

# **Studijní opora pro výuku předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích**

Educational support for the course Physics in Security  
Technologies

Jiří Marcaník

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří MARCANÍK  
Osobní číslo: A08128  
Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika  
Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Téma práce: Studijní opora pro výuku předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou probíranou v rámci předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích.
2. Vypracujte rešerši dostupných počítačových simulací fyzikálních principů.
3. Po dohodě s vedoucí bakalářské práce navrhnete zpracování studijních materiálů do takové formy, aby byly dobře dostupné studentům a byly též použitelné při výuce – zhodnoťte výhody a nevýhody tohoto zpracování.
4. Vypracujte návrh prostředí pro prezentaci v PowerPointu.
5. Vytvořte vlastní úlohy s bezpečnostní tematikou.
6. Vytvořte animované prezentace kapitol definovných vedoucí práce.
7. Do prezentací začleňte fyzikální počítačové simulace.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. Fyzika. Brno: Vutium, 2000. ISBN 80-214-1868-0.
2. RAAB, Miroslav. Člověk a materiály. Praha: Encyklopedický dům, 1999. ISBN: 8086044130
3. VAN VLACK, Lawrence H. Elements of materials science and engineering. 6th ed. Reading: Addison Wesley, 1989. ISBN: 0201093146
4. LEPIL, O. a kol. Sběrka úloh pro střední školy Fyzika. Praha: Prometheus, 1995. ISBN: 80-7196-266-X
5. SVOBODA, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. 4. upravené vydání. Praha: Prometheus, 2006. ISBN: 80-7196-307-0
6. FYZIKÁLNÍ JAVA APPLETY. WALTER FENDT. [Cit. 2012-01-30]. Dostupný na URL: <http://www.walter-fendt.de/ph14cz/>
7. INTERACTIVE SIMULATIONS.UNIVERSITY OF COLORADO AT BOULDER. [Cit. 2012-01-30]. Dostupný na URL: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/new>

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Hana Vašková**

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

**24. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**25. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



L.S.

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Tato práce si klade za cíl, být studentům oporou při výuce předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích. Bude využívána jako softwarová pomůcka ve formě prezentací, které mají pomoci zefektivnit výuku. Práce obsahuje popis samotného předmětu, fyzikálních simulací a prostředí Microsoft PowerPoint, ve kterém byla vytvářena praktická část práce – prezentace k seminářům na témata Kinematika, Newtonovy zákony, Zvuk a Dopplerův jev. Jsou zde uvedeny obecné zásady pro tvorbu prezentací, včetně shrnutí výhod a nevýhod tohoto způsobu výuky. Nechybí pak ani ukázky z vytvořených prezentací a vlastních příkladů s bezpečnostní tematikou. V závěru práce je zpracován text na téma akustika, která je hojně využívána v oblasti bezpečnostních technologií.

Klíčová slova: prezentace, Microsoft PowerPoint, fyzika, bezpečnostní technologie

## **ABSTRACT**

Scope of this bachelor work is to aid students attending Physics in Security Technologies classes, and to be a software instrument in the form of presentation in view of schooling improvement as well. Thesis comprises description of the course itself, physical simulations, and Microsoft PowerPoint slides which are at the same time practical chapter of my work, i.e. presentations on Kinematics, Newton laws, Sound, and Doppler effect. General principles how to make presentations, both assets and flaws of this kind of education have been all cleared up within. Excerpts from presentations and safety issues examples have not been missed out either. Conclusion analyses a text on acoustics which has been widely used in security technologies.

Keywords: presentation, Microsoft PowerPoint, Physics, security technology

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Haně Vaškové za ochotný a aktivní přístup k vedení a pomoci při získávání potřebných vědomostí a zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za jejich podporu při psaní bakalářské práce a v průběhu celého studia.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 FYZIKA V BEZPEČNOSTNÍCH TECHNOLOGIÍCH</b> .....	<b>12</b>
<b>2 SIMULACE S FYZIKÁLNÍ TÉMATIKOU</b> .....	<b>13</b>
2.1 INTERNETOVÉ ZDROJE FYZIKÁLNÍCH APLETŮ.....	13
2.2 DALŠÍ ZDROJE SIMULACÍ.....	18
<b>3 ZÁSADY PRO TVORBU PREZENTACÍ</b> .....	<b>19</b>
3.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE PRO PREZENTUJÍCÍHO .....	19
3.2 TIPY A RADY K VYSTOUPENÍ .....	20
3.3 PRAVIDLA PRO TVORBU ELEKTRONICKÝCH PODKLADŮ .....	21
<b>4 MICROSOFT POWERPOINT</b> .....	<b>22</b>
4.1 POPIS A OVLÁDÁNÍ UŽIVATELSKÉHO PROSTŘEDÍ .....	22
4.1.1 Panel nástrojů Rychlý přístup.....	23
4.1.2 Pás karet .....	23
4.1.3 Pracovní zobrazení snímku .....	23
4.1.4 Panel s kartami Snímky a Osnova.....	23
4.1.5 Oblast pro vkládání poznámek .....	23
4.1.6 Stavový řádek .....	24
4.2 NEJDŮLEŽITĚJŠÍ ČÁST PROGRAMU .....	24
4.2.1 Karta Soubor.....	24
4.2.2 Karta Domů .....	24
4.2.3 Karta Vložení .....	24
4.2.4 Karta Návrh .....	24
4.2.5 Karta Přechody .....	24
4.2.6 Karta Animace.....	25
4.2.7 Karta Presentace.....	25
4.2.8 Karta Revize .....	25
4.2.9 Karta Zobrazení.....	25
4.3 HLAVNÍ NÁSTROJE PROGRAMU .....	25
<b>5 VÝHODY A NEVÝHODY PREZENTACE VE VÝUCE</b> .....	<b>29</b>
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>30</b>
<b>6 ELEKTRONICKÁ OPORA K VYBRANÝM KAPITOLÁM</b> .....	<b>31</b>
<b>7 PŘÍKLADY S BEZPEČNOSTNÍ TÉMATIKOU</b> .....	<b>33</b>
<b>8 AKUSTIKA</b> .....	<b>38</b>
8.1 VZNIK A DRUHY ZVUKU .....	38
8.2 ŠÍŘENÍ ZVUKU.....	40
8.3 ABSORPCE ZVUKU .....	41
8.4 ODRAZ ZVUKU .....	42
8.5 OHYB ZVUKU .....	43
8.6 VLASTNOSTI ZVUKU .....	44
8.6.1 Výška zvuku .....	44
8.6.2 Barva zvuku.....	44

---

8.6.3	Hlasitost a intenzita zvuku .....	45
8.7	ULTRAZVUK A INFRAZVUK .....	47
8.8	DOPPLERŮV JEV .....	48
8.9	NADZVUKOVÉ RYCHLOSTI .....	50
8.10	SLUCHOVÝ VJEM ZVUKOVÉHO SIGNÁLU .....	51
8.11	UCHO .....	53
8.12	MASKOVÁNÍ ZVUKU .....	53
8.13	RIZIKA .....	54
8.14	ZÁKLADY HUDEBNÍ AKUSTIKY .....	55
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>56</b>
<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ .....</b>		<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>		<b>58</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>60</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>62</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>		<b>63</b>

## ÚVOD

Fyzika je fundamentální přírodní věda, zkoumající nejzákladnější a nejobecnější jevy, které jsou nejvnitřnější podstatou veškerého přírodního dění. Objevované fyzikální zákonitosti měly nejdříve univerzální charakter a tvořily základ pro ostatní přírodní vědy. S rozvojem poznatků o přírodě se však zkoumaná oblast postupně zužovala, některé přírodní vědy se od fyziky oddělily a dále navazovaly na předchozí poznatky samostatně. Byla to např. biologie, zkoumající děje v živých organismech, chemie, zabývající se změnami ve složení a struktuře látek, astronomie, dále technické vědy, jako jsou strojírenství, stavitelství, elektrotechnika a mnoho dalších.

Při výuce fyziky nejde ani tak o pamětní zvládnutí a slovní formulaci jednotlivých poznatků, fyzikálních zákonů a reprodukci vztahů mezi fyzikálními veličinami. Jde spíše o pochopení souvislostí jevů v přírodě a vytvoření vlastního pohledu na jejich podstatu. Pro pochopení fyzikálních zákonitostí je však nutné znát některá fakta, je třeba umět s nimi pracovat a využívat je při řešení konkrétních úloh z oblastí techniky a každodenní praxe. Studium fyziky se však neobejde bez základních znalostí matematiky, protože většina fyzikálních principů se vyjadřuje pomocí matematických prostředků. Jelikož veškeré bezpečnostní technologie fungují na různých fyzikálních principech, je pro studenty nutností si osvojit základy těchto dvou věd.

Téma této práce jsem si vybral, protože mně baví tvořit věci, které jsou užitečné a prospěšné druhým. Můj výběr umocnilo i to, že jsem velmi hravý typ člověka a při vytváření propracovaných prezentací v prostředí, které dobře znám, ještě navíc z oblasti fyziky, která mi není cizí, se nabízí skvělá příležitost tuto moji vlastnost naplnit.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Do teoretické části jsem začlenil popis a strukturu předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích a seznámení s fyzikálními simulacemi, které napomáhají při řešení příkladů, včetně několika ukázek. Dále se zmiňuji o zásadách tvorby prezentace, jejichž znalost je velmi cenná pro zdárný průběh vystupování. Je zde také blíže popsáno prostředí programu Microsoft PowerPoint, který se stal nástrojem pro vypracování studijní opory ve formě prezentací. V závěru teoretické části jsou zhodnoceny výhody a nevýhody tohoto způsobu výuky. Praktická část obsahuje ukázky z vytvořených prezentací, které jsou stěžejní částí méj bakalářské práce. Dále jsou zde uvedeny vlastní příklady s bezpečnostní tematikou, včetně jejich řešení. V závěru praktické části je blíže popsána akustika, jakožto vědní obor, který je v bezpečnostním

průmyslu hodně využívány. Tato kapitola slouží jako teoretický podklad pro jednu z vytvořených prezentací.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 FYZIKA V BEZPEČNOSTNÍCH TECHNOLOGIÍCH

Studium předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích je zaměřeno zejména na opakování středoškolské fyziky, zvláště pak je kladen důraz na vybrané kapitoly, které souvisí s bezpečnostní problematikou a na další rozšíření těchto znalostí. Témata jsou vyučována na základě fyzikálních zákonitostí a souvislostí a směřována na bezpečnostní aplikace, ve kterých se využívá např. základních principů mechaniky, optiky, akustiky a dalších, aby se studenti dokázali orientovat v možnostech využití fyziky v oboru bezpečnostních technologií. [1]

Fyzika v bezpečnostních technologiích obsahuje tyto kapitoly:

- Vývoj života na planetě Zemi. Základní představy o světě kolem nás od kosmického až po subatomární měřítko.
- Způsoby získávání poznatků o světě kolem nás. Fyzikální veličiny a jejich jednotky.
- Úvod do kinematiky, klasifikace pohybů. Užití derivací.
- Newtonovy zákony.
- Energie a zákony zachování.
- Úvod do akustiky životního prostředí. Dopplerův jev.
- Světlo a vnímání barev.
- Zdroje světla a jejich aplikace. Detekce světla. Zobrazovací technika.
- Elektromagnetické pole.
- Radioaktivita a její vliv na životní prostředí.
- Materiály a jejich vlastnosti.
- Fyzika mikrosvěta, objev atomu a jeho částí.
- Moderní fyzikální a chemické technologie a jejich aplikace.
- Zajímavá fyzika - otázky a odpovědi.

## 2 SIMULACE S FYZIKÁLNÍ TÉMATIKOU

Applet je aplikace, resp. programová komponenta, spustitelná například ve webovém prohlížeči, která díky animovanému prostředí, umožňuje nastudovat danou problematiku hravou formou. Standardně se nepoužívá jako samostatná aplikace a funguje pouze na platformě klienta. Nejčastějším použitím v praxi je tzv. Java applet.

Ve snaze přiblížit studentům co nejvíce problematiku daných fyzikálních jevů, byly ve zpracovaných prezentacích použity právě fyzikální applety, které názorně demonstrují probírané situace. Díky těmto appletům si studenti mohou kdekoliv a kdykoliv sami snadno otestovat, jak bude situace probíhat. Můžeme říci, že tyto simulace dokážou nahradit reálné laboratorní pokusy a není u nich potřeba mnohdy složitých pomůcek pro jejich realizaci.

Vybrané fyzikální simulace jsou tvořeny grafickým prostředím, kde je znázorňován průběh konkrétní situace. Součástí těchto appletů jsou většinou i různá funkční a ovládací tlačítka, které umožňují jejich spuštění, zastavení, zpomalení, reset nastavených hodnot či další speciální akce. Dále je zde možné zadávat do příslušných políček libovolné hodnoty fyzikálních veličin a tím ovlivňovat celý průběh simulace. V některých případech lze dokonce vytvořit vlastní situace z nabízených objektů. Díky některým simulacím můžeme po nastavení počátečních hodnot získat automatickým dopočítáním i hodnoty dalších veličin a využít tak applet jako „kalkulačku“.

### 2.1 Internetové zdroje fyzikálních appletů

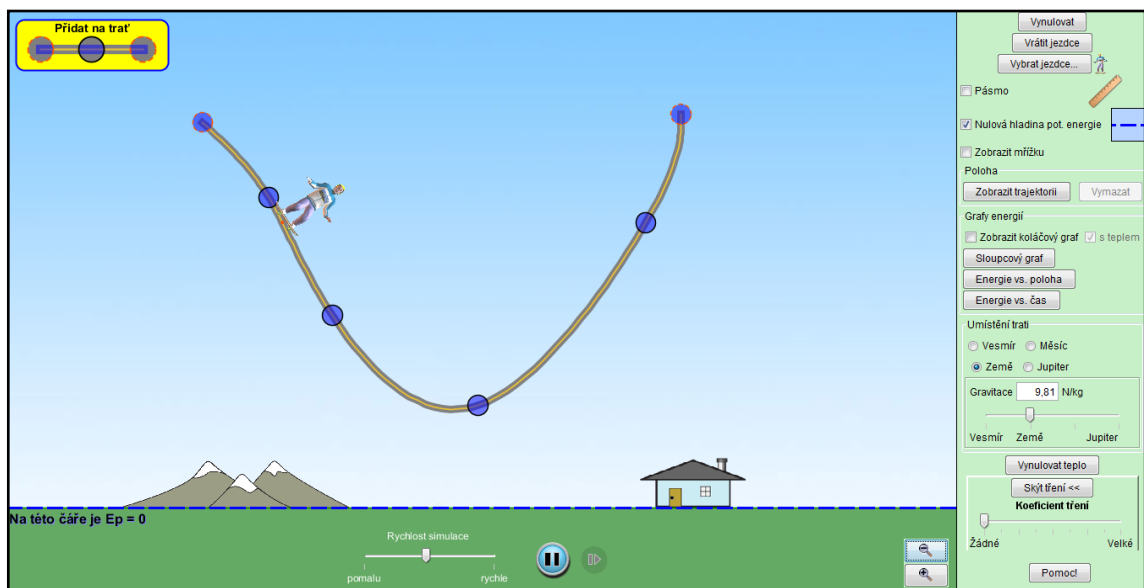
Simulací zabývajících se fyzikálními jevy je v dnešní době opravdu velmi mnoho. K jejich vyhledání potřebujeme mít přístup k Internetu a pro jejich spuštění nám postačí pouze webový prohlížeč a instalace minimální verze Java prostředí. Zde je uvedeno několik odkazů na applety, které byly použity v této práci jako doplněk prezentací pro výuku předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích:

**Interactive Simulations – University of Colorado at Boulder:**  
**<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/motion>**

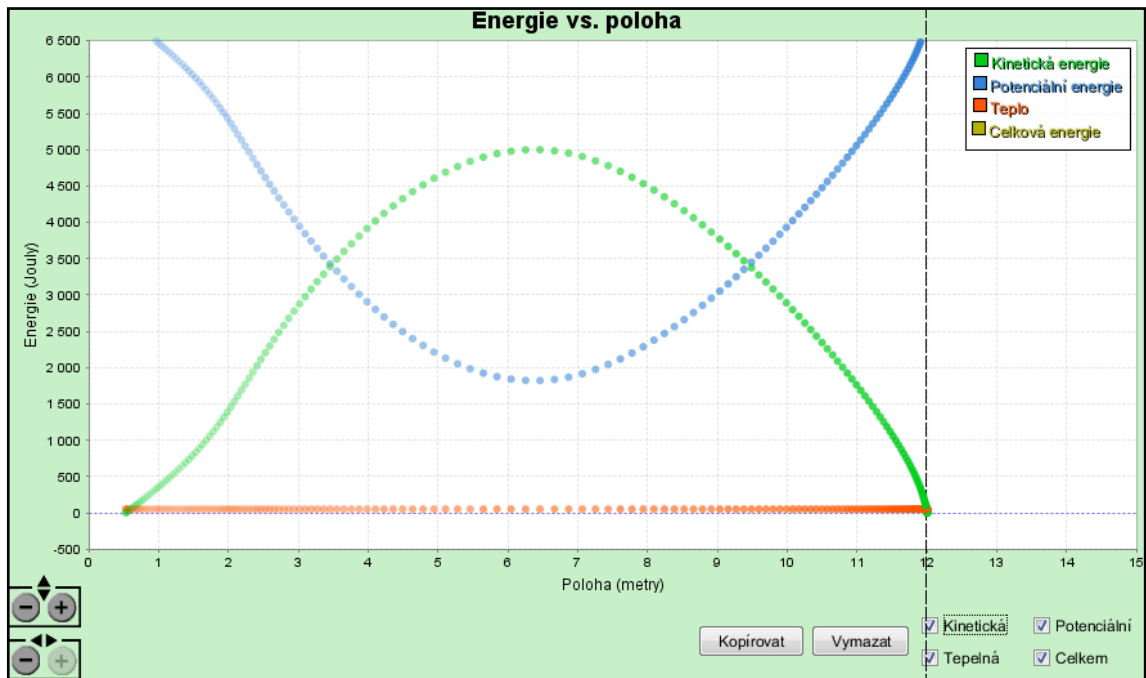
Jedná se o stránky univerzity v Coloradu, které jak sami uvádějí, nabízí zábavné, interaktivní, výzkumně založené simulace, pomáhající studentům pochopit učivo. Je zde možnost výběru mezi několika vědami - fyzikou, biologií, chemií, matematikou či vědou o Zemi. Po výběru appletů z oblasti fyziky je k dispozici hned několik vyučovaných

kapitol, jako například pohyby, mechanická práce, výkon, energie, zvuk, elektřina a magnetismus, radioaktivita a další. Všechny simulace jsou standardně v angličtině, lze zde však najít i applety přeložené do jiných jazyků, včetně češtiny.

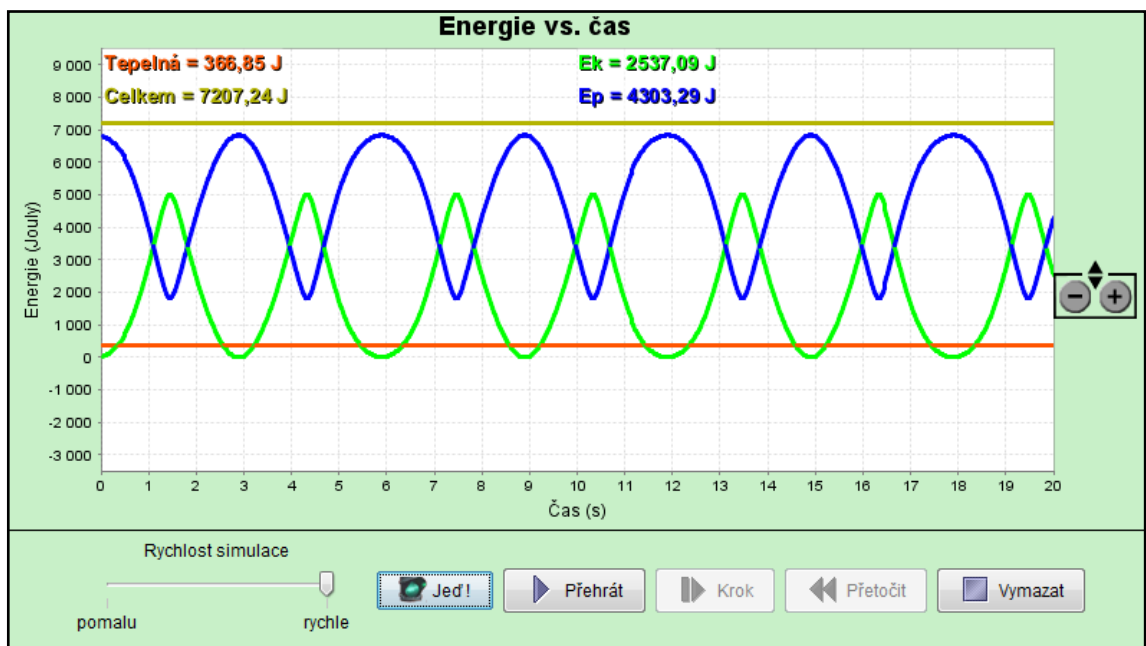
Na obr. 1 můžeme vidět, jak vypadá simulace, která znázorňuje zákon zachování energie. Applet umožňuje vytvořit vlastní trať, na kterou je poté umístěn jezdec na skateboardu, resp. buldok či beruška, zastupující tělesa o různé hmotnosti, která má zásadní vliv na tento zákon. Následně lze sledovat stavy kinetické a potenciální energie, které se mění s polohou jezdce. Dále je zde možnost nastavit různou gravitaci, simulující chování na Zemi, na Měsíci či ve Vesmíru, koeficient tření a zobrazit přídatné grafy (obr. 2 a obr. 3), které znázorňují závislost energie na poloze a energie na čase. Ve spodní části appletu se nachází ovládací tlačítka, která umožňují zapnutí a pozastavení simulace, nastavení její rychlosti a přiblížení, či oddálení celkového pohledu.



Obrázek 1: Energetický Skate Park [2]



Obrázek 2: Závislost energie na poloze [2]



Obrázek 3: Závislost energie na čase [2]

**Fyzikální Java applety: <http://www.walter-fendt.de/ph14cz/>**

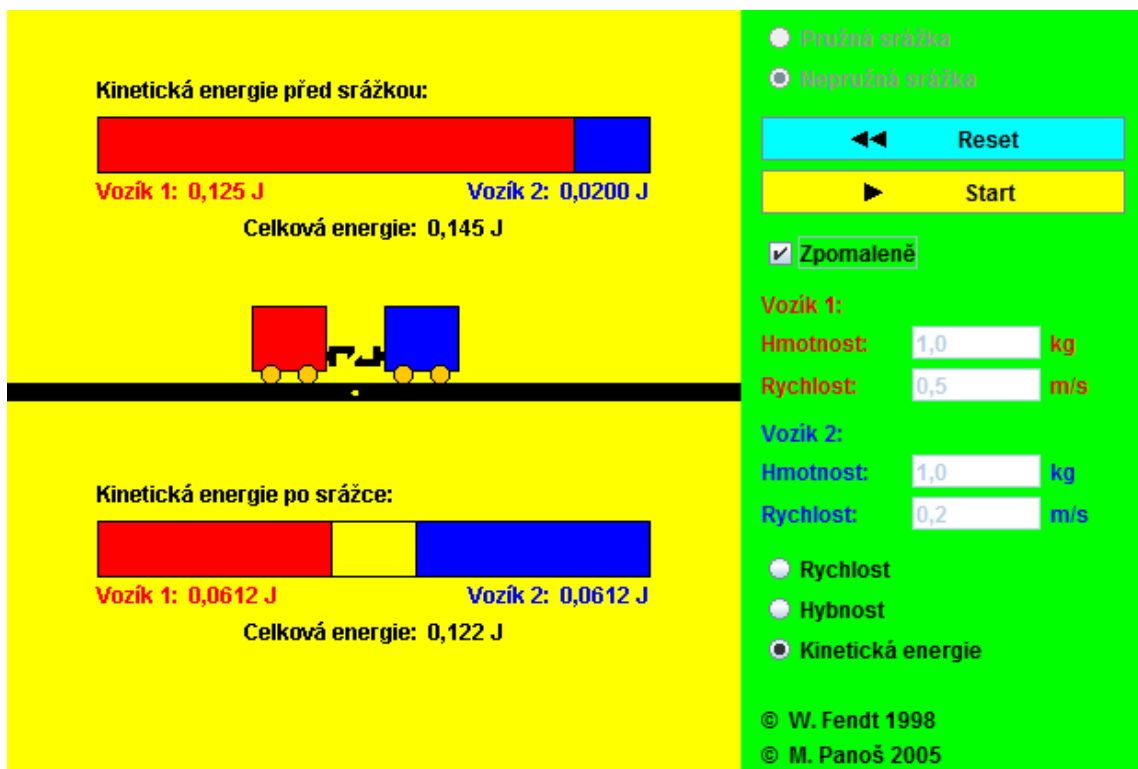
Tyto jednoduché a přehledné německé stránky, nejen s českým překladem, nabízejí také dostatek simulací, ať už fyzikálních, matematických či astronomických. Po výběru těch fyzikálních se nám opět nabízí možnost, vybrat si hned z několika kapitol, od mechaniky, kmitání a vlnění, elektřiny a magnetismu, přes optiku a teorii relativity, až po molekulovou, atomovou či jadernou fyziku. Applety se dají prohlížet klasicky na Internetu ve webovém prohlížeči nebo po stažení celého balíčku mohou být otvírány v prohlížeči i v režimu offline.

Vybraný ukázkový applet ukazuje pružnou a nepružnou srážku dvou těles, resp. dvou vozíků. Je zde možnost výběru typu srážky, zadání hmotností a rychlostí jednotlivých vozíků a výběr výstupu, zda nás zajímá jejich okamžitá rychlost, hybnost nebo kinetická energie. Vše je doplněno ovládacími tlačítky pro spuštění, resetování a zpomalení simulace.

Pro dokonale pružnou srážku platí zákon zachování mechanické energie a pro srážku nepružnou platí, že součet jejich kinetických energií po srážce, je menší než součet těchto energií při zahájení pohybu, protože po nárazu dojde ke spojení vozíků, část energie se přemění na vnitřní energii, resp. k zahřátí vozíků a poté oba pokračují dále v pohybu stejnou rychlostí. Celková hybnost obou těles je vždy zachována a to bez závislosti na typu srážky. Taktéž ani pohyb těžiště soustavy vozíků (v simulaci znázorněn žlutým bodem) není srážkou nijak ovlivněn.



Obrázek 4: Simulace rychlostí po pružné srážce [3]



Obrázek 5: Simulace kinetické energie při nepružné srážce [3]

Na ukázkách appletů je vidět, že jejich možnosti jsou opravdu rozsáhlé a ze získaných výsledků lze dále vycházet, ať už při řešení příkladů či při ověřování jejich shody s naším výpočtem.

## 2.2 Další zdroje simulací

Jak již bylo zmíněno, na Internetu je možné najít spoustu stránek s fyzikálními applety. Zde je vybraných několik dalších, které svým obsahem a vzhledem dokáží danou problematiku lépe pochopit a nastudovat.

<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/applets.htm>

<http://www.aldebaran.cz/applets/>

<http://www.physicsclassroom.com/mmedia/kinema/avd.cfm>

<http://www.vascak.cz/?cat=27>

[http://www.upscale.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/#class\\_mech](http://www.upscale.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/#class_mech)

[http://www.gvmyto.cz/internetkouba/\\_private/Prehledappletu.htm](http://www.gvmyto.cz/internetkouba/_private/Prehledappletu.htm)

### 3 ZÁSADY PRO TVORBU PREZENTACÍ

Každá prezentace, která si klade za cíl zaujmout diváky, potřebuje dostatečnou přípravu. Touto přípravou rozumíme nejen samotné vytvoření podkladů pro prezentování, ale také přípravu na okolnosti, které mohou ovlivnit průběh vystoupení.

#### 3.1 Základní informace pro prezentujícího

Před zahájením prezentování je vhodné zjistit několik zásadních informací, které dokážou hodně napovědět o průběhu prezentace a pomůžou řečníkovi se lépe připravit.

- **Znalost cílové skupiny**

Tato informace je nesmírně důležitá nejen pro všechny druhy prezentací, ale i pro jakýkoliv jiný veřejný projev, kterým chceme posluchače nadchnout a skutečně oslovit. Dobrým tahem je tedy zjistit si předem alespoň základní charakteristiky svých posluchačů. Jestli se jedná o početnou skupinu nebo o jednotlivce. Jestli jsou to odborníci nebo lidé, kteří o prezentované problematice příliš nevědí. Jestli se budou naší prezentace účastnit pouze muži, ženy nebo budou dohromady a v neposlední řadě, jaká je věková hranice této cílové skupiny. Důležitým aspektem je také to, zda se budou prezentace účastnit z vlastního zájmu nebo je to jejich povinností (např. nařízení nadřízené osoby).

- **Místo prezentace**

Špatná volba místa konání prezentace může také výrazně ovlivnit její průběh. O úspěchu vystoupení rozhoduje přímo na místě samotném několik faktorů, mezi které patří např. velikost místnosti, zasedací pořádek v místnosti, pohodlí, čistota, klimatické podmínky, a další. Velký vliv má také řečnickova znalost prostředí, zda se dokáže orientovat v neočekávaných či krizových případech. Proto je důležité, aby se ten, kdo bude prezentovat, informoval o zázemí, resp. prostředí, kde bude prezentace probíhat a zkontroloval, zda je všechno v pořádku a připraveno na jeho výkon.

- **Čas a délka prezentace**

Jelikož se řečníci bez trémy nerodí jako na běžícím pásu, je běžné, že se už příprava prezentace neobejde bez časového stresu. Je třeba připravit pomůcky pro prezentaci, doladit organizační zajištění prezentace či ujasnit strukturu projevu, což vyžaduje spoustu času. Uvádí se, že čas nezbytný pro profesionální přípravu prezentace je

desetinásobek času, přiděleného k prezentování. Je proto vhodné předem zjistit čas, který je řečníkovi přidělen, aby vše mohlo být dokonale načasováno, nejen kvůli případné pauze, či prostoru na dotazy. Důležitá je také informace, v který den a v kterou denní dobu se prezentace bude konat.

### 3.2 Tipy a rady k vystoupení

Jelikož je prezentace plně v režii přednášejícího, může si i na základě těchto předem zjištěných informací, připravit celé vystoupení podle svých možností a potřeb. Není však pravidlem, že úspěšnou prezentací je ta, ke které bylo dostatek informací a podkladů, nýbrž ta, která je podána kvalitním a sebevědomým výkonem řečníka. K tomu je třeba držet se několika zásad.

- **Zvolit vhodné oblečení přizpůsobené účastníkům.**

Lidé si díky svým instinktům dokážou o druhých vytvořit názor během jedné minuty, kdy dotyčného spatří. První dojem lze výrazně ovlivnit správnou image. Proto je dobré se držet zlatého pravidla – obléknout se vždy o stupeň formálněji, než je publikum. Muži by měli volit mezi formální (oblek, košile s dlouhým rukávem, kožené boty) a neformální (košile, kravata, kalhoty) variantou. Ženský oděv není tolik vázán striktními pravidly, proto nic nepokazí sukní a halenkou, či formálnějším kostýmek. Samozřejmostí pro obě pohlaví jsou čisté vlasy, nehty a celková hygiena, doplněná příjemnou vůní.

- **Vystupovat přirozeně a uvolněně.**
- **Mít přehled či zkušenosti v prezentovaném tématu.**
- **Dávat si pozor na řeč těla.**

Pro profesionální první dojem před publikem je důležité umět správně stát, gestikulovat, vědět jak a kam se pohybovat, kam se dívat a jak správně používat svůj hlas.

- **Vyvarovat se nejčastějších chyb.**
- **Špatný kontakt s publikem.**
- **Čtení projevu z poznámek.**
- **Pohrávání si s předměty v ruce.**

### 3.3 Pravidla pro tvorbu elektronických podkladů

Prezentace by měla být přehledná, výběr barev by měl ladit, aby byl text čitelný na zvoleném pozadí atd. Tyto a mnohem více informací jsou zveřejňovány jako zásadní pro tvorbu prezentací. Existuje mnoho pravidel a verzí, jak by měla správná prezentace vypadat. Níže jsou uvedeny ty, které jsou společné pro všechny prostudované zdroje.

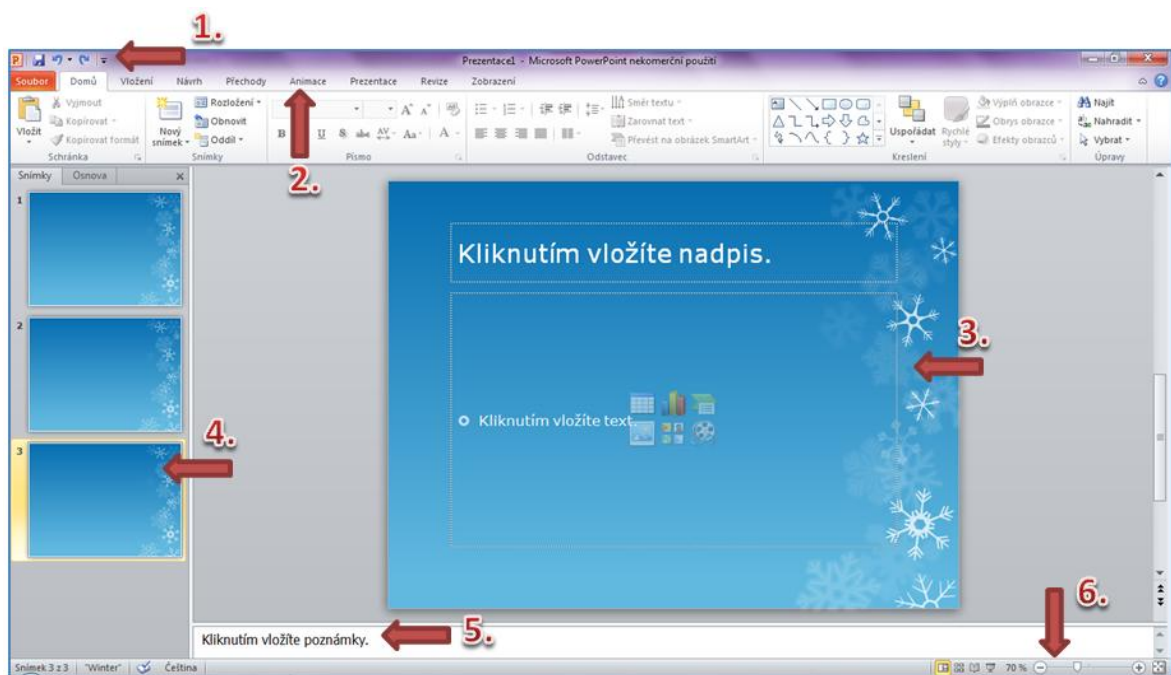
- Patkové fonty čte lidské oko pomaleji. Používat tyto fonty na nadpisy, aby posluchačům více utkvěly v paměti. Na běžný text snímků používat bezpatkové písmo (font Arial, Tahoma apod.), tak si posluchači rychleji udělají přehled o obsahu snímků. [4]
- Všechny texty na snímku musí být pro posluchače čitelné, je dobré vyzkoušet čitelnost ze všech možných pozic v místnosti. Pro velikost písma, uvažovat počet posluchačů a velikost místnosti. Používat vždy písmo větší velikosti než 20 (bodů). [4]
- Pro zvýraznění klíčových slov používat tučný text nebo jinou barvu písma a raději se vyvarovat kurzívy, která se při projekci jeví neostře a hůře se čte. [4]
- Pokud je na pozadí prezentace zvolen světlý barevný odstín, pak pro texty a objekty používat tmavší odstíny barev a naopak. Pro dobrou viditelnost a čitelnost projekce je nejdůležitější kontrast mezi barvou pozadí a grafickými prvky na snímku. Podle psychologů je nejefektivnější (příjemná a udržující koncentraci diváků) taková prezentace, kde je pozadí tmavé a písmo světlé. [4]
- V našich evropských podmínkách se čte text zleva doprava a shora dolů. K docílení větší přehlednosti snímku, je vhodné uspořádat jednotlivé grafické objekty v uvedených směrech. Nejdůležitější argument uvádět až jako poslední (vpravo nebo dole), protože tuto informaci si posluchači nejspíše zapamatují. [4]
- K upoutání pozornosti posluchačů využít animační a přechodové efekty, které PowerPoint i další prezentační programy nabízejí. Pohyb a najíždění textů či objektů by mělo být přirozené lidskému oku. Vybrat několik málo konzervativních, nerušících animačních efektů, s nimi pracovat a dodržovat jejich jednotné používání. Přechodové efekty je však potřeba používat v rozumné míře, jelikož dlouhé načítání slidů může přestat posluchače bavit. [4]

## 4 MICROSOFT POWERPOINT

Nejnovější verze programu Microsoft PowerPoint je součástí kancelářské sady aplikací Microsoft Office 2010, díky kterému lze vytvářet, spravovat, měnit, sdílet a promítat prezentace dat, neboli dokumenty, které na vytvořených snímcích podávají informace o prezentovaném tématu. Každý snímek může tvořit textová, grafická a zvuková složka, snímky na sebe mohou navazovat pomocí přechodů a objekty rozmístěné na snímcích mohou být animovány. Každá nová verze programu se sebou přináší i nové nástroje, které pomáhají uživatelům k vytvoření vizuálně poutavých prezentací.

### 4.1 Popis a ovládání uživatelského prostředí

Po spuštění aplikace Microsoft PowerPoint 2010 se otevře v klasickém zobrazení okno s uživatelským rozhraním programu, které bude obsahovat prázdnou prezentaci. Mezi nejdůležitější prvky programu patří:



Obrázek 6: Popis okna aplikace

#### 4.1.1 Panel nástrojů Rychlý přístup

V původním nastavení je v levém horním rohu umístěn panel nástrojů Rychlý přístup, kde můžeme najít nejčastěji používaná tlačítka. Lze také zobrazit nabídku příkazů, pomocí kterých je možné upravit vlastnosti tohoto panelu a nastavit si ho podle své potřeby.

#### 4.1.2 Pás karet

Těsně pod horním okrajem okna je situován tzv. pás karet, obsahující naprostou většinu příkazů pro ovládání programu a je určen pro pohodlný přístup k potřebným nástrojům aplikace Microsoft PowerPoint 2010, které jsou zde uspořádány do tzv. karet a to podle účelu použití. Každá karta je rozdělena do několika skupin s vlastním názvem. Kromě hlavních osmi karet Soubor, Vložení, Návrh, Přechody, Animace, Prezentace, Revize a Zobrazení se na pásu karet interaktivně objevují také další karty nástrojů, které nabízí další akce a úpravy s konkrétními objekty. Příkladem může být karta Formát s formátovacími nástroji, která se zobrazí např. po označení obrázku myší.

#### 4.1.3 Pracovní zobrazení snímku

Je plocha s obsahem snímku, kterým může být např. text, obrázek, diagram, tabulka, graf, zvuk, videoklip a další. Právě zde se při prezentaci projevuje nastavení šablony, pozadí a animace jednotlivých snímků.

#### 4.1.4 Panel s kartami Snímky a Osnova

Toto podokno obsahuje náhled na všechny snímky v prezentaci, které jsou zde zobrazovány jako miniatury, resp. osnova prezentace a umožňuje rychlé procházení mezi jednotlivými snímky prezentace. Při zobrazení osnovy lze vidět jen strukturu snímků, složenou z nadpisů a textů, bez grafických objektů, proto je toto zobrazení výhodné při situacích, kdy je potřeba např. změnit pořadí snímků, formátování textu apod.

#### 4.1.5 Oblast pro vkládání poznámek

Toto pole slouží k připsání poznámek a komentářů k jednotlivým snímkům. Po spuštění prezentace nejsou tyto poznámky viditelné, a proto je možné si je ke každému snímku přímo vytisknout.

### 4.1.6 Stavový řádek

Na stavovém řádku můžeme najít důležité informace a ovládací prvky jako např. pořadové číslo aktuálního snímku, celkový počet snímků, název zvoleného motivu, tlačítko pro kontrolu pravopisných chyb, indikátor nastaveného jazyka prezentace, tlačítka pro rychlou změnu zobrazení, tlačítko pro rychlé spuštění projekce, nebo lupu, umožňující úpravu velikosti zobrazení aktuálního snímku.

## 4.2 Nejdůležitější část programu

Pás karet je bezpochyby nejdůležitější částí programu. Skládá se z následujících karet:

### 4.2.1 Karta Soubor

Je první kartou zleva a je zvýrazněna červenou barvou. Díky ní je možné provádět operace s dokumenty a soubory jako např. otevření nového souboru, uložení a tisk prezentace, odeslání souboru elektronickou poštou, či nainstalování doplňků, které se dají do programu stáhnout z Internetu.

### 4.2.2 Karta Domů

Je určena především pro přidávání nových snímků do prezentace, úpravám jejich rozložení, dále pro formátování písma, odstavců a pro vkládání obrázků z panelu kreslení.

### 4.2.3 Karta Vložení

Tato karta umožňuje vložit na plochu snímku prakticky všechno, co nám samotný program dovolí. Od tabulek, obrázků, grafů, přes textová pole, záhlaví a zápatí, rovnice, až po video či zvuk.

### 4.2.4 Karta Návrh

Na této kartě lze upravovat celkový vzhled snímků pomocí předdefinovaných motivů, či vlastních návrhů pozadí, jelikož je zde možnost volby barev, písma a různých efektů.

### 4.2.5 Karta Přechody

Slouží k nastavení přechodů mezi jednotlivými snímky, včetně jejich doby trvání. Je zde výběr z několika desítek přechodů, od jednoduchých, až po ty opravdu propracované. Tyto akce dokážou prezentaci příjemně zatraktivnit.

#### 4.2.6 Karta Animace

Tato karta je dokonalým nástrojem pro všechny hravé uživatele, kteří si libují v detailech a rádi si prezentaci „okoření“ o nějaký ten efekt. Můžeme také rozhodnout o tom, v jakém pořadí se jednotlivé objekty zobrazí a jakou animací to bude provedeno.

#### 4.2.7 Karta Prezentace

Zde se nachází veškeré nastavení pro předvádění celé prezentace. Je možné skrýt snímky, které nechceme zobrazit, aniž bychom je museli mazat, změřit si čas prezentování, čímž se dá nastavit časování jednotlivých snímků při automatickém spouštění prezentace. Dále je možné vysílat prezentaci pro vzdálené diváky, kteří ji budou sledovat ve webovém prohlížeči či nastavit rozlišení prezentace.

#### 4.2.8 Karta Revize

Karta je společná pro všechny aplikace MS Office, odkud je možné např. vkládat komentáře, kontrolovat pravopis v prezentaci nebo využít slovník slov s podobným významem.

#### 4.2.9 Karta Zobrazení

Nabízí způsoby zobrazení prezentace, měřítko zobrazení a způsob práce s okny.

### 4.3 Hlavní nástroje programu

V programu Microsoft PowerPoint je možné vytvořit opravdu přehledné a propracované prezentace. K tomu je však nutné se nejdříve seznámit se základními operacemi a funkcemi, které tento software nabízí. Níže jsou popsány jednotlivé stěžejní nástroje, které lze využít k tvorbě velmi poutavých prezentací.

- **Vytvoření nové prezentace**

Po spuštění programu Microsoft PowerPoint se vždy automaticky vytvoří nová prázdná prezentace, která obsahuje pouze jediný snímek bez jakéhokoliv textu. Tento snímek je úvodní a ve výchozím zobrazení obsahuje pouze dvě přednastavená textová pole. Existuje však více možností, jak vytvořit prázdnou prezentaci. Novou prezentaci je možné vytvořit také na základě jiné, již existující prezentace, jejíž vzhled, uspořádání či obsah se uživateli zalíbil. Prezentaci lze také vytvořit z textového souboru nebo je možné použít osnovu dokumentu vytvořenou v programu Microsoft Word. Již

vytvořené prezentace lze kdykoliv v programu Microsoft PowerPoint znovu otevřít a pokračovat v dalších úpravách.

- **Snímky**

Jednou ze základních dovedností v programu Microsoft PowerPoint je manipulace se snímky. Snímky je potřeba v prezentacích nejen přidávat a odstraňovat, ale v prvé řadě také označovat a vytvářet souvislé či nesouvislé výběry. Neméně důležité jsou operace kopírování, přesunu, změny pořadí. Aby byla práce efektivní, je vhodné využívat existující snímky pro vytváření těch nových. K tomu účelu se používá funkce duplikování nebo přenesení snímku z jiné prezentace. [5]

- **Rozložení snímků**

Pomocí předdefinovaného rozložení snímků lze určit, jaké základní objekty se budou na snímku nacházet a jak budou rozmístěny. Těmito objekty jsou nejčastěji textová pole obsahující instrukce pro vyplnění, případně zástupné symboly pro rychlé vložení objektu (např. obrázku nebo tabulky). [5]

Hlavním účelem předdefinovaných rozložení je zajistit, aby všechny snímky prezentace byly vizuálně uspořádané a jednotné. [5]

- **Šablony a motivy**

Šablona je předem definovaný vzor, podle kterého se vytváří vždy stejný typ prezentace. Určuje základní strukturu a nastavení nejdůležitějších částí. Často obsahuje již připravené elementy, například barvu pozadí, obrázky či tabulky, které slouží k opakovanému použití. [5]

Motivy se, na rozdíl od šablon, používají k vytváření předloh snímků a rozložení. Každý motiv se skládá ze sady barev (tzv. barevné schéma), zvolených druhů písma a efektů. [5]

- **Předlohy**

Předloha snímků je vzorový snímek, který je součástí šablony a který určuje výchozí vlastnosti snímků v prezentaci (např. formát a umístění textových polí, data, zápatí a čísel snímků, barevné schéma, pozadí a ostatní objekty, které se pak objeví na pozadí snímků). [5]

Každá prezentace může obsahovat více předloh snímků a každá předloha vzhled hned několika předdefinovaných rozložení. Všechny změny, které provedete v předloze, a všechny objekty, které do předlohy vložíte, se zobrazí na všech snímcích prezentace, které jsou na základě této předlohy vytvořeny a u nichž není zakázáno zobrazování objektů z předlohy. [5]

- **Úprava vzhledu**

Vizuální podobě snímků je potřeba věnovat minimálně tolik pozornosti jako jejich obsahu. Základní podoba snímku je dána především rozměry a orientací. Pak přichází na řadu vizuální styl, který lze definovat pomocí barevného schématu, písma a efektů. Kombinace všech těchto nástrojů je v programu Microsoft PowerPoint souhrnně označena pojmem motiv. Motívem je označován souhrn předdefinovaných a vzájemně ladících barev pro pozadí, písmo a další vizuální prvky snímků. V prezentacích se používají zejména pro rychlou a harmonickou úpravu celkového vzhledu snímků. [5]

- **Text**

Základem každé prezentace je text, který vkládáme nejčastěji přímo na snímky (většinou v podobě nadpisů či seznamů) nebo do prostoru poznámek pro přednášejícího. Text se objevuje také v jiných částech prezentace, jako je například záhlaví a zápatí. [5]

V prezentacích programu Microsoft PowerPoint není možné text volně zapisovat přímo na snímky, ale vždy je potřeba ho umístit do speciálního objektu, který se nazývá textové pole. Textové pole má tvar obdélníkového rámečku a jeho vlastnosti určují způsob, jakým bude text uvnitř pole formátován. [5]

- **Obrázky a diagramy**

Neodmyslitelnou součástí prezentací se staly grafické objekty. S jejich pomocí je možné názorně ilustrovat prezentované skutečnosti, které mnohdy ani nepotřebují popisný komentář. [5]

Na snímky prezentace lze vkládat obrázky, kliparty, diagramy, ale i vlastní grafické objekty a obrazce, které se dají poté samostatně formátovat.

- **Tabulky**

Tabulka je objekt rozdělený do řádků a sloupců. Základní jednotkou tabulky je buňka, která se nachází na pozici určitého řádku a sloupce. Do buněk lze vkládat jakékoliv údaje (písmena, číslice, speciální znaky atd.). Tabulku lze umístit na snímek a přehledným způsobem v ní uspořádat a prezentovat data. [5]

- **Grafy**

Program Microsoft PowerPoint obsahuje nástroje pro vytváření různých typů grafů. Ty lze v prezentacích využít všude tam, kde je potřeba názorně a přehledně prezentovat určitá data v grafické podobě. [5]

- **Multimédia**

Prezentaci lze doplnit o různé zvukové efekty a znělky, ale také například o hudbu, která bude jemně dokreslovat mluvené slovo během předvádění prezentace. [5]

- **Animace a interakce**

Statické snímky prezentace mohou obsahovat také dynamické prvky. Efekt animace je možné nastavit téměř všem objektům, které se na snímku nacházejí. Kromě obrázků lze animovat také jakýkoli text (např. nadpis), ale i obrazce, diagramy, tabulky nebo grafy. Objekty složené z více částí lze animovat dokonce po částech. Tím snímky prezentace získají jedinečný styl a dynamiku. [5]

## 5 VÝHODY A NEVÝHODY PREZENTACE VE VÝUCE

Jedním z nejjednodušších způsobů, jak vtáhnout studenta do výuky, je zapojit ho. Je to velice snadné, pokud se zvolí vhodná metoda, kterou je např. vytvoření poutavé prezentace. Využívání softwarové opory ve výuce s sebou nese bezpochyby řadu výhod, nicméně se postupně může objevit i několik nevýhod. V této kapitole jsou uvedeny některé z nich.

Výhodou výuky ve formě poutavých a přehledných prezentací je lepší motivace studentů, zejména pak to, že pozornost studentů se dá udržet mnohem déle. Učivo je oproti pouhému výkladu lépe pochopitelné, obzvláště pokud se pracuje s multimediální prezentací, která v sobě zahrnuje grafiku, animace, video, simulace, zvuk (hudbu, mluvené slovo). Výsledkem je pak prezentace, která zaujme a dokonale splní výukovou funkci. Studenti jsou více zapojeni do výuky a je u nich dosaženo vyššího zájmu a aktivity. Z pohledu lektorů lze připravené výukové materiály používat opakovaně, takže vložený čas do přípravy prezentace se jim brzy vrátí. Navíc mohou už vytvořené výukové materiály využít i jiní lektoři a tím ušetřit čas, který by jinak strávili nad tvorbou učebních materiálů. Prezentace je možné uložit a následně prostřednictvím internetu sdílet se studenty. Ti se tak mohou věnovat samostudiu i doma, ovšem za předpokladu, že mají patřičné vybavení – počítač a potřebný software.

Jak již bylo zmíněno, výuka touto formou s sebou nese i několik nevýhod. Prvotní tvorba prezentací je pro lektory časově náročná a může trvat několik hodin až dní. Důležitým předpokladem je skutečnost, že ten, kdo prezentaci připravuje, dokonale zvládá informační a počítačovou gramotnost, bez níž by byla tvorba výukových materiálů prakticky nemožná. Zároveň musí mít patřičné technické vybavení jak doma, tak i ve škole.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 ELEKTRONICKÁ OPORTA K VYBRANÝM KAPITOLÁM

Stěžejní částí této bakalářské práce, resp. její praktické části je elektronická opora pro výuku předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích, kterou jsem zpracoval do formy prezentací v programu Microsoft PowerPoint, aby usnadnila lektorům výuku a studentům pomohla lépe pochopit probírané učivo. Pro představu uvádím několik ukázek z vypracovaných prezentací. Zaměřil jsem se na následující kapitoly:

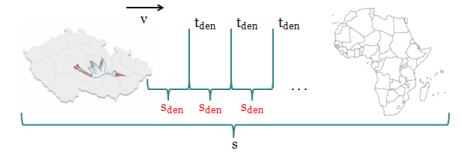
### Úvod do kinematiky, klasifikace pohybů

**ÚVOD DO KINEMATIKY,  
KLASIFIKACE POHYBŮ**

**Fyzika v bezpečnostních  
technologiích**  
Fakulta aplikované informatiky  
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

5. Čáp při svém letu na jih letí průměrnou rychlostí 70 km/h. Určete celkovou dobu letu do Afriky, jestliže letí 10 hodin denně a vzdálenost mezi Českou republikou a střední Afrikou je 4 500 km.

$v = 70 \text{ km/h}$	$s_{\text{den}} = v \cdot t_{\text{den}}$	$t_c = \frac{s}{s_{\text{den}}}$
$s = 4500 \text{ km}$	$s_{\text{den}} = 70 \cdot 10$	$t_c = \frac{4500}{700}$
$t_{\text{den}} = 10 \text{ h}$	$s_{\text{den}} = 700 \text{ km}$	$t_c = 6,43 \text{ dne} = 6 \text{ dní } 10 \text{ h}$
$t_c = ?$		



Rovnoměrný pohyb

9. Člun se pohybuje na řece mezi dvěma místy A a B. Po proudu urazí vzdálenost  $L = AB = 100 \text{ km}$  za čas  $t_1 = 4 \text{ h}$  a proti proudu za  $t_2 = 10 \text{ h}$ . Určete rychlost toku řeky  $v_1$  a rychlost člunu vůči vodě  $v_2$ . Předpokládáme konstantní rychlost.


$t_1 = 4 \text{ h}$	$v_1 = \frac{s}{t_1} - v_p$	$v_p = \left(\frac{s}{t_2} + \frac{s}{t_1}\right) \cdot \frac{1}{2}$
$t_2 = 10 \text{ h}$		$v_p = \frac{10 + 25}{2}$
$s = 100 \text{ km}$	$s = \left(v_p + v_p - \frac{s}{t_1}\right) \cdot t_2$	$v_p = 17,5 \text{ km/h}$
$v_1 = ?; v_p = ?$		$v_1 = 7,5 \text{ km/h}$

1. PO PROUDU  
 $s = (v_l + v_p) \cdot t_1$

2. PROTI PROUDU  
 $s = (v_p - v_l) \cdot t_2$

$\frac{s}{t_2} = 2v_p - \frac{s}{t_1}$

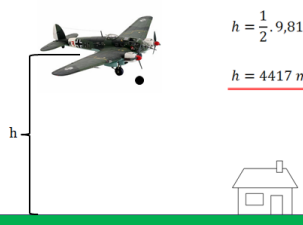
$2v_p = \frac{s}{t_2} + \frac{s}{t_1}$



Skládání pohybů a rychlosti

33. Bombardovací letoun odhazuje pumu, jež má vybuchnout za 30 s. Určete výšku, ze které je shazována. Odpor vzduchu zanedbejte.

$t = 30 \text{ s}$	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$	$h = \frac{1}{2} g t^2$
$h = ?$		$h = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 30^2$
		$h = 4417 \text{ m}$



Vrha

Obrázek 7: Ukázka prezentace - Úvod do kinematiky, klasifikace pohybů

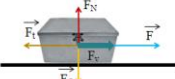
Newtonovy zákony

### NEWTONOVY ZÁKONY

**Fyzika v bezpečnostních technologiích**  
Fakulta aplikované informatiky  
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

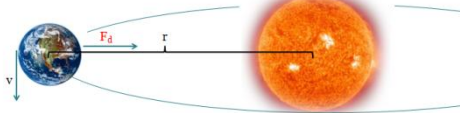
11. Chlapci tlačí bednu o hmotnosti 100 kg po vodorovné podlaze. Na bednu působí stálá třecí síla o velikosti 160 N.  
a) Zakreslete a popište všechny působící síly a sílu výslednou  
b) Jak velké je zrychlení bedny, působí-li na ni chlapci vodorovnou silou o velikosti 300 N?  
c) Určete součinitel tření mezi bednou a podlahou.

$m=100\text{ kg}$     $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$     $y: \vec{F}_G + \vec{F}_N = m \cdot \vec{a}_y$     $F_t = f \cdot N$   
 $F_t = 160\text{ N}$     $x: \vec{F} + \vec{F}_t = m \cdot \vec{a}_x$     $-F_G + N = m \cdot 0$     $F_t = f \cdot F_G$     $f = \frac{160}{100 \cdot 9,81}$   
 $F = 300\text{ N}$     $F - F_t = m \cdot a$     $N = F_G$     $f = \frac{F_t}{F_G}$     $f = 0,16$   
 $f = ?; a = ?$     $a = \frac{F - F_t}{m}$     $a = \frac{300 - 160}{100}$     $a = 1,4\text{ m/s}^2$



16. Jak velká dostředivá síla působí na naši Zemi, která se pohybuje kolem Slunce přibližně po kružnici o poloměru 150 milionů km rychlostí 30 km/s? Hmotnost Země je  $6 \cdot 10^{24}$  kg.

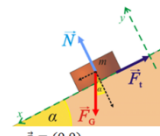
$r = 150 \cdot 10^6\text{ km} = 150 \cdot 10^9\text{ m}$     $\vec{F}_d = m \cdot \vec{a}_d$     $F_d = \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 9 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^{10}}$   
 $v = 30\text{ km/s} = 30 \cdot 10^3\text{ m/s}$     $F_d = m \cdot a_d = m \cdot \frac{v^2}{r}$     $F_d = 3,6 \cdot 10^{22}\text{ N}$   
 $m = 6 \cdot 10^{24}\text{ kg}$     $F_d = \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot (30 \cdot 10^3)^2}{150 \cdot 10^9}$     $F_d = 3,6 \cdot 10^{22}\text{ N}$   
 $F_d = ?$



20. Jak velký musí být součinitel tření mezi kvádrem o hmotnosti 2 kg a nakloněnou rovinou se sklonem  $30^\circ$ , aby kvádr zůstal na nakloněné rovině v klidu?

$m = 2\text{ kg}$     $|\vec{F}_{Gx}| = |\vec{F}_T|$   
 $\alpha = 30^\circ$     $F_{Gx} = F_G \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha$   
 $f = ?$     $F_T = f \cdot N$

$\sum \vec{F}_y = m \cdot \vec{a}_y$     $f = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$   
 $\vec{F}_G + \vec{F}_T + \vec{N}_y = m \cdot \vec{a}_y$     $f = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha}$   
 $-F_G \cdot \cos \alpha + 0 + N = 0$     $f = \tan \alpha$   
 $\vec{a} = (0,0)$     $N = F_G \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot \cos \alpha$     $f = 0,27$   
 $\vec{F}_G = (F_{Gx}, F_{Gy})$     $|\vec{F}_{Gx}| = |\vec{F}_T|$   
 $\vec{F}_T = (-F_T, 0)$     $mg \sin \alpha = f \cdot mg \cos \alpha$   
 $\vec{N} = (0, N)$



Obrázek 8: Ukázka prezentace - Newtonovy zákony

Zvuk a Dopplerův jev

### ZVUK A DOPPLERŮV JEV


**Fyzika v bezpečnostních technologiích**  
Fakulta aplikované informatiky  
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

5. Pravidlo pro určení vzdálenosti (v kilometrech) od místa, kde udeřil blesk, doporučuje počítat sekundy od chvíle, kdy je vidět blesk, až do chvíle, kdy je slyšet hrom a počet sekund vydělit třemi. Vysvětlete toto pravidlo a určete procentuální chybu při teplotě  $20^\circ\text{C}$  za předpokladu, že se k vám zvuk šíří po přímce.

$t = 20^\circ\text{C}$   
 $s = ?$

Libovolný čas, např.:  $t_1 = 15\text{ s} \Rightarrow \frac{15}{3} = 5\text{ km}$

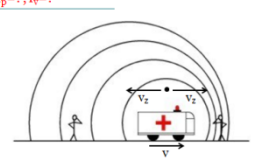
Při teplotě vzduchu  $20^\circ\text{C}$ :  
 $v_z = 331,82 + 0,61 \cdot t$     $s = v_z \cdot t_1$     $5000\text{ m} \dots \dots \dots 100\%$   
 $v_z = 331,82 + 0,61 \cdot 20$     $s = 344,02 \cdot 15$     $5160,3\text{ m} \dots \dots \dots x\%$   
 $v_z = 344,02\text{ m/s}$     $s = 5160,3\text{ m}$     $\frac{5160,3}{5000} = \frac{x}{100}$   
 Skutečná vzdálenost je cca o 3% větší.    $x = 103,2\%$



14. Stojíte na chodníku u cesty, po které projíždí rychlostí 20 m/s houkající sanitka. Síréná sanitka vysílá stálý tón frekvence 1 kHz. Jakou frekvenci zaregistrujete, jestliže se sanitka:  
a) Přibližuje?  
b) Vzdaluje?


$v_s = 20\text{ m/s}$     $f = f_0 \frac{v \pm v_D}{v \mp v_z}$    a)  $f' = f \cdot \frac{v}{v - v_z}$   
 $f = 1\text{ kHz} = 1 \cdot 10^3\text{ Hz}$     $f' = 1 \cdot 10^3 \cdot \frac{340}{340 - 20}$   
 $v = 340\text{ m/s}$     $f' = 1062,5\text{ Hz}$   
 $f_p = ?; f_v = ?$

b)  $f'' = f \cdot \frac{v}{v + v_z}$   
 $f'' = 1 \cdot 10^3 \cdot \frac{340}{340 + 20}$   
 $f'' = 944\text{ Hz}$



18. Letadlo letí 1,25 krát rychleji než je rychlost šíření zvuku ve vzduchu. Rázová vlna zasáhne muže na zemi půl minuty poté, co mu letadlo přeletělo přesně nad hlavou. V jaké výšce letadlo letělo? V jaké vzdálenosti se v dané chvíli nachází od pozorovatele?

$v_z = 340\text{ m/s}$   
 $v_L = 1,25 \cdot v_z$   
 $t = 1/2\text{ min} = 30\text{ s}$   
 $h = ?; s' = ?$



$v_L = 1,25 \cdot v_z$     $h = v_z \cdot t$     $s = v_L \cdot t$     $s'^2 = s^2 + h^2$   
 $v_L = 1,25 \cdot 340$     $h = 340 \cdot 30$     $s = 425 \cdot 30$     $s'^2 = 10200^2 + 12750^2$   
 $v_L = 425\text{ m/s}$     $h = 10200\text{ m}$     $s = 12750\text{ m}$     $s' = 16328\text{ m}$

Obrázek 9: Ukázka prezentace - Zvuk a Dopplerův jev

## 7 PŘÍKLADY S BEZPEČNOSTNÍ TÉMATIKOU

V této kapitole jsou uvedeny příklady s bezpečnostní tematikou z různých oblastí fyziky, které jsem vymyslel. Snažil jsem se v nich zachytit skutečné situace a vycházím z reálných hodnot fyzikálních veličin. Úlohy jsou předloženy včetně řešení a je k nim vytvořena animovaná prezentace.

### Příklad 1)

Zadání: Radar v zaparkovaném policejním automobilu vysílá elektromagnetické vlny o frekvenci 34,2 GHz směrem ke kamionu, blížícímu se rychlostí 30 m/s. Jaká bude změna frekvence odražené od kamionu vůči frekvenci radaru?

$$f = 34,2 \text{ GHz} = 34,2 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$f' = ?$$

$$f' = f \cdot \frac{c}{c - v}$$

$$f' = 34,2 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8 - 30}$$

$$\underline{f' = 34200003420 \text{ Hz}}$$

$$\Delta f = f' - f$$

$$\Delta f = 34200003420 - 34,2 \cdot 10^9$$

$$\underline{\Delta f = 3420 \text{ Hz}}$$

### Příklad 2)

Zadání: Kulka vystřelená ze švýcarské odstřelovací pušky letí rychlostí 945 m/s do terče vzdáleného 1500 m. O kolik sekund později dorazí zvuk z výstřelu k tomuto terči? Rychlost zvuku je 340 m/s.

$$v = 945 \text{ m/s}$$

$$s = 1500 \text{ m}$$

$$v_z = 340 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = ?$$

$$s = v \cdot t$$

$$t_{kulka} = \frac{s}{v}$$

$$t_{kulka} = \frac{1500}{945}$$

$$\underline{t_{kulka} = 1,6 \text{ s}}$$

$$t_{zvuk} = \frac{s}{v_z}$$

$$t_{zvuk} = \frac{1500}{340}$$

$$\underline{t_{zvuk} = 4,4 \text{ s}}$$

$$\Delta t = t_{zvuk} - t_{kulka}$$

$$\Delta t = 4,4 - 1,6$$

$$\underline{\Delta t = 2,8 \text{ s}}$$

Příklad 3)

Zadání: Mikrovlnný detektor, který vysílá elektromagnetické záření v pásmu 5 GHz, má zachytit pohyb narušitele, který se pohybuje rychlostí 4km/h. Jakou změnu velikosti kmitočtu pohyb narušitele vyvolá?

$$\begin{array}{lll}
 f = 5 \text{ GHz} = 5 \cdot 10^9 \text{ Hz} & f' = f \cdot \frac{c}{c - v} & \Delta f = f' - f \\
 v = 4 \text{ km/h} = 1,11 \text{ m/s} & f' = 5 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8 - 1,11} & \Delta f = 18 \text{ Hz} \\
 c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} & & \\
 \Delta f = ? & f' = 5000000018 \text{ Hz} & 
 \end{array}$$

Příklad 4)

Zadání: Laserová závora vysílá světelné impulsy dlouhé 20  $\mu\text{s}$ , které za sebou následují každé 2 ms. Jakou rychlostí by muselo jet nákladní auto, dlouhé 6 m, aby nespustilo poplach? Čítač impulsů spouští poplach v případě, že nepřijme 100 impulsů za sebou.

$$\begin{array}{lll}
 t_1 = 20 \mu\text{s} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ s} & t_c = 100t_1 + 99t_0 & v_a = \frac{s_a}{t_c} \\
 t_0 = 2 \text{ ms} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s} & t_c = 100 \cdot 20 \cdot 10^{-6} + 99 \cdot 2 \cdot 10^{-3} & v_a = \frac{6}{200 \cdot 10^{-3}} \\
 s_a = 6 \text{ m} & & v_a = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h} \\
 v_a = ? & t_c = 0,2 \text{ s} = 200 \text{ ms} & 
 \end{array}$$

Příklad 5)

Zadání: Střela o hmotnosti 8g letí rychlostí 280 m/s, prorazí 15 cm dřevěnou desku a pokračuje dále v letu rychlostí 100 m/s. Jaká byla síla, kterou deska působila na střelu?

---

$m = 8 \text{ g} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$	$W = \Delta E$	$F = \frac{0,008(280^2 - 100^2)}{2 \cdot 0,15}$
$s = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	$F \cdot s = E_{k_1} - E_{k_2}$	
$v_1 = 280 \text{ m/s}$	$F \cdot s = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2$	$F = \frac{0,008(78400 - 10000)}{0,3}$
$v_2 = 100 \text{ m/s}$	$2F \cdot s = m(v_1^2 - v_2^2)$	$F = 1824 \text{ N}$
$F = ?$	$F = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2s}$	

Příklad 6)

Zadání: Kulka se po vystřelení zavrtila do země do hloubky 2,6 m. Jaká byla její dopadová rychlost, jestliže její rovnoměrně zpomalený pohyb v zemi trval 0,04 s?

---

$s = 2,6 \text{ m}$	Rovnoměrně zpomalený pohyb:	
$t = 0,04 \text{ s}$	$s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$	$s = v_0 t - \frac{1}{2} \frac{v_0}{t} t^2$
$v_0 = ?$	$v = v_0 - a t$	$s = \frac{1}{2} v_0 t$
	Pro okamžik zastavení platí:	$v_0 = \frac{2s}{t}$
	$v = 0 \text{ m/s}$	$v_0 = \frac{2 \cdot 2,6}{0,04}$
	$v_0 = a t$	
	$a = \frac{v_0}{t}$	
		$v_0 = 130 \text{ m/s}$

Příklad 7)

Zadání: Kvůli zajištění bezpečnosti je v hangáru použit ultrazvukový detektor, který pracuje na kmitočtu  $f = 30$  kHz. Určete, jakou frekvenci bude mít signál odražený od vetřelce, který z hangáru utíká rychlostí  $v = 10$  km/h.

---

$f = 30 \text{ kHz} = 3 \cdot 10^4 \text{ Hz}$	$f' = f \cdot \frac{v - v_D}{v}$	
$v_D = 10 \text{ m/s}$		
$v = 340 \text{ m/s}$	$f' = 3 \cdot 10^4 \cdot \frac{340 - 10}{340}$	
<u><math>f' = ?</math></u>	<u><math>f' = 29118 \text{ Hz}</math></u>	

Příklad 8)

Zadání: Bomba o hmotnosti 400 kg padá volným pádem z výšky 1400 m. Jaká je její kinetická a potenciální energie po uražení 500 m?

---

$m = 400 \text{ kg}$	$E_p = mgh$	$E_{p_1} = mgh_1$
$h = 1400 \text{ m}$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	$E_{p_1} = 400 * 9,81 * 900$
$h_1 = 900 \text{ m}$		
<u><math>E_{p1}; E_{k1} = ?</math></u>	$E = E_p + E_k$	<u><math>E_{p_1} = 3531600 \text{ J}</math></u>
	$E = mgh + 0$	$E_{k_1} = E - E_{p_1}$
	$E = 400 \cdot 9,81 \cdot 1400$	$E_{k_1} = 5493600 - 3531600$
	<u><math>E = 5493600 \text{ J}</math></u>	<u><math>E_{k_1} = 1962000 \text{ J}</math></u>

Příklad 9)

Zadání: Sanitka projela kolem parku rychlostí 108 km/h se zapnutou sirénou, jejíž frekvence je 3000 Hz. Jaké frekvence uslyší pozorovatel před a po průjezdu sanitky?

Počítejte, že se zvuk šíří vzduchem rychlostí 340 m/s.

$$v_z = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

$$f = f_0 \frac{v \pm v_D}{v \mp v_z}$$

$$f = 3000 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$f' = f \cdot \frac{v}{v + v_z}$$

$$f'' = f \cdot \frac{v}{v - v_z}$$

$$f'; f'' = ?$$

$$f' = 3000 \cdot \frac{340}{340 + 30}$$

$$f'' = 3000 \cdot \frac{340}{340 - 30}$$

$$\underline{f' = 2757 \text{ Hz}}$$

$$\underline{f'' = 3290 \text{ Hz}}$$

Příklad 10)

Zadání: Řidič automobilu při silniční kontrole tvrdil policistovi, že při projíždění křižovatky viděl na semaforu místo červené barvy zelenou. Jakou rychlostí by musel projet, aby jeho tvrzení bylo pravdivé? Uvažujte vlnovou délku červené barvy 630 nm a zelené barvy 530 nm.

$$\lambda_c = 630 \text{ nm}$$

$$\lambda_z = 530 \text{ nm}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = ?$$

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_c}$$

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_z}$$

$$f_1 = f_0 \cdot \frac{c + v}{c}$$

$$f_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{630}$$

$$f_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{530}$$

$$v = \frac{f_1 \cdot c}{f_0} - c$$

$$\underline{f_0 = 4,8 \cdot 10^5 \text{ Hz}}$$

$$\underline{f_1 = 5,7 \cdot 10^5 \text{ Hz}}$$

$$v = \frac{5,7 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^8}{4,8 \cdot 10^5} - 3 \cdot 10^8$$

$$\underline{v = 5,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}}$$

## 8 AKUSTIKA

Akustika je rozsáhlý vědní obor, zabývající se komplexně zvukem od jeho vzniku, přenosu prostorem až po vnímání lidskými smysly. Má celou řadu poddisciplín, např. hudební akustika zkoumá fyzikální základy hudby, hudebních nástrojů a prostorů, stavební akustika zvukové jevy a souvislosti v uzavřeném prostoru, budovách a stavbách, prostorová akustika šíření zvuku v obecném prostoru, fyziologická akustika vznikem zvuku v hlasovém orgánu člověka a jeho vnímáním v uchu, psychoakustika vnímání zvuku v mozku atd. [6]

Zvuk obecně můžeme definovat jako mechanické vlnění, které je charakterizováno parametry pohybu částic pružného prostředí nebo u vlnového pohybu parametry zvukového pole. Část zvuků se projevuje jako slyšitelný zvuk - což je akustické kmitání pružného prostředí v pásmu frekvencí od 16 Hz do 20 kHz, schopné vyvolat zvukový vjem. Frekvenční závislost definice slyšitelného zvuku je silně individuální, jen málokdo je schopen vnímat celé pásmo frekvencí (především horní hranice je velmi proměnná a závislá mj. na věku). Zvuky mimo toto pásmo neslyšíme, přesto jsme je schopni vnímat a mohou mít i nepříznivý vliv na zdraví či psychiku. Zvuky pod slyšitelnou hranicí (0,7 - 16 Hz) označujeme jako infrazvuk (velmi nízké frekvence, lidské tělo je vnímá hmatem - jsou schopny rozvibrovat celý povrch těla či bránici), zvuky nad slyšitelnou hranicí (do 50 kHz) jako ultrazvuk. [6]

### 8.1 Vznik a druhy zvuku

Zdrojem zvuku může být každé chvějící se těleso, tj. těleso, ve kterém vzniklo stojaté vlnění. Mohou to být hudební nástroje, ladičky, hlasivky, ale i jiná chvějící se tělesa, např. součástky strojů, motory apod. U hudebních nástrojů se jako zdroje zvuku používají: [7]

- struny – napjaté pevné vlákno, upevněné na obou koncích. Struny se rozechvívají smyčcem, drnkáním nebo nárazem. Po rozechvění struny se z místa rozruchu šíří oběma směry postupné příčné vlnění k oběma pevným koncům struny, kde se odrazí s opačnou fází. Původní a odražené vlnění interferuje a vzniká příčné stojaté vlnění – chvění. [7]
- tyče (xylofon). [7]
- desky – rozechvívají se smyčcem nebo nárazem. Vlnění se v deskách šíří z místa vzniku různými směry, odrazí se od okrajů a interferencí vzniká stojaté vlnění.

V bodech s nulovou výchylkou se vytvářejí uzlové čáry. O tom bychom se mohli přesvědčit posypáním desky jemným písekem, písek by se během kmitání přesunul do uzlových čar a vznikly by tzv. Chladniho obrazce. [7]

- membrány – jsou upevněny na okrajích. Vlastní kmity membrány jsou silně utlumené, a proto mohou membrány rezonovat v širokém oboru frekvencí. Membrány i desky se užívají k reprodukci zvuku v mikrofonech, reproduktorech a v hudebních nástrojích (buben). Ušní bubínek je rovněž tvořen blánou, která má v uchu funkci přijímače zvuku. [7]
- píšťaly – jsou trubice, v nichž se uvádí vzduchový sloupec do podélného chvění foukáním proti ostré hraně zvané ret nebo chvěním pružného jazýčku. Ret nebo jazýček mají funkci zdroje kmitů a vzduchový sloupec rezonátoru a zesilovače zvuku. [7]
- hlasivky [7]

Zvuk vzniká kmitáním bodů a bodových soustav. Kmitavý pohyb je fyzikální děj, u něhož se v závislosti na čase střídavě (periodicky) mění charakteristické veličiny, např. poloha, rozměr, tlak, rychlost apod. Nejjednodušší je periodický pohyb sinusového (tj. harmonického) průběhu, který lze jednoduše znázornit kmitavým pohybem na pružině zavěšeného tělíska. [6]

Podle povahy zvukového vjemu rozlišujeme zvuky:

- hudební (periodické) neboli tóny jsou způsobeny periodickým chvěním. Patří mezi ně nejen zvuky hudebních nástrojů, ale i samohlásek. Nejjednodušší hudební zvuk, který má sinusový průběh, nazýváme jednoduchý tón. Složitější periodické tóny nazýváme složený tón. [7]
- nehudební (neperiodické) se nazývají také hluk nebo šum, jsou způsobeny nepravidelnými mechanickými rozruchy a vnímáme je jako praskání, šramot, vrzání, bouchnutí apod. Také souhlásky mají nepravidelný průběh. [7]

## 8.2 Šíření zvuku

Ze zdroje zvuku se šíří zvukové vlnění do okolního prostředí. V kapalinách a plynech se šíří jako postupné vlnění podélné, v pevných látkách jako postupné vlnění podélné i příčné. Nutnou podmínkou pro šíření zvuku je pružné prostředí. V nepružném prostředí (vlna, korek, plst' apod.) se zvuk šíří špatně. Takové látky používáme jako zvukové izolátory. Ve vzduchoprázdnu se zvuk nešíří. [7]

Zvukové vlnění má všechny vlastnosti vlnění v prostoru. Pro vlnovou délku  $\lambda$  platí vztahy:

$$\lambda = v \cdot T \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (2)$$

kde  $T$  je perioda a  $f$  frekvence vlnění. [7]

Vlnové délky zvuku jsou v rozmezí od 21 m pro frekvenci 16 Hz do 21 mm pro frekvenci 16 kHz. [7]

Rychlost zvuku závisí na druhu, hustotě prostředí a na teplotě  $t$ , dále na přítomnosti dalších látek, vodní páry a vlhkosti vzduchu. Pro rychlost zvuku ve vzduchu platí vztah:

$$v = (331,82 + 0,61\{t\}) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (3)$$

jinak také

$$v_t = kt + v_0 \quad (4)$$

kde  $v_t$  je velikost rychlosti zvuku při teplotě  $t$ , konstanta  $k = 0,61 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  a  $v_0 = 331,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  je rychlost zvuku ve vzduchu při teplotě  $0^\circ\text{C}$ . Obvykle počítáme s hodnotou  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , která odpovídá teplotě vzduchu asi  $15^\circ\text{C}$ . V kapalných a pevných látkách je rychlost zvuku větší než ve vzduchu. [7]

Tabulka 1: Rychlost zvuku v různých prostředích [7]

Prostředí	Rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
voda	1440
beton	1700
led	3200
dřevo	4000
ocel	5000
sklo	5200

### 8.3 Absorpce zvuku

V důsledku toho, že při dopadu zvukového vlnění na stěnu část zvukové energie proniká do druhého prostředí a jen zbytek se vrací, intenzita odraženého vlnění  $I$  je vždy menší než intenzita na stěnu dopadajícího vlnění  $I_0$ . Podíl

$$a = \frac{I_0 - I}{I_0} \quad (5)$$

se nazývá koeficient absorpce zvuku při odrazu a závisí především na materiálu stěny, ale mění se i s výškou zvukového vlnění - pro nižší tóny je koeficient absorpce tónu menší a pro vyšší tóny je naopak o něco vyšší. Přesvědčit se o tom můžeme například v lese, kde na stromech dochází k útlumu vysokých frekvencí. Koeficienty absorpce některých pevných materiálů pro zvuk s frekvencí 512 Hz popisuje následující tabulka. [7]

Tabulka 2: Koeficienty absorpce pevných materiálů [7]

Materiál	Koeficient absorpce	Materiál	Koeficient absorpce
mramor	0,01	dřevěná podlaha	0,1
beton	0,015	linoleum	0,12
sklo	0,027	obrazy	0,28
omítnutá stěna	0,025	koberce	0,29
neomítnutá stěna	0,032	plyš	0,59
stěna oblož. dřevem	0,1	celotex	0,64

Celkovou absorpci  $A$  místnosti získáme tak, že velikosti ploch jednotlivých stěn vynásobíme jejich absorpčními koeficienty a získané součiny sečteme. Absorpční koeficient otevřeného okna se rovná 1 (od otevřeného okna se zvukové vlnění neodráží), a proto se absorpce otevřeného okna rovná jeho ploše. To znamená, že absorpci otevřeného okna s plošným obsahem  $1 \text{ m}^2$  je  $A = 1 \text{ m}^2$ . Díky tomuto poznatku se jednotka celkové absorpce (rozměr  $\text{m}^2$ ) nazývá "otevřené okno". Při počítání celkové absorpce je třeba brát v úvahu i absorpci těl osob, přítomných v místnosti a absorpci nábytkem. Tak například na 1 osobu připadá průměrně  $0,42 \text{ m}^2$  (otevřených oken), na dřevěnou židli  $0,01 \text{ m}^2$  a na čalouněné křeslo  $0,09$  až  $0,28 \text{ m}^2$ . [7]

## 8.4 Odraz zvuku

Při dopadu zvuku na rozhraní dvou prostředí dochází k částečnému odrazu zvuku. Množství odražené energie závisí na druhu obou prostředí. Např. vzduch – voda přechází jen 1/1000 energie zvuku, voda – ocel 13 % energie zvuku. Množství odražené energie zvuku závisí na hustotě obou prostředí. [7]

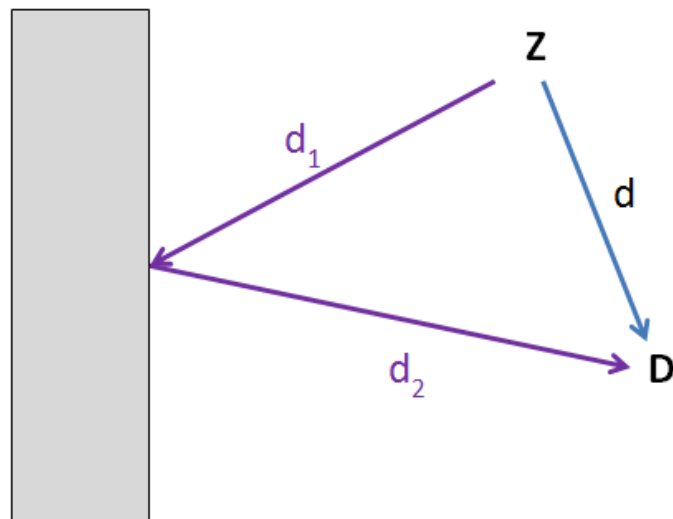
Zvláštním případem odrazu zvuku od rozlehlé překážky (skalní stěna, velká budova) je ozvěna. Ta je důsledkem vlastnosti lidského sluchu, kterým rozlišíme dva po sobě následující zvuky, pokud mezi nimi uplyne doba alespoň 0,1s. To je zhruba doba, kterou potřebujeme k vyslovení jedné slabiky a za kterou zvuk urazí (ve vzduchu) zhruba 34 m, tj. 17 m k překážce a 17 m zpět k pozorovateli. Pokud je tedy pozorovatel (mluvčí) vzdálen od překážky 17 m, vzniká jednoslabičná ozvěna. Při vzdálenosti větší může vznikat i víceslabičná ozvěna. [8]

Při vzdálenosti od překážky menší než 17 m už zvuky neodlišíme, částečně se překrývají a odražený zvuk splývá se zvukem původním. To se projeví prodloužením trvání zvuku a jeho zesílením, což nazýváme dozvuk. S dozvukem je třeba počítat při projektování velkých místností, koncertních sálů. Dozvuk působí rušivě, snižuje srozumitelnost řeči, zkresluje hudbu, apod. Proto se akustické vlastnosti sálů zlepšují členěním ploch stěn, závěsy, či použitím materiálů pohlcující zvuk. [8]

Jiná situace nastane, je-li zdroj zvuku a posluchač na jiném místě. V tomto případě spočívá fyzikální princip vzniku ozvěny v rozdílu vzdáleností, kterou urazí zvuk jdoucí přímo od zdroje k posluchači a vzdáleností, kterou urazí zvuk jdoucí k posluchači od zdroje po odrazu od odrazné stěny. Časový interval mezi přímým zvukem a zvukem odraženým od odrazné stěny je dán vztahem:

$$\Delta t = \frac{d_1 + d_2 - d}{v} \quad (6)$$

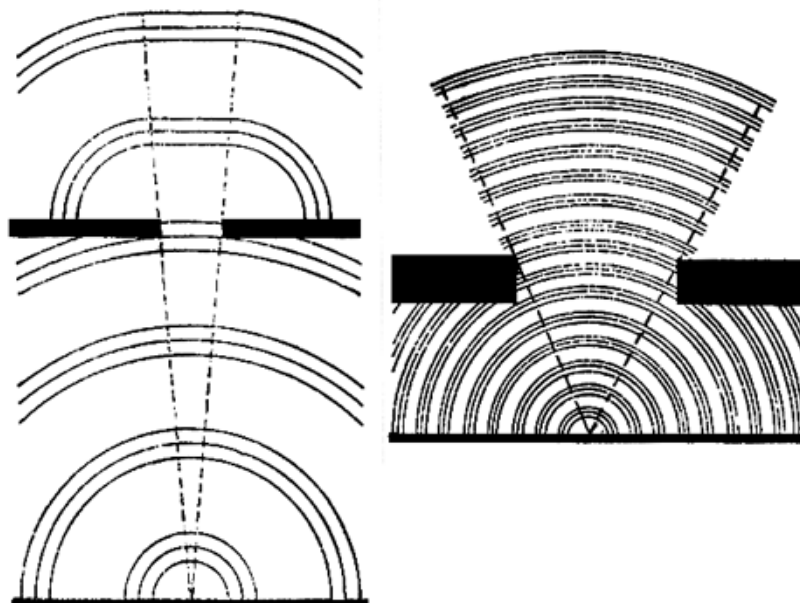
kde  $v$  je rychlost zvuku. [7]



Obrázek 10: Odraz zvuku [7]

## 8.5 Ohyb zvuku

Vzniká za otvory nebo překážkami (zvukovými izolátory), které mají rozměry srovnatelné s vlnovou délkou zvuku - vlnění stejné nebo menší rozměry než vlnová délka zvukové vlny. Má-li však otvor/překážka velké rozměry proti vlnové délce zvuku, vzniká v prostoru za překážkou akustický stín, tj. prostor, kde se zvuk nešíří. Frekvence lidského hlasu je přibližně 1000 Hz, tomu odpovídá vlnová délka 30 cm, proto se lidský hlas na otvorech menších ohýbá. [7]



Obrázek 11: Ohyb zvuku [7]

## 8.6 Vlastnosti zvuku

O kvalitě sluchového vjemu rozhodují vlastnosti zvuku. Rozeznáváme tentýž tón zahrany na kytáře a na klavíru, rozlišíme vysoký a nízký tón hudebního nástroje, vnímáme různou hlasitost zvuků. Tyto vlastnosti lze popsat objektivně fyzikálními veličinami nezávisle na tom, jak vnímáme zvuk subjektivně. Někdy nás ale naopak může spíše zajímat, jak zvuk vnímáme, tedy veličina subjektivní. Nejdůležitějšími vlastnostmi zvuku jsou: výška, barva zvuku a hlasitost. [8]

### 8.6.1 Výška zvuku

Výška zvuku se určuje výhradně u tónů a je určena frekvencí. U jednoduchých tónů s harmonickým průběhem určuje frekvence těchto tónů absolutní výšku tónu. Jednoduchý tón má sinusový průběh a má tedy pouze jednu jedinou frekvenci. [8]

Složené tóny jsou výsledkem superpozice většího počtu jednoduchých tónů a jejich frekvence jsou násobky frekvence základního tónu, který má nejnižší frekvenci. Tato základní frekvence určuje absolutní výšku tónu. Amplitudy vyšších harmonických tónů jsou menší než je amplituda základního tónu, a proto složený tón vnímáme jako jeden. [8]

Tím se odlišuje vnímání složeného tónu od vnímání např. akordu. Akord je složen z několika složených tónů, a proto v akordu znalec jednotlivé (složené) tóny, z nichž je akord složen, rozliší. [8]

Absolutní výšku tónu lze měřit pomocí přístrojů (např. pomocí rezonance, rázů, ...), ale sluchem ji určíme těžko. Pro subjektivní hodnocení zvuků je důležitější relativní výška tónu, která je určena podílem frekvence daného tónu k frekvenci vhodně zvoleného tzv. referenčního tónu. V hudební akustice bývá často tímto referenčním tónem tón o frekvenci 440 Hz ( $a^1$ , komorní  $a$ ), v technické praxi je to tón o frekvenci 1 kHz. [8]

### 8.6.2 Barva zvuku

Umožňuje subjektivně rozlišit tóny stejné výšky, které vydávají různé zdroje, např. hudební nástroje. Říkáme, že zvuky hudebních nástrojů i lidské hlasy mají různé zabarvení. Podle Fourierovy teorie lze libovolnou periodickou funkci s periodou  $T$  zapsat jako lineární kombinací harmonických funkcí s periodami  $\frac{T}{n}$ , kde  $n$  je přirozené číslo. Právě koeficienty v této lineární kombinaci matematicky popisují barvu tónu. Frekvence  $f = \frac{1}{T}$  se nazývá frekvencí základní, frekvence odpovídající přirozeným násobkům této základní

frekvence  $f_n = n \cdot f$  nazýváme vyššími harmonickými frekvencemi, výsledek analýzy nazýváme frekvenční spektrum. [7]

Amplituda vyšších tónů harmonických je různá, ale podstatně menší než amplituda tónu základního. Výsledný zvuk je vlivem vyšších tónů harmonických pro daný zdroj zvuku zcela charakteristický. Čím více takových harmonických složek daný tón obsahuje a čím výrazněji tyto složky znějí, tím je barva tónu plnější, sytější. Když jsou z vyšších harmonických tónů silné jen některé, zvuk nabývá pronikavosti a lesku, jako například zvuk houslí. Tóny chudé na vyšší tóny harmonické znějí dutě, prázdně. Barvu tónu u jednotlivých hudebních nástrojů můžeme ovlivňovat tvarem a materiálem rezonanční skříňky. Tím se zesilují nebo zeslabují určité vyšší harmonické tóny. [7]

### 8.6.3 Hlasitost a intenzita zvuku

Zvuková vlna představuje periodické stlačování a rozpínání pružného prostředí (vzduchu, vody, kovu atd.). Například ve vzduchu pak dochází k periodickým změnám atmosférického tlaku, které uchem vnímáme jako zvuk určité hlasitosti. Čím větší jsou tyto změny, tím více se rozkmitává bubínek v uchu a zvuk je hlasitější. [8]

Objektivní hodnocení zvuků se realizuje na základě skutečnosti, že šíření zvukového vlnění je spojeno s přenosem energie. Zdroj zvuku vyzařuje energii zvukového vlnění a ta je přenášena až k přijímači zvuku, kterým je nejčastěji naše ucho. Čím větší část energie  $\Delta E$  zvukového vlnění se za dobu  $\Delta t$  přenesse ze zdroje zvuku do uvažovaného místa, tím má zvukové vlnění větší akustický výkon  $P$ . [9]

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (7)$$

Jednotkou akustického výkonu je watt,  $W$ .

Názorněji nás o hlasitosti zvuku informuje veličina intenzita zvuku  $I$ . Jestliže se malou plochou  $\Delta S$  umístěnou v uvažovaném místě kolmo ke směru, kterým se zvukové vlnění šíří, přenesse energie odpovídající akustickému výkonu  $\Delta P$ , je intenzita zvuku

$$I = \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad (8)$$

Jednotkou intenzity zvuku je watt na metr čtvereční [ $W \cdot m^2$ ]. [9]

Sluchem můžeme vnímat při referenčním kmitočtu zvuky o velmi malém akustickém výkonu  $10^{-12}$  W, čili 1 pW (pikowatt). Tato hodnota určuje práh slyšení. Zvuky o velkém akustickém výkonu mohou v uchu vyvolat bolestivý pocit. Ten způsobují zvuky o výkonu větším než 1 W, což je práh bolesti. [9]

Poměr největšího a nejmenšího akustického výkonu zvuku v oblasti největší citlivosti ucha je  $10^{12}$ , a je tedy značný. Proto se tento poměr vyjadřuje v logaritmické stupnici v jednotkách bel, značka B. Prahu bolesti pak odpovídá hodnota 12 B. [9]

V praxi se používá desetkrát menší jednotka decibel, značka dB. V decibelech vyjádříme poměr akustického výkonu  $P$  daného zvuku k akustickému výkonu  $P_0$ , který určuje práh slyšení, jako hladina akustického výkonu  $L_\omega$

$$L_\omega = 10 \log \frac{P}{P_0} \quad (9)$$

Prahu slyšení odpovídá v této stupnici 0 dB a pro práh bolesti vypočítáme

$$L_\omega = 10 \log \frac{1}{10^{-12}} \text{ dB} = 120 \text{ dB} \quad (10)$$

Snadno se dá ověřit, že zvětšení akustického výkonu, čili jeho „zesílení“ na dvojnásobek znamená zvýšení hladiny akustického výkonu přibližně o 3 dB, desetinásobnému zvětšení akustického výkonu odpovídá hladina 10 dB. [9]

Tabulka 3: Intenzita zvuku [7]

práh slyšení	0 dB
tíkot náramkových hodinek u ucha	10 dB
šepot	30 dB
hlasitý hovor na 1 m	50 dB
pouliční hluk při silném provozu	80 dB
motocykl	90 dB
sbíječka a velmi silná hudba	100 dB
práh bolesti	130 dB

Intenzita zvuku se s rostoucí vzdáleností od zdroje zvuku zmenšuje s druhou mocninou této vzdálenosti (při zvětšení vzdálenosti od zdroje zvuku na dvojnásobek způsobí zmenšení akustického výkonu zvuku na 1/4 původní hodnoty a tomu odpovídá snížení hladiny akustického výkonu o 6 dB). [9]

## 8.7 Ultrazvuk a infrazvuk

Jako ultrazvuk označujeme mechanické vlnění o frekvenci vyšší než 16 kHz a sluchem ho nejsme schopni postřehnout. Ultrazvuk je však slyšitelný pro některé živočichy (např. pro psy, delfíny, netopýry). [10]

Ultrazvuk má významné použití v lékařské praxi a v technické praxi. Zde se jako zdroj ultrazvuku používají elektronické generátory. Při využití ultrazvuku se využívá toho, že ultrazvuk má menší vlnou délku než zvuk a proto je jeho šíření méně ovlivněno ohybem. Ultrazvuk se také výrazněji odráží od překážek a je méně pohlcován v kapalinách i v pevných látkách. [10]

Tyto vlastnosti ultrazvuku využívá především lékařská diagnostika, kde nahrazuje rentgenové záření. Vyšetření ultrazvukem je nejznámější při zobrazení plodu v těle matky a při vyšetření vnitřních orgánů v těle člověka (ultrazvukové vyšetření srdce, ledvin atd.). [10]

Obdobně se těchto vlastností využívá v průmyslu při ultrazvukové defektoskopii (zjišťování skrytých vad materiálu na základě šíření a odrazu ultrazvuku). Vibrace, které ultrazvuk v látkovém prostředí vyvolává, se uplatňují při vypuzování plynů z kapalin nebo roztavených kovů, skla apod. Pomocí ultrazvuku lze dosáhnout dokonalejšího rozptýlení drobných částic v kapalině (vytváření suspenze), popř. rozptýlení částic kapalné látky, která se v jiné kapalině nerozpouští (vytváření emulze např. tuku ve vodě). Ultrazvukem se také čistí křehké součástky jemných mechanismů, čistí se jím čočky brýlí nebo šperky. [10]

V přírodě se s ultrazvukem setkáme např. u netopýrů, kteří vydávají ultrazvukové signály a jejich odrazu využívají k orientaci při letu. Při výcviku psů se používají ultrazvukové píšťalky, na jejichž tón psi svým sluchem reagují. [10]

Infrazvuk je mechanické vlnění o frekvenci menší než 16 Hz. Dobře se šíří ve vodě. Pomocí tzv. „hlasu moře“ jsou mořští živočichové schopni vnímat příchod vlnobití s předstihem několika hodin. [10]

Do infrazvuku řadíme především otřesy půdy a budov. Vzhledem k tomu, že frekvence vlastních kmitů budov a jejich částí leží často v oblasti frekvence infrazvukových vln, mohou tyto kmity vyvolat nebezpečné rezonanční jevy. K registraci infrazvukových vln se

dají využít seismografy (přístroje na měření seismických vln vznikajících při zemětřeseních.) [11]

Infrazvuk může nepříznivě působit na člověka. Frekvence 7 Hz odpovídá frekvenci alfa rytmů mozkových, které odpovídají stavu duševního klidu a pohody. Je-li člověk vystaven frekvencím blízkým, pak se nemůže uvést do klidu a soustředit se. Dokonce se uvažovalo o použití infrazvuku jako biologické zbraně. Nevýhodou však je, že působí i na obsluhu zdroje zvuku. [7]

Infrazvuk člověk opět neslyší, což je pro něho v mnoha případech výhodné. Pokud je frekvence infrazvuku blízká tlukotu lidského srdce, je infrazvuk pro lidský organizmus škodlivý. Neschopnost slyšet infrazvuk také člověka chrání před mnoha přirozenými i umělými zdroji hluku, které na nás neustále působí. Člověku je tak umožněn klidný spánek, protože nevnímá šum vzbuzovaný jeho vlastním krevním oběhem. [10]

## 8.8 Dopplerův jev

V běžné praxi se velice často vyskytuje případ, kdy přijímané vlnění nepochází ze stacionárního zdroje, ale zdroj vlnění se pohybuje. Mnohdy se ještě navíc pohybuje i tzv. pozorovatel (místo příjmu vlnění). V důsledku těchto pohybů dochází ke změně frekvence přijímaného vlnění. Jakým způsobem tato změna probíhá, nám popisuje Dopplerův jev. Jeho znění je následující: [12]

Jestliže se oscilátor, který je zdrojem vlnění, a pozorovatel, pohybují, pak při vzájemném přibližování je frekvence přijímaného vlnění vyšší a při vzájemném vzdalování naopak nižší. Podle vzájemné interakce těchto pohybů, mohou nastat čtyři následující případy: [12]

- 1) Pozorovatel i zdroj jsou v klidu, prostředí se pohybuje, pak frekvence přijímaná pozorovatelem  $f'$  se rovná frekvenci zdroje  $f$ . Z toho je patrné, že pohyb prostředí nemá vliv na změnu frekvence. Proto dále budeme uvažovat, že prostředí je v klidu. Zdroj je v klidu, pozorovatel se pohybuje rychlostí  $v_p$ . Je-li frekvence zdroje  $f$ , bude pozorovatel přijímat vlnění o frekvenci  $f'$  danou vztahem.

$$f' = \frac{v_z \pm v_p}{v_z} \cdot f \quad (11)$$

kde  $v_z$  je rychlost zvuku. Znaménko plus platí pro pohyb pozorovatele ke zdroji, minus od zdroje. [12]

- 2) Pozorovatel je v klidu, zdroj se pohybuje rychlostí  $w$ . Pozorovatel pak přijímá vlnění o frekvenci

$$f' = \frac{v_z}{v_z \pm w} \cdot f \quad (12)$$

přičemž znaménko plus platí pro pohyb zdroje od pozorovatele a znaménko minus pro pohyb zdroje k pozorovateli. [12]

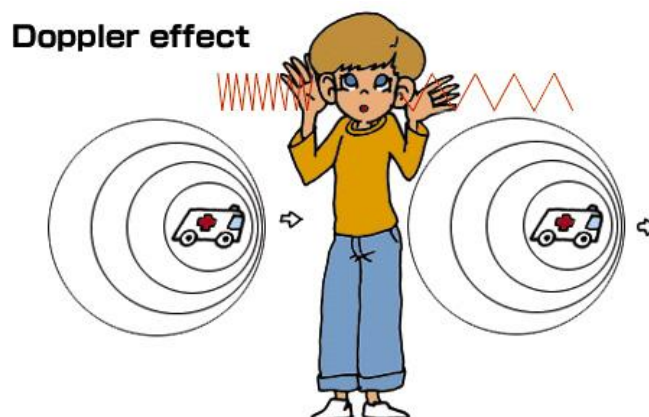
- 3) Zdroj i pozorovatel se pohybují ve směru spojnice, a to zdroj rychlostí  $w$  a pozorovatel rychlostí  $v_p$

$$f' = \frac{v_z \pm v_p}{v_z \mp w} \cdot f \quad (13)$$

Znaménko plus v čitateli platí pro pohyb pozorovatele ke zdroji, minus od zdroje. Znaménko plus ve jmenovateli platí pro pohyb zdroje od pozorovatele a minus pro pohyb zdroje k pozorovateli. [12]

Tento vztah v sobě obsahuje všechny vztahy předchozí, stačí vhodně volit některé rychlosti za nulové. [12]

Změna frekvence způsobená pohybem zdroje je vždy větší než změna způsobená pohybem pozorovatele. Pohyb zdroje totiž způsobuje změnu vlnové délky, kdežto pohyb pozorovatele způsobuje přímo změnu frekvence. Shodné změny by se dosáhlo až při velkých v relativistickém pojetí. [12]



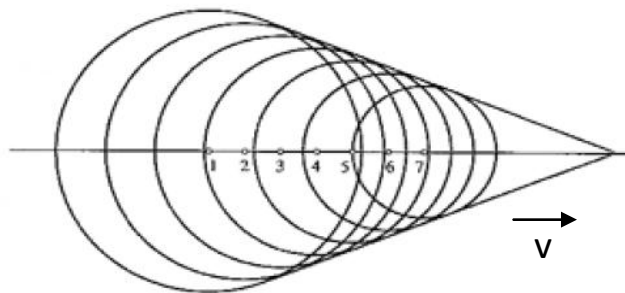
Obrázek 12: Dopplerův jev [13]

Dopplerův efekt se netýká pouze zvuku, ale setkáváme se s ním i u elektromagnetického vlnění, které má v praxi i v bezpečnostních technologiích mnohem větší využití. Je na něm například založeno měření rychlosti automobilů pomocí radaru. Radar pracuje tak, že vysílá elektromagnetické vlnění určité frekvence směrem k vozidlu a od vozidla přijímá odražené vlnění, jehož frekvence se vlivem Dopplerova jevu poněkud liší. Skládáním vyslaného a přijatého signálu vznikají rázy o slyšitelné frekvenci, která je přímo úměrná rychlosti vozidla. Měření rychlosti se tak převádí na měření frekvence. [11]

## 8.9 Nadzvukové rychlosti

Zvláštní pozornost si zaslouhuje případ, kdy se rychlost pohybu zdroje zvuku  $w$  přiblíží k rychlosti zvuku  $v_z$ , popř. ji i překročí. Snadno dospějeme k závěru, že pro pozorovatele P v případě, že  $w = v_z$  je  $\lambda = 0$  a pojem zvuková vlna ztrácí smysl. Tato situace není jen teoretickým modelem zvláštního případu Dopplerova jevu, ale je reálnou skutečností např. u letadel nebo střel, které se pohybují nadzvukovou rychlostí. V letectví se při popisu rychlosti používá jednotka Machovo číslo, která nese jméno podle fyzika Ernsta Macha (1838 – 1916). Udává poměr rychlosti letu k rychlosti zvuku. [7]

Blíží-li se rychlost proudění tekutiny při obtékání rychlosti šíření zvuku v daném prostředí, začíná se tekutina stlačovat, hromadí se před tělesem a její hustota se značně zvětšuje. Odpor prostředí za této situace prudce roste, neboť lokální „zhuštění“ tekutiny před tělesem se nestačí přenést do okolí. Před tělesem se tak vytváří tzv. tlaková (zvuková) bariéra, tlačaná tělesem dopředu. Při překonávání tlakové bariéry dochází k vyrovnání velmi rozdílných tlaků před a za tělesem, provázenému zvukovými efekty značné intenzity – z místa tohoto neobyčejně intenzivního rozruchu se šíří tzv. rázová vlna, která tvoří obal vlnoploch na obrázku. [7]

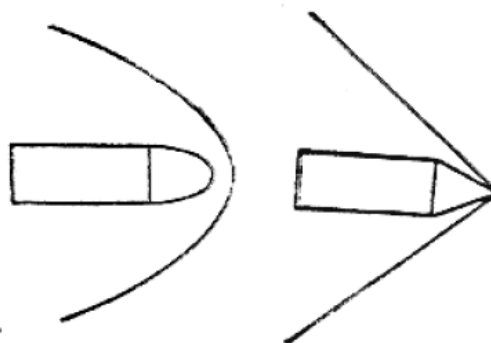


Obrázek 13: Rázová vlna [7]

Při překonávání tlakové bariéry je těleso vystaveno extrémnímu silovému působení. Když rázová vlna dosáhne k zemskému povrchu, vnímáme ji sluchem jako silnou ránu podobající se výstřelu. Tento zvuk označujeme jako akustický třesk. Vznik akustického třesku je jedním z důvodů, proč se letadla mohou pohybovat nadzvukovou rychlostí jen ve velkých výškách. [7]

Při konstrukci tělesa, které by se mělo pohybovat nadzvukovou rychlostí, je třeba dbát na jeho tvar protože:

- zaoblený tvar tělesa snižuje turbulenci, která vzniká odporem vzduchu. Je vhodný pro tělesa pohybující se podzvukovou rychlostí, protože rázová vlna má také zaoblený tvar a je podstatně dál o špičky tělesa. [7]
- špičatý tvar tělesa zvyšuje turbulenci. Naopak rázová vlna se dotýká špičky a působí proto menším odporem při jejím překonání. Je vhodný pro tělesa pohybující se nadzvukovou rychlostí. [7]



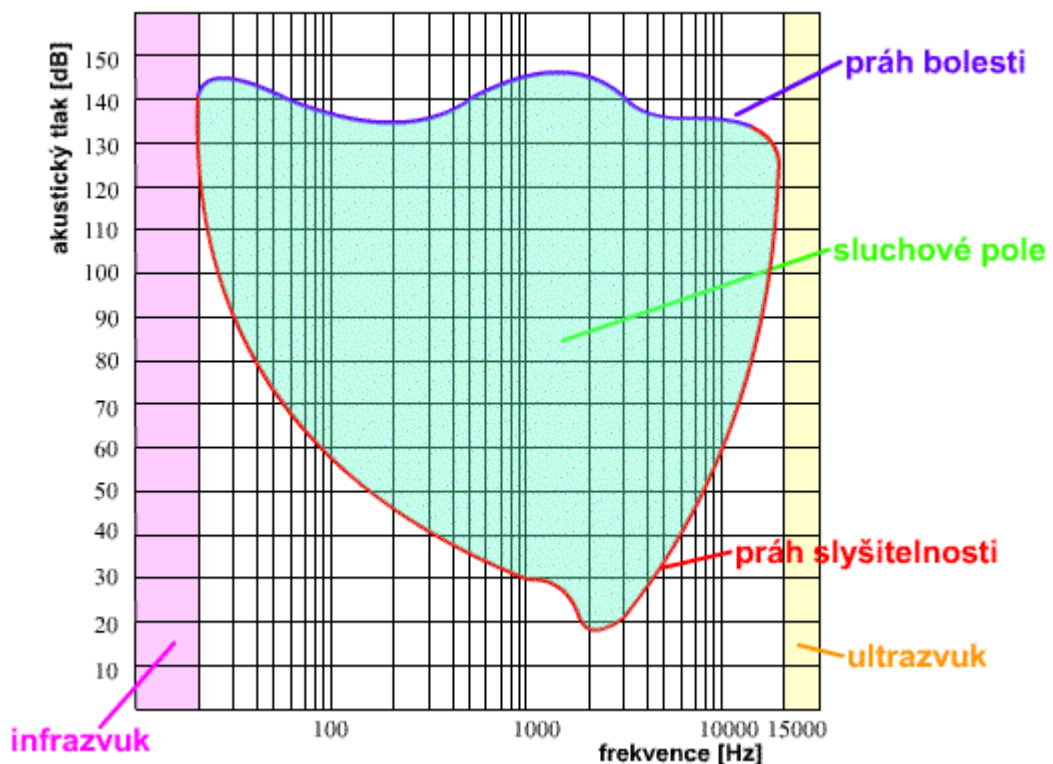
Obrázek 14: Vliv tvaru tělesa na turbulenci [7]

## 8.10 Sluchový vjem zvukového signálu

Z hlediska hudební akustiky je důležitý i koncový prvek celého akustického řetězce zdroj - prostor - posluchač. Kmitavý pohyb zdroje dorazí až do sluchového orgánu (lidského ucha), kde z roviny objektivní fyzikální reality přejde do oblasti subjektivního vnímání. Zvuk je ve vnitřním uchu převeden na nervové signály, které jsou složitým způsobem zpracovány v mozku. Jejich analýza, srovnání s dosavadními zkušenostmi a vybavení ve vědomí a podvědomí už probíhají u každého jedince individuálně, konečný účinek zvukového signálu tak není přesně popsitelný, lze definovat jen obecné a obecně platné závislosti. [6]

Vjem zvukového signálu je souhrnem subjektivních veličin - výška tónu, hlasitost a barva zvuku, které jsou přímým obrazem objektivních fyzikálních veličin - frekvence, amplitudy, intenzity a časového průběhu zvukového signálu. [6]

Sluchový vjem je závislý na frekvenci a intenzitě zvuku, výsledný vjem je rovněž značně ovlivněn tím, zda posloucháme zvuk s jednou frekvencí nebo jejich více či méně složitou směs. Zvuky, které u posluchače vyvolají sluchový vjem lze zařadit do tzv. sluchového pole: [6]



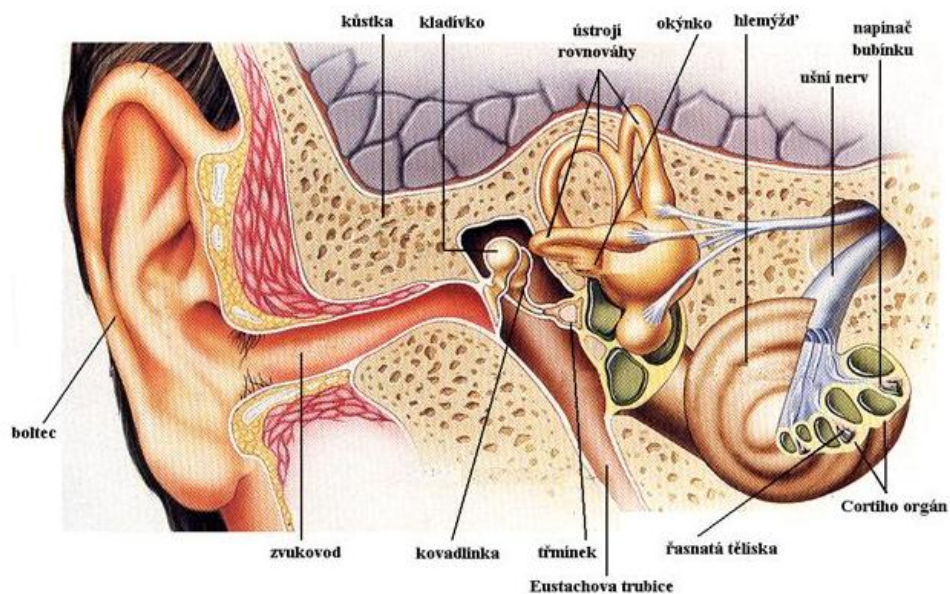
Obrázek 15: Sluchové pole [6]

Tvar sluchového pole je opět individuální pro každého člověka. Zdola je vymezen křivkou, popisující práh slyšitelnosti (zvuky pod tímto prahem neslyšíme), seshora pak křivkou prahu bolesti (zvuky nad tímto prahem vyvolávají bolestivý vjem a mohou vést k poškození psychiky i samotného sluchového orgánu). Maximální citlivost sluchu spadá do oblasti mezi 500 až 4000 Hz, pro nižší a vyšší frekvence prudce klesá. [6]

## 8.11 Ucho

Je složeno z ucha vnějšího, středního a vnitřního. K vnějšímu uchu patří boltec, který zachycuje zvukové vlny, a zvukovod. Zvukovodem se vede zvuk na pružnou blanku – bubínek. Úkolem středního ucha, které se skládá ze tří pružných kůstek (kladívko, kovádlínka, třmínek) je snižovat amplitudu výchylky akustických kmitů a převádět je k systému vnitřního ucha. Ve vnitřním uchu, které je vyplněno kapalinou, je vlastní sluchový orgán, tzv. Cortiho ústrojí, které obsahuje sluchové buňky. [7]

Dopadne-li na bubínek zvuková vlna zachycená boltcem, přeneše se energie zvukového vlnění kůstkami středního ucha na tekutinu ve vnitřním uchu. Zde vznikne stojaté vlnění, kterým se rezonancí rozkmitávají jemná vlákna sluchového nervu uložená na Cortiho ústrojí. Nejvíce se rozkmitá to vlákno, jehož vlastní frekvence je stejná jako frekvence dopadajícího vlnění. Sluchový vjem se přenáší pomocí elektrických impulsů do nervové soustavy. [7]



Obrázek 16: Ucho [8]

## 8.12 Maskování zvuku

Maskování zvuku vzniká při současném působení dvou zvuků rozdílných hladin intenzity zvuku. Podle vztahu pro určení výsledné hladiny intenzity zvuku lze zjistit, že v případě dvou zvuků, jejichž hladiny intenzity zvuku se liší o více než 10 dB, přispívá slabší zvuk k výsledné hladině méně než jedním decibelem. To je už pod hranici rozlišitelnosti i u tónu

o frekvenci 1000 Hz, natož pak u tónů s vyššími frekvencemi. Se zvukem o frekvenci 1000 Hz byly totiž prováděny základní experimenty o fyziologickém vnímání zvuku. [8]

Protože je za těchto podmínek slabší zvuk již pod hranicí sluchového vnímání, říká se, že je silnějším zvukem maskován. Silnější zvuk tedy převládne nad zvukem slabším. Čím vyšší je hladina intenzity maskujícího tónu, tím výše je třeba zvednout hladinu maskovaného tónu, abychom tento tón znovu postřehli. Při značné odlišnosti frekvencí obou zvuků je průnik maskovaného tónu snazší, má-li nižší hladinu intenzity zvuku. Maskování vlastně znamená posuv prahu slyšení směrem k vyššímu akustickému tlaku (k vyšší hladině intenzity zvuku). Tento posuv je závislý také na tom, zda maskovací zvuky přicházejí zepředu či zezadu. Je-li tón maskován dvěma tóny položenými frekvenčně z obou stran frekvence maskovaného tónu, je maskovací efekt větší než při maskování jen jedním z obou těchto tónů a dokonce vyšší, než by bylo maskování jedním z obou tónů při zdvojnásobení jeho hlasitosti. [8]

V praxi se maskování používá k maskování lidského hlasu zvukem hudebního nástroje. Tón lze maskovat i hlukem a naopak hluk (nebo šum) hudebním tónem. [8]

### 8.13 Rizika

Trvalý příkon zvukové energie do sluchového orgánu je škodlivý zejména při větších intenzitách zvuku. Může nastat nejen porucha sluchu, ale nadměrný hluk působí škodlivě na celou nervovou soustavu. To má nepříznivý vliv na fyzický pracovní výkon člověka i na jeho psychický stav. Překročení prahu bolesti může mít za následek mechanické poškození sluchového orgánu (prasknutí bubínku ucha). [9]

Delší pobyt v prostředí s hladinou zvuku nad 70 dB je zdraví škodlivý. Hluk zvyšuje únavu a zpomaluje reakce. U některých lidí vyvolává bolesti hlavy, popř. nevolnost, poruchy biochemických reakcí apod. Při hladině zvuku nad 80 dB je již ohrožen sluch. Dlouhodobý pobyt v hlučném prostředí snižuje schopnost vnímat slabé zvuky a člověk se postupně stává nedoslýchavým. [11]

Jedním ze základních požadavků hygieny pracovního prostředí a ekologie životního prostředí je omezení hluku na co nejnižší hladinu. Proto se zdroje zvuku opatřují prostředky snižujícími hluk (např. protihlukové stěny). Důležité je i používání individuálních pomůcek chránících sluch (speciální přílby letištního personálu, chrániče sluchu řidičů traktorů apod.). [9]

## 8.14 Základy hudební akustiky

V hudbě používáme jen určité tóny, jejichž relativní výšky jsou dány určitými čísly. Relativní výšku neboli poměr dvou absolutních výšek vnímá ucho jako hudební interval. Základním intervalem je oktáva. Je to interval mezi dvěma tóny, jejichž poměr frekvencí je 2:1. Říkáme, že vyšší tón o relativní výšce 2 je oktávou k základnímu tónu nebo že níže hudební interval oktávy. Interval oktávy tvoří každé dva tóny libovolných výšek, např. tóny 3 kHz a 6 kHz, pokud je poměr jejich frekvencí 2:1. Přehled hudebních intervalů je uveden v tabulce: [7]

Tabulka 4: Hudební intervaly [7]

Interval	Poměr frekvence
oktáva	2:1
kvinta	3:2
kvarta	4:3
velká tercie	5:4
malá tercie	6:5
velký celý tón	9:8
malý celý tón	10:9
velký půltón	16:15
malý půltón	25:24

Intervaly až po malou tercii považujeme za konsonantní (libozvučné), další intervaly jsou disonantní (nelibozvučné). Platí, že souzvuk je tím libozvučnější, čím menšími celými čísly je dán poměr frekvencí. V průběhu staletí se značně měnily názory na to, které souzvuky jsou konsonantní a které disonantní. Ve starověké hudbě byly označovány za dokonale konsonantní dvojzvuky pouze oktávy a kvinty. Teprve od konce 15. století byly obecně uznány za konsonantní i intervaly velké a malé tercie. [7]

Tóny užívané v hudbě jsou v rozsahu od 16 Hz do 4 000 Hz. Jsou rozloženy do osmi po sobě jdoucích oktávových intervalů (oktáv). Zahrajeme-li po sobě dva sousední tóny stupnice, vnímá sluch jejich interval stejně, ať zní v kterékoliv oktávě. [7]

## ZÁVĚR

Cílem mojí bakalářské práce bylo po nastudování probírané problematiky v rámci předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích zpracovat studijní materiály do dostupné formy, použitelné při výuce.

Vypracoval jsem rešerši dostupných počítačových fyzikálních simulací, popsal jejich funkci, využití a některé applety přiřadil ke konkrétním příkladům v daných kapitolách. Následně jsem se zabýval obecnými zásadami pro tvorbu prezentací, které by měl znát každý, kdo chce vytvořit přehlednou a poutavou prezentaci. Další kapitolu, jsem věnoval popisu programu Microsoft PowerPoint, který slouží k tvorbě prezentací. Zaměřil jsem se na jeho hlavní ovládací prvky a nejpoužívanější nástroje, které jsem blíže popsal. V závěru teoretické části jsem uvedl výhody a nevýhody, týkající se výuky s použitím elektronické opory.

Hlavní částí mojí práce byl návrh prostředí (podle nastudovaných zásad) pro prezentace v PowerPointu a vytvoření animovaných prezentací na vybrané kapitoly, které mají studentům pomoci snadněji pochopit probíranou látku při studiu předmětu a lektorům usnadnit přípravu a výuku.

V úvodu praktické části jsem uvedl ukázky z vytvořených prezentací na témata – Kinematika, Newtonovy zákony, Zvuk a Dopplerův jev, které budou elektronickou oporou pro výuku těchto kapitol ve cvičeních předmětu Fyzika v bezpečnostních technologiích. Dále jsem vytvořil vlastní úlohy s bezpečnostní tematikou, vycházejících z reálných situací a využívající reálná data. Tyto příklady budou zařazeny do výuky k jednotlivým kapitolám. Jsou zpracovány na různá témata z oblasti fyziky, uvedena jsou včetně vzorových řešení. V poslední části jsem se zaměřil na akustiku, jakožto rozsáhlý vědní obor, který je hojně využíván v bezpečnostním průmyslu, a uvedl základní poznatky, vztahující se k tomuto tématu.

Podle mého názoru je tato práce přínosem nejen pro studenty prvních ročníků, kteří absolvují předmět Fyzika v bezpečnostních technologiích, ale i pro všechny, kteří se zajímají o problematiku, které se tento předmět věnuje.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

In my bachelor work I intend to compile student materials and treat them into comprehensible form, upon having a clean grasp of Physics in Security Technologies and its matters.

I have worked up a research of available physical simulations, described their functions, and allocated the applets to tangible examples within concrete chapters. I went on dealing with general rules on how to make a presentation - these ought to be handled by anyone who wants to elaborate a presentation neatly and interestingly. Next chapter is dedicated to Microsoft PowerPoint. Here I focused on main controlling components and the most used tools. At the end of the theoretic chapter I mentioned assets and flaws of electronic aid-based schooling from student's point of view.

My thesis' key-stone was to design a PowerPoint presentation ambient in conformity with well-applied principles as well as to make an animated-presentation set of selected chapters aimed to help students understand the matter and teachers explain it.

The practical charter is opening submits examples of presentations on Kinematics, Newton laws, Sound, and Doppler effect. These are an electronic-form basis for Physics in Security Technologies classes. I went on working up my own examples on security matter which are based on real situations and using real data. These examples will be included in the teaching of the individual chapters. They are processed on different topics of physics, including the sample solutions. In the final part I focused on the acoustics, as a large branch of science that is widely used in the security industry, and said basic knowledge related to this topic.

In my opinion, this thesis may be a contribution not only for 1st grade students attending Physics in Security Technologies classes but also for everybody having a keen interest in the problematics.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: Studijní programy a katalog předmětů. [online]. 2012 [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: <http://ects.utb.cz/fakulty/FAI/AUEM/AQFBT?lang=cs>
- [2] Interactive Simulations: University of Colorado at Boulder. [online]. 2011 [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/motion>
- [3] Fyzikální JAVA aplety: Walter Fendt. [online]. 2009 [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: <http://www.walter-fendt.de/ph14cz/>
- [4] Úspěšná prezentace. [online]. 2007 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://www.uspesnaprezentace.cz/priprava-prezentace/>
- [5] DANNHOFFEROVÁ, Jana. *Microsoft PowerPoint 2010*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3076-6.
- [6] Anatomie varhan: Akustika. [online]. 2003 [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: <http://www.anatomie-varhan.cz/>
- [7] Mechanické kmitání a vlnění. VLACHOVÁ, Magda. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.gymjs.net/~j.donoval/superzabavnejucebнитext.pdf>
- [8] Encyklopedie fyziky: Zvukové vlnění. [online]. 2006 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/152-zvukove-vlneni>
- [9] Digitalizace studijních materiálů: Hlasitost a intenzita zvuku. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: [http://rg-projekt.cz/files/fyzika/4.\\_rocnik/10\\_zvukove\\_vlneni/3\\_4\\_hlasitost\\_a\\_intenzita\\_zvuku.pdf](http://rg-projekt.cz/files/fyzika/4._rocnik/10_zvukove_vlneni/3_4_hlasitost_a_intenzita_zvuku.pdf)
- [10] Digitalizace studijních materiálů: Ultrazvuk a infrazvuk. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: [http://rg-projekt.cz/files/fyzika/4.\\_rocnik/10\\_zvukove\\_vlneni/3\\_5\\_ultrazvuk\\_a\\_infrazvuk.pdf](http://rg-projekt.cz/files/fyzika/4._rocnik/10_zvukove_vlneni/3_5_ultrazvuk_a_infrazvuk.pdf)
- [11] Techmania: Akustika. [online]. 2008 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: [http://www.techmania.cz/edutorium/art\\_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h&key=672](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h&key=672)

- [12] Měřicí a výpočetní technika: Vlnění. [online]. 2006 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://mvt.ic.cz/dva/tef/tef-04.pdf>
- [13] The Doppler Effect. [online]. 2012 [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://acw46.edu.glogster.com/glog-344-9622/>
- [14] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. 1. české vyd., 2. dotisk. Překlad Jan Obdržálek, Bohumila Lencová, Petr Dub. V Brně: Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [15] RAAB, Miroslav. *Materiály a člověk*. 1. vyd. Praha: Encyklopedický dům, 1999, 227 s. ISBN 80-860-4413-0.
- [16] VAN VLACK, Lawrence H. *Elements of materials science and engineering*. 6th ed. Reading, Mass.: Addison-Wesley, c1989, 598 s. ISBN 02-010-9314-6.
- [17] LEPIL, Oldřich, Milan BEDNAŘÍK a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika: sbírka úloh pro střední školy*. 3. vyd. Praha: Prometheus, c1995, 269 s. Učebnice pro střední školy (Prometheus). ISBN 80-719-6266-X.
- [18] SVOBODA, Emanuel. *Přehled středoškolské fyziky*. 4. uprav. vyd. Praha: Prometheus, c2006, 531 s. ISBN 80-719-6307-0.
- [19] BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia*. 4. vyd., dotisk. Praha: Prometheus, 2011, 288 s. ISBN 978-807-1963-820.
- [20] LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia: mechanické kmitání a vlnění*. 3. přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2001, 129 s. ISBN 80-719-6216-3.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

A	Absorpce zvuku.
apod.	A podobně.
atd.	A tak dále.
B	Bell.
c	Rychlost světla.
E	Energie.
f	Frekvence.
h	Výška.
Hz	Hertz.
I	Intenzita zvuku.
J	Joule.
kg	Kilogram.
L	Hladina akustického výkonu.
m	Hmotnost.
m/s	Metr za sekundu.
N	Newton.
např.	Například.
obr.	Obrázek.
P	Výkon.
t	Čas.
T	Perioda.
tj.	To je.
tzv.	Takzvaný.
resp.	Respektive.

---

s	Dráha.
S	Plocha.
v	Rychlost.
W	Watt.
$\lambda$	Vlnová délka.
°C	Stupeň Celsia.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Energetický Skate Park [2].....	14
Obrázek 2: Závislost energie na poloze [2] .....	15
Obrázek 3: Závislost energie na čase [2] .....	15
Obrázek 4: Simulace rychlostí po pružné srážce [3] .....	17
Obrázek 5: Simulace kinetické energie při nepružné srážce [3].....	17
Obrázek 6: Popis okna aplikace.....	22
Obrázek 7: Ukázka prezentace - Úvod do kinematiky, klasifikace pohybů.....	31
Obrázek 8: Ukázka prezentace - Newtonovy zákony.....	32
Obrázek 9: Ukázka prezentace - Zvuk a Dopplerův jev .....	32
Obrázek 10: Odraz zvuku [7].....	43
Obrázek 11: Ohyb zvuku [7] .....	43
Obrázek 12: Dopplerův jev [13] .....	49
Obrázek 13: Rázová vlna [7] .....	50
Obrázek 14: Vliv tvaru tělesa na turbulenci [7].....	51
Obrázek 15: Sluchové pole [6] .....	52
Obrázek 16: Ucho [8] .....	53

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Rychlost zvuku v různých prostředích [7].....	40
Tabulka 2: Koeficienty absorpce pevných materiálů [7].....	41
Tabulka 3: Intenzita zvuku [7].....	46
Tabulka 4: Hudební intervaly [7].....	55