</sup>, viz [20]

$g$  ... gravitační zrychlení; 10 m.s<sup>-2</sup>

Výsledný tlak působící na ponorku po dosazení do vzorce  $p = 16000 \cdot 1020 \cdot 10$  vychází 163 200 000 Pa  $\cong$  163 MPa. Takto obrovský tlak by ponorka velikosti Nautila nevydržela. Tlak by ji roztrhal. Navíc místo hluboké 16 000 m neexistuje, což Jules Verne v době, kdy své dílo napsal (předloha filmu), vědět nemohl. Nejhlubší místo na Zemi má hloubku 10 994 metrů a jmenuje se Mariánský příkop. První jaderná ponorka vyrobená v roce 1954 nese jméno Nautilus.

Zajímavosti: Ponorky jako Nautilus se dnes dokážou potopit do hloubky kolem 400m, např. ponorka Pelsylvánia (největší ponorka USA) má maximální hloubku ponoru 250 m, viz [21].

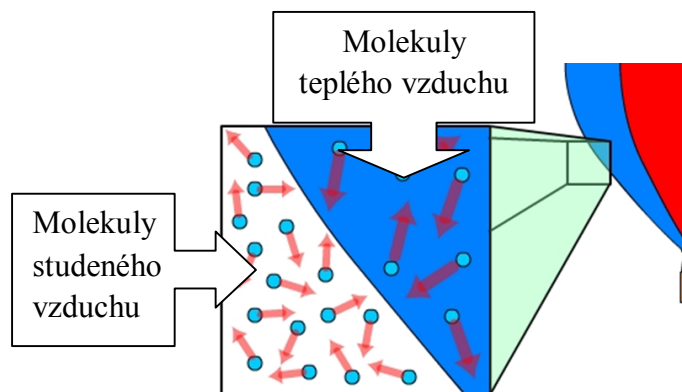
### 3.10 Vratné lahve



3. 15 Pepa vymyslel k výročí svatby krásné překvapení- výlet balonem, bohužel se výlet úplně nepovedl. Zvládnou se zachránit před utopením?

Tuto scénku uvozuje hlášení Orla: „Topte, nebo se utopíte.“ Pepa mu oznamuje: „Nechce to hořet, nechce to hořet.“ Proč je hoření pro balon tak důležité? Tuto otázku vysvětlíme pomocí principu balonu. Na balon působí dvě síly- vztlačová a tíhová. Je to praktická aplikace Archimédova zákona: Těleso (balon) ponořené do tekutiny (studený vzduch) je nadlehčováno silou, která je stejně velká jako tíha tekutiny (studeného okolního vzduchu) tělesem (balonem) vytlačené, viz [2].

Velikost vztlačové síly se tedy rovná rozdílu mezi tíhovou silou teplého plynu v balonu a tíhovou silou jím vytlačeného studeného vzduchu. Z toho vyplývá, že nosnost balonu bude tím větší, čím



3. 16 Rozdílné hustoty ilustrační obrázek viz[22].

větší bude rozdíl hustot – teplého plynu v balonu a studeného vzduchu v okolí balónu, viz obrázek. Dále jeho nosnost ještě závisí na jeho objemu. Plyny jsou od sebe odděleny neprodyšnou a pevnou elasticou tkaninou. Je-li balon naplněn plynem, který bude mít menší hustotu než okolní studený vzduch, pak bude mít snahu stoupat (podobně jako bublinky kyslíčnicku uhličitého v sycených nápojích) a při dostatečném objemu balonu ho dokonce zvedat vzhůru.



3. 17 Archimédův zákon pro balón viz[23].

Bude pro něj platit vztah:

$$F_{vz} = F_{Gb} + F_{Gp} \quad (20)$$

$$g \cdot \rho \cdot V = g \cdot \rho_p \cdot V + g \cdot m_b$$

Po vykrácení:

$$\rho \cdot V = \rho_p \cdot V + m_b$$

Po úpravě

$$m_b = (\rho - \rho_p) \cdot V$$

Rozdíl hustot

Kde:

$F_{vz}$ ... vztlková síla

$F_{Gb}$ ... tíhová síla balonu

$F_{Gp}$ ... tíhová síla plynu uvnitř balonu

$g$ ... gravitační zrychlení

$\rho$ ... hustota vzduchu (okolního)

$\rho_p$ ... hustota vzduchu uvnitř balonu

$V$ ... objem balonu (pro zjednodušení zanedbáváme koš a posádku)

$m_b$ ... hmotnost balonu

K plnění balonů, jejichž obal sestává například z polyesterové hedvábné tkaniny s vetkanou zpevňující mřížkou opatřenou akrylátovou nebo polyuretanovou folií, je pak možno použít:

plyn	výbušný vodík	netečné, ale drahé helium	výbušný svítiplyn	horký vzduch
<b>nosnost 1 m<sup>3</sup> plynu v kg</b>	1,14	1,05	0,63	0,17 – 0,23

Tabulka 2 Nosnosti plynů, viz [23].

Vzduch je obvykle ohříván na teploty mezi 80 a 100 °C. Nakonec se Pepovi a jeho ženě díky zapalovači podaří hořák zapálit a opět se vznést.

### 3.11 Obecná škola



3. 18 Proč se fakírovi nic nestane?

„Fakír bývá zpravidla vyhublý muž o hmotnosti asi 60 kg, který si lehne na lůžko, jež představuje 900 hřebíků, jejichž hroty jsou poněkud upraveny, takže po dotyku s tělem je styčná ploška jednoho hřebíku asi 2 mm<sup>2</sup>“, viz [24].

Fakíra ze scénky odhadujeme na 70kg. Jakým tlakem působí hřebíky na jeho tělo? Tlak vypočteme podle vztahu:

$$p = \frac{F}{S} \quad (21)$$

Kde:

$p$ ... vyvolaný tlak

$F$ ...působící síla; 700N

Hmotnost fakíra odhadujeme na 70kg. Tomu odpovídá tíhová síla  $F = 700\text{N}$  ( $F = m \cdot g$ ).

$S$ ...plocha, 0,0018m<sup>2</sup>

Celkovou styčnou plochu, mezi tělem fakíra a lůžkem z hřebíků, vypočteme vynásobením počtu hřebíků s plochou jednoho hřebíku -  $900 \cdot 2 = 1800 \text{ mm}^2 = 0,0018\text{m}^2$ .

Po dosazení do vztahu (22) vyjde tlak přibližně 0,4 MPa.

Zajímavost: Kdyby nám na nohu stoupl slon, vyvolá tlak 0,08 MPa, kdyby naopak na nohu stoupl někdo s ostrým podpatkem, tak vyvolá tlak 3 MPa, viz [38]. Mnohonásobně těžší slon vyvolá tlak čtyřicetkrát menší než podpatek.

### 3.12 Vesničko má středisková



3. 19 Pan Pávek jede pro doktora

U kombajnu se  
stal malér,  
přejeli  
Drápalíka.



3. 20 Opravdu kombajn přejel Drápalíka?



3. 21 Socha  
Drápalíka-  
vznikla na poli?

„To něco uvidíte, Drápalík si lehl pod kombajn na břicho a chtěl si posvítit baterkou na převody. V tom na něj Turek nacouval předním kolem, a když jsme na něj volali, máš tam chlapa, tak ho převálcoval ještě jednou cestou nazpátek. Pojd'te se podívat, pane doktore, to něco uvidíte.“ Údiv pana doktora, poté co viděl Drápalíka a jeho komentář: „To není možný.“ Má pan doktor pravdu? Na to se pokusíme najít odpověď v následujících řádcích. Na tuto scénu se podíváme z více stran. Nejdříve si vypočítáme tlak, kterým na Drápalíka působil kombajn. V druhé části se pokusíme zjistit, jak velkou silou by musel kombajn působil, aby ho zatlačil celého do půdy. Pro výpočet působícího tlaku použijeme vztah (22).

$$p = \frac{F}{S}$$

Kde:

$p$ ... vyvolaný tlak kombajnem na Drápalíka

$F$ ...působící síla na Drápalíka je 23000 N.

Jeho hmotnost je 5900 kg a s lištou je to o 980 kg více. Celková hmotnost kombajnu je 6880 kg, viz [25]. Tomu odpovídá tíhová síla 68800 N ( $F = m \cdot g$ ). Na přední nápravu připadají  $\frac{2}{3}$  této síly, čili  $\frac{2}{3} \cdot 68800 \cong 46000$  N, na jedno kolo přední nápravy to bude polovina 46000/2= 23000 N.

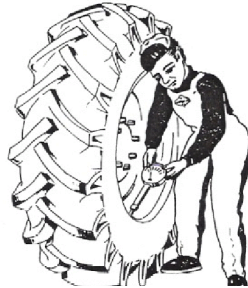
$S$ ...styčná plocha mezi kolem a tělem Drápalíka je 0,15 m<sup>2</sup>.

Ze scénky, kdy Drápalíka kontroluje lékař, můžeme odhadnout, na jakou šířku zad kombajn působil - přibližně 30 cm (0,3 m). Šířka pneumatiky je 50 cm (0,5 m), viz [25]. Celkovou styčnou plochu dostaneme vynásobením těchto dvou hodnot; tedy 0,5·0,3= 0,15 m<sup>2</sup>

Nyní už můžeme zjistit výsledný tlak působící na Drápalíka, dosadíme do vztahu (22).

$$p = \frac{F}{S} = \frac{23000}{0,15} = 153333 = 0,15 \text{ MPa} -$$

tlak vyvolaný celou šířkou pneumatiky. Na obrázku jsou vidět šípky, které plochu zmenšují, odhadem plochu v novém výpočtu zmenšíme na jednu třetinu.



3. 22 Kolo kombajnu viz[25].

$$p = \frac{F}{S} = \frac{23000}{0,05} = 460\,000 \text{ Pa} = 0,46 \text{ MPa}$$

Nyní tento tlak porovnáme s tlakem, který je schopný přežít člověk, bez následných komplikací. Člověk se může potopit do hloubky 80m, viz [19] v této hloubce podle vztahu (19) na něj působí tento tlak:

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

Kde:

$p$  ... výsledný hydrostatický tlak (? Pa) působící na člověka

$h$  ... hloubka ponoru; 80 m,

$\rho$  ... hustota vody; 1000 kg. m<sup>-3</sup>

$g$  ... gravitační zrychlení; 10 m.s<sup>-2</sup>

$$p = 80 \cdot 1000 \cdot 10 = 800\,000 \text{ Pa} = 0,8 \text{ MPa}$$

Při výpočtu vyšel tlak 0,3 MPa, bez obtíží vydrží člověk pod vodou tlak 0,8 MPa  $\implies$  **Drápalík by to opravdu přežil.** Nyní se ale ještě podívejme na druhou stránku této scénky. Výsledný tlak kombajnu by mu nic neudělal.



**3. 23 Otisk Drápalíka po přejetí kombajnem.**

Jak velkou silou by musel na něj kombajn tlačit, aby ho zatlačil, jak ukazuje tento obrázek?

Abychom na tuto otázku byli schopní najít odpověď, učinili jsme fyzikální experiment v terénu, přímo na poli. K pokusu jsme použili traktor Zetor 7745, prkno o průměru 580 mm a dva svinovací metry. Drápalíka kombajn přešel v noci, a proto i náš experiment se uskutečnil večer. Vzorky pro porovnání máme tři - úplně suchý terén – méně suchý – mokřejší terén, více mokrá už by byl problematický, neboť by mohlo dojít k zapadnutí traktoru a ani kombajn, který je o hodně těžší by na něm jet nedokázal. Z pokusu zjistíme, jak hluboko zatlačí desku traktor. Poté trojčlenkou vypočteme, jak velkou silou by musel na Drápalíka působit kombajn, aby ho celého zatlačil do hloubky přibližně 20 cm. Následující snímky jsme nafotili během experimentu.



**3. 24 Zadní kolo traktoru na dřevě.**

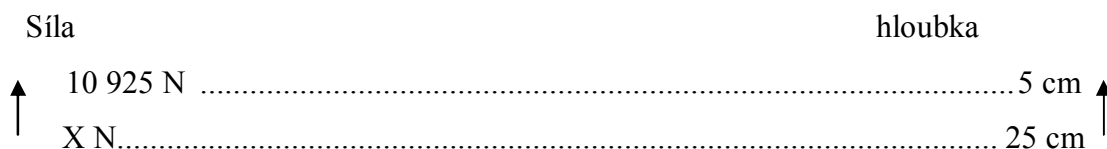


**Promáčklina, způsobená zetorem. Bližší záběr na hloubku promáčknutí.**



Vezmeme přibližnou hloubku 50mm (5 cm). Z technické příručky k Zetoru 7745 určíme sílu připadající na zadní kolo traktoru; Na zadní nápravu připadá 21880 N na obě kola, z toho na jedno kolo 10 925 N.

Nyní sestavíme trojčlenku, jedná se o přímou úměrnost.



$$\frac{x}{10925} = \frac{25}{5}$$

$$x = 5 \cdot 10925$$

$$x = 54\,625\text{ N}$$

Síla, kterou musí vyvinout kombajn na zatlačení celého Drápalíka, vychází přibližně 55 000 N, ta se ale nerovná síle, kterou kombajn působí. Z předchozího výpočtu víme velikost působící síly, ta nám vyšla 23000 N, o polovinu méně. **Kombajn by Drápalíka zatlačit nejspíš nedokázal.** Šlo by to v bahnitě až kašovité půdě, ale v té by sám zapadl a mlácení úrody by v ní bylo nereálné. Dáme-li vše dohromady, tak tato scéna reálná není, Drápalík by musel mít aspoň pohmožděniny, které na prohlídce nemá. Navíc na obrázku 3.22 chybí okolo otisku Drápalíka otisk kol pneumatiky kombajnu. Lidé, kteří přejezd od kombajnu přežili, podle článku na internetu existují. „To snad není pravda! Drápalík skutečně existuje! Příběh kombajnem přejeté, a přesto přeživší filmové postavy z komedie Vesničko má středisková se stal realitou.“ [39] Bohužel ale většina končí tragicky. Na závěr citace z rozhovoru s představitelem Drápalíka panem Hrušínským: „A co film Vesničko má středisková, když vás jako družstevníka Drápalíka přejezd kombajn? To už musel být trik. „Ano, spočíval v tom, že celou moji postavu udělali ze sádry a mě do ní při děláni odlitku úplně pohřbili. Pro mě bylo právě tohle horší, než kdyby mě ten kombajn přejezd doopravdy. Nikomu bych to nepřál.“ Viz [40]. Z rozhovoru zjišťujeme odpověď na poslední otázku, kterou jsme ještě nezodpověděli. Kde vznikla socha? Na poli určitě ne.

### 3.13 Snowboardáci



3. 25 Jáchym v jámě.

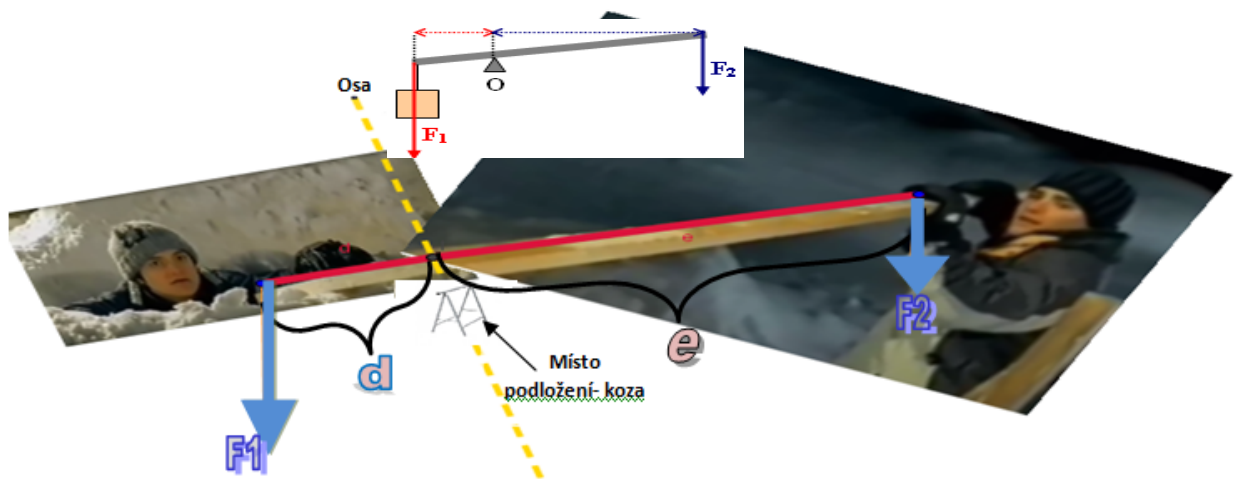


3. 26 Rendy připravuje páku.



Rendy v akci.

Při seskoku spadne Jáchym do díry na uhlí. Rendy ho musí nějak vytáhnout ven. V prvním pokusu dostat Jáchyma ven použije Rendy dvojzvratnou páku. To není špatný nápad. V čem spočívá princip páky a proč se to nakonec nepovede?



3. 27 Fyzikální popis páky.

Pro páku, jakou vymyslel Rendy, platí vztah:

$$F_1 \cdot d = F_2 \cdot e \quad (22)$$

Kde:

$F_1$ ...síla; tíha Jáchyma

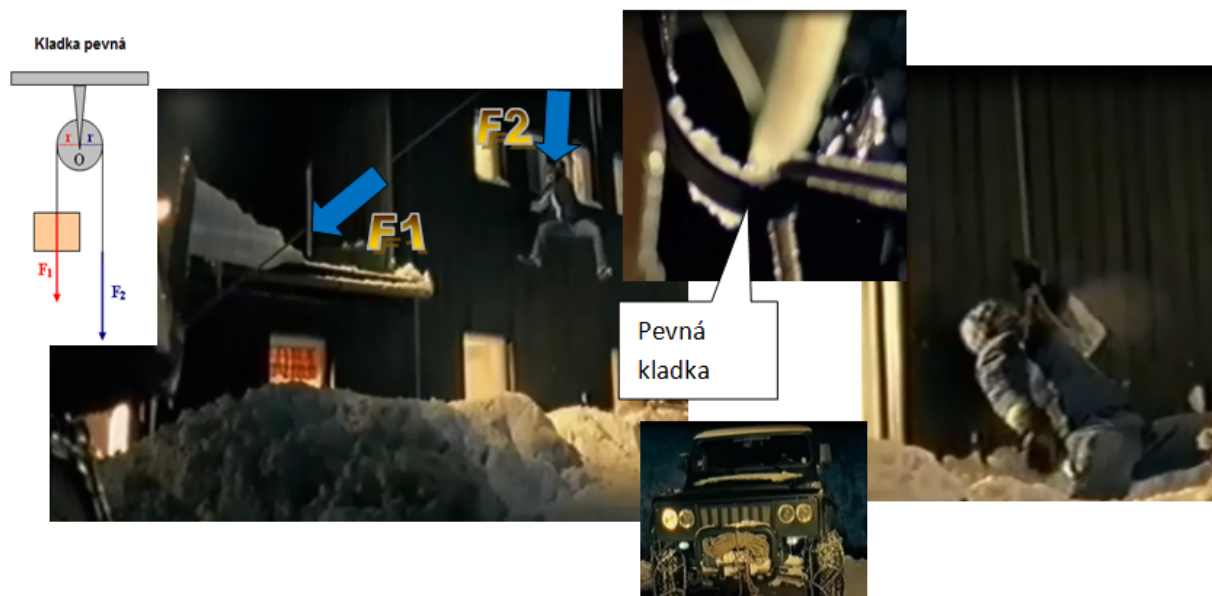
$d$ ...vzdálenost Jáchyma od osy otáčení (tedy od kozy)

$F_2$ ...síla, jakou působí Rendy

$e$ ...vzdálenost Rendyho od osy otáčení (tedy od kozy)

Rendyho nápad nebyl špatný, kdyby nepoužil dřevo, které to nevydrželo, ale použil třeba železnou tyč, tak by ho vytáhl.

Při druhém pokusu, který nakonec napodruhé vyšel, použili kladku.



3. 28 Pokus druhý- kladka.

Na rozdíl od pokusu s pákou už to Rendy sám nezvládne a bere si na pomoc terénní vůz. Pevnou kladkou použije k správnému nasměrování vytahovací síly, které díky autu mají dostatek. Na jednom konci lana je zvedané břemeno-Jáchym. Na druhý konec působí auto silou, jejíž velikost je stejná, jako je tíhová síla Jáchyma. Kdyby na konci působil silou Rendy sám, tak by ho nevytáhl. Kladka na rozdíl od páky sílu nemění. Pro kladku platí vztah:

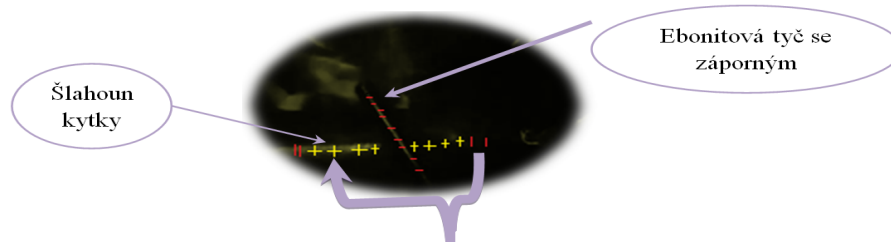
$$F_1 \cdot r = F_2 \cdot r \quad (23)$$

Po vykrácení poloměru  $r$  vychází rovnost sil  $F_1 = F_2$ .

### 3.14 Adéla ještě nevečeřela



Carter si v posledním okamžiku vzpomene na slova svého učitele fyziky: „Tře-me-li ebonitovou tyč, žáku Cartre....“ Zda tření ebonitové tyče opravdu pomůže a co se stane, objasníme v následujícím textu. Elektrický náboj je základní vlastnost částic, z nichž se skládají věci kolem nás. Základní stavební kámen našeho světa -atom -se skládá z malého jádra, v němž jsou protony a neutrony a v jeho okolí obíhají elektrony. Elektron je nositelem záporného náboje, proton kladného, neutron nenese žádný náboj. Carter třením ebonitové tyče liščím ocasem na ní vytvoří přebytek záporného náboje, tento jev se nazývá **zelektřizování tělesa**. Květina je sice elektricky neutrální, ale je v podstatě vodič. Ve vodiči se náboje (elektrony ve valenční vrstvě) mohou volně pohybovat. Přiloží-li k ní Carter záporně nabitou ebonitovou tyč, tak dojde na rostlině k odpuzování záporných nábojů (elektronů) a v místě přiblížení vznikne na rostlině přebytek kladného náboje. Vznikne tak



3. 30 Carter přikládá ebonitovou tyč ke kytky.

na rostlině indukovaný náboj a celý tento jev pak se nazývá **elektrostatická indukce**. Díky tomuto rozdělení náboje vznikne mezi kytkou a tyčí **napětí  $U$**  (vytváří se všude, kde nastane nerovnoměrné rozmístění dvou rozdílných nábojů). Opačně nabité náboje chtějí spolu splynout a vytvořit tím rovnovážný stabilní stav. Pokud je napětí dostatečně vysoké, tak dojde k proražení cesty, kterou se přebytky nábojů vyrovnají. Tento vyrovnávací tok nábojů se obecně nazývá elektrický proud  $I$ . V případě toku proudu v plynu, ve filmu se jedná o vzduch, ho nazýváme výbojem, který je zachycen na úvodním obrázku vpravo. Výboj ve filmu považujeme za záměrně zveličený.

### 3.15 Slunce seno a pár facek



3. 31 Co se stane, když sepne vypínač? Je možné, aby od Pepy litaly takové jiskry? Po výskoku jiskry zmizí, Proč?

Sepnutím spínače vznikne v ohradníku, který má na sobě Pepa, napětí  $U$ . Na vodiči se tedy vytvoří přebytek náboje vůči zemi. Ten se přenesou kontaktem s cívkou na tělo Pepy a dále přes jeho boty se pak náboj svádí do země. Náboj má totiž snahu se někde vyrovnat. K vyrovnání náboje může dojít tam, kde je izolační schopnost nejnižší. To ukazují ony jiskry, které jsou ve filmu záměrně zveličené, aby ukázaly pocíťovanou bolest, kterou Pepovi výboje způsobují. Jiskry, které od něj lítají, by normálně nevznikly, neboť velikost použitého napětí mezi ním a zemí je příliš nízké na takovou velikost jisker. Proč při výskoku jiskry zmizí, vysvětluje definice elektrického proudu: „**Elektrický proud je současný pohyb volných elektronů po celé délce vodiče, který nastane v okamžiku uzavření elektrického obvodu.**“ Viz [9]. Tím, že Pepa běhá a snaží se skákat, tak dochází k okamžikům, kdy se nachází ve vzduchu, čímž přerušuje výboj a proud mezi ním a zemí neprochází. Nachází-li se Pepa ve vzduchu, (nebo cívka na jeho zádech nadskočí), tak není **uzavřen** obvod mezi ním a zemí.

Zajímavost: ohradníky

Na ohradník je zavedeno vysoké napětí (v řádech tisíců voltů) s vysokým omezením hodnoty proudu, a tudíž je celý ohradník bezpečný. Proud je veden v impulzech pro zajištění možnosti odstoupit od ohradníku při styku s vodičem (jak pro zvíře, tak pro člověka).

3500 V	2000 V	1500 V	1000 V
			

3. 32 Hodnoty napětí v ohradnicích, podle druhů zvířete, viz[27].

### 3.16 Medicopter 117



3. 33 V čem spočívá defibrilace, která je poslední šancí zvrácení smrti?



Displej defibrilátoru.

Lékař Michael v Medicopteru se ptá zdravotního bratra Petra: „Nabito?“ Hned jak uslyší ano, řekne: „Všechno pryč, pal!“ Defibrilátor je lékařský přístroj schopný za pomoci elektrického impulsu obnovit funkci srdce. Srdce si samo vytváří a rozvádí elektrické vzruchy, které vyvolávají jeho stahy. Kromě toho jeho činnost ještě nepřímo řídí nervová soustava. Nejčastější příčinou zástavy srdce je velmi rychlé, nepravidelné a jemné kmitání srdečních komor, tzv. komorová fibrilace. Tato porucha vede k zhroucení oběhu krve a ztrátě vědomí. Tuto nebezpečnou situaci lze během okamžiku zvrátit pouze pomocí velmi silného elektrického impulsu, který chaotickou elektrickou aktivitu srdce zastaví. O to se snaží Michal v dané scéně v záchranném vrtulníku-pomocí defibrilátoru. Jeho základním prvkem je kondenzátor, tedy jednoduše řečeno „nádobu“ sloužící ke shromažďování elektrického náboje. Jeho konstrukce je velmi jednoduchá, jsou to dvě navzájem izolované kovové desky nebo kovové fólie. Je-li přiveden na jednu desku elektrický náboj  $Q$ , vytvoří se elektrostatickou indukcí na druhé desce stejně velký opačný náboj. Mezi deskami vznikne homogenní elektrické pole, které je tím silnější, čím větší náboj se na deskách shromáždí. Opačné náboje na deskách se navzájem přitahují. Jejich vybití zabraňuje dielektrikum, jež se nachází mezi deskami kondenzátoru. Tím vzniká „jakýsi“ jednoduchý zdroj elektrického proudu. Pro kapacitu kondenzátoru platí vztah:

$$C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d} \quad (24)$$

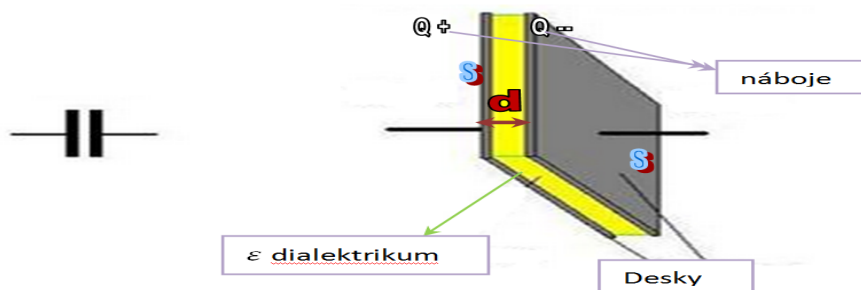
Kde:

$C$ ...kapacita, která je fyzikální veličinou, vyjadřující „schopnost“ vodiče shromáždít (naakumulovat) určité množství náboje.

$S$ ...plocha desek

$d$ ...vzdálenost mezi deskami

$\epsilon$ ...koeficient vyjadřující kvalitu dielektrika

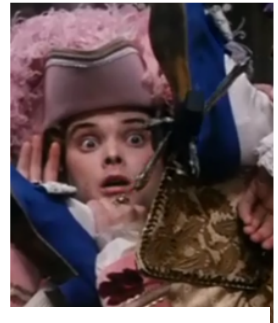


3. 34 Kondenzátor schéma.

Michal přiložením desek přístroje (elektrod) na hrud' pacientky a následným vybitím kondenzátoru přes její tělo vyvolá prudkou svalovou reakci, která je krásně vidět na videu. Tento zásah ve většině případů obnovuje činnost srdce.

Zajímavost: V roce 1956 Paul Maurice Zoll provedl první úspěšnou externí defibrilaci, viz [41]. V roce 1962 profesor B. Leška z IKEMU sestrojil první použitelný přenosný bateriový defibrilátor, viz [42].

### 3.17 S čerty nejsou žerty



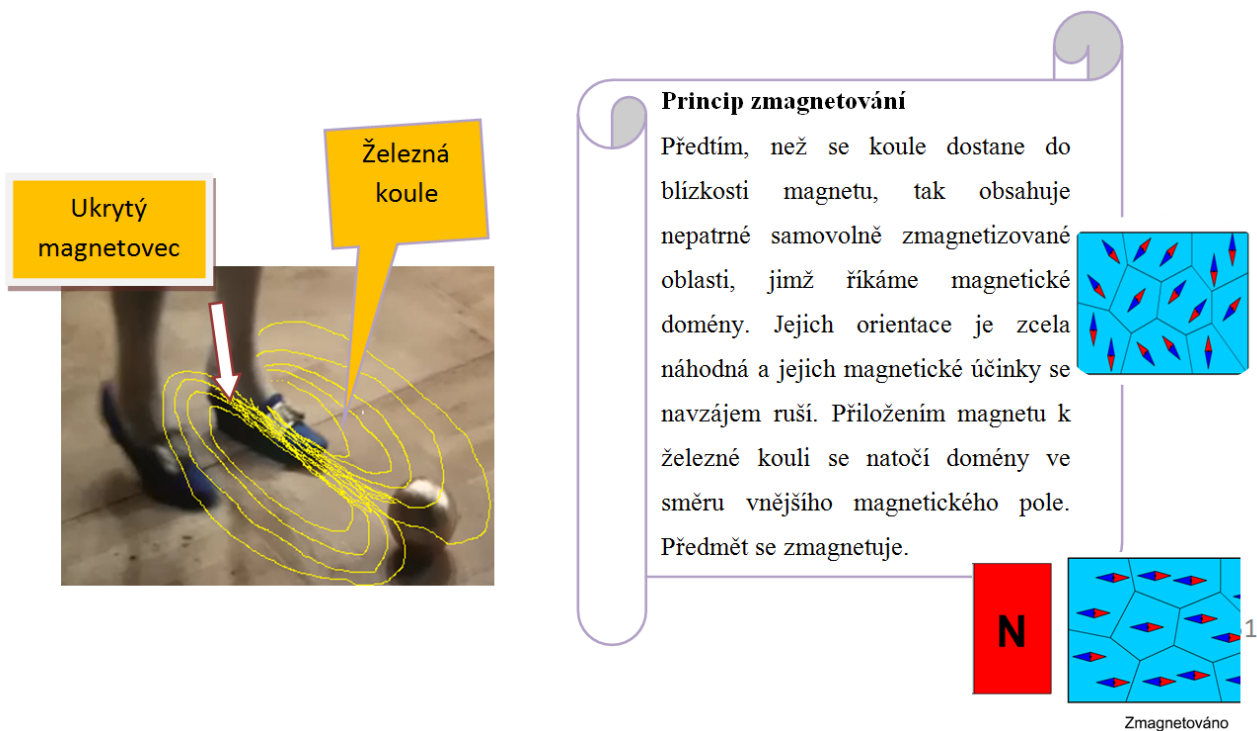
3. 35 Princ se snaží utéct před koulí a nemůže. Přiblíží-li se ke stolu, přibory začnou létat a skončí až v jeho botě. Jaká mocná fyzikální veličina toto všechno může způsobit?

Koule, jež má spravedlivě rozhodnout o princezně, je ze železa. Pan správce ji pouze slabounce pozlatil, což má na výsledný jev zanedbatelný vliv- díky tenkosti pozlacení. Princ dostane do boty magnetovec, ten je příkladem přirozeného magnetu. Každý magnet má dva póly - severní N (north) a jižní S (south). Magnet okolo sebe vytváří magnetické pole. Magnetické pole sice nemůžeme přímo pozorovat, ale můžeme je znázornit pomocí křivek nazývaných magnetické indukční čáry. Ty, dle úmluvy, vycházejí ze severního pólu a končí v jižním pólu.

Přibližujeme-li k magnetu předměty z různých materiálů, zjistíme, že na některé z nich magnetické pole působí a na jiné nepůsobí vůbec. Podle magnetických vlastností se látky rozdělují do těchto skupin:

- Diamagnetické – velmi nepatrně zeslabují magnetické pole a nedají se zmagnetovat. Patří sem např. voda
- Paramagnetické – velmi nepatrně zesilují magnetické pole a nedají se zmagnetovat, patří k nim např. vzduch, kyslík.
- Feromagnetické látky – i slabým magnetickým polem se snadno zmagnetují, značně zesilují magnetické pole.

Patří sem železo a železná je právě koule, kterou hází princezna. Princ, místo aby na kouli počkal a dostal za ženu princeznu, začne před koulí utíkat. Magnetické pole, které vytváří magnetovec ukrytý v botě, na kouli neustále působí. Díky zmagnetování ho koule nakonec dohoní a přimkne se k magnetovci, což je v ukázce krásně slyšet.



### 3. 36 Magnetického pole okolo nohy prince.

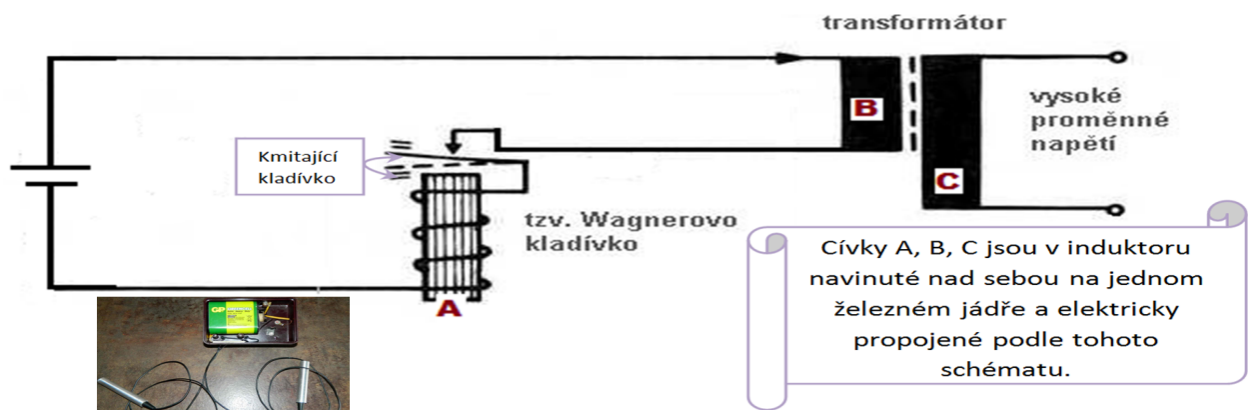
Na konci ukázky, ze které jsou poslední dva obrázky v úvodu, je popisována situace, kdy princové odnášejí nešťastného prince s magnetovcem a procházejí okolo stolu. Při průchodu okolo stolu magnetovec svým polem zmagnetizuje železné přibory a ty letí k botě prince. Celou tuto scénku považujeme za přehnanou. Magnetická síla působí výrazně jen na krátkou vzdálenost, přibory ze stolu tudíž zvednout nedokáže. Přitahování těžké železné koule z metrové vzdálenosti je též patrně nereálné, už i proto, že přírodní magnetovec nedosahuje vůči dnešním průmyslově vyráběným trvalým magnetům vysoké hodnoty intenzity magnetismu.

### 3.18 Pelíšky



3. 37 Není tato hračka nebezpečná? Jak velký proud přibližně jde do pana učitele? Proč se nic neděje, dokud se nechytnou?

Podle údajů, viz [31], daná hračka pracuje na principu induktoru, viz obrázek níže:



3. 38 Schéma induktoru, viz[30].

Při sepnutí spínače začne procházet elektrický proud. V jejím okolí se vytvoří magnetické pole a kladívko se přitáhne k jádru cívky. Při jeho vychýlení dojde současně k přerušení elektrického obvodu. Magnetické pole cívky zanikne a kladívko je pružinou vráceno do původní polohy. Tím opět sepne kontakty a uzavře elektrický obvod. Takto se děj stále opakuje a díky tomu primárnímu vinutí transformátorem protéká přerušovaný proud. Tím dochází k změně magnetického pole v transformátoru, a tak se může v jeho sekundární cívce naindukovat (dle Faradayova zákona) dostatečně vysoké napětí, umožňující už protlačit proud i lidským tělem, které má jinak poměrně vysoký elektrický odpor. Ve scénce elektrický proud způsobuje nedobrovolné stahy svalstva pana učitele, které jsou pociťovány značně bolestivě. To, že se pan učitel nedokáže pustit, způsobuje právě tento proud, jenž ochromuje jeho svalstvo. Toto ochromení se projevuje ještě navíc jeho třesem, kterému se směje paní učitelka (maminka Pěti). Teprve poté, co Pěťa uposlechne a vypne spínač, čímž přeruší obvod, může se pan učitel pustit. Pak dostane maminka od pana učitele jednu svorku a druhou drží on. Pěťa opět sepne spínač, ale nic se neděje. Oba se drží jednoho konce, ale oni sami propojení mezi sebou nejsou- není uzavřený obvod, kudy by mohl téci proud. K uzavření dojde, jakmile se spolu dotknou volnými rukama, což krásně ukazuje závěr scénky.

K odhadnutí velikosti proudu procházejícího panem učitelem použijeme Ohmův zákon. Ten se dá vyjádřit vztahem.

$$I = \frac{U}{R} \quad (25)$$

Kde:

$I$ ...procházející proud

$U$ ...napětí; Tento přístroj vytvářel napětí okolo 100V, viz [31].

$R$ ...odpor;

S odporem člověka je to složitější, ve výpočtech se používá hodnota 1000-10000  $\Omega$ , viz [43], u každého člověka se může lišit. Obecně se dá říci, že záleží na tom, jak vlhké ruce má ten, kdo svírá úchopové elektrody.

Nejprve dosadíme za odpor 1000  $\Omega$  a v druhém výpočtu 10000  $\Omega$  pro napětí použijeme 100 V. Proud, který nám vyjde, porovnáme s tabulkou účinku proudu na lidské tělo. Po dosazení do vztahu (26) dostáváme:

$$I = \frac{100}{1000} = 0,1A = 100 \text{ mA} \quad I = \frac{100}{10\,000} = 0,01A = 10 \text{ mA}$$

Porovnáme tyto hodnoty s tabulkou (2). Při hodnotě 100 mA by to pan učitel nepřežil. Panem učitelem by musel procházet proud okolo 10 mA, tedy hodnota život neohrožující. Tato hračka byla nakonec zakázána, a to z důvodu bezpečnosti. U lidí s poruchami srdce by mohlo dojít, jak ukazuje tabulka, až k zástavě.

Reakce organismu	Hodnota proudu
jazyk může být citlivý na proud	od 0,05 mA
práh vnímání	1mA
podráždění, stoupá krevní tlak	1 až 8 mA
stahování svalů, které lze ještě vůlí uvolnit	6 až 15 mA
křeč, nelze vůlí ovlivnit	15 až 20 mA
křeč dýchacího svalstva	25 mA
chvění srdeční komory, fibrilace, přechodná zástava srdeční činnosti (fibrilace - míhání srdečních komor provázené bezvědomím se zástavou srdeční činnosti nebo míhání srdečních síní provázené nepravidelnou srdeční činností)	60 mA
trvalá zástava srdeční činnosti	80 mA

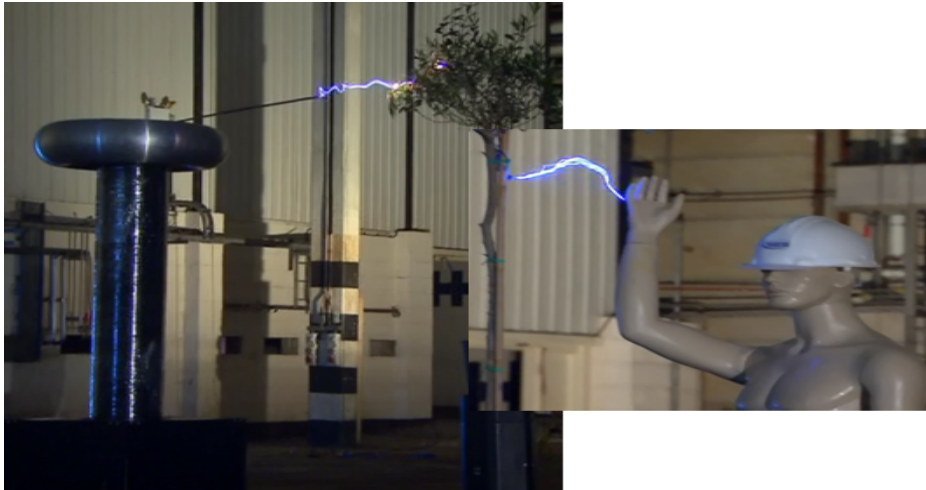
Tabulka 2 Účinky proudu na lidský organismus, viz [32].

### 3.19 Babička



3. 39 Příběh Viktorky.

Ve scéně vše začíná seskupováním bouřkových mračen. Náš obrázkový příběh začíná až prvním bleskem. Jakmile Viktorka zpozoruje začínající bouřku, udělá první velkou chybu. Ta spočívá v tom, jak ukazuje (obrázek č. 2), že Viktorka z údolí běží nahoru ke stromům do kopce. Proč se tato chyba Viktorce stane osudovou? Abychom na to dokázali odpovědět, musíme na chvíli opustit příběh a říci si něco o bouřce a doprovodných jevech v atmosféře. Pod pojmem bouřka rozumíme v meteorologii souhrn elektrických, optických a zvukových jevů. Jak dokázal už v roce 1752 B. Franklin, jsou blesky obrovské jiskrové výboje. Ty jsou způsobeny rozdílností nábojů, buď mezi dvěma mraky, nebo mezi mrakem a povrchem země. Spodní část mraku může mít přebytek elektronů, které ionizují vzduch i povrch země pod mrakem - přírodní forma elektrostatické indukce. Dochází k hromadění kladného náboje na povrchu země. Napětíový rozdíl mezi mrakem a zemí roste, až náhlý proud nabitých částic (blesk) vyrovná náboje mraku a země. Mezi mrakem a zemí vznikne výbojový kanál, jímž proteče během několika tisícín sekundy proud 20, až 50 kA, viz [9]. Hrom - zvukový efekt - vzniká prudkým zahřátím, spojeným s následným rozepnutím vzduchu v dráze blesku. Proč blesk vždycky předchází hromu? Jiskrový výboj je světelný jev, a proto se šíří rychlostí světla  $300\,000\text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ . Hrom naopak je zvukový jev a šíří se rychlostí zvuku  $340\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Nyní se můžeme vrátit k příběhu Viktorky. Poté co vyběhne na kopec, si vybere jeden z největších stromů, pod který se schová (obrázek č. 3). K opuštění tohoto nedobrého stanoviště ji nedonutí ani blesky, které uhoří do okolních stromů (obrázek č. 4). Proč ale blesk, který do stromu náhle uhoří, přeskočí na Viktorku a nejde raději rovnou po kmeni stromu do země? Podobná situace nastává i na následujícím obrázku (39). Místo aby blesk sjel z Teslova transformátoru po stromu rovnou do země, tak zasáhne figurínu, ve filmu Viktorku. Proč?



3.40 Kudy projde blesk, když Viktorka stojí pod stromem? Viz [33].

Odpověď na závěrečnou otázku našeho příběhu spočívá ve složení Viktorčina těla. Její tělo se skládá ze 72,8 % vody, zatímco strom má kolem 22% vody. Koruna sice blesk přitáhne, ale poněvadž je Viktorka mnohem lepší vodič a blesk si razí cestu nejmenšího odporu, tak přeskočí na ni. Blesk jí zabije (obrázek č. 6). Pro člověka se za smrtelně nebezpečný proud považuje podle tabulky (2) 80 mA. Přes její tělo ale proteče proud o hodnotě 20 až 50 kA.

Zajímavost:

Potká-li nás bouřka, když jedeme autem, tak jsme v něm v bezpečí. Jedná se totiž o případ tzv. Faradayovy klece. Faradayova klec je prostor (objem) uvnitř vodiče. Je-li vodič umístěn do elektrického pole, přeskupí se v něm (tedy přesněji na jeho povrchu) elektrické náboje tak, aby vnější elektrické pole se vykompenzovalo. Uvnitř vodiče (v autě) však výsledné elektrické pole zůstává nulové, vše se odehrává na jeho povrchu.



3.41 Blesk klouže po autě- Faradayova klec, viz [33].

## 3.20 Gympl



3. 42 Gympl-reparát z fyziky.

U reparátu z fyziky dostane hrdina příklad na teplotní roztažnost. Jeho úkolem je zjistit, o jakou délku se může roztáhnout most při teplotě 30°C. Při odevzdání příkladu se pan učitel zhrozí a komentuje to slovy: „Takže on se ten most roztáhne o 17 metrů?“ Na to dostane odpověď: „No bylo horko, tak se ten most roztáhl.“ Pan učitel zděšeně pokračuje ve zkoušení: „O 17 metrů?“ Student chce celou situaci zachránit a řekne mu: „Jsem se jenom přepsal v desetinné čárce.“ Panu učiteli začíná docházet trpělivost a ptá se ho? „Tak ten most se roztáhne o 1,7 m, už jsi viděl takový most?“ On mu odpoví: „Ano u nás na Berounce.“ Po této odpovědi ho pan učitel od reparátu rovnou vyhodí s čistou pětkou. Proč se ale pan učitel tak zděsil? Při změně teploty pevné látky dochází ke změně rozměrů tělesa. Tento jev se nazývá teplotní roztažnost. U těles, která mají převažující délku, hovoříme o teplotní délkové roztažnosti. Teplotní roztažnost je důsledkem růstu středních vzdáleností mezi částicemi látky vlivem jejich většího neuspořádaného pohybu. Abychom vysvětlili oprávněnost zděšení pana učitele, tak spočteme teplotní roztažnost konkrétního mostu, třeba u nás přes řeku Blanici v Protivíně. Pro teplotní délkovou roztažnost platí vztah.

$$\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (26)$$

Kde:

$\Delta l$ ...délková změna

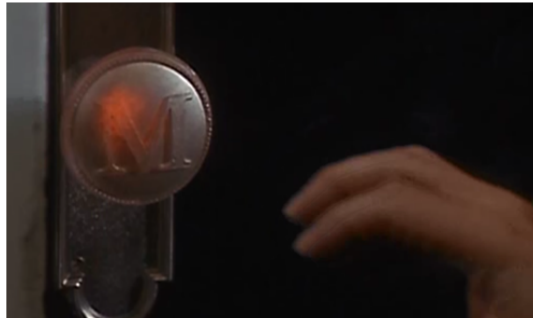
$l$ ... původní délka;62m, viz [34]

$\alpha$  ...součinitel délkové roztažnosti; most je betonový, viz [34],  $14,5 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ , viz [35]

$\Delta t$  ... rozdíl teplot;  $60^\circ\text{C}$  –ten bereme odhadem od  $-30^\circ\text{C}$  do  $+30^\circ\text{C}$

Po dosazení do vztahu (25) se  $\Delta l = 0,054\text{m}=54 \text{ mm}$ . Je tedy viditelné, že hrdina „stvořil“ ukázkovou chybu.

### 3.21 Sám doma



3. 43 Kevin dveřmi nikoho nepustí. Co se stane, až na ně Harry sáhne?

Kevin na vstupní dveře **zevnitř** nainstaluje topnou spirálu. Na obrázku je vidět, jak žhne. Proč se ale Harry spálí, když sáhne na kliku **z venku**? Kliku dveří je kovová, a tudíž je výborným vodičem tepla. Tento způsob přenosu tepla se nazývá vedení. Dochází k němu, jestliže má těleso na různých místech různou teplotu. Amplitudy kmitů atomů tvořících kov výrazně vzrostou díky vysoké teplotě okolí. Nárůst amplitud kmitání a s ním spojená energie se šíří celou klikou od atomu k atomu prostřednictvím srážek sousedních atomů. Touto cestou se oblast vysoké teploty rozšířila po celé klice, tedy zevnitř ven. Sáhne-li Harry na kliku, dojde k popáleninám na jeho ruce.

Následující dva filmy ukazují princip vzniku ozvěny.

### 3.22 Král ozvěny



### 3.44 Souboj o princeznu?

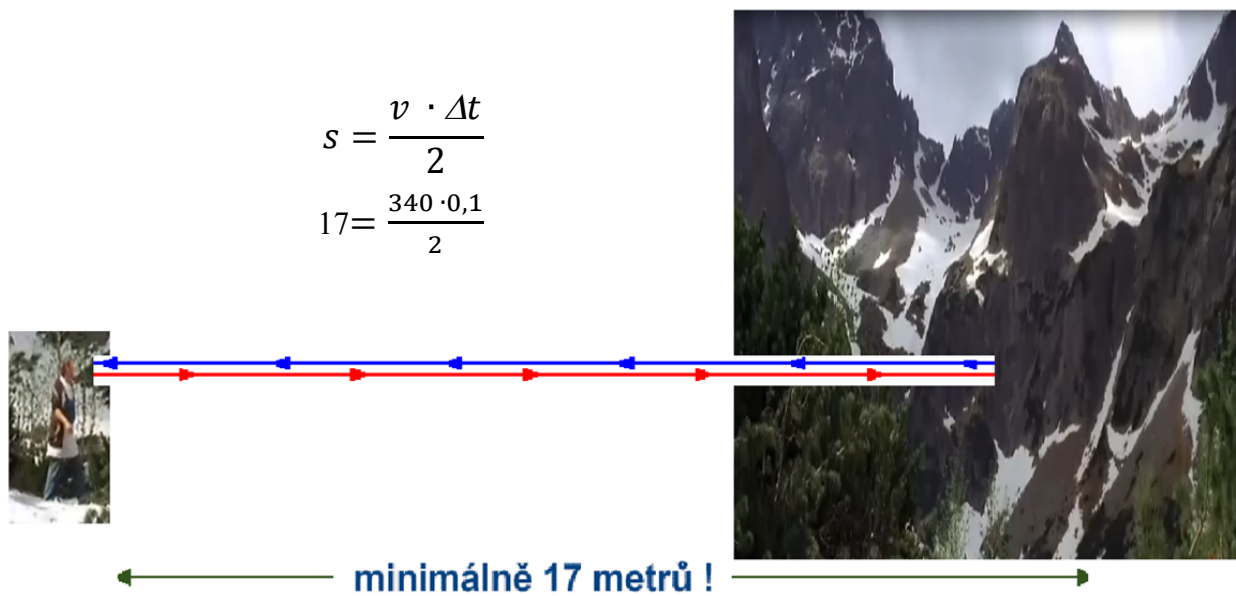
Vznešený kníže Artuš ovládá ozvěnu, kdykoliv křikne, tak mu ozvěna odpoví. Touto schopností si chce získat ruku princezny. Zahradník Tomáš, který princeznu miluje, ho vyzve na souboj. První křičí kníže: „...země moje, zve mě kdosi do souboje.“ Ozvěna mu dokonce odpovídá: „Ať si křikne, ať to zkusí, s tebou každý prohrát musí.“ Král vyzve Tomáše: „Teď ty Tomáši, máš slovo.“ Tomáš začne křičet: „Ozvěna je všude stejná, odpovězte mraků hejna.“ Tomáš ale žádnou odpověď nedostane a žádná ozvěna slyšet není. S prohraným soubojem a sklizeným výsměchem musí Tomáš opustit království. On sám si myslí, že kníže je podvodník. Bohužel to ale neumí dokázat. To zda má Tomáš pravdu, objasníme v následujícím textu. Zvuk je mechanické vlnění. Odraz zvukových vln můžeme pozorovat na velké překážce, např. na skalní stěně, velké budově.... Sluchem můžeme rozlišit dva krátké zvuky následující po sobě tehdy, je-li mezi nimi časový interval alespoň 0,1 s. Dostane-li se zvukové vlnění od zdroje k překážce a zpět za 0,1 s nebo za dobu delší, vnímáme odražený zvuk jako samostatný zvukový vjem – vznikla **ozvěna**. Při rychlosti zvuku  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  musí být tedy stěna od nás vzdálena minimálně 17 m, abychom uslyšeli ozvěnu. Je-li vzdálenost ještě větší, je rozdíl mezi původním a odraženým zvukem ještě zřetelnější. Tomáš má pravdu, pan kníže je opravdu podvodník. Koukneme-li se na obrázky, nikde není žádná překážka, od které by se zvuk odrazil. Ozvěna, která je slyšet ve filmu opravdu zřetelně a věrohodně, musí být způsobena nějakým podvodem. Tomášovi se nakonec podaří nalézt muže, který knížeti odpovídá a vyměnit mu text, který vše odhalí a vysvětlí. Tento text pak zazní při zásnubách. Knížete usvědčí jeho vlastní ozvěna.

### 3.23 Jak se krotí krokodýli



3. 45 Vítkovo hledání.

Vítkovi paní učitelka zakáže zúčastnit se společného výletu v horách, Vítek ale tento zákaz poruší a z pokoje oknem uteče. V horách ale nemůže skupinu najít a jediné, na co se spoléhá on i jeho pozdější zachránci, je volání. Překážkami, od kterých se volání Vítko i zachránců odrazí, jsou skály. Vzniká tak výrazná ozvěna, kterou si můžeme v ukázce filmu dobře přiblížit. Vítek má nakonec štěstí a jeho volání je zaslechnuto.



3. 46 Schéma ozvěny při záchraně Vítko.

### 3.24 Bylo nás pět



3. 47 Odpolední zábava kluků.

Po škole do jejich vesnice přijdou žebráci a žádají o almužnu, protože jim vesnice lehla popelem. Kluky to nadchne a vymyslí novou hru. Vytvoří podobnou vesnici z krabic a nechají ji taky lehnout popelem. U strejdy si Pět'a „vypůjčí“ krabice. Z krabic vyrobí vesnici i se školou a hra může začít. Na dotaz, kdo má sirky, vytáhne Tonda z kapsy lupu. Všichni ostatní žasnou a čekají, zda se mu vesnice podaří opravdu zapálit. K zapálení novin použije světlo. Tonda lupou soustředí světelné paprsky do ohniska, tedy do malého bodu. Díky tomuto soustředění, které umožní lupa, paprsky v ohnisku zvýší teplotu na několik set stupňů Celsia, viz [36]. Po krátké době se mu noviny podaří opravdu zapálit.



3. 48 Soustředění paprsků pomocí lupy.

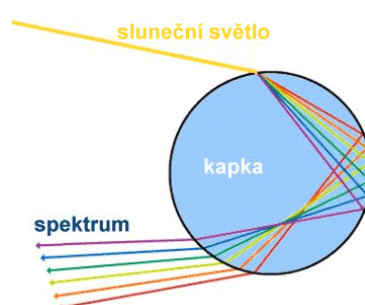
### 3.25 Rákosníček



3. 49 Rákosníček se snaží admirálovi vyrobit duhu.

Scénka začíná předpovědí počasí rosničkou. Ta předpovídá: „Několik následujících dnů bude jednobarevných. Duha nebude, dokud Slunce nezasvítí do kapky deště.“ Admirálovi se to vůbec nelíbí a Rákosníček mu slíbí, že duha bude. Rosnička řekne: „Se dívej, něco uvidíš!“ Může opravdu Rákosníček vyrobit duhu?

Duha je přírodní úkaz, který pozorujeme při ozáření dešťových kapek slunečními paprsky. Sluneční paprsky vstupují do kapky a lámou se ke kolmici. Současně se bílé světlo rozkládá na barevné složky, protože paprsky různých barev se lámou pod odlišnými úhly. V kapce se paprsky totálně odrážejí a při výstupu z ní se ještě lámou od kolmice. Paprsky vstupující a vystupující svírají úhel přibližně  $42^\circ$  od kolmice. Do oka nám tak dopadá celý vějíř barev, vzniklý rozložením původního bílého slunečního světla, vidíme duhu.



3. 50 Princip vzniku duhy viz[28].

Čím níž je Slunce nad obzorem, tím výš nad obzor vystupuje duhový oblouk. Zapadající Slunce (těsně nad obzorem) vytvoří obraz duhy ve tvaru půlkruhu. Čím je Slunce nad obzorem výš, tím menší část duhového oblouku uvidíme. Je-li Slunce výš než  $42^\circ$  nad obzorem, duhový oblouk „zmizí“ pod obzorem a duhu vidět nemůžeme.

Rosnička měla pravdu. Rákosníček duhu vyrobit nedokázal.

### 3.26 Seznam použité literatury:

- [1] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky: Mechanika. Brno, Praha: Vutium a Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [2] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky: Mechanika-Termodynamika. Brno, Praha: Vutium a Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [3] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky: Elektřina a magnetismus. Brno, Praha: Vutium a Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [4] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky: Elektromagnetické vlny- Optika- Relativita. Brno, Praha: Vutium a Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [5] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky: Moderní fyzika. Brno, Praha: Vutium a Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [6] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 2 pro základní školy: Síla a její účinky - pohyb těles. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1. Dostupné z: <http://knihy.abz.cz/prodej/fyzika-2-pro-zs-rvp>
- [7] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 3 pro základní školy: Mechanické vlastnosti látek, světelné jevy. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2009. ISBN 978-80-7235-414-6. Dostupné z: <http://knihy.abz.cz/prodej/fyzika-3-pro-zakladni-skoly-mechanicke-vlastnosti-latek-svetelne-jevy>
- [8] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 4 pro základní školy: Elektrické a elektromagnetické děje. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2009. ISBN 978-80-7235-441-2. Dostupné z: <http://knihy.abz.cz/prodej/fyzika-4-pro-zakladni-skoly-elektricke-a-elektromagneticke-deje>
- [9] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 5 pro základní školy: Energie. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2010. ISBN 978-80-7235-491-7. Dostupné z: <http://knihy.abz.cz/prodej/fyzika-5-pro-zakladni-skoly-energie>
- [10] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 6 pro základní školu: Zvukové jevy a vesmír. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2011. ISBN 978-80-7235-492-4. Dostupné z: <http://knihy.abz.cz/prodej/fyzika-6-pro-zakladni-skoly-zvukove-jevy-vesmir>

- [11] TESÁŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 1 pro základní školy: Fyzikální veličiny a jejich měření. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2007. ISBN 80-7235-347-0. Dostupné z: <http://knihy.abz.cz/prodej/fyzika-1-1>
- [12] Průvodce nákladní přepravou Českých drah: 14. Železniční nákladní vozy ČD [online]. 2011 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: [http://www.cassandra-cz.cz/Soubory\\_spedice/Soubory\\_PDF/pruvodce\\_03.pdf](http://www.cassandra-cz.cz/Soubory_spedice/Soubory_PDF/pruvodce_03.pdf)
- [13] Průměrná hmotnost dětí podle věku [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.naseinfo.cz/clanky/tehotenstvi-a-deti/obezita-u-deti/prumerna-hmotnost-deti-podle-veku>
- [14] ŠOFR, Radomír. Česká televize. Rande s fyzikou: Newtonovy zákony [video]. 2011 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10319921345-rande-s-fyzikou/211563230150003-newtonovy-zakony/>
- [15] Písek (materiál). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%ADsek\\_\(materi%C3%A1l\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%ADsek_(materi%C3%A1l))
- [16] KNB 250: nakladač [online]. 2006 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: KNB 250
- [17] Jízdní odpory vozidla [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.fe1.vsb.cz/kat430/data/epo/jizdni%20odpory%20vozidla.pdf>
- [18] Tatra 603 (1955-1975): Luxusní baculka pro vyvolené [online]. 2012 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://veteran.auto.cz/auta/tatra-603-1955-1975-luxusni-baculka-pro-vyvolene/>
- [19] Na hranici: Technical diving [online]. 2014 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.seawolf.cz/clanky-o-potapeni/na-hranici>
- [20] Hustota kapalin [online]. 2001 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/hustota-kapalin.htm>
- [21] Velký, větší, největší: Jaderná ponorka Pennsylvania [video]. 2013 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=BsVJtAlgXIU>
- [22] HARRIS, Tom. How Hot Air Balloons Work [online]. 2001 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/hot-air-balloon6.htm>
- [23] LNĚNIČKA, Jaroslav. Jak se vznášet ve vzduchu [online]. 2011 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: [http://www.airspace.cz/akademie\\_letectvi/2011/12/jak-se-vznaset-ve-vzduchu/](http://www.airspace.cz/akademie_letectvi/2011/12/jak-se-vznaset-ve-vzduchu/)
- [24] VOLF, Ivo a Miroslava JAREŠOVÁ. Fyzika je kolem nás: Pohyb a síla [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://pdf.uhk.cz/kfy/Olympid/olymp/materialy/fyzkn.pdf>
- [25] Návod k obsluze E-512.pdf [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.uloz.to/x8EPGnx/navod-k-obsluze-e-512-pdf>

- [26] WIER, Stuart. The Design of Jules Verne's Submar [online]. 2013 [cit. 2014-04-24].  
Dostupné z: [http://www.westernexplorers.us/Jules\\_Vernes\\_submarine\\_Nautilus.pdf](http://www.westernexplorers.us/Jules_Vernes_submarine_Nautilus.pdf)
- [27] SELKO. Elektrické ohradníky: Jaké minimální napětí by měl mít ohradník? [online]. 2014 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.elektricke-ohradniky.net/s81-casto-kladene-dotazy.html>
- [28] KUSALA, Jaroslav. PACHNER. Fyzika zajímavě: Optika [disk]. 2006 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>
- [29] KUSALA, Jaroslav. PACHNER. Fyzika zajímavě: Elektřina [disk]. 2007 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>
- [30] Fyzikální všehočtuť: Ruhmkorffův induktor [online]. 2012 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://freeenergy.wbs.cz/Fyzikalni-vsehochut.html>
- [31] ZLATÁ PADESÁTÁ: Elektrická hračka: Induktor [online]. 2009 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z:  
[http://m.neviditelnypes.lidovky.cz/neff/diskuse.A090204\\_220610\\_neff\\_wag.iln?page=2](http://m.neviditelnypes.lidovky.cz/neff/diskuse.A090204_220610_neff_wag.iln?page=2)
- [32] Fyziologické účinky elektrického proudu na lidský organismus [online]. [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://popular.fbmi.cvut.cz/elektrotechnika/Stranky/Legislativa---Fyziologicke-ucinky-elektrickeho-proudu-na-lidsky-organismus.aspx>
- [33] BBC. Proč se co děje: Blesk [video]. 2008 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z:  
<http://zoom.iprima.cz/porady/proc-se-co-deje-1>
- [34] Kraj postavil nový most přes Blanici v Protivíně [online]. 2008 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.ceskenovinky.cz/zpravy/region/kraj-postavil-novy-most-pres-blanici-v-protivine/1531/>
- [35] KRATINA, Jakub. Lineární teplotní roztažnost materiálů [online]. 2013 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/linearni-teplotni-roztaznost-materialu>
- [36] Jak rozdělat oheň pomocí čočky, zvětšovacího skla, lupy [online]. 2009 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://deosum.com/Articles/204-jak-rozdelat-ohen-pomoci-cocky-zvetsovaciho-skla-lupy.aspx>
- [37] Pneu Mitas TD-13 18.4-30 12PR TT [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: [http://pneu-agro.cz/tzd-traktorove-zadni-pneumatiky-diagonalni-/mitas\\_td-13\\_18-4-30\\_12pr\\_tt](http://pneu-agro.cz/tzd-traktorove-zadni-pneumatiky-diagonalni-/mitas_td-13_18-4-30_12pr_tt)
- [38] ŠOFR, Radomír. Česká televize. Rande s fyzikou: Mechanický tlak [video]. 2011 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10319921345-rande-s-fyzikou/211563230150010-mechanicky-tlak/>
- [39] Říkají mi Drápalíku! [online]. 2006 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z:  
<http://www.blesk.cz/clanek/zpravy-udalosti-zajimavosti/50896/rikaji-mi-drapaliku.html>

- [40] Rudolf Hrušínský: rozhovor [online]. 2011 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z:  
<https://hobby.blesk.cz/clanek/hobby-moje-hobby/149856/rudolf-hrusinsky-chytat-ryby-me-naucil-tata.html>
- [41] Historie defibrilace a automatické defibrilace [online]. 2005, 2006 [cit. 2014-04-26].  
Dostupné z:<http://www.aed-medi.com/a/historie%20defibrilace.php>
- [42] ČERNÝ, Pavel. Něco o resuscitaci [online]. 2011 [cit. 2014-04-26]. Dostupné  
z:<http://www.tacticalrescue.eu/neco-o-resuscitaci.html?showall=1>
- [43] HRINKO. Vysoké napětí: reálná příčina smrti řidičů [online]. 2009 [cit. 2014-04-26].  
Dostupné z:[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=39462](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39462)
- [44] Novotný, Zdeněk. PACHNER. Fyzika zajímavě: Mechanika [disk]. 2006 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>
- [45] KUSALA, Jaroslav. PACHNER. Fyzika zajímavě: Kapaliny a plyny [disk]. 2005 [cit.  
2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>
- [46] KUSALA, Jaroslav. PACHNER. Fyzika zajímavě: Animace [disk]. 2011 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>
- [47] KUSALA, Jaroslav. PACHNER. Fyzika zajímavě: Termika [disk]. 2004 [cit. 2014-04-23].  
Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>
- [48] PACHNER, Jan. PACHNER. Fyzika zajímavě: Technika zajímavě [disk]. 2007 [cit. 2014-  
04-23]. Dostupné z: <http://www.pachner.cz/default.html>

## **4 Pedagogický výzkum.**

Závěrečná část práce se věnuje pedagogickému výzkumu, který měl stanovené dva hlavní cíle. Prvním bylo zjištění sledovanosti filmů u žáků druhého stupně základní školy a druhý cíl byl zaměřen na posouzení schopností žáků druhého stupně samostatně vysvětlit fyzikální obsah vybraných filmových scének.

## **Téma:**

Tématem výzkumného projektu je **fyzika ve filmu**, a to na vybrané základní škole na celém jejím druhém stupni. Jedná se o použití filmových ukázek při výuce, a to jak k motivaci, tak k lepšímu zapamatování a následnému hlubšímu porozumění daného učiva.

## **Výzkumný problém:**

- =>Průřez sledovanosti televizních žánrů ze strany žáků.
- =>Jak vnímají žáci druhého stupně vyučovací hodinu fyziky při použití videa?
- =>Budou schopni objevit ve známých filmech fyziku?

## **Stručné shrnutí dosavadního stavu řešené problematiky:**

Děti stráví s médii v průměru přes 3 a půl hodiny denně. Sledování televize představuje v průměru polovinu celkové denní doby věnované médiím,“ viz [1]. Videa se při hodinách fyziky skoro nepoužívají. V průzkumu, který citujeme, je to výstižně vidět: „Ve více než 40 % zkoumaných vyučovacích hodin se nevyužívalo žádné medium (18:37 minut). Nejčastěji byla uplatňovaná tabule, která byla využívána 10:01 minut. Způsob práce s tabulí v analyzovaných vyučovacích hodinách odpovídal spíše tradičnímu pojetí výuky - učitel na tabuli zapisoval, znázorňoval, kreslil, využíval ji při zkoušení žáků; žáci z tabule opisovali, obkreslovali, počítali modelové příklady. Na používání modelu/experimentu připadalo 6:56 minut. Kolem 6 minut bylo věnováno práci s textem, z toho v kategorii učebnice/cvičebnice (3:06 minut) a v kategorii pracovní list (3:02 minut). Folii učitel využíval průměrně 1:23 minut. Video/film byly použity v 0:12 minutách, obraz/ mapa 0:08 minut.“ Viz [2]. Přitom z jiného výzkumu plyne něco jiného. „Žáci by použití videí viděli rádi a to hned za experimenty. Oblíbenost promítání filmů v hodinách fyziky 4,89 bodu (stupnice byla v dotaznících 0-6, 0 neoblíbená, 6 nejvíce oblíbená.“ Viz [3].

Vzhledem k množství času stráveného dětmi u televize by toto médium mohlo být velmi významným a účinným výchovně vzdělávacím prostředkem. To však do značné míry závisí na přístupu dospělých – rodičů a pedagogů a na jejich ochotě a schopnosti cíleně s tímto prostředkem pracovat.“ Viz [3].

Podle zprávy Jitky Bělohradské, která se týká fenoménu dětského světa ve 21. století, dívky se, podobně jako chlapci, nejvíce dívají na seriály a filmy. Na druhém místě je u dívek reality show, proti tomu chlapci preferují sledování zpráv. Překvapivě sport je u chlapců až na třetím místě. U dívek jsou na třetím místě právě zprávy. Z výzkumu také vyplývá, že chlapci sledují více

dokumentární filmy než dívky. Obě skupiny jsou na tom stejně při sledování koncertů, výukových programů, divadel a diskuzí, ty nesledují v podstatě vůbec.

### **Cíl projektu:**

Cílem projektu je zjištění průběhu hodiny fyziky s použitím videa a její vyhodnocení žáky.

### **Výzkumné otázky**

Dívají se děti na dokumenty?

Přemýšlejí děti nad reálností scén ve filmech?

Kontrolují rodiče to, na co se děti dívají?

Jak se na dětskou sledovanost dívají jejich učitelé?

Jak se na náš výzkum dívali učitelé?

### **Metodika:**

Pro výzkumné šetření bude použita metoda skupinového rozhovoru, dále přímé nestrukturované pozorování. Půjde o kvalitativní šetření.

### **Výzkumný soubor:**

Žáci druhého stupně Základní školy v Jindřichově Hradci a jejich učitelé.

### **Otázky do skupinového rozhovoru:**

Kolik hodin denně se díváte na filmy?

Kde se díváte na filmy, na internetu, v televizi v DVD přehrávači, jinde?

Podle čeho si vybíráte filmy?

Přemýšlíte nad pravdivostí scén (nad jejich reálností)?

Uměli byste u našich ukázek říci, jak posoudíte, zda jsou reálné scény.?

Díváte se na dokumenty, Prima Zoom, Čt 2...?

## Výsledky výzkumu:

Shrnutí z jednotlivých tříd: Nejčastější odpovědi žáků a naše postřehy ze tříd.

### 6. třídy

Jako jediní chtěli opakovat scénu, aby jí pochopili. A ač nemají skoro žádné znalosti fyziky, tak spolupracovali a hodina je bavila.

### 7. třídy

Byli nejméně aktivními třídami, reálnost vyhodnotit dokázali, ale komunikace se spíše báli.

### 8. třídy

Byli nejlepší třídou z celé party. Nejaktivnější třídou byla 8. A z celého výzkumu. Byli hodně přemýšliví. Dokázali do vysvětlení zapojit fyzikální znalosti sami bez větší pomoci.

### 9. třídy

Překvapili nás svou schopností vyhodnotit reálnost scének. U Obecné školy dokázali přijít na to, že odpovědět jednoduše na reálnost či nereálnost nelze. K vyvození závěru použili volného pádu a skládání rychlostí.

### Nejčastější odpovědi žáků jednotlivých ročníků:

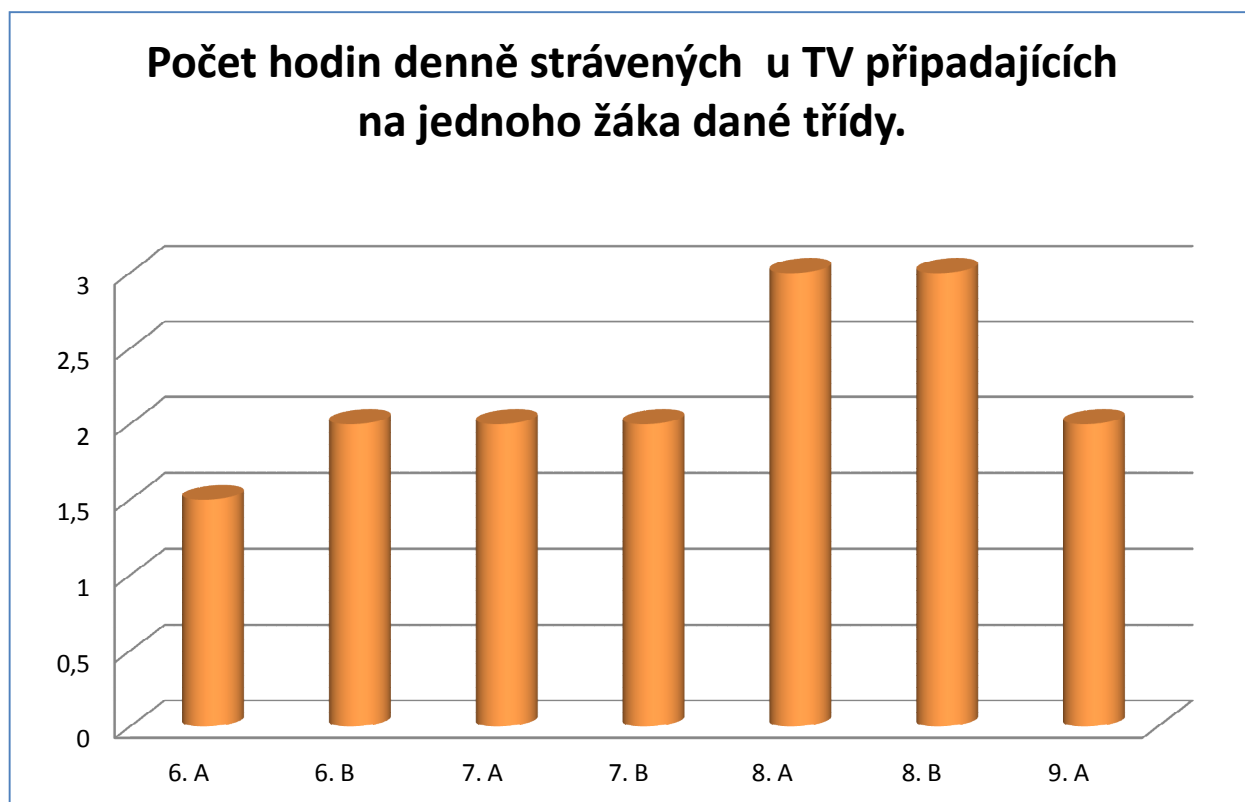
Otázka	6. A	6. B	7. A	7. B	8. A	8. B	9. A
Kolik hodin denně trávíš u TV?	1,5h	2h	2h	2h	3h	3h	2h
Kde se díváš na filmy?	Tv	Tv dvd	Internet Tv Dvd	Internet Tv	Internet Tv	Tv internet	Internet Tv Počítač
Díváš se na dokumenty?	$\frac{1}{2}$ ano $\frac{1}{2}$ ne	ano	ano	$\frac{1}{2}$ ano $\frac{1}{2}$ ne	Ano	Ano	ano
Na jaké typy filmů se díváš?	Komedie Kreslené	Komedie Horor Akční Dobrodružné	Komedie Horor Akční Fantasy	Komedie Horor Akční Dobrodružné	Komedie Dobrodružné	Komedie	Komedie Horor Akční Dobrodružné
Kontrolují rodiče, na co se díváš?	$\frac{1}{2}$ ano $\frac{1}{2}$ ne	$\frac{1}{2}$ ano $\frac{1}{2}$ ne	ne	$\frac{1}{2}$ ano $\frac{1}{2}$ ne	ne	Ne	ne

Poznámky. U odpovědí, které vycházely kolem 50%, jsme do tabulky uvedli obě. U ostatních je uvedena odpověď, která se vyskytovala nejvíce. Výzkum byl prováděn na celém druhém stupni, otázky jsme kladli nejen žákům, ale i jejich učitelům. Do výzkumu bylo zapojeno 106 žáků druhého stupně (nejsou započítáni ti, kteří nebyli ve škole).

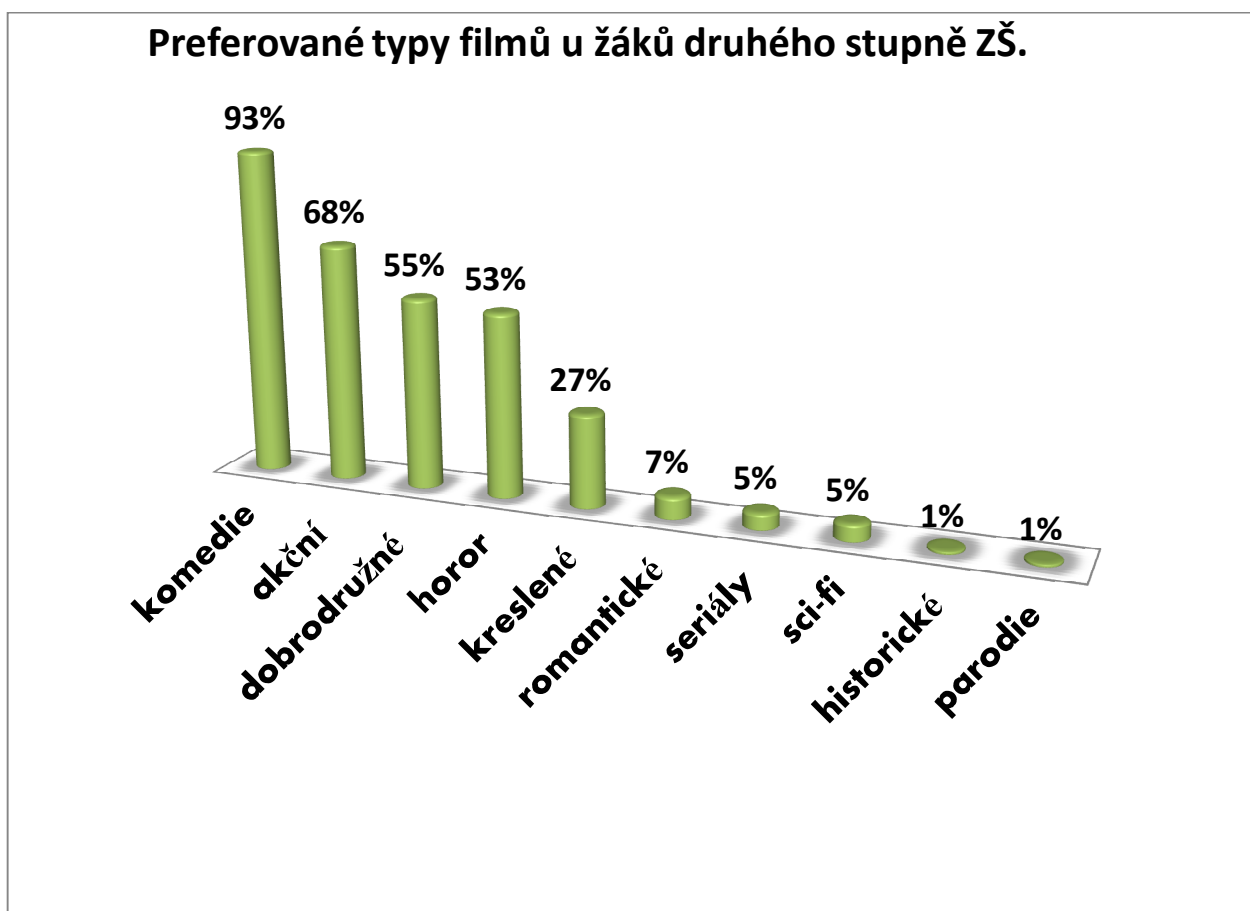
Nejoblíbenější scénka - Trhák.

### Grafické zpracování výsledků výzkumu:

Položená otázka: Kolik hodin denně trávíš u TV?



Položená otázka: Na jaké typy filmů se díváš?



Položená otázka: Díváš se na dokumenty?



## Diskuze:

otázky	Učitel (názor na své žáky)	Předchozí výzkumy	Žáci
Kolik hodin denně stráví žáci u televize	4 hodiny	3 a půl hodiny denně [1]	2 hodiny
Kde	Televize, Počítač, DVD	X	Televize, Počítač, DVD
Sledovanost dokumentů	Ne	Ne [3]	Ano – mimo šestou třídu
Typy filmů	Horor Akční	Seriály Filmy	Akční Komedie Dobrodružné
Kontrola rodičů	Ne	Ne	Ne

## **Závěr:**

Výzkum skončil úspěchem. Překvapila nás ochota učitelů i žáků. Žáci byli na hodinách aktivní, scénky se jim líbily, myslíme si, že byli upřímní. Chtěli vidět i další scénky. Hodně nás překvapilo, že se žáci druhého stupně ZŠ dívají na dokumenty. Bohužel jsme potvrdili, že rodiče nekontrolují to, na co se děti dívají. Reakce jednoho žáka na tuto otázku zněla "Ještě, že ne." Což je dost alarmující. Nad reálností scén nepřemýšleli předtím žáci ani učitelé. Reakce jednoho z učitelů byla: „ Mě by zajímalo, jak tenhle nápad vznikl.” Učitelé měli o celou práci i o videa zájem a přínos do hodin fyziky hodnotili pozitivně. Názor jednoho učitele byl: "Pokusy jsou základem hodiny, tato videa ukazují použití fyzikálních zákonů v životě. Převedení těchto scén do pokusů není bohužel možné. Děti u televize tráví dost času a zapojení filmových ukázek do výuky je dobrým nápadem.“ U scény 20 000 mil pod mořem děti samy přišly na to, že takto hluboké místo neexistuje a že hydrostatický tlak na tak velkou ponorku by ji roztrhal. Největší problém děti měly se scénkou Šest medvědů s Cibulkou (přeměna energie). Překvapující bylo, že žák 7. třídy dokázal vysvětlit pomocí lomu světla vznik duhy. Do budoucna si myslíme, že by se měly tyto výzkumy provést do větší hloubky s otázkami na konkrétní dokumenty. Určitě by byl i dobrý výzkumný projekt s využitím videí při hodinách fyziky.

#### 4.1 Seznam použité literatury:

- [1] Kuncová, Jana Mediaserch <http://www.mediaguru.cz/2012/03/deti-a-media-vyhrajitelevize-a-internet/#.Um6mufn3E8o>
- [2] Petr Najvar, Veronika Najvarová , Tomáš Janík, Marcela Janíková Pohledy na výuku fyziky na 2. Stupni základní školy souhrné výsledky CPV video studie fyziky  
<http://www.ped.muni.cz/weduresearch/publikace/0035.pdf>
- [3] Emanuel Svoboda, Zdeněk Pulpán, Gerhard Hofer Výuka fyziky v širších souvislostech  
Názory žáků  
[http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/materialy/vyuka\\_fyziky\\_v\\_sirsich\\_souvislostech.pdf](http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/materialy/vyuka_fyziky_v_sirsich_souvislostech.pdf)

## 5 Závěr

Hlavním cílem mé práce bylo provedení fyzikálního rozboru vybraných scének z neznámějších filmů.

Z 80 vybraných neznámějších filmů jich bylo v práci použito 25. Z těchto filmů byly pomocí programu Movie Maker vystříhány scénky s fyzikálním obsahem. Program Movie Maker je součástí operačního systému Windows. Jejich fyzikální rozbor byl velmi zajímavý a mnohdy překvapující např. u filmu Vesničko má středisková ve scéně s přejetým Drápalíkem bylo hodně zajímavé zjištění, že by hrdina situaci přežil... Jednotlivé scénky byly vybrány ze všech oblastí fyziky probírané na druhém stupni ZŠ. V našich vybraných scénkách byly fyzikální zákony a principy ve většině případů respektovány, což je také velmi překvapující a sympatické zjištění.

Zajímavé výsledky přinesl i pedagogický výzkum. Nejvíce překvapujícím zjištěním byl fakt o oblibě sledovanosti dokumentů našimi žáky. U žáků byla při rozboru scén vidět obrovská angažovanost a ochota spolupracovat, hodně scének dokázali vysvětlit úplně sami.

V této práci bych chtěla pokračovat, prohloubit jí a přidat další ukázky. Poté by se všechny scénky daly didakticky upravit pro hodiny fyziky. Zajímavé by bylo i provedení výzkumu zaměřeného na efektivnost využití filmových scén ve výuce fyziky. Ten by spočíval v tom, že v jedné skupině by byly scénky při výuce použity. Výsledky této skupiny by pak byly následně porovnány se skupinou, v níž filmové ukázky nebyly používány. U dětí by bylo zajímavé zjištění, na jaké dokumenty se dívají. Dnes díky televizi je vysíláno hodně dokumentů a škola by tak měla možnost na základě výsledku výzkumu předem upozornit žáky na patřičné televizní pořady. Společně by pak mohl učitel se svými žáky ve vyučovacích hodinách o pořadech mluvit, a tak by docházelo ke zpětné vazbě.

## **6 Seznam příloh:**

DVD s vybranými scénkami.

Dotazníky z výzkumu.