



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

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

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

Diplomová práce

# Fyzikální měření a výchova ke zdraví

Vypracoval: Bc. Petr Hajduch  
Vedoucí práce: Doc. PaedDr. Jiří Tesař Ph.D.

České Budějovice 2016

## Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne 23. června 2016

Petr Hajduch

## **Anotace**

Diplomová práce „Fyzikální měření a výchova ke zdraví“ se zabývá veličinami, které mají vztah k lidskému zdraví a jsou měřitelné převážně i ve školních podmínkách. Zaměřuje se na mezipředmětový vztah fyziky a výchovy ke zdraví a také využití online měřících systémů v této problematice. Součástí práce je také návrh výukových aktivit, které tohoto mezipředmětového vztahu využívají.

## **Klíčová slova**

Fyzikální měření, výchova ke zdraví, mezipředmětové vztahy, online měření, Vernier

## **Abstract**

The thesis "Physical measurements and health education" looks at physical quantities that are related to human health and can be measured in a elementary school environment. It focuses especially on the cross-curricular relationship between physics and health education and also on the use of relevant online measurement systems. As part of this thesis, we suggest a number of activities that exploit this relationship."

## **Keywords**

Physics measurements, health education, online measurements, Vernier

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi Ph.D. za cenné rady a ochotu při vedení této diplomové práce. Také bych rád poděkoval Mgr. Václavu Máchovi za poskytnutí prostoru pro realizaci navržených výukových aktivit.

# Obsah

1. Úvod .....	7
2. Vztah fyziky a výchovy ke zdraví.....	8
2.1. Rámcový vzdělávací program.....	8
2.2. Mezipředmětové vztahy v učebnicích.....	11
2.3. Školní vzdělávací program.....	12
2.3.1. Analýza konkrétního ŠVP.....	13
3. Fyzikální veličiny ve vztahu k lidskému zdraví měřitelné ve školních podmínkách .....	16
3.1. Teplota .....	16
3.2. Zvuk a hluk .....	17
3.3. Osvětlení .....	18
3.4. Energie .....	20
3.5. Elektrokardiografie .....	23
3.6. Srdeční tep.....	23
3.7. Tlak krve .....	24
3.8. Ionizující záření.....	26
3.8.1. Alfa, Beta, Gama záření .....	26
3.8.2. Rentgenové záření.....	27
3.8.3. UV záření .....	30
3.9. Relativní vlhkost .....	31
3.10. Proudění vzduchu.....	31
3.11. Hustota - denzimetrie .....	32
4. Online měřicí systémy .....	33
4.1. Pasco .....	33
4.2. Vernier .....	34
4.3. NeuLog.....	39
4.4. ISES .....	40
4.5. Jiné možnosti.....	40
5. Legislativa .....	44
6. Naměřené hodnoty .....	48
6.1. Použité měřicí přístroje a prostředí .....	48
6.2. Hluk.....	49
6.3. Teplota .....	52

6.4.	Osvětlení .....	53
6.5.	EKG .....	56
6.6.	Srdeční tep.....	56
7.	Využití ve výuce.....	58
7.1.	Projektová výuka.....	58
7.2.	Úlohy.....	58
7.2.1.	Přijátá energie.....	58
7.2.2.	Teplota .....	60
7.3.	Pracovní listy.....	60
7.3.1.	Metodické poznámky .....	60
8.	Realizace výuky .....	65
9.	Závěr.....	67
	Použitá literatura .....	68
	Seznam obrázků .....	71
	Přílohy – vypracované listy.....	72

## 1. Úvod

Cílem práce je zpracování problematiky fyzikálního měření a veličin v souvislosti s výukovou oblastí výchovy ke zdraví. Práce by měla poukázat na vhodné mezipředmětové vazby využitelné při výuce na základních školách. Dalším cílem je na základě těchto poznatků vytvoření několika výukových hodin a následná realizace alespoň jedné výukové hodiny.

Na počátku budou analyzovány některé učebnice fyziky a předmětů spojených s výchovou ke zdraví, a také školní vzdělávací plán některé školy. Dále se práce zaměřuje na popis a způsoby měření veličin, které lidské zdraví mohou ovlivňovat, převážně s využitím online měřících systémů. Za pomoci těchto měřících systémů bude provedeno několik ukázkových měření.

Mezipředmětových vztahem fyziky a výchovy ke zdraví se dosud žádná podrobnější studie nezabývala. Obsáhlejší text na toto téma lze najít ve sborníku „Vybrané problémy současné fyziky“ (Univerzita Palackého v Olomouci a Masarykova univerzita v Brně), kde se objevuje kapitola „Fyzika ve zdravotnictví“.[3] Ta částečně popisuje poznatky z oblasti lékařských přístrojů okem žáka střední školy a obsahuje i průzkum znalostí středoškolských studentů spojených s medicínskou technikou. Dokument se zabývá přístroji využívajícími rentgenového záření jako je rentgen a počítačová tomografie (CT), ale i magnetickou rezonancí a Lekselovým gamanožem.

Oproti tomu o online měřících systémech a jejich využití ve výuce už bylo několik prací zpracováno. O experimentech s využitím senzorů Pasco ve své práci pojednává např. Mgr. Vít Bednář[1] nebo Kristýna Kynclová[2] z UP v Olomouci, která srovnává několik měření pomocí standardních pomůcek s měřením za pomoci systému Pasco. Taktéž existují pro konkrétní měřící systémy vytvořené pracovní listy či měřící úlohy. Z některých těchto materiálů se budu snažit vycházet a vhodně je doplňovat.

## 2. Vztah fyziky a výchovy ke zdraví

### 2.1. Rámcový vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program (RVP)[5] je dokument, který charakterizuje jednotlivé vzdělávací oblasti pro různé úrovně vzdělávání (předškolní, základní, odborné, atd.). V České republice jsou dokumenty pro vzdělávání vytvářeny ve dvou úrovních – státní a školské. Právě RVP je na státní úrovni vzdělávacích dokumentů a je pro všechny školy na daném úrovni vzdělávání stejný a směrodatný.

RVP zdůrazňuje tzv. klíčové kompetence, což je soubor vědomostí, postojů a dovedností důležitých pro uplatnění každého jedince ve společnosti. Tyto kompetence se navzájem prolínají a tvoří hlavní cíle základního vzdělávání. Patří mezi ně kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanské, pracovní.

RVP je členěn na 9 vzdělávacích oblastí, každá oblast pak obsahuje jeden nebo více vzdělávacích oborů[5]:

Vzdělávací oblast	Vzdělávací obory
Jazyk a jazyková komunikace	Český jazyk a literatura, Cizí jazyk
Matematika a její aplikace	Matematika a její aplikace
Informační a komunikační technologie	Informační a komunikační technologie
Člověk a jeho svět	Člověk a jeho svět
Člověk a společnost	Dějepis, Výchova k občanství
Člověk a příroda	Fyzika, Chemie, Přírodopis, Zeměpis
Umění a kultura	Hudební výchova, Výtvarná výchova
Člověk a zdraví	Výchova ke zdraví, Tělesná výchova
Člověk a svět práce	Člověk a svět práce

Tabulka 1 – Obsah vzdělávacích oblastí RVP

Každý ze vzdělávacích oborů obsahuje dílčí kompetence, které jsou dílčími cíly v daném oboru. Jsou uváděny jako požadované výstupy, které má žák po průchodu studiem (na konci 5. ročníku a na konci 9. ročníku) umět, a zároveň je uváděno také učivo, které tyto výstupy podmiňuje. Vzhledem k zaměření této práce budeme dále pracovat pouze s obory Výchova ke zdraví, Fyzika a okrajově i s oborem Člověk a svět práce. Oblast Člověk a jeho svět se tématu „Člověk a jeho zdraví“ také věnuje, avšak ne v námi sledované spojitosti. Je totiž jedinou vzdělávací oblastí koncipovanou pro první stupeň základního vzdělávání, takže ještě nelze látku vztahovat k výuce fyziky.



### **Výchova ke zdraví**

Výchova ke zdraví je vzdělávacím oborem Rámcového vzdělávacího programu v oblasti 5.8 **ČLOVĚK A ZDRAVÍ**, kam patří spolu s tělesnou výchovou. „*Vzdělávací oblast Člověk a zdraví přináší základní podněty pro ovlivňování zdraví (poznatky, činnosti, způsoby chování), s nimiž se žáci seznamují, učí se je využívat a aplikovat ve svém životě. Vzdělávání v této vzdělávací oblasti směřuje především k tomu, aby žáci poznávali sami sebe jako živé bytosti, aby pochopili hodnotu zdraví, smysl zdravotní prevence i hloubku problémů spojených s nemocí či jiným poškozením zdraví. Žáci se seznamují s různým nebezpečím, které ohrožuje zdraví v běžných i mimořádných situacích, osvojují si dovednosti a způsoby chování (rozhodování), které vedou k zachování či posílení zdraví, a získávají potřebnou míru odpovědnosti za zdraví vlastní i zdraví jiných. Jde tedy z velké části o poznávání zásadních životních hodnot, o postupné utváření postojů k nim a o aktivní jednání v souladu s nimi. Naplnění těchto záměrů je v základním vzdělávání nutné postavit na účinné motivaci a na činnostech a situacích posilujících zájem žáků o problematiku zdraví.*“[5]

Vzdělávací obor Výchova ke zdraví má na základní škole především roli preventivní ochrany člověka a jeho zdraví. Učí žáky aktivně rozvíjet a chránit zdraví v propojení všech jeho složek (sociální, psychické a fyzické) a být za ně odpovědný. Svým vzdělávacím obsahem bezprostředně navazuje na obsah vzdělávací oblasti **Člověk a jeho svět**. Žáci si upevňují hygienické, stravovací, pracovní i jiné zdravotně preventivní návyky, rozvíjejí dovednosti odmítat škodlivé látky, předcházet úrazům a čelit vlastnímu ohrožení v každodenních i mimořádných situacích. Rozšiřují a prohlubují si poznatky o rodině, škole a společenství vrstevníků, o přírodě, člověku i vztazích mezi lidmi a učí se tak dívat se na vlastní činnosti z hlediska zdravotních potřeb a životních perspektiv dospívajícího jedince a rozhodovat se ve prospěch zdraví. Vzhledem k individuálnímu i sociálnímu rozměru zdraví je vzdělávací obor Výchova ke zdraví velmi úzce propojen s průřezovým tématem Osobnostní a sociální výchova. [5]

Požadované výstupy jsou v tomto vzdělávacím oboru poměrně obsáhlé a tak pro přehlednost jsou vybrány pouze námi sledované požadované výstupy:

- Vysvětlí na příkladech přímé souvislosti mezi tělesným, duševním, sociálním zdravím a vztah mezi uspokojováním základních lidských potřeb a hodnotou zdraví; dovede posoudit různé způsoby chování lidí z hlediska odpovědnosti za

vlastní zdraví i zdraví druhých a vyvozuje z nich osobní odpovědnost ve prospěch aktivní podpory zdraví.

- Usiluje v rámci svých možností a zkušeností o aktivní podporu zdraví.
- Dává do souvislosti složení stravy a způsob stravování s rozvojem civilizačních nemocí a v rámci svých možností uplatňuje zdravé stravovací návyky.
- Projevuje odpovědné chování v situacích ohrožení zdraví, osobní bezpečí, při mimořádných událostech; v případě potřeby poskytne adekvátní první pomoc.

V těchto vybraných výstupech se nachází spojitost s fyzikálními poznatky, získanými při výuce na ZŠ (samozřejmě s důrazem na mezipředmětový vztah), např. stravování – energie, zákon o zachování energie.

### **Člověk a jeho svět**

Tento vzdělávací obor zahrnuje i některé výstupy, které bychom zařadili spíše do jiných vzdělávacích oblastí. Na 2. stupni je rozdělen do osmi tematických okruhů (*Práce s technickými materiály, Design a konstruování, Pěstitelské práce a chovatelství, Provoz a údržba domácnosti, Příprava pokrmů, Práce s laboratorní technikou, Využití digitálních technologií, Svět práce*). Z toho okruh Svět práce je povinný a z ostatních okruhů si mohou školy vybrat dle svého uvážení, minimálně však jeden další okruh.

Pro potřeby fyzikálního měření je zajímavý okruh Práce s laboratorní technikou, který obsahuje následující výstupy:

- Vybere a prakticky využívá vhodné pracovní postupy, přístroje, zařízení a pomůcky pro konání konkrétních pozorování, měření a experimentů.
- Zpracuje protokol o cíli, průběhu a výsledcích své experimentální práce a zformuluje v něm závěry, k nimž dospěl.
- Vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci.
- Dodržuje pravidla bezpečné práce a ochrany životního prostředí při experimentální práci.
- Poskytne první pomoc při úrazu v laboratoři.

Při fyzikálních měření a zejména pak při úlohách souvisejících právě s lidským zdravím (např. měření údajů podle hygienické vyhlášky), je dobře představitelné trénování a testování prvních tří bodů těchto výstupů.

### **Fyzika**

Vzdělávací obor fyzika patří do oblasti Člověk a příroda. Ten podle RVP podává komplexní pohled na vztah mezi člověkem a přírodou, jehož významnou součástí je i uvědomování si pozitivního vlivu přírody na citový život člověka, utváří - spolu s fyzikálním, chemickým a přírodopisným vzděláváním - také vzdělávání zeměpisné, které navíc umožňuje žákům postupně odhalovat souvislosti přírodních podmínek a života lidí i jejich společenství v blízkém okolí, v regionech, na celém území ČR, v Evropě i ve světě.[5]

Vzdělávací obor fyzika je rozdělen na tematické celky: látky a tělesa, pohyb těles, síly, mechanické vlastnosti tekutin, energie, zvukové děje, elektromagnetické a světelné děje, vesmír. Podle RVP dochází v této oblasti k rozvoji klíčových kompetencí mimo jiné tím, že žák je veden k potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů a hledat na tyto otázky odpovědi. Dále pak zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí a v neposlední řadě porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí.

Opět budou uvedeny pouze výstupy související s tématem:

- Posoudí možnosti zmenšování **vlivu nadměrného hluku** na životní prostředí.
- Využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh.
- Využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů.
- Změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa.

## **2.2. Mezipředmětové vztahy v učebnicích**

Pro analýzu mezipředmětového vztahu fyziky a výchovy ke zdraví byly zvoleny sady učebnic z nakladatelství Fraus (Fyzika pro ZŠ a víceletá gymnázia 6.-9.)[6], dále pak

učebnice z nakladatelství Prometheus (Kolářová, Bohuněk)[22], Fyzika kolem nás 1-4 (M. Rojko a kol., nakladatelství Scientia)[24] a také sadu učebnic Fyzika 1-6 (J. Tesař, F. Jáchim, nakladatelství SPN)[10]. Z počátku bylo sledováno, zda učebnice obsahuje nějaký ucelený celek (kapitola, podkapitola), který by se problematiky týkal.

V učebnicích Fyzika kolem nás 1-4 (Rojko a kol.) se k některým tematickým celkům žáci vrací až v dalších dílech. Například hned v prvním dílu této učebnice se několik kapitol zabývá vznikem zvuku a jeho šířením, avšak o škodlivosti zvuku (hluku) pojednává až čtvrtý díl učebnice. Ačkoliv vzhledem ke stáří učebnice nevychází z požadavků rámcového vzdělávacího programu, jako jediná řada učebnic má kapitoly zaměřené přímou mezipředmětovou problematikou. Objevují se zde kapitoly, jako je: Nepřítel hluk, Pozor na oči, Bráníme se teplu i chladu, Tlak krve, Potíme se a mrzneme.

V případě řady učebnic Fyzika pro základní školu od autorů Tesař a Jáchim se cíleně zaměřené kapitoly nevyskytují. Pro učitele jsou ale cenné jejich metodické příručky [16], které na mezipředmětovou souvislost v každé kapitole upozorňují. Zejména vztah s výchovou ke zdraví se objevuje často.

Zmiňovaný text „Fyzika ve zdravotnictví“ uvádí, že nejvíce se přístrojům používaných v lékařství (a jevům s tím souvisejícím) věnují učebnice z nakladatelství Prometheus. Konkrétně v 8. ročníku se žáci setkávají s pojmem ultrazvuk a v 9. ročníku s pojmy laser a rentgenové záření.[3] Tento text však neuvádí, kolik učebnic pro ZŠ bylo srovnáváno. Ultrazvuk, jeho frekvenci a použití, a stejně tak i rentgenové záření totiž popisují i další učebnice.

Konkrétní uváděné vztahy a formulace z jednotlivých učebnic budu uvádět podrobněji až u příslušných fyzikálních veličin v další části práce.

### **2.3. Školní vzdělávací program**

Z rámcového vzdělávacího programu dále vychází tzv. školní vzdělávací program (ŠVP), který si každá škola vytváří tak, aby splnila požadavky RVP. Zároveň se však díky ŠVP může specializovat v nějakém zaměření, či lépe spolupracovat při mezioborovém vzdělávání. ŠVP nepopisuje co má učitel probrat, ale jaké dovednosti mají žáci mít. Výsledná skladba vzdělávacích oblastí je pak variabilní a méně podstatné části výukové látky lze zkrátit ve prospěch přínosnějších cílů. Název pro konkrétní ŠVP

si volí škola sama a má povinnost své ŠVP zpřístupnit i veřejnosti. Zpravidla tak bývá k dispozici na webových stránkách školy.

### **2.3.1. Analýza konkrétního ŠVP**

Pro analýzu školního vzdělávacího programu byla vybrána základní škola Školní náměstí 628 v Sezimově Ústí, kde jsem již v minulosti krátce působil a nyní v rámci souvislé praxe zde byly otestovány navržené aktivity. Školní vzdělávací program s názvem „Učím se pro praktický život“ zde zahrnuje vzdělávací oblast (předmět) „Rodina a zdraví“, ve které se dále nachází pro nás důležité podoblasti: „Zdravý způsob života a péče o zdraví“ a „Rizika ohrožující zdraví a jejich prevence“. Oblast „Rizika ohrožující zdraví a jejich prevence“ však neobsahuje žádné přímo fyzikálně blízké učivo. Věnuje se nebezpečí návykových látek, šikaně, krizovým situacím a dalším podobným.

Oproti tomu podoblast „Zdravý způsob života a péče o zdraví“ obsahuje v práci sledované učivo:

- **vlivy vnějšího a vnitřního prostředí na zdraví** – kvalita ovzduší a vody, hluk, osvětlení, teplota
- význam pohybu pro zdraví – pohybový režim

Prozkoumána byla také oblast Člověk a svět práce, kde jsou doplňkovými okruhy zvoleny Příprava pokrmů, Pěstitelské práce a Práce s technickými materiály.

Dalším sledovaným předmětem byla fyzika. Podle ŠVP probíhá výuka fyziky na této škole v časové dotaci 2 hodiny v šestých a devátých třídách, a 1 hodina v sedmých a osmých třídách.

V šestém ročníku se žáci věnují základním veličinám a jednotkám, setkávají se tedy poprvé s teplotou jako fyzikální veličinou, obsluhou základních měřidel při laboratorních úlohách. Žádný z očekávaných výstupů ale přímo neobsahuje sledovanou vazbu. Jednou z částí probíraného učiva jsou kladky a páky – zde lze spojitost pojmout jako šetření lidské síly při práci.

Sedmý ročník je zahájen mechanickými vlastnostmi kapalin a plynů. Zde se nabízí spojitost mezi atmosférickým tlakem a krevním tlakem nebo vliv tlaku kapaliny při potápění.

V osmém ročníku se žáci věnují nejprve oblasti energie-teplo-práce. O lidském zdraví v očekávaných výstupech není přímo zmínka, avšak víme, že energie a zejména energetické hodnoty potravin jsou stěžejní mezipředmětovou částí této oblasti. Neméně důležitá je teplota a její spojitost s teplem a energií. Zajímavé jsou proto tyto dva výstupy:

- Žák využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh.
- Na příkladech z denního života dokáže tepelné výměny vedením, prouděním a zářením a jejich využití (oblékání, ohřev, chlazení...)

Dalšími oblastmi jsou změny skupenství a zvukové jevy. V prvním případě se žádná přímá vazba neobjevuje. Lze ji ale zmínit např. u vypařování (pobyt v průvanu a vliv pocení na lidský organismus). O zvuku a zejména hluku je pojednáno u předmětu výchova ke zdraví a platí to i obráceně:

- Posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí.

V devátém ročníku jsou vyučovanými oblastmi jaderná energie, elektřina a magnetismus a vesmír. Tato témata jsou náročnější pro myšlení žáků a vyžadují rozvinutější abstrakci. Dnes ale existuje spousta dostupným materiálů ve formě videí, appletů, či fyzikálních modelů, na kterých lze dříve těžko představitelné jevy (např. jaderné záření) ukázat. V oblastech jaderná energie a elektřina a magnetismus se pochopitelně objevují výstupy spojené s bezpečností práce a ochrany lidského zdraví:

- Popíše možnosti ochrany před jaderným zářením
- Popíše podstatu blesku a způsob ochrany před ním
- Řídí se pravidly pro bezpečné zacházení s elektrickými přístroji

Výuka předmětu Rodina a zdraví probíhá v 6. a 7. ročníku a následně v 9. ročníku. Ve všech případech v časové dotaci 1 hodina týdně. S účinky hluku, osvětlení a teploty setkávají v 6. ročníku, v rámci tematického okruhu zdravé bydlení. Vzhledem k tomu, že fyzika v tomto ročníku teprve začíná, se na fyzikální znalosti nelze moc odkazovat. V 7. ročníku se žáci setkávají se zdravým stravováním a tím pádem i energetickým příjmem. V devátém ročníku už je tento předmět zaměřen spíše sociálním směrem a

doplňuje předmět občanská nauka. Na základě těchto informací lze konstatovat, že cílená **mezipředmětová vazba zde může fungovat jen opačně – z předmětu fyzika se odkazovat na předmět rodina a zdraví.**

Déletrvajícím problémem je, že zatím neexistuje souhrnná učebnice nebo sada učebnic, která by pokrývala oblasti stanovené rámcovým vzdělávacím programem. Učitelé jsou nuceni čerpat z různých materiálů a žáci v důsledku toho nemívají studijní oporu v učebnicích (pořízení sady ke každé problematice nebo průřezovému tématu je nákladné). Na vině je především svoboda v míře zvolených průřezových témat, a tak není snadné vytvořit univerzální ucelenou učebnici.

### **3. Fyzikální veličiny ve vztahu k lidskému zdraví měřitelné ve školních podmínkách**

#### **3.1. Teplota**

Teplota je jednou z nejběžnějších veličin, se kterou se žák setkává ještě před samotnou výukou fyziky. Ať už v televizi při předpovědi počasí, za oknem na venkovním teploměru nebo na displejích různých meteostanic. Na základě získaných zkušeností ví, jaký vliv má okolní teplota na lidské tělo (léto – teplo, zima – chlad) a že teplota lidského těla není zanedbatelná (může být ukazatelem nemoci). Ale teprve při výuce fyziky pochopí, na jakém principu fungují teploměry.

V souvislosti s rámcovým vzdělávacím programem pro základní školy se žáci setkávají s teplotou téměř po celou dobu výuky fyziky. Od prvního seznámení se základními veličinami, přes souvislost s energií a prací

#### **Jednotka**

Základní jednotkou podle soustavy SI je pro měření teploty Kelvin (K). Mnohem častěji se ale setkáváme s vedlejší jednotkou °C [stupeň Celsia]. Při práci s určováním teploty resp. určováním změny teploty musí mnohdy žáci operovat i se zápornými čísly, což procvičuje jejich znalosti z matematiky. Jako rozšiřující učivo se udává vztah mezi jednotkami kelvin a °C, kdy 0 K označuje tzv. absolutní nulu a tato teplota je v přepočtu  $-273,15^{\circ}\text{C}$

S teplotou souvisí i pojem tepelná izolace. Tepelným izolantem je látka, která má nízkou tepelnou vodivost – tedy vede hůře teplo. Lze zmínit i používání speciálních oděvů v situacích, kdy by člověk při použití normálního oděvu teplo více pohloval, než odváděl.

#### **Měřicí přístroje**

Na základní škole se žáci setkávají nejprve se třemi typy teploměrů – kapalinovým, bimetalovým a digitálním. Měřicí systémy nabízí i infrateploměry, které jsou bezkontaktní, avšak o jejich principu se žák dozvídá v jiném učivu – vyzařování tepla.

Nejběžnější kapalinový teploměr využívá tepelné roztažnosti kapaliny v úzké trubici. Bimetalový teploměr je tvořen páskem ze dvou vrstev kovů. Každá tato vrstva má jinou teplotní roztažnost a díky tomu dochází k deformaci celého pásku.



### 3.2. Zvuk a hluk

Zvuk je mechanické vlnění pružného prostředí ve slyšitelném rozsahu lidského ucha. Obecně je tento rozsah udáván od 20 Hz do 20 kHz, ale přesný rozsah je pro každého člověka individuální a mění se i s věkem. Frekvence nižší než 20 Hz se označují jako infrazvuk, naopak frekvence vyšší než 20 kHz se nazývají ultrazvuk.

Hluk je definován jako zvuk, který vyvolává nepříjemný sluchový vjem. Za hluk lze ale považovat v podstatě libovolný zvuk (tedy i hudbu) o příliš velké hlasitosti. Při posuzování hluku se nejčastěji zabýváme hlukem, který se šíří vzduchem od zdroje. Subjektivně rozeznáváme hlasitost, výšku a barvu zvuku. Podle časového průběhu rozdělujeme zvuk na ustálený, proměnný, přerušovaný nebo impulsní.

Podle MUDr. Karla Nešpora, CSc, [29] má hluk vliv nejen na tělesné zdraví, ale i na zdraví duševní. Skutečnost, že nadměrná hladina hluku může poškodit sluchové ústrojí, je všeobecně známá. Hluk však může ovlivnit i jiné tělesné funkce. Nešpor zmiňuje případy, kdy vysoká hladina hluku ovlivňovala krevní tlak pacientů a zvyšovala možnost srdečních onemocnění. Méně známým následkem hluku je změna zdraví duševního. Při častém pohybu v hlučném prostředí může hrozit vyšší riziko depresí a migrén, mohou se objevit poruchy spánku, zhoršený školní prospěch a nelze vyloučit ani negativní vliv hluku na imunitu. Obtěžující vliv hluku se projevuje tam, kde hluk působí na celkový emocionální stav člověka – mluvíme o rozmrzelosti – pocitu nebo postoji, kterým člověk dává najevo, že je mu hluk nepříjemný a že ho odmítá. To, do jaké míry může hluk ovlivnit stupeň stresového stavu lidí (např. zaměstnanců), závisí na mnoha faktorech, ke kterým patří:[30]

- Typ hluku včetně jeho hlasitosti a druhu
- Délka trvání hluku
- Předvídatelnost hluku
- Ovlivnitelnost hluku (vlastní a cizí hluk)
- Složitost úkonů (stupeň nutného soustředění, paměťové úkoly, preciznost pracovního úkonu)
- Zdravotní stav pracovníka, či aktuální dispozice (únava, přepracování)

Škodlivost zvuku je mnohdy podceňována a málokdo si uvědomuje, že poškození sluchu je nevratné. Z tohoto důvodu je prevence proti nadměrnému hluku potřebná.

Vhodnou dobou pro měření hluku a zařazení výchovných témat může být konec dubna, neboť 29. duben je určen jako Mezinárodní den proti hluku.

Příznaky počátečních problémů se sluchem:

- vadí nám, pokud je na pozadí mluveného slova jiný zvuk nebo hudba
- začínáme špatně rozumět slovům
- neslyšíme některé zvuky
- pouštíme si více nahlas rádio, televizi

### **Jednotka**

Jednotkou pro hluk (hladinu intenzity zvuku) je decibel (dB). Je to jednotka, která nepatří do soustavy SI a je bezrozměrná (podobně jako procento). Decibel je logaritmická jednotka a je to zřejmě první okamžik, kdy se žáci základní školy mohou nepřímo seznámit s průběhem logaritmické funkce.

### **Měřicí přístroje**

Zařízení pro měření hluku (hladiny intenzity zvuku) se nazývá hlukoměr. Hlukoměr je elektronický přístroj, takže vyrobit si improvizovanou měřící pomůcku podobně jako u jiných fyzikálních témat nelze. Nejlevnější hlukoměry se dají pořídit od 1500,- Kč. Základem každého hlukoměru je citlivý mikrofon, který snímá příchozí signál. Ten je dále zesilován a přes frekvenční filtr přenášen do indikátoru.

Výhodou při použití měřidla z některé ze školních sad online měřících systémů je pro žáky hlavně známé ovládací a zobrazovací prostředí. Nemusí se tak muset učit ovládat další profesionální zařízení. Firma Pasco nabízí kombinované zařízení pro měření teploty, hluky a intenzity osvětlení (PS-2140). V případě měření hluku udává rozsah zvukové hladiny (40 – 90 dB) a je otázkou, zda je pro školní měření dostatečné.

## **3.3.Osvětlení**

Osvětlení je veličinou, jejíž znalost dána v RVP pro základní vzdělávání předmětu fyzika, vyskytuje se však v oblasti člověk a zdraví. Je to veličina, která má na lidské zdraví a zejména zrak vliv a lze ji dobře měřit. Správný název je intenzita osvětlení, se značením  $E$  a spolu se svítivostí a světelným tokem patří mezi fotometrické veličiny. O těch se zmiňuje pouze učebnice Fyzika 3 (Tesař, Jáchim), kde je fotometrii věnována

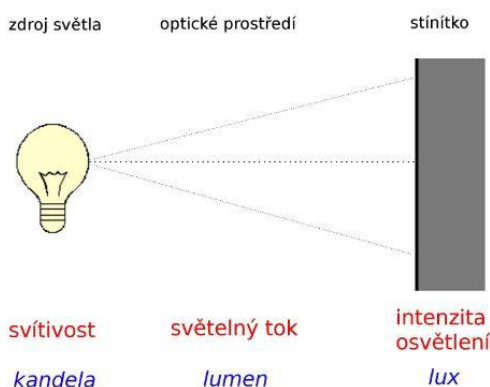
celá kapitola[12]. V ostatních použitých učebnicích se o fotometrii neobjevuje žádná zmínka.

Uvedená učebnice shrnuje nejdůležitější poznatky. Přínosná je spojitost s prací a výkonem u světelné účinnosti světelných zdrojů. Tato účinnost vyjadřuje, jaké množství energie přemění žárovka nebo jiný světelný zdroj na světlo. Nechybí ani informace, že osvětlení se zmenšuje s druhou mocninou vzdálenosti osvětlené plochy od zdroje světla (např. zvětší-li se vzdálenost 3x, osvětlení se zmenší 9x).

Tato kapitola přímo uvádí význam z hlediska hygieny. Osvětlení pracovního prostoru má velký vliv na výkon člověka. Příliš ostré nebo naopak nedostatečné osvětlení způsobuje předčasnou únavu, bolesti hlavy nebo jiné zdravotní potíže. Při pravidelné dlouhodobé práci ve špatném prostředí může dojít i k trvalému poškození zraku. Pro různé činnosti potřebujeme rozdílné osvětlení. V učebnici je také tabulka doporučených hodnot osvětlení podle ČSN (např. pro kanceláře, učebny, domácí práce se jedná o rozmezí 200-500 lx).

### Jednotka

Jednotkou pro intenzitu osvětlení je lux (lx), značkou této veličiny je  $E$ . K jejímu vyjádření je nutné definovat i další veličinu a to světelný tok  $\Phi$ , neboť intenzita osvětlení je určena velikostí světelného toku dopadajícího na plochu o velikosti 1 m<sup>2</sup>.



Obr. 1 Fotometrické veličiny (převzato z Fyzweb.cz)

Světelný tok  $\phi$  je množství světla vyzářeného světelným zdrojem do prostoru, a které vyvolává zrakový vjem (týká se tedy pouze viditelné oblasti světelného záření). Jednotkou světelného toku je lumen (lm). Velikost intenzity osvětlení je pak dána vztahem:

$$E = \frac{\phi}{S}$$

### **Měřicí přístroj**

Přístroj pro měření intenzity osvětlení se nazývá luxmetr. Základem luxmetru je fotočlánek (dnes nejčastěji fotodioda), tedy součástka, která převádí světlo na elektrický signál. Dnešní luxmetry mohou hodnoty nejen změřit, ale i zaznamenat. Při hledání potřebných informací o luxmetrech bylo nalezeno i několik mobilních aplikací s funkcí luxmetru. Aplikace měla měřené údaje získávat z předního fotoaparátu nebo senzoru jasu mobilního telefonu. O použitelnosti a přesnosti tohoto způsobu měření byl nakonec nalezen srovnávací test několika mobilních telefonů a několika různých aplikací. Výsledkem testu, kdy byla jednotlivá měření srovnávána s kalibrovaným profesionálním luxmetrem, jsou velké odchylky i pro opakovaná měření ve stejných podmínkách.[43] Nezáleželo přitom na použité aplikaci nebo značce mobilního telefonu. Pokud by takový způsob měření umožňoval pořízení správnějších hodnot, jednalo by se o vysoce přístupnou měřicí pomůcku pro žáky.

## **3.4. Energie**

Energie je schopnost tělesa konat práci (z řeckého energia – schopnost k činům). Nelze ji vyrobit, zničit, ale pouze přeměnit na jiný druh energie – tato definice zjednodušeně popisuje zákon zachování energie. Přesněji bývá udáváno, že nelze sestrojít perpetuum mobile prvního druhu, tedy stroj, který by z ničeho konal práci.

V modelových případech učebnic je v souvislosti se zákonem zachování energie mnohdy zmiňován i člověk. K tomu, abychom mohli konat práci, potřebujeme tělu dodat energii formou potravy. Energie je jedna z veličin, se kterou se žáci setkávají i během klasické výuky předmětů z oblasti Výchova ke zdraví, bez důrazu na mezipředmětový vztah s fyzikou.

Častou úlohou je vyhledávání energetické hodnoty výrobků na jejich obalech nebo naopak přepočítání vykonané práce (např. při chůzi do schodů) a spotřeba energie.

Obvyklý denní energetický příjem se udává mezi 100-120 kJ (tedy 25-35 kcal) na 1 kg tělesné hmotnosti. Přesnější hodnoty se odvíjí od věku a úrovně pohybové aktivity (např. fyzicky náročnější zaměstnání nebo kancelářské práce). Obecně platí, že čím více má člověk svalové hmoty, tím vyšší je i jeho energetická spotřeba. Při redukci hmotnosti je tedy zásadní fyzikální poznatek, že energetický výdej musí být větší než energetický příjem v daném dni.

V souvislosti s výdejem energie se používá pojem bazální metabolismus. Jedná se o minimální energetickou potřebu pro udržení základních fyziologických funkcí. Záleží na pohlaví, věku, velikosti těla a trénovanosti jedince. Hodnoty bazálního metabolismu se pohybují v rozmezí 5000 – 10 000 kJ/24 hod.[48] Mimo to existuje i tzv. klidový metabolismus (energie, kterou vydáme v klidových podmínkách – spánek, leh, sed) a pracovní metabolismus (energie vydaná při konkrétních neodpočinkových činnostech).

Zjistit energetický výdej je možné buď přímou, nebo nepřímou kalorimetrií. Přímá kalorimetrie je ale technicky a finančně náročná, proto se v praxi moc nepoužívá.[48] Měřená osoba je zavřená v místnosti, odkud se odvádí vzduch. Zjišťuje se množství tepla vyprodukovaného organismem. Při použití nepřímé kalorimetrie je nutné znát hodnotu bazálního metabolismu. V používaných tabulkách je poté uvedena procentuelní hodnota, o kolik je daná činnost energeticky náročnější než hodnota bazálního metabolismu.

Jedním ze způsobů jak bazální metabolismus vypočítat, je tzv. Herreris-Benedictova rovnice.[48]

**Pro ženy:**

$$BMR (kcal) = 655 + (9,6 \times \text{hmotnost v kg}) + (1,8 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk v letech})$$

**Pro muže:**

$$BMR (kcal) = 66 + (13,7 \times \text{hmotnost v kg}) + (5 \times \text{výška v cm}) - (6,8 \times \text{věk v letech})$$

Pro 25 letého muže o hmotnosti 68 kg a výšce 176 cm by výpočet vypadal následovně:

$$BMR (kcal) = 66 + (13,7 \times 68) + (5 \times 176) - (6,8 \times 25) = 1\,707 \text{ kcal} = 7\,142 \text{ kJ}^1$$

---

<sup>1</sup> pro 1 kcal = 4,184 kJ

Projekty:

V souvislosti s energetickým příjmem a výdejem proběhlo v minulosti několik programů a kampaní, z nichž některé stále trvají.

### **Hejbej se! Nedej se!**

Tento program je zaměřený zvýšení pohybové aktivity u dětí na 1. stupni ZŠ a z toho plynoucí prevence proti nadváze a obezitě. K dispozici je manuál pro učitele, který obsahuje také zásobník pohybových her do jednotlivých předmětů. Tyto hry by neměly ubírat čas z vyučovaného předmětu, ale naopak být jeho součástí a zajímavě jej rozvíjet. Pomocí správně volené pohybové aktivity si děti vytváří kladný vztah k pohybu a učí se, že by měl být pohyb nedílnou součástí každého dne. Zvýšením pohybu v průběhu dne si zvyšují energetický výdej a předchází vzniku nadváhy a obezity.[47] Jednou ze součástí manuálů i tzv „pohybová pyramida“. V jejím nejnižším patře se nacházejí činnosti, které bychom měli vykonávat každý den (chůze do schodů, pomoc v domácnosti, hry v kolektivu), o patro výše jsou aerobní aktivity, které je vhodné zařadit několikrát do týdne. Na vrcholu této pyramidy nalezneme činnosti, které bychom měli omezit na minimum (hraní PC her, TV, apod.).

### **Přijmi a vydej**

„Cílem kampaně „Přijmi a vydej“ z roku 2007 bylo zvýšení motivace lidí ke zlepšení návyků v oblasti stravování a pohybové aktivity tak, aby vedly k rovnováze mezi energetickým příjmem a výdejem. Podstatnou částí kampaně byla motivační soutěž, v níž účastníci po dobu několika dnů sledovali vlastní energetický příjem potravou a energetický výdej pohybem. Poté zvolili jeden den a podle návodu si vypočtou přijatou a vydanou energii a výsledek zaslali jako součást přihlášky.“ Vlastním cílem ale nebyla pouze hra o cenu, ale zamyšlení nad způsobem života. Ve smyslu sloganu soutěže: Vyhraj nad leností a nadváhou – vyhraješ zdraví.

### **Jednotka**

Základní jednotkou energie je Joule (značka J), podle anglického fyzika Jamese Prescottta Joula. Patří mezi odvozené jednotky soustavy SI:

$$J = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \text{ (též } \text{N} \cdot \text{m)}$$

Na základní škole se žák setkává i s násobky této jednotky (kilojoule, megajoule). Dříve se ale pro energii používala jednotka kalorie, se kterou se stále můžeme setkat, a to právě na obalech s energetickou hodnotou potravin (resp. její násobek kilokalorie – kcal). I z tohoto důvodu je dobré tuto jednotku před žáky zmínit. Kalorie je definována jako množství energie, které zvýší energii 1 g vody o 1 °C – podle teploty při které se měřilo, se rozeznávalo několik druhů kalorií. Zajímavostí je, že tabulky s energetickou hodnotou potravin se označují jako „kalorické tabulky“, avšak v dnešní době jsou již jejich hodnoty uváděné v kilojoulech.

### **3.5. Elektrokardiografie**

Záznam z elektrokardiografického vyšetření podá lékaři mnoho informací o srdečním rytmu a případných arytmiích nebo nedokrevnosti srdce. Pro popis funkce EKG měření lze velmi zjednodušeně říct, že při činnosti srdečního svalu se šíří elektrické proudy směrem od srdce do celého těla.

Pro výuku fyziky je vhodné se o principu EKG zmínit při elektromagnetickém poli. Elektrokardiograf totiž funguje podobně, jako velmi citlivý galvanometr. Tělo, které obsahuje velké množství vody s nabitými částicemi (ionty draslíku, sodíku, hořčíku...), je velmi dobrým vodičem proudu, a to umožňuje pomocí elektrod připevněných na kůži registrovat změny elektrické aktivity srdce. [27]

#### **Měřicí přístroje**

Ve školních podmínkách lze pro pokusné měření EKG použít některý ze zmiňovaných online měřících systémů, celkově však jde o hodně okrajové téma. Někteří žáci se mohli u někoho ze své rodiny setkat i s tzv. Holterovým monitorem. Jedná se o lékařský přístroj fungující jako EKG, ale zaznamenává činnost srdce po dobu 24 hodin, bez výrazného pohybového omezení vyšetřované osoby. Slouží pro sledování občasných srdečních arytmií, které by se v kratším čase sledování obtížně rozpoznaly.

### **3.6. Srdeční tep**

Srdeční tep (někdy také označován jako puls) udává, kolikrát za minutu srdce vyvine svou činnost. Jedná se o veličinu, která zjišťuje základní životní funkci, proto se s ní setkáme hlavně při poskytování první pomoci. Kdybychom se podívali na záznam z elektrokardiografie, zjistili bychom srdeční tep spočítáním zaznamenaných period.

### Měřicí přístroje

Nejjednodušším způsobem jak zjistit srdeční tep je použití našeho hmatu. K tomu potřebujeme pouze stopky, kterými změříme úderů srdce v daném časovém úseku. Nahmatat srdeční tep jde nejlépe na krční tepně, je potřeba si ale nalezení přesného místa natrénovat dříve, než se dostaneme do situace ohrožující život.

Zajímavé je, že k měření tepu lze použít kromě tlakoměrů i chytrý mobilní telefon. Na trhu existuje dokonce několik typů aplikací. Nejčastěji využívají fotoaparát telefonu spolu s osvětlovací diodou (pokud jsou umístěny v těsné blízkosti). Principem je prosvícení prstu a údajné snímání pohybu krve pomocí fotoaparátu. Nejen že tyto aplikace dle několika zdrojů fungují, ale navíc dosahují poměrně přesných hodnot – v porovnání s měřičem krevního tlaku se odchylka pohybovala kolem 2 úderů srdce za minutu. Aplikace Instant heart range (verze zdarma, pokud uživateli nevádí zobrazování reklamy) byla krátce vyzkoušena i v rámci této práce na mobilním telefonu Evolveo Strongphone Q4 a opravdu bylo dosaženo relevantních výsledků. Tím pádem lze podle vybavenosti žáků využít mobilní telefon k měření srdečního tepu jako vysoce dostupný nástroj.



Obr. 2 Použití a vzhled mobilní aplikace pro měření srdečního tepu

### 3.7. Tlak krve

Krevnímu tlaku a jeho měření je v učebnici Fyzika kolem nás 3[25] věnována celá kapitola. Žáci se dozvídají, že tlakem krve rozumíme, o kolik je krevní tlak větší než atmosférický tlak. Učebnice ukazuje graf krevního tlaku i popisuje způsob jeho měření.



Krev obíhá v těle pod určitým tlakem. Při měření krevního tlaku se nejprve měří „horní“ (systolický) tlak, kdy se srdce stahuje a vypuzuje krev do tepen a „dolní“ (diastolický) tlak při uvolnění srdečních komor. V průběhu dne se hodnoty krevního tlaku mění. Při spánku se tlak snižuje a při cvičení nebo v důsledku silných emocí se zvyšuje. Objasnění krevního tlaku může být pro žáky cenným poznatkem, zejména proto, že s jeho měřením se mohou setkat mnohem častěji než s měřením tlaku atmosférického. Důležitý je i fakt, že se tlak měří na levé ruce přibližně ve stejné výšce, jako je srdce. Ze vzorce  $p = h \cdot \rho \cdot g$  mohou žáci odvodit, o kolik se může lišit tlak krve v nohách oproti krevnímu tlaku v hlavě.

### **Jednotka**

Pro udávání krevního tlaku se lze setkat hned se dvěma jednotkami. Jednou z nich je samozřejmě základní jednotka tlaku pascal (Pa), resp. její násobek kilopascal (kPa). Zastaralou jednotkou tlaku je Torr, někdy označovaný jako milimetr rtuťového sloupce. V případě krevního tlaku je však velikost krevního tlaku vyjádřena právě v milimetrech rtuťového sloupce (mmHg). Pro tyto jednotky platí převodní vztah: 1 Torr = 133,32 Pa. Jednotka pro krevní tlak ale není v povědomí u laické veřejnosti a nepatří ani mezi učivo základní školy. Mnohem cennější pro žáky je poznatek o velikosti správného krevního tlaku a jeho nebezpečných hranicích. Hodnota normálního krevního tlaku se udává jako nižší než 140 mmHg u systolického a nižší než 90 mmHg u diastolického.

### **Měřicí přístroje**

K měření krevního tlaku se dnes používají stále častěji především digitální přístroje. Jejich výhodou je zejména snadná obsluha. Pro pochopení principu měření krevního tlaku je ale mnohem lepší vyzkoušet měření analogové. Pro takové měření je zapotřebí gumový límec s dofukovacím balónkem, tlakoměr a také naslouchátko - **fonendoskop**.

Fonendoskop je zařízení, kterým lékař snímá zvuk orgánů v těle (nejčastěji tlukot srdce či pohyb plic při dýchání). Skládá se z nástavce, od kterého jsou vedeny hadičky jako zvukovody, zakončené sluchátky. Podobný způsob vedení zvuku je zmíněn jako pokus i v učebnici Fyzika 6[15].

Při měření krevního tlaku se paže omotá límcem, který se poté nafukuje pomocí balónku vzduchem. Při vypouštění vzduchu z límce je potřeba fonendoskopem pozorně poslouchat zvuk, který vydává krev proudící tepnou, a sledovat hodnoty na stupnici tlakoměru. V okamžiku, kdy tlak v límci poklesne pod úroveň maximálního

(systolického) tlaku krve, začnou být zřetelně slyšitelné srdeční tepy. Při dalším vypouštění vzduchu přestane být po čase srdeční tep slyšitelný. To je hodnota minimálního (diastolického) tlaku krve.

### **3.8. Ionizující záření**

Elektromagnetické záření můžeme rozdělit na několik druhů, mezi které patří i radiové vlny nebo světlo. Ionizující záření je označením pro ta elektromagnetická záření, která ionizují atomy. Ionizující záření narušuje strukturu všech živých buněk a v případě silného ozáření buňka odumírá. Zahrnuje tři složky radioaktivního záření (alfa, beta, gama), ale také záření rentgenové a ultrafialové. O ionizujícím záření stále koluje mnoho mýtů způsobených především nedostatkem informací. Proto je vhodné zařadit do výuky praktické pokusy, které žáky s tímto neviditelným zářením seznámí. K tomu je ideální experimentální souprava Gamabeta, o které bude pojednáno dále, v části měřicích přístrojů. Mezi ionizující záření nepatří ultrazvuk, který není zářením elektromagnetickým ale mechanickým.

#### **3.8.1. Alfa, Beta, Gama záření**

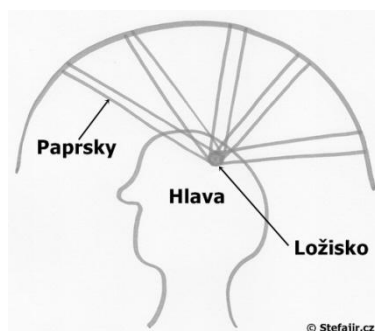
Nejslabším radioaktivním zářením je záření alfa. Správně ale nejde o elektromagnetické záření, nýbrž o proud částic – jader hélia. Zařazení mezi ostatní záření má spíše historický důvod. Záření alfa je tak slabé, že zaniká po několika centimetrech dráhy vzduchem a lze jej poměrně jednoduše zastavit třeba i listem papíru. Nebezpečné však může být při vnitřním působení na orgány člověka, kam se mohou částice dostat vdechnutím.

Z hlediska nesprávného značení je na tom podobně i záření beta. Ani to není elektromagnetickým zářením, ale proudem elektronů nebo kladně nabitých částic se stejnou hmotností jako elektrony. Pronikavost tohoto záření je silnější než záření alfa, odstínit jej lze například 1 mm silnou vrstvou kovu.

Gama záření má vlnovou délku  $10^{-13}$  -  $10^{-12}$  m a je nejvíce nebezpečné. Může pronikat hluboko do těla a ničit tkáň. Toto záření se však paradoxně využívá ve zdravotnictví. Paprsky gama využívá tzv. Leksellův gama nůž – zařízení, které dokáže likvidovat zhoubné nádory v mozku, s minimálním poškozením okolních tkání. Přístroj byl vyvinutý v roce 1968 (po téměř 17 letech výzkumu a testování), v České republice byl uveden do provozu až v roce 1992.

„Přístroj funguje na principu prstence, který obklopuje hlavu pacienta. Po celém obvodu prstence jsou zářiče. Po přesném nastavení cílové plochy začnou zářiče vysílat relativně slabé záření tak, že se paprsky setkají v cílovém ložisku – v tomto místě se energie paprsků sečte a začne být smrtící. Okolní struktury jsou sice ozářeny také, ale malými a relativně neškodnými dávkami.“ [35]

V učebnici Fyzika 5 [14] se nalézají přímo podkapitola využívání radioaktivity v lékařství. Ta popisuje právě i princip Leksellova gama nože.



Obr. 3 Princip Leksellova gama nože (převzato ze Stefajir.cz)

### 3.8.2. Rentgenové záření

Rentgenové záření je elektromagnetické záření, s vlnovou délkou od  $10^{-8}$  m do  $10^{-12}$  m. Z hlediska vlnové délky tak leží mezi UV zářením a gama zářením. Vzniká při přeměně energie rychle se pohybujících elektronů, které dopadají na povrch kovu, a tím se mění na energii elektromagnetického záření. Čím je energie dopadajících elektronů větší, tím kratší je vlnová délka rentgenového záření. Základní vlastností rentgenového záření (RTG) je schopnost pronikat látkami.

Název tohoto záření je podle jeho objevitele Wilhelma Konrada Röntgena, který experimentoval s elektrickým výbojem ve zředěných plynech. Vycházel přitom z poznatků jiných fyziků, že světlo trubice světélkuje. Zjistil výskyt neviditelného záření, které je schopné pronikat dalšími předměty. Ke zprávě o svém výzkumu, kterou publikoval v roce 1896, přiložil i první rentgenový snímek ruky. V lékařství se tedy začal používat pro rentgenovou diagnostiku. Kostí pohlcují rentgenové záření více než svaly a tkáně, proto jsou na snímku světlejší. Rentgenové záření tak slouží i k určování kostní denzity. Žáci rentgenové snímky znají z běžného života, mnozí z nich jistě už nějakou zlomeninu měli.

### **Jednotka**

Pro měření účinků ionizujícího záření se používá speciální veličina – dávka ionizujícího záření. Jednotkou je sievert (Sv). O této veličině a jednotce však ze zkoumaných učebnic píše pouze Fyzika 9 (Fraus)[9] a Fyzika kolem nás (Rojko).[26] Ve velmi malém množství se ionizující záření vyskytuje i v předmětech kolem nás (radioaktivní nuklidy se nacházejí ve vzduchu i potravinách). Během roku se člověk setká s ozářením dávkou až 4 mSv. Nemoc z ozáření může vzniknout při jednorázové dávce 500 mSv, za smrtelnou je považována dávka v jednotkách sievertů. Podobné rozdělení hodnot obsahuje i učebnice Fyzika kolem nás.

### **Měřicí přístroje**

Pro měření ionizujícího záření se používá zařízení zvané dozimetr. Využívají jej všichni lidé, kteří se v prostředí s ionizujícím zářením setkávají – lékaři, pracovníci jaderných elektráren, vědci). Tento přístroj průběžně měří a zaznamenává dávky záření, aby nedošlo k překročení povolené roční dávky 50 mSv nebo dávky 100 mSv za pětileté období. Tato hodnota je stanovena vyhláškou státního ústavu radiační ochrany.

Pro měření ve školních podmínkách je vhodné použít soupravu Gamabeta. Za původní výrobou této soupravy stojí Ing. Jaroslav Švandelík, jehož zásluhou se v letech 1996-98 dostalo do škol přes tisíc těchto souprav.[32] Pro velký zájem pedagogů došlo ve spolupráci se společností ČEZ v roce 2007 k další obnově tohoto projektu. Za současnou výrobou stojí RNDr. Peter Žilavý, PhD, působící na matematicko-fyzikální fakultě UK a také na Táborském gymnáziu.

Dle propagačních materiálů souprava Gamabeta 2007 obsahuje: [33]

- Školní zdroj záření ŠZZ Gama
- Detektor
- Dvoustupový čítač impulsů s možností připojení k počítači přes USB rozhraní
- Další příslušenství (stativ, soubor absorpčních destiček...)



Obr. 4 Souprava GAMAbeta 2007 – zářič a čítač – převzato z [33]

Přiložený zdroj Gama záření je klasifikován jako nevýznamný zdroj záření a je typově schválen Státním úřadem pro jadernou bezpečnost pro demonstrační účely, žákovské experimenty a laboratorní práce studentů.[32] Každý z těchto zdrojů je navíc označen identifikačním číslem, ke kterému je přiřazeno i která škola jej využívá.

### **Online měření**

Pro online měření ionizujícího záření lze opět použít školní soupravu Gamabeta, která v modernějším provedení umožňuje propojit čítač impulsů k počítači pomocí USB rozhraní.

Mnohem praktičtější by ale bylo propojení s dataloggerem, pro snadnější měření v terénu. Na českých stránkách společnosti Vernier se nachází článek, ve kterém jeho autor Jakub Jermář popisuje možnost propojení soupravy Gamabeta s dataloggerem Vernier LabQuest. Pro tyto účely oslovil výrobce – RNDr. Petera Žilavého, PhD, který vytvořil návod, jak potřebný kabel vyrobit a samotný datalogger nastavit.[34]

Aktualizace článku oznamuje, že Vernier má nově propojovací kabel ve své nabídce. V detailech samotného produktu je ale poznámka, že kvůli změnám ve zpracování signálu na straně společnosti Vernier kabel bohužel již není možné využít pro připojení českého detektoru radiace Gamabeta. Namísto toho Vernier nabízí přímo detektor radiace (s pořizovací cenou přes 9 tis.). Po komunikaci přímo s Peterem Žilavým jsem se dozvěděl, že jím vyráběný propojovací kabel by měl fungovat i nadále. Je tedy možné, že ze strany Vernieru se jedná o marketingový krok.

### **3.8.3. UV záření**

UV záření patří mezi elektromagnetická záření a jeho vlnová délka je kratší než délka viditelného světla. Někteří jiní živočichové jej však dokáží vnímat (hmyz, plazi). Přírodním zdrojem tohoto záření je slunce. Člověk toto záření sice nevidí, ale vnímá jeho následky – opálení kůže. Bylo objeveno v roce 1801 německým fyzikem Johannem Wilhelmem Ritterem, název UV záření ale vzniknul až později.

Rozlišují se tři hlavní druhy UV záření: UVA, UVB a UVC:

#### **UVA záření**

UVA záření je nejčastější, uvádí se, že tvoří až 99% UV záření, které dopadne na zemský povrch. Jeho vlnová délka je v rozmezí 315 – 400 nm. Někdy se taktéž uvádí jako dlouhovlnné záření.

#### **UVB záření**

Toto záření má vlnovou délku 280 – 315 nm. Na zemský povrch se dostane minimum tohoto záření, protože většina je absorbována ozónovou vrstvou.

#### **UVC záření**

Má vlnovou délku nižší než 280 nm. Udává se, že toto záření již patří mezi zhoubné pro živé organismy.

Kromě těchto 3 druhů UV záření existují i další druhy. Záření s vlnovou délkou pod 200 nm se označuje jako daleké (FUV) a pod vlnovou délku 31 nm se jedná o záření s názvem „extrémní UV záření“ nebo také „hluboké“ (EUV).

UV nepochází jen od slunce, ale v pro lidi má i široké průmyslové využití. Používá se např. pro kontrolu některých cenin (bankovek), čištění vody, dezinfekce, značkovací látky apod.

Vzhledem k tomu, že se jedná o neviditelné záření, které může lidské zdraví ohrozit, je vhodné zařadit demonstrační měřicí experiment, díky kterému žáci získají představu o množství tohoto záření a zejména pak účinku ochranných pomůcek. Na webových stránkách Vernier se nachází 5 experimentů pro práci s těmito senzory se zaměřením na ochranu před UV zářením. Například porovnání různých slunečních brýlí, opalovacích krémů nebo vlivu oblečení. Některé tyto experimenty byly představeny i v rámci Inspiromatu, který proběhl na katedře aplikované fyziky a techniky Jihočeské univerzity v uplynulém roce.

### 3.9. Relativní vlhkost

Relativní vlhkost vzduchu je poměrem mezi okamžitým množstvím vodních par a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Relativní vlhkost se udává v procentech. Pro měření vlhkosti se používá vlhkoměr neboli hygrometr. Jedním z druhů vlhkoměrů je i tzv. psychrometr. Ten funguje na principu porovnávání teplot suchého a vlhkého čidla (teploměru). Rozdíl těchto teplot je úměrný relativní vlhkosti.

### 3.10. Proudění vzduchu

Proudění vzduchu v místnosti, resp. výměna vzduchu je komplikovanější než by se mohlo zdát. Tato problematika používá ještě další veličiny, které se proudění vzduchu týkají, a které v technické praxi nelze ignorovat. Jednou z těchto veličin je dávka čerstvého vzduchu. Stanovena byla už v roce 1877 německým chemikem a lékařem Maxem von Pettenkoferem a podle něj by koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním vzduchu neměla překročit 0,1 % objemu. Odpovídající dávka venkovního vzduchu pro osoby nevykonávající fyzickou činnost je 25-34 m<sup>3</sup>/h.os.[39]

*Tabulka 2 – Proudění vzduchu*

#### Vyhláška č. 410/2005 Sb.

žáci ve školách	20 - 30 m <sup>3</sup> /h.os
šatní místo	20 - 25 m <sup>3</sup> /h.os
sprcha	150 - 200 m <sup>3</sup> /h.os

K regulaci při distribuci vzduchu do místnosti se používá anemostat, což je zařízení umístěné na výdechovém otvoru sloužící k rozptýlení vzduchu do prostoru. Díky tomu je zajištěno intenzivní promíchání se stávajícím vzduchem. Podle teploty dopravovaného vzduchu se používá různé nastavení lopatek. Zjednodušeně lze anemostat tedy nazvat rozptylovačem vzduchu.

Tyto větrací a vzduchotechnické systémy jsou využívány spíše jen v komerčních prostorech a ve školní třídě se s nimi běžně nesetkáme. Ve školním prostředí se mnohem více využívá tzv. přirozené větrání. Vzhledem k hojně výměně oken ve školních budovách v posledních letech bývá toto větrání často potlačeno, neboť okna mnohem více těsní a nedochází k proudění vzduchu bez jejich otevření.

Čerstvý vzduch, který je během větrání do místnosti přiváděn je jednou ze základních potřeb člověk a má prokazatelný vliv na jeho výkonnost. Při zvýšené koncentraci oxidu uhličitého (vyšší než 1500 ppm – viz popis jednotky) se zvyšuje únava, dochází ke ztrátě pozornosti a v některých případech může být následkem i bolest hlavy. Navíc v důsledku nedostatečného větrání prostředí, kde člověk tráví velkou část dne, mohou vznikat různá respirační onemocnění.

### **Jednotka**

K měření rychlosti proudění vzduchu se používá jednotka totožná s běžnou rychlostí, a to  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . V předešlých odstavcích byla také zmíněna jednotka se značkou ppm. Jedná se o jednu miliontinu celku (z anglického „parts per milion“) pro vyjádření koncentrace nějaké látky např. v ovzduší. V případě převodu na procenta, by vztah vypadal  $1\% = 10\,000\text{ ppm}$ .

### **Měřicí přístroje**

Přístroj pro měření rychlosti proudění vzduchu se nazývá anemometr, Nejjednodušší mechanické jsou tvořeny lopatkami, které se vlivem proudění otáčejí konstrukcí. Pro přesnější měření se ale využívá anemometrů termických (tepelné účinky větru).

Dalšími přístroji, které lze v tomto měření použít jsou různá čidla pro koncentraci kyslíku a oxidu uhličitého. Zde je však mnohem přístupnější varianta s použitím online měřicích systémů.

## **3.11. Hustota - denzimetrie**

V souvislosti s hustotou lze žákům zmínit hustotu krve, ale především „kostní denzitometrii“. Denzita znamená v překladu hustota. Pro žáky může být cenný poznatek, že i u kostí lze měřit jejich hustotu a že její nízká hodnota může znamenat vyšší náchylnost ke zlomeninám. Kostní denzita se zpravidla určuje podle rentgenových nebo ultrazvukových snímků.



## 4. Online měřicí systémy

Kromě běžných měřicích přístrojů a pomůcek existují i měřicí pomůcky umožňující připojení a následné zaznamenání hodnot či naměřených průběhů do počítače. Online měřicí přístroj je tedy takový, který umožňuje propojit měřidlo s počítačem (nebo přenosným zařízením) k přímému zaznamenávání a zobrazování naměřených hodnot. Výrobci těchto pomůcek mají ve své nabídce i speciální měřidla, která lze velmi dobře použít právě při měření v souvislosti s lidským zdravím. Učitel tak může i díky těmto přístrojům zařadit praktické ukázky, které je jinak proveditelné jen profesionálním lékařským přístrojem. Podle Mgr. Víta Bednáře jsou online experimenty možností, jak zefektivnit výuku fyziky a s jejichž pomocí mohou žáci učivu lépe porozumět.[1]

Nejznámějšími výrobci jsou firmy Pasco a Vernier, existují ale i další alternativy. Mezi ně patří např. český systém „Školní experimentální systém ISES“ (Internetové Školní Experimentální Studio) nebo měřicí systém NeuLog.[37] Fyzikální měření a zejména pak laboratorní úlohy mohou být pro žáky díky těmto měřicím systémům přitažlivější a přehlednější. Největší výhodou jsou však pro učitele, který může provádět např. demonstrační měření před celou třídou, zatímco žáci sledují a odečítají potřebné naměřené hodnoty na projekci. To u tradičních pomůcek realizovat nelze (např. naměřenou teplotu na kapalinovém teploměru jen těžko uvidí žáci sedící v zadních lavicích).

V následující části budou vybrané měřicí systémy charakterizovány a uvedeny sledované typy senzorů.

### 4.1. Pasco

O využití měřicích systémů Pasco píše ve své práci Mgr. Vít Bednář, který navrhl sadu experimentů s využitím této soupravy. Jelikož se některé navržené experimenty týkají i mnou sledovaných jevů, budu z některých jeho experimentů vycházet, případně snažit se je pojmout více mezioborově.

Nabídka senzorů a dalších pomůcek je velice rozsáhlá a popis senzorů je propojen i s portálem [www.experimentujeme.cz](http://www.experimentujeme.cz), který obsahuje pokusy právě s využitím senzorů Pasco. Asi nejzajímavější je z pohledu učitele výchovy ke zdraví vícenásobný senzor sledující teplotu, hluk a osvětlení – tedy veličiny, které se objevují přímo ve vzdělávacích oblastech ŠVP.

Vybrané senzory:

- Senzor úrovně hluku
- Senzor plynného CO<sub>2</sub>
- Senzor EKG
- Senzor tepové frekvence + varianta s ručními úchyty
- Senzor dechové frekvence
- Goniometr
- Senzor teploty, hluku, osvětlení (vícenásobný senzor)
- Senzor UV
- Spirometr
- Senzor úrovně osvětlení
- Senzor krevního tlaku

## **4.2. Vernier**

Vybrané senzory:

- Teploměr (8 různých druhů)
- Senzor srdečního tepu (hrudní pás nebo dlaňové úchyty)
- Senzor EKG
- Senzor osvětlení (luxmetr)
- Tlak krve
- Spirometr
- Hladina hlasitosti (hlukoměr)
- Anemometr
- Čidlo CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>

V následující části budou podrobněji popsány některé senzory. Většina z nich byla použita i pro měření v rámci této práce.

### **Teploměr Go!Temp**

Tento teploměr lze připojit k počítači přímo přes USB kabel, bez potřeby jiného rozhraní. Jedná se tedy základní měřicí senzor, který je dokonce možné od společnosti Edufor (zastoupení Vernier pro ČR) zapůjčit na dva měsíce zdarma. Tento teploměr s odolností až 150°C, měřicím rozsahem od -20 °C do 115 °C a rozlišovací schopností 0,07°C (při přesnosti  $\pm 0,5$  °C) je vhodný pro běžná fyzikální měření. Svým tyčovým

provedením je předurčen především pro měření tekutin. Teplota vzduchu je s tímto teploměrem měřitelná, je však nutné počítat s delší dobou při ustálení oproti bodovému teploměru.

### **Bodové teplotní čidlo**

Je určeno pro kontaktní měření teploty v jednom bodě. Reaguje rychle a díky svým rozměrům (a tepelné kapacitě) minimálně ovlivňuje teplotu vzorku. Uváděná odolnost je opět 150 °C, rozlišovací schopnost se mění pro různá teplotní rozmezí (nejpřesněji pro -0,25 – 0 °C při 0,08°C a od 100 °C rozlišuje 0,25 °C). Při porovnání uvedených dvou teploměrů při měření teploty vzduchu docházelo místy k rozdílu až 0,7 °C. Po 4 minutách se ale teploty téměř srovnaly a rozdíl činil maximálně 0,3 °C. Reakční doba bodového teplotního čidla je zkrátka mnohem rychlejší.



*Obr. 5 Bodové teplotní čidlo – převzato z Vernier.cz[44]*

### **EKG Senzor**

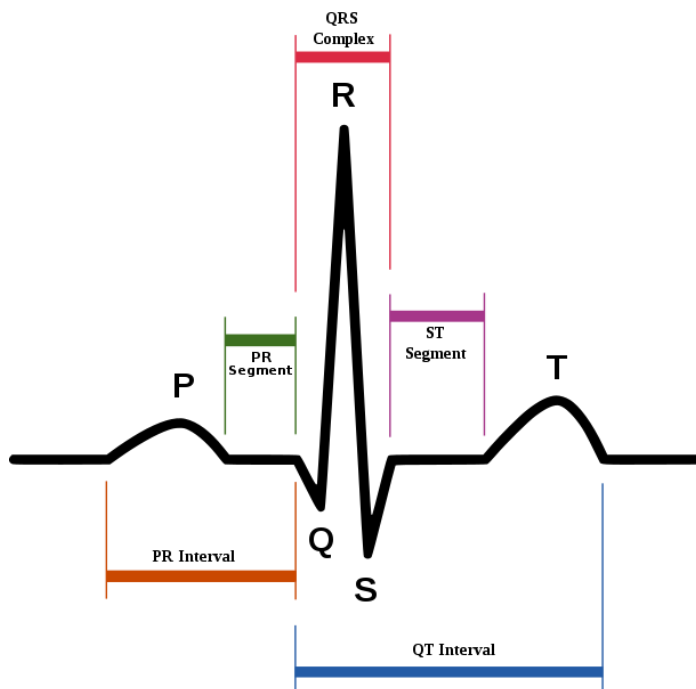
Tento senzor měří elektrické signály, které vznikají při kontrakci svalů. Senzor má tři vodiče, které se připojují k jednorázovým elektrodám (viz Obr. 6). Ty zaznamenávají časovou změnu elektrického potenciálu způsobeného srdeční aktivitou.



*Obr. 6 EKG senzor – převzato z Vernier.cz [44]*

Na obrázku je znázorněno složení EKG záznamu při jedné periodě, s vyznačenými body a intervaly, jejichž průběh sleduje lékař. Rozebírat tyto body a intervaly podrobněji ale

není pro tuto práci podstatné. Spokojíme se s vysvětlením, že na základě napěťových výchylek od normálu nebo deformací průběhu křivky může určit lékař srdeční chorobu.



Obr. 7 EKG záznam podle propozic EKG senzoru Vernier

Oficiální materiály k tomuto senzoru uvádějí typy na některá měření s tímto senzorem – srovnání hodnot EKG při odpočinku a fyzické námaze, měření tepové frekvence, nebo měření vlivu konzumace kávy na charakteru EKG signálu.

### Měřič srdečního tepu

Vernier nabízí dvě varianty tohoto měření. První z nich je měření pomocí hrudního pásu. Ten snímá elektrické signály v těle, které srdeční činnost doprovázejí. Hrudní pás je bezdrátově spojen přijímacím rozhraním a vyhodnocuje naměřené údaje. Bezdrátový přenos je ale možný pouze na vzdálenost maximálně 1 metru. Tento způsob měření využívají i některé sportovní hodinky nebo mobilní telefony, které mají hrudní pás jako příslušenství.

Druhou variantou je měření pomocí stisku ruky. Senzor se skládá ze dvou propojených rukojetí, které jsou bezdrátově spojeny s přijímacím modulem. Bezdrátový přenos má opět maximální hodnotu 1 m. Elektrody v rukojetích zachytávají elektrický vzruch šířící se povrchem kůže při pulzování krve a vysílají signál do přijímacího modulu (v rukojeti je umístěna baterie).

### **Luxmetr – senzor intenzity světla**

Tento senzor využívající křemíkovou fotodiodu umožňuje zkoumat kvalitu osvětlení na různých místech a díky nastavení jedním ze tří měřicích rozsahů dokáže měřit pro nižší hodnoty s vyšší přesností.

- rozsah 0 – 600 lx s citlivostí 0,2 lx
- rozsah 0 – 6000 lx s citlivostí 2 lx
- rozsah 0 – 150 000 lx s citlivostí 50 lx

Pomocí citlivého Luxmetru s vysokou vzorkovací frekvencí a uchováváním naměřených hodnot lze zkoumat i „blikání“ zářivek. K němu dochází při napájení zářivky střídavým proudem a bez použití elektronického předřadníku může být toto blikání pro lidské oko rušivé a škodlivé. Za normálních okolností bývá frekvence blikání dvojnásobkem síťového kmitočtu, tedy 100 Hz (při použití předřadníků řádově kHz)

### **Anemometr**

Tento přístroj slouží pro měření rychlosti větru, což by se dalo využít při zkoumání mikroklimatických podmínek (rychlost proudění vzduchu). Měřicí rozsah tohoto senzoru je ale 0,5 – až 30 m/s s přesností 0,15 m/s. Vzhledem k přípustným hodnotám této veličiny ve školních učebnách není možné použít tento senzor pro měření drobných odchylek od doporučené hodnoty.



*Obr. 8 Anemometr Vernier – převzato z Vernier.cz [44]*

### **Senzor oxidu uhličitého**

Koncentrace oxidu uhličitého je spojená s předešlým měřením proudění vzduchu. Zároveň lze měření této veličiny považovat spíše za měření chemické, ale vzhledem k tomu, že úzce souvisí s prouděním čerstvého vzduchu a hlavně ovlivňuje lidské zdraví a výkonnost, je v této části také zahrnuta. Toto čidlo nabízí dva měřicí rozsahy. Oba dva

začínají nulovou hodnotou, rozdíl je v hodnotě maximální, a to 10 000 ppm nebo 100 000 ppm. Vzhledem k tomu, že za vyšší je považována hodnota od 1 500 ppm, mělo by toto zařízení zcela postačovat. Dle uváděných informací dochází k ustálení první hodnoty asi po 120 sekund. Možným příslušenstvím k tomuto čidlu je také nádoba se vzduchotěsným otvorem pro čidlo.

### **Senzory UV záření**

Existují dva samostatné senzory pro záření UVA a záření UVB. Tento senzor obsahuje fotodiodu citlivou na UV záření. Varianta UVA pracuje v rozsahu 320 – 390 nm (dlouhovlnné ultrafialové záření) s největší citlivostí kolem 340 nm. Varianta UVB pracuje v rozsahu 290 – 320 nm, tedy středovlnného ultrafialového záření. Dle výrobce by měla být nejcitlivější okolo hodnoty 315 nm.

V rámci výuky lze demonstračně měřit vliv různých materiálů na filtrování daného záření (např. sluneční brýle, automobilové sklo apod.)

### **Hlukoměr**

Tento senzor lze jako jeden z mála použít samostatně bez připojení k počítači nebo jinému rozhraní. Vernier nabízí ještě zařízení s názvem „jednoduchý hlukoměr“, který má sice poloviční pořizovací cenu, ale menší měřicí rozsah a absenci displeje, takže jej nelze použít bez rozhraní. V plnohodnotné verzi umožňuje senzor měřit s rozsahy 35 – 90 dB nebo 70 – 130 dB při přesnosti 1,5 a citlivosti 0,1 dB. Podle specifikace je toto zařízení schopné měřit ve frekvenčním pásmu 31,5 – 8000 Hz. Při měření musí být senzor namířen mikrofonem přímo na zdroj hluku. Oficiální stránky Vernier bohužel neobsahují českou verzi uživatelského manuálu (k dispozici sice je, ale neobsahuje potřebné informace o ovládání a nastavení přístroje), k dispozici je pouze v angličtině. Kromě nastavení měřicího rozsahu obsahuje zařízení 3 přepínače. Na prostředním je možné zvolit, zda má být zobrazována aktuální měřená hodnota (poloha RESET) nebo maximální dosažená (MAX), která se změní vždy jen po jejím překonání. Dále je možné změnit vzorkování a to na pomalé (S) nebo rychlé (F) pro silně kolísavý zvuk. Anglický manuál uvádí, že pro měření ve školní třídě stačí vzorkování pomalé. Poslední přepínač slouží k nastavení frekvence. Poloha A by měla být určena pro „lidské“ zvuky, resp. frekvence, které člověk vydává nebo dobře vnímá. Poloha C pak pro měření strojů, explozí apod.



Obr. 9 Hlukoměr Vernier SLM-BTA – převzato z Vernier.cz[44]

### 4.3. NeuLog

Neulog je zajímavou alternativou k systémům Pasco či Vernier. U tohoto systému je specifické, že kromě standardního připojení kabelem může ovládací program fungovat i v internetovém prohlížeči, takže není potřeba instalovat dodatečný software. Samozřejmostí je i možnost propojení s tabletem či mobilním telefonem pomocí wifi (zde je opět výhodou absence speciálního softwaru). Pro oba případy ale musíme mít k dispozici k senzorům wifi modul. Všechny senzory jsou nezávislé na počítači a umožňují "skladování" naměřených hodnot až po dobu 31 dnů. Umožňují tak měření v "terénu" a zpracování naměřených hodnot až po návratu do učebny a připojení k počítači. Na místě lze bez počítače zobrazit hodnoty graficky pouze po připojení speciální jednotky.

Senzory NeuLog<sup>2</sup>, které lze vztahovat k měření v souvislosti s lidským zdravím:

- Senzor teploty
- Oxymetr – měření úrovně kyslíku
- Senzor světla
- Senzor relativní vlhkosti
- Senzor srdečního rytmu a pulsu
- Zvukový senzor
- Spirometrický senzor
- EKG senzor
- CO<sub>2</sub> senzor
- Senzor tlaku krve
- UVA a UVB senzor



Obr. 10 – Oxymetr od firmy Neulog

<sup>2</sup> [http://www.didaktik.cz/senzory\\_fyzika.html](http://www.didaktik.cz/senzory_fyzika.html)

Na stránkách českého zastoupení [www.neulog.cz](http://www.neulog.cz) lze najít pro předmět fyzika 23 připravených měřicích úloh i s pracovními listy pro žáky (vzhledem k číslování položek a vynechání některých z nich budou zřejmě postupně přibývat). Pro náš účel jsou zajímavá dle názvu: měření č. 6 – Hluk 8. ročník a č. 9 – závislost osvětlení na vzdálenosti od světelného zdroje. Úloha č. 10 – vzduch v místnosti se zabývá pouze měřením hmotnosti vzduchu, takže senzory pro měření oxidu uhličitého a kyslíku jsou zde nevyužité.

#### 4.4. ISES

Pro úplnost je zmíněn i tento starší systém, který je dílem Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. V dnešní době však už patří mezi zastaralé možnosti online měření. Oproti ostatním zmíněným systémům nabízí menší počet senzorů (modulů) a vzhledem k zastaralému vzhledu nemusí být pro žáky tak atraktivní. Samotné moduly nemají displej a hodnoty lze sledovat až po připojení přes speciální rozhraní k počítači. Výhodou je o něco nižší cena.

Zajímavé moduly:

- Teploměr
- Srdeční tep
- EKG metr



*Obr. 11 Modul pro měření srdečního tepu ISES*

#### 4.5. Jiné možnosti

Online měřicí systémy jsou finančně náročné na pořízení, zejména pokud bychom je chtěli používat jako pomůcky pro žáky při běžných laboratorních úlohách (nutnost většího počtu stejných senzorů a rozhraní). Dnešní doba ale nabízí i další možnost, a to využití mobilních telefonů, se kterými lze některé veličiny čím dál přesněji měřit. Mobilní telefon se tak může stát vysoce dostupnou pomůckou a teoreticky může motivovat žáky ke sledování fyzikálních veličin i mimo výuku neboť mají měřicí



zařízení stále při sobě. Předpokladem je „pouze“ vlastnictví telefonu s odpovídajícími parametry.

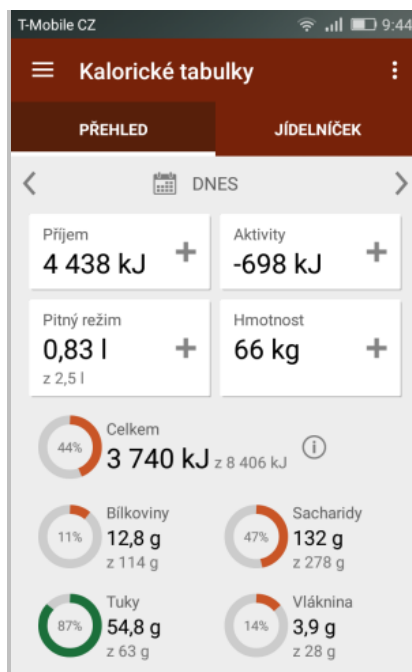
V současné době lze mobilní telefon využít k orientačnímu měření osvětlení, hluku, srdečního tepu nebo i UV záření. Využití mobilních telefonů a jejich porovnání s laboratorní technikou popisuje ve své diplomové práci Jaroslav Matys.[45]

### **Měření energie**

Energii nelze pomocí online měřicích systémů měřit. Lze ji pouze vypočítat na základě vykonané práce. Existují dvě základní metody pro počítání vydané energie. V obou případech využívají informace o věku, pohlaví, hmotnosti a výšce uživatele. Rozdíl je v informaci o srdečním tepu, který může vypočítanou hodnotu o mnoho změnit.

Pokud bychom chtěli sledovat energetickou bilanci při příjmu energie v podobě potravy a její výdej při fyzické činnosti, museli bychom pracovat spíše s danými tabulkovými hodnotami. K tomu nám mohou pomoci aplikace pro mobilní telefony, které s těmito hodnotami pracují. Mezi tyto aplikace patří buď přímo ty, které využívají kalorické tabulky a umožňují sledovat energetickou bilanci, nebo speciální sportovní aplikace zaměřené spíše na sportovní výsledky a energetický výdej. Ty už mají přednastavené různé druhy činností (a energetický výdej při jejich vykonávání) a zároveň po propojení s GPS modulem mohou sledovat i uraženou vzdálenost a hlavně rychlost, jakou se uživatel pohybuje. Typ fyzické aktivity a tedy i rychlost (pomalý vs. rychlý běh) do velké míry energetický výdej ovlivňuje. Některé aplikace navíc pracují i s tělesnými parametry uživatele – výškou a váhou.

Název jedné z aplikací prvního typu je přímo „Kalorické tabulky“ (na Obr. 12). Umožňují každodenní evidenci celkového energetického příjmu pomocí záznamu všech snědených potravin a výdeje zvolením provedených fyzických aktivit. Při instalaci aplikace je uživatel dotázán na svou výšku, hmotnost a věk. Pro výpočet vydané energie jsou v tomto případě tyto parametry zřejmě využívány. Zajímavé je, že potraviny lze ukládat i pomocí skenování čárového kódu na jejich obalu – databáze potravin je pravidelně aktualizována. Po načtení čárového kódu uživatel zvolí množství potravin, které snědl. V základním menu aplikace je vidět aktuální energetická bilance, pitný režim, hmotnost uživatele a také poměrné zastoupení jednotlivých složek stravy (bílkoviny, sacharidy, tuky, vláknina) včetně doporučené denní dávky. V aplikaci lze také nastavit cílovou hmotnost, aby uživatel viděl doporučenou energetickou bilanci.



Obr. 12 – Aplikace Kalorické tabulky<sup>3</sup>

Pro rozvoj fyzikálních dovedností nemá tato aplikace takřka žádný přínos, protože uživatel není nucen žádné z údajů sám dopočítávat. Pro její obsluhu stačí jen základní poznatek o tom, že při redukci hmotnosti musí být energetický výdej větší než příjem. Z pohledu výchovy ke zdraví se však jedná o velmi zajímavý nástroj ke sledování a záznamu energetické bilance a také zastoupení jednotlivých složek. Využití mobilního telefonu se stalo nedílnou součástí našich životů (zvláště u žáků a studentů). Spolu s jednoduchým ovládním této a podobných aplikací může docházet k mnohem pečlivějšímu a dlouhodobějšímu shromažďování údajů, než kdyby byli žáci nuceni tato data zaznamenávat ručně a následně dopočítávat přes vzorce.

Aplikací druhého typu, sledující sportovní výkony uživatele je např. Endomondo. Patří mezi aplikace, které lze navíc rozšířit o příslušenství v podobě hrudního pásu pro záznam srdečního tepu. To má za následek velké zpřesnění při výpočtu vydané energie. Aplikace totiž jinak nepracuje s terénním převýšením<sup>4</sup>, a tak může brát jízdu na kole z kopce (kdy cyklista vůbec nešlape), za svižnou jízdu s velkým energetickým výdejem, a naopak jízdu do kopce, kdy se cyklista hodně nadře, za jízdu pomalou, v líném tempu. Při vyšším srdečním tepu, který nastává při zvýšené fyzické zátěži, samozřejmě dochází k rychlejšímu spalování. Podle testu na webu Fitness data Freak[49], se tak hodnoty

<sup>3</sup> Uvedené hodnoty jsou výsledkem testování funkčnosti snímání čárových kódů

<sup>4</sup> Převýšení na trase je sice v aplikaci zobrazeno, ale dle vyjádření technické podpory Endomondo se do výpočtu energie nijak nezapočítává.

s použitím a bez použití hrudního pásu mohou lišit až o jeden celý násobek. V případě jejich testu došlo na převážně stoupající trase ke spálení 160 kcal bez použití hrudního pásu a 295 kcal s použitím hrudního pásu. Na Obr. 13 je vidět vyhodnocení dat po 5,22 km dlouhém běhu.



Obr. 13 Ukázka statistiky po sportovním výkonu v aplikaci Endomondo

## 5. Legislativa

Některé veličiny rozebrané v předchozí části práce se velmi často uvádějí v souvislosti s tzv. hygienou pracovního prostředí (někdy uváděné jako hygiena práce). Cílem tohoto oboru je ochrana zdraví zaměstnanců, především v podobě kontroly pracovišť. Pracovníci (ale i žáci ve škole) nesmí být vystaveni podmínkám, které by mohly ohrozit jejich výkon nebo zdravotní stav. Činitele sledované tímto oborem lze rozdělit na tři hlavní kategorie – fyzikální, biologické a chemické. Fyzikálním činitelem je např. hluk, neionizující záření, mikroklimatické podmínky (teplota, relativní vlhkost a proudění vzduchu). Biologickým faktorem jsou bakterie a viry, chemickým potom přímo práce s chemickými škodlivinami.

Hygienou práce se zabývá více právních norem a předpisů. Jejich výčet lze získat na webových stránkách státního zdravotního ústavu [37]. Pro školní prostředí je nejdůležitější vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (410/2005 Sb.).

Pro orientaci v problematice tato vyhláška definuje i požadované pojmy. Podstatné je zejména rozdělení na krátkodobý a dlouhodobý pobyt. Dlouhodobý pobyt ve vnitřním prostoru trvá v průběhu jednoho dne 4 hodiny a déle a opakuje se při trvalém užívání budovy více než jednou týdně. Za dlouhodobý pobyt se považuje i pravidelné střídání krátkodobého pobytu v různých vnitřních prostorech tak, že celková doba pobytu v nich má trvalý charakter. Krátkodobým pobytem rozumíme pobyt v místnosti během jednoho dne po dobu kratší než 4 hodiny.[40]

### Osvětlení

Podle této vyhlášky je při zrakové činnosti ve školském zařízení (nebo obecně v zařízení pro výchovu a vzdělávání) vyžadován směr denního osvětlení zleva a shora. V případě umělého osvětlení jsou svítidla umístěna na stropě rovnoběžně s okenní stěnou, pokud to umožňuje stavební uspořádání místnosti. Výška roviny pro posouzení osvětlení se ve školách nachází ve výšce 0,85 m nad podlahou.[42]

Parametry umělého osvětlení musí odpovídat požadavkům normy ČSN EN 12464<sup>5</sup> upravující požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory. Norma udává i

---

<sup>5</sup> ČSN EN 12464 - 1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

barevný tón světla pro různé hodnoty intenzity osvětlení: pro hodnoty<sup>6</sup> Em L 200 lx teple bílý; 200 lx < Em L 1000 lx neutrálně bílý; Em > 1000 lx chladně bílý. [40] Vyhláška dále určuje osvětlení prostoru tabule a také zmiňuje osvětlení prostor určených ke krátkodobému pobytu. Zde však nejsou uvedeny minimální hodnoty.

*Obecný požadavek na osvětlenost učeben je 300 lx, což však neplatí, je-li učebna využívána jako laboratoř, odborná učebna nebo učebna pro večerní studium. V takových místnostech je požadována úroveň 500 lx. Vzhledem k potřebné variabilitě učeben a možnosti jejich různého využívání během životnosti osvětlovací soustavy je výhodně dimenzovat osvětlovací soustavy tak, aby bylo v učebně dosaženo osvětlenosti 500 lx s tím, že vhodným rozdělením svítidel do skupin nebo pomocí stmívatelných svítidel lze snižovat hladinu osvětlenosti dle potřeby, při zachování požadavků na rovnoměrnost osvětlení. Je vhodné zmínit se také o výrazu „hygienické minimum“, se kterým je možno se setkat. Pro prostory s trvalým pobytem osob nesmí být osvětlenost menší než 200 lx. Pokud je ovšem činnost vykonávána v prostorech s nedostatečným denním osvětlením po dobu delší než 4 hodiny denně, je nutno tuto hodnotu zvýšit na 300 lx.[42]*

### **Mikroklimatické podmínky**

Teplota vzduchu spolu s relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu jsou označovány jako mikroklimatické podmínky, které jsou navzájem závislé – změna jedné z nich ovlivní i zbylé dvě. Metody pro měření klimatických podmínek mohou být subjektivní nebo objektivní. V případě subjektivního měření je možné použít např. stupnici popisující pocity vyšetřených osob podle normy ČSN EN ISO 7730. Ta udává 4 stupně: pohody, mírná nepohoda, nepohoda a značná nepohoda. Při objektivním měření se měří skutečné fyzikální veličiny (teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu).

Tepelné podmínky mají oproti hluku větší vliv na subjektivní pocit pohody člověka i skutečnou produktivitu práce. Tepelnou pohodu lze charakterizovat jako stav rovnováhy mezi subjektem a okolím bez zatěžování termoregulačního systému. „*Stavební řešení budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozoven pro výchovu a vzdělávání musí*

---

<sup>6</sup> Em – udržovaná osvětlenost – hodnota průměrné osvětlenosti, pod kterou nesmí osvětlenost poklesnout (průměrná osvětlenost v okamžiku kdy má být provedena údržba)

*být navrženo tak, aby povrchová teplota vnitřních částí obvodových stěn nebyla po celý rok podstatně rozdílná od teploty vzduchu v místnosti. “[40]*

O konkrétní teplotě v budově školy hovoří vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (410/2005 Sb.). Udává minimální a maximální hodnoty teploty a také relativní vlhkosti (viz. tabulka).

*Tabulka 3 – Teploty v budově školy*

Typ místnosti	t min. [°C]	t opt. [°C]	t max. [°C]	Relativní vlhkost
Učebna	20	22 +/- 2	28	30-65%
Chodba	18	-	-	
Tělocvičny	18	20 +/- 2	28	
Záchody	18	-	-	

Zároveň naměřené teploty v úrovni hlavy a kotníků se nesmí lišit o více než 3°C. Podle uvedené vyhlášky je možné orientační kontrolu teploty vzduchu v prostotách s pobytem zabezpečit pomocí nástěnných teploměrů. Teploměry se nesmí umisťovat na stěny s okny a stěny vystavené přímému dopadu slunečního záření.

#### **Vlhkost vzduchu**

Vnitřní vlhkost vzduchu závisí na množství lidí, na venkovní vlhkosti, případně jiných zdrojích (prostředí). Vlhkost je člověkem pociťována méně než teplota, ale přesto může ovlivnit zdravotní stav.

#### **Rychlost proudění vzduchu**

K měření rychlosti proudění vzduchu se používají anemometry. K vzhledem uvedeným doporučeným hodnotám pro školní učebnu je ale zapotřebí velice citlivý anemometr. Povolená rychlost proudění vzduchu je 0,1 – 0,2 m/s.

## **Hluk**

Ochrana před nepříznivým působením hluku a vibrací je obecně upravena zákonem č. 258/2000 Sb. a zákoníkem práce, oba v platném znění. Nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací jsou stanoveny v navazujícím nařízení vlády č. 148/2006 Sb. [41]

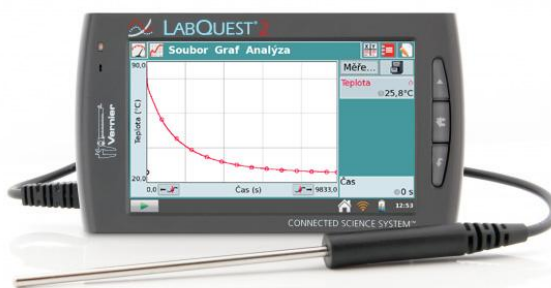
Uvedená vyhláška říká, že pokud dlouhodobá hodnota během osmihodinové směny přesahuje 80 dB, je zaměstnavatel povinen poskytnout zaměstnancům ochranné pracovní prostředky k ochraně sluchu. V případě překročení 85 dB musí navíc zaměstnavatel zajistit, aby ochranné prostředky používali.

## 6. Naměřené hodnoty

### 6.1. Použité měřicí přístroje a prostředí

Pro propojení s počítačem byla použita rozhraní datalogger LabQuest mini nebo LabQuest 2 od společnosti Vernier. LabQuest 2 umožňuje měřit přímo v terénu bez potřeby počítače a data vyhodnotit až následně. Zároveň k němu lze připojit více senzorů současně, a některé senzory jsou dokonce integrovány přímo v tomto zařízení. Je také možné propojit s počítači nebo tablety pomocí wifi, a naměřené hodnoty na toto zařízení přímo odesílat (např. žákům). Integrovaný je senzor osvětlení, mikrofon, GPS modul a 3D akcelerometr. Zajímavým údajem je také frekvence měření, která může dosahovat až 100 000 Hz (rozhraní Go!Link má maximální vzorkovací frekvenci 200 Hz). Další vlastnosti dle Vernier.cz: [44]

- kompatibilní se všemi senzory Vernier
- 3 analogové konektory (-BTA)
- 2 digitální konektory (-BTD)
- USB pro připojení USB senzorů, flashdisků, digitálního mikroskopu apod.
- Bluetooth 4 pro Go Wireless senzory (lze jich připojit několik současně)



Obr. 14 Datalogger LabQuest 2 – převzato z Vernier.cz[44]

K vizualizaci a vyhodnocení naměřených dat byl použitý software Logger Lite, který je dodáván spolu se senzory, či rozhraními nebo jej lze zdarma stáhnout. Dle uvedených propozic má pracovat s většinou senzorů Vernier. Na oficiálních stránkách však není zmíněné, se kterými senzory tento software nepracuje, a to ani ve srovnání s placenou verzí programu Logger Pro. Ta se liší především v pokročilých nástrojích při vyhodnocování dat, jejich prokládání matematickými funkcemi, tvorbu závislostí, výpočty integrací a derivací. Po připojení dalšího zařízení zvaného Digital Control unit



je možné na základě vstupních dat ze senzorů ovládat další zařízení Vernier, jako jsou motory či světla. Absence této výhody je možná zamýšlena jako uváděné omezení v případě verze Logger lite.

## 6.2. Hluk

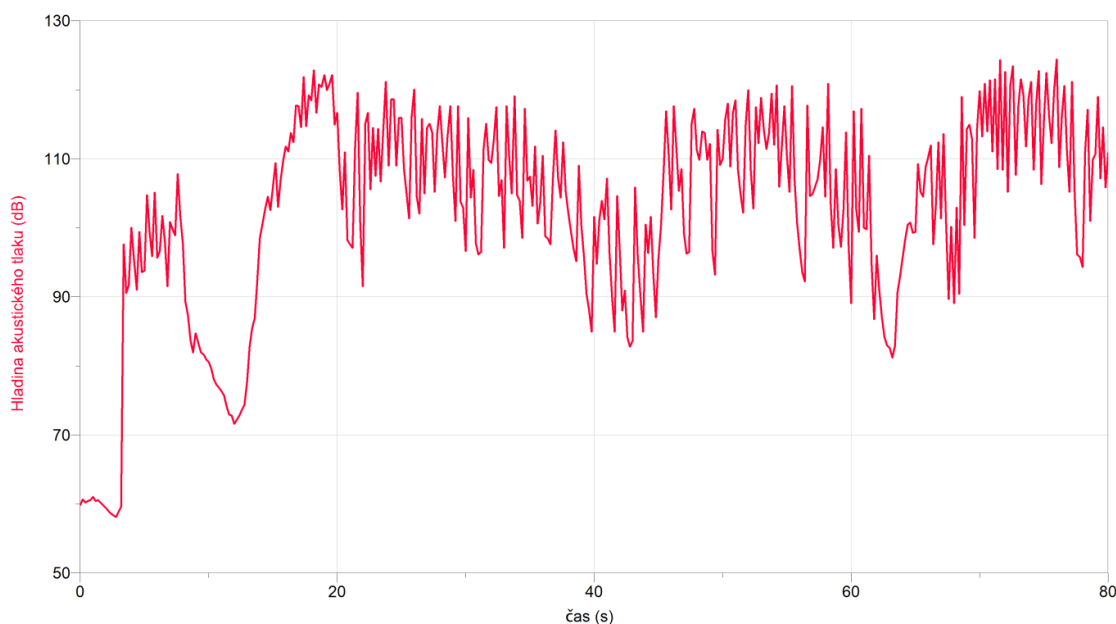
Vzhledem k dočasné absenci rozhraní LabQuest2 nebo tabletu, se kterým by šlo zaznamenávat průběh naměřených dat i v terénu, byla pro měření zvolena hudební zkušebna. Při hudební produkci dochází pravidelně k vysoké hlasitosti a muzikanti jsou tak vystaveni velké hlukové zátěži. Na některé nástroje téměř nelze hrát potichu (např. nástroje dechové – trumpety, pozouny, tuby apod.). K největšímu sluchovému zatížení bezesporu dochází u bicích nástrojů. Je to dáno především krátkými impulsy s vysokým akustickým tlakem, ale také tím, že úder na buben nebo činel je spíše hlukem, než melodickým tónem. Pro měření byl použitý hlukoměr Vernier SLM-BTA připojený přes rozhraní LabQuest mini. Měření bylo uskutečněno v době, kdy cvičil bubeník Martin na bicí soupravu. Jeho zkušebna je tvořená místností, která dříve sloužila jako šatna v mateřské školce. Rozměry místnosti jsou přibližně 6 x 3,5 m s okny na kratší straně, na podlaze a stěnách obestřenou koberci. Kromě hudební aparatury a několika dalších hudebních nástrojů není v místnosti žádný nábytek.



*Obr. 15 Hra na bicí soupravu*

Během měření Martin střídal hru velmi tichou, hru s běžnou hlasitostí a pak také hlasitost maximální. Hlukoměr byl umístěn u hlavy cvičícího muzikanta tak, aby bylo možné sledovat hlukovou zátěž přímo pro jeho sluchové ústrojí. Na přiloženém grafu (Obr. 16) je vidět postupný průběh hlasitosti. Po spuštění záznamu započítím hry dosahovala úroveň 60 dB, po prvních úderech se dostávala k hodnotám 100 dB. Poté

dochází k poklesu, kdy se bubeník snažil hrát co nejtíšeji. Největší hodnoty je pak dosaženo v čase 76 s, kdy hladina odpovídá hodnotě 124,4 dB.



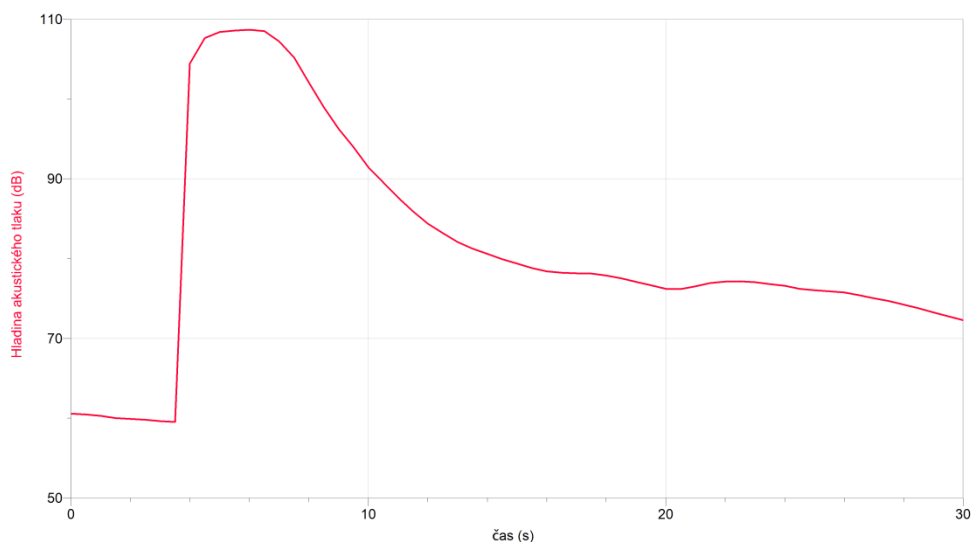
*Obr. 16 Graf naměřených hodnot při hře na bicí*

Při hře s maximální hlasitostí už bylo nesnesitelné vydržet produkci bez zacpaných uší. Bubeníci proto běžně při cvičení používají buď špunty do uší, klasická hudební sluchátka s dobrým potlačením okolního hluku nebo průmyslové náhlavní chrániče sluchu (tzv. „hluchátka“). Nevýhodou takového tlumení je ale zkreslení vnímaného zvuku a tím i požitek ze hry.

Z uvedeného měření plyne, že muzikanti v kapelách, ale i velkých hudebních souborech jsou vystaveni velké hlukové zátěži, která jim může způsobit nenávratné poškození sluchového ústrojí. Do velmi rizikové skupiny je tak možné zařadit učitele na konzervatořích a základních uměleckých školách, kde jsou těmto vysokým hladinám intenzity zvuku vystaveni po celou pracovní dobu.

Dále byl změřen hluk brzdícího vlaku (vlaková souprava o 6 vozech) ve stanici. K tomuto měření byl použitý samotný hlukoměr, nastavený na funkci MAX, tedy záznam maximální dosažené hodnoty. Naměřená byla hodnota 102,7 dB ve vzdálenosti 2 m od kolejíště. Podle RNDr. Ivana Koláčného ze zdravotního ústavu v Brně je ale tento zvuk pocitově nepříjemný spíše svou vysokou frekvencí, nežli hlasitostí.[30]

Poslední měření proběhlo v domácích podmínkách a mělo za úkol sledovat vliv vzdálenosti od zdroje hluku. Cílem bylo zjistit, o kolik se hladina intenzity zvuku změní na vzdálenosti 2 m, a jaký bude mít sledovaná křivka průběh. Jako tónový generátor posloužil program Audacity spolu s běžnými kancelářskými reproduktory. Program generoval tón o frekvenci 440 Hz. Počáteční pozice hlukoměru byla těsně u ochranné sítě reproduktoru, a postupně byl posouván plynulým pohybem až do vzdálenosti dvou metrů.



Obr. 17 Závislost hladiny akustického tlaku na čase resp. vzdálenosti

Měření bylo opakováno 4x vždy s podobnými výsledky. Nastavení rozsahu nemělo na průběh křivky velký vliv, docházelo pouze k citlivějšímu měření v krajní maximální (při vyšším rozsahu) poloze nebo krajní minimální (při nižším rozsahu) poloze. Na uvedeném grafu je zachycený nejhladší průběh klesající tendence (při rozsahu 130-75 dB). Časová osa je přímo úměrná vzdálenosti. Počáteční hodnota vyjadřuje zdánlivé ticho, tedy pouze ruch v místnosti před spuštěním tónového generátoru. I vzhledem k možným chybám způsobeným nerovnoměrným posuvem nebo nechtěným vychýlením směru od zdroje zvuku má křivka očekávaný a plynulý průběh. Hladina intenzity zvuku se totiž s rostoucí vzdáleností od zdroje zvuku zmenšuje s druhou mocninou této vzdálenosti.

Z fyzikálního hlediska by mělo být lepší použít jako zdroj místo konkrétního tónu spíše šum. Při použití tónu totiž může vlivem odrazů a interference vznikat v místnosti stojaté vlnění, takže na různých místech se pak nalézají uzly a kmitny, které mohou ovlivnit

výsledek více, než vzdálenost od zdroje. Při použití šumu jako zdroje signálu se mi ale nepodařilo zaznamenat tak hladký průběh.

Při vnímání hluku velmi záleží na zvukovém pozadí. Lidské ucho se totiž neustále přizpůsobuje právě zvukovému prostředí, ve kterém se nachází. Jinak proto budeme vnímat zvukový vjem ve dne, kdy je kolem nás zvukový ruch ze spotřebičů nebo ulice a jinak vjem například v noci, když doprava utichne. Pokud je působení hluku déletrvajícím, trvá déle i regenerace sluchu. Problém může nastat, pokud je hluk krátkodobý (impulsní) – například při výstřelu. V takovém případě může dojít i k trvalému poškození sluchu, neboť svaly ve středním uchu nestačí včas zareagovat.

### 6.3. Teplota

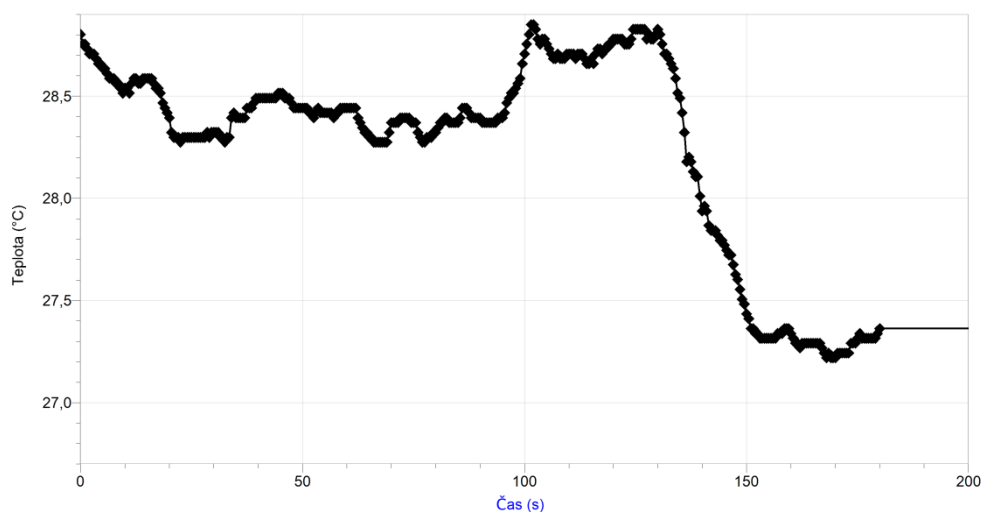
Jako ukázkové výsledky měření teploty byly použity hodnoty naměřené některými žáky při laboratorní práci. Lze je brát za objektivní především z toho důvodu, že měření probíhalo při vyučovací hodině. Samostatné měření ve třídě plné dětí a na různých místech by bylo obtížně realizovatelné. Tyto hodnoty vznikly při deštivém počasí, kdy venkovní teplota dosahovala 16 °C. Uvnitř třídy bylo 27 žáků. Naměřená teplota je na hranici teploty optimální ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

Tabulka 4 – Měření teploty ve školní třídě

Místo a výška	Teplota [°C]
Roh vzadu u okna, 180 cm	24,4
Roh vzadu u okna, 2 cm	24,0
Uprostřed třídy, 250 cm	24,7
Uprostřed třídy, 170 cm	24,2
Průměr:	24,3

Další měření proběhlo v hodině informatiky na střední škole. Počítačová učebna je v místnosti, která má pouze jedno okno. Uspořádání počítačů je zde poněkud netradiční. Po obou stranách učebny se nacházejí 4 řady stolů, na kterých jsou PC pracoviště vždy z obou stran, takže někteří žáci sedí k učitelů zády. Už samotné toto rozmístění koncentruje vzhledem k velikosti místnosti poměrně vysoký počet počítačů. Ty se tak spolu s projektorem stávají nezanedbatelnými zdroji tepla.

Na grafu je znázorněná teplota v učebně, měřená nejprve ve výšce hlavy sedících žáků a následně u podlahy (ustálená teplota na konci grafu). Rozdíl mezi těmito teplotami se pohybuje okolo 1 °C. Maximální naměřená teplota byla 28,9 °C, což už podle vyhlášky v pořádku není. Nicméně je nutné brát v úvahu, že toto měření proběhlo v polovině června, kdy už známky byly uzavřené a výuka probíhala volněji. Činnosti vyžadující velké soustředění žáků by v tomto prostředí vykonávat nešly. Jelikož se jedná o školní měřicí pomůcku, je nutné brát naměřené hodnoty s rezervou. Naměřené hodnoty mohou být zkreslené špatnou kalibrací měřicího zařízení. Pro ověření totiž nebyl k dispozici jiný dostatečně citlivý teploměr, se kterým by se hodnota mohla porovnat.



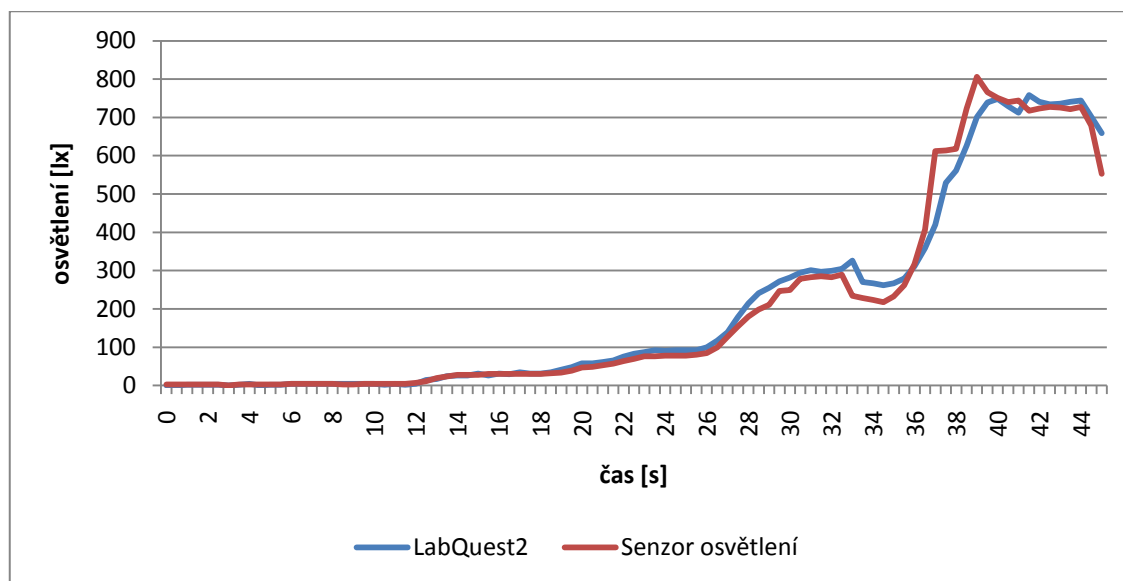
*Obr. 18 Teplota ve školní třídě*

## 6.4. Osvětlení

Při vlastním měření se také uskutečnilo porovnání externího senzoru spolu s čidlem integrovaným v dataloggeru LabQuest 2 (výrobce jeho rozsah a citlivost neuvádí)

Měření proběhlo s nastavením rozsahu senzoru 0 – 6000 lux po dobu 45 sekund, během kterých došlo k přesunu mezi zatemněnou místností a osvětleným místem u okna. Zajímavé je, že při exportu naměřených hodnot do tabulkového procesoru (MS Excel) byla naměřená data z integrovaného senzoru celočíselná a data z externího senzoru obsahovala 11 desetinných míst (přitom rozlišovací schopnost v tomto rozsahu měření má být 2 lux). Vyhodnocení 90 vzorků (resp. 180 pro oba senzory) dopadlo následovně: průměrná odchylka 18,8 lx, maximální odchylka 191 lx, minimální 0 lx. Největších

shod bylo dosaženo podle očekávání ve tmě. Celý průběh a jeho rozdíly jsou znázorněny na následujícím grafu.

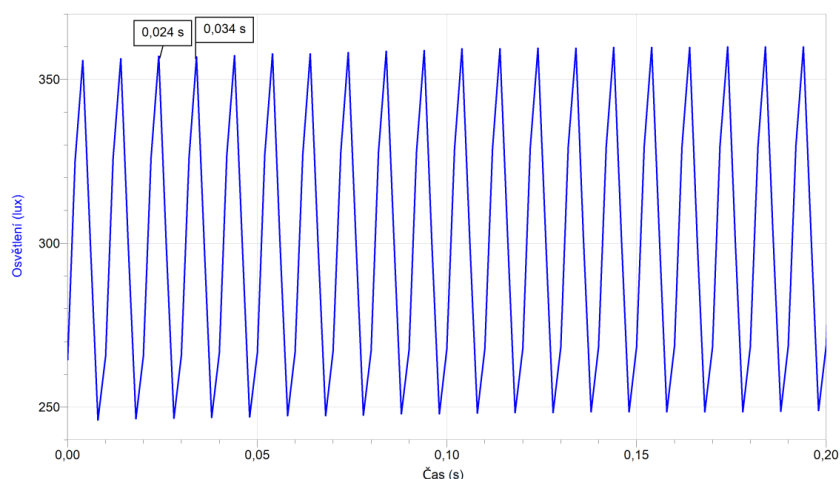


Obr. 19 Porovnání přesnosti externího a interního senzoru osvětlení

Senzor osvětlení lze kromě sledování normovaných hodnot použít ke zkoumání blikání svítidel. K tomuto jevu musí žáci znát průběh střídavého proudu. Z pohledu mezipředmětového vztahu s přírodopisem je zajímavé zjištění, proč žárovka svítí, ačkoliv podle průběhu střídavého proudu by měla blikat. Tento pokus je popsán v námětech na webu Vernier.cz<sup>7</sup>

Na základě těchto námětů byl pokus také vyzkoušen pro klasickou žárovku. Na Obr. 20 jsou uvedeny i význačné časy pro určení periody, která činí 0,01 s. Podle vztahu  $f = 1/T$  určíme frekvenci 100 Hz. Síťová frekvence by měla být 50 Hz, my však musíme brát v úvahu, že průběh střídavého signálu dosahuje i záporné amplitudy (při které žárovka svítí), takže během jedné periody žárovka blikne dvakrát. Měření tedy vyšlo přesně.

<sup>7</sup> <http://www.vernier.cz/download/namety/studium-blikani-zarovky.pdf>



Obr. 20 Senzor osvětlení – blikání žárovky vlivem síťové frekvence

Nabízí se možnost diskutovat o škodlivosti blikání obrazu nebo svítidla a jeho vlivu na lidský zrak nebo vnímání obecně. Žáky může také překvapit informace, proč v dílnách s točivými stroji není vhodné svítit zářivkami.

V následujícím měření jsou zachycené hodnoty pro různá uzpůsobení třídy. V hodinách, při kterých je využíván dataprojektor, bývá obtížné zajistit světelné podmínky vhodné pro zápis do sešitu i čtení z projekce zároveň. Pro projekci je nutné snížit osvětlení ve třídě, aby lépe vyniknul promítaný obsah.

Rozporuplné je i měření osvětlení bez umělého zdroje světla. Měřená hodnota je totiž velice citlivá na směrové odchýlení senzoru. Uvedené orientační hodnoty byly naměřené se senzorem Vernier umístěným uprostřed třídy ve výšce lavice (což odpovídá úrovni dané vyhláškou – 0,85 m).

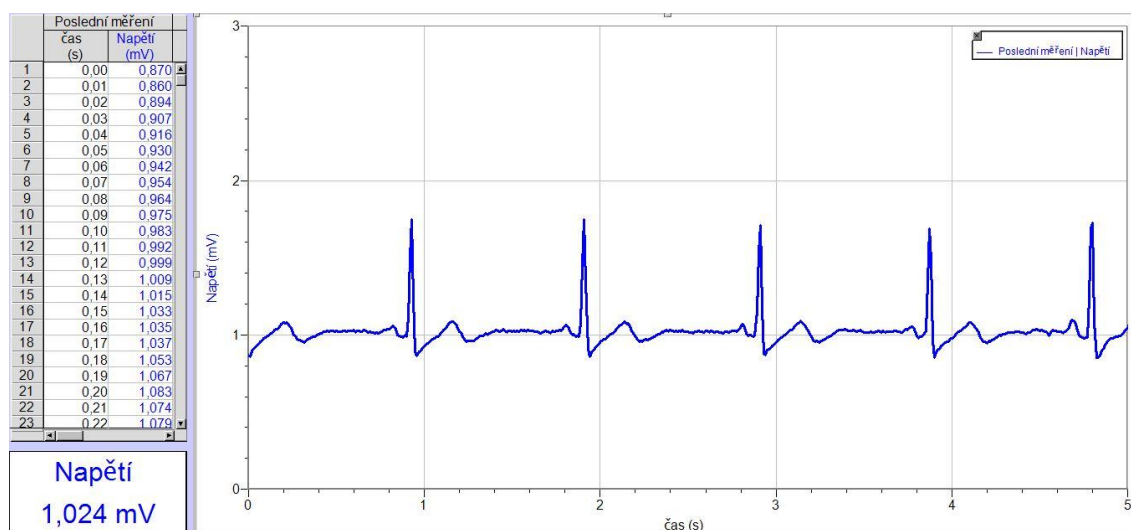
Polojasno, vytažené žaluzie	770 lx
Polojasno, zatažené žaluzie	275 lx
Rozsvíceno	700 lx

Třída, ve které měření probíhalo, byla orientována na východ, měření probíhalo v dopoledních hodinách. V případě jiných světelných podmínek (dáno počasím) nebo jiným umístěním třídy by se hodnoty lišily.

## 6.5.EKG

Pro měření EKG byl použitý EKG senzor od společnosti Vernier. Testovaným objektem se stala má sestra, která je studentkou střední školy a v době měření byla bez nemoci.

Snímací elektrody bylo nutné připevnit další lepenkou, neboť lepicí pásky elektrod nedržely na kůži moc pevně. Na Obr. 21 je vidět průběh měření při klidovém stavu, bez předchozí zátěže. V místech špičky dosahuje hodnota napětí přibližně 1,7 mV.



Obr. 21 Měření EKG senzorem Vernier

Z grafu lze také vyčíst přibližnou hodnotu srdečního tepu, pokud spočítáme periody v daném čase. V tomto případě by se srdeční tep pohyboval kolem 60 úderů za minutu. Pro přesnější stanovení této hodnoty by bylo nutné provádět měření déle.

Při pokusu déletrvajících měření, zejména testování, zda průběh ovlivní konzumace kávy, docházelo ke značnému zkreslení grafu. Proto tento graf není uveden. Důvodem byly především pohyby sledované osoby a špatný kontakt snímacích elektrod. Jejich umístění podle návodu je poněkud nešťastné, místo je velmi namáháno při sebemenším ohýbání ruky.

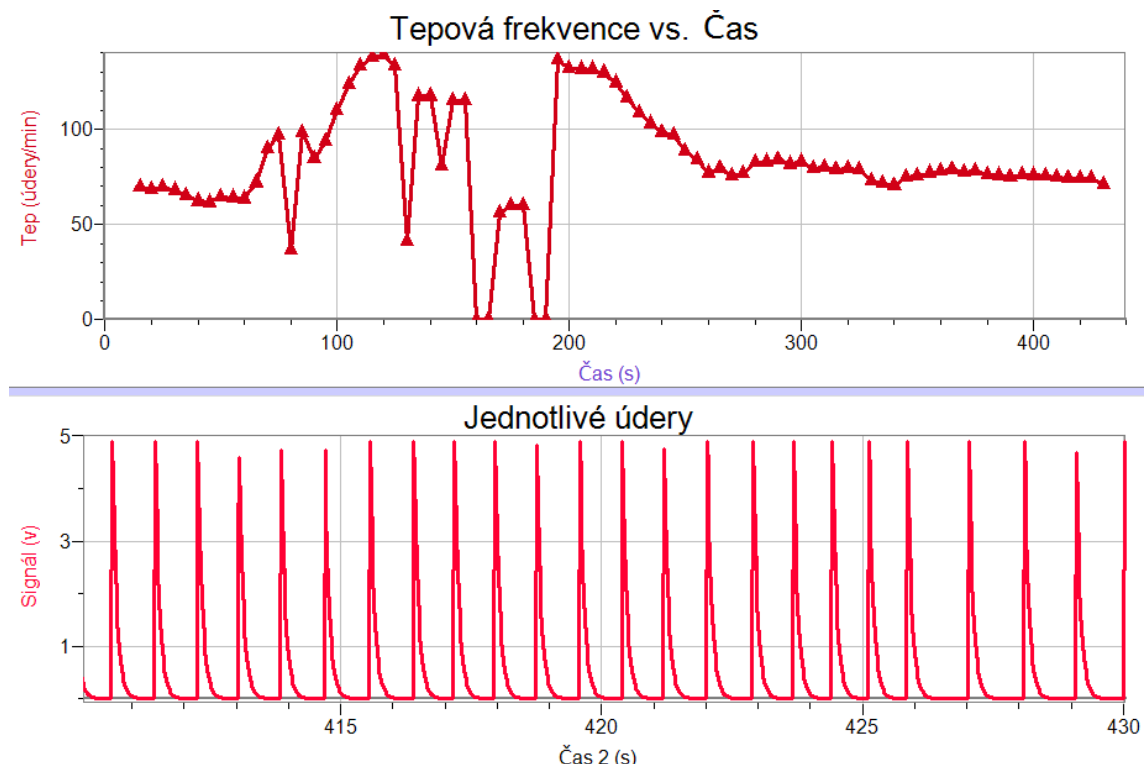
## 6.6.Srdeční tep

Měření srdečního tepu proběhlo s pomocí hrudního senzoru Vernier. K tomuto senzoru je dodávána i lahvička na solný roztok, který by měl zlepšit vodivost mezi tělem a elektrodami.

Nejprve se hodnoty zobrazené programem nedostaly na více jak 30 tepů za minutu. Na vině nebyla špatná koncentrace solného roztoku nebo jeho malé množství, ale zřejmě



připojení senzoru v nesprávnou dobu. Po otevření nového souboru měření už program zobrazoval skutečné hodnoty. Na Obr. 22 je vidět průběh měření. Na počátku dosahovala srdeční činnost 70 tepů za minutu. Poté docházelo k fyzické aktivitě (kliky, dřepy), kdy se tepová frekvence dostala až na úroveň 132 tepů. Velké propady nejsou způsobeny srdeční arytmii, ale technickou závadou, kdy se bezdrátový vysílač dostal mimo dosah přijímacího zařízení. Po fyzické zátěži následoval klid, kdy se tepová frekvence opět vracela k původní hodnotě.



Obr. 22 Měření srdečního tepu

## 7. Využití ve výuce

### 7.1. Projektová výuka

Některé veličiny uvedené v této práci se běžných školních vzdělávacích programů, či tematických plánů téměř netýkají, avšak s výchovou ke zdraví a lidských zdravím jako takovým spojitost mají. Nabízí se tedy možnost projektových dnů nebo hodin, ve spojení s dalšími vyučovacími předměty a oblastmi, jako je výchova ke zdraví a přírodopis (resp. biologie).

Taková činnost může být zaměřena přímo na „zdravotnické“ veličiny – krevní tlak, EKG, spirometrie.

V našem případě mezipředmětového vztahu je však důležitý důraz na spojitost s fyzikou. Samotné naměření hodnot pomocí online měřicích přístrojů nemá pro žáky takový přínos, jako princip těchto přístrojů a měření a jejich vztah s běžnými veličinami a jednotkami (např. co udává hodnota krevního tlaku).

Zde je vhodné používat pracovní listy, kde mohou žáci individuálně zužitkovat své zkušenosti s daným jevem či měřením v běžném životě.

### 7.2. Úlohy

#### 7.2.1. Přijatá energie

Toto téma lze pojmout buď dlouhodobě (např. žáci sledují svůj energetický příjem během několika dní) nebo jednorázově. V obou případech je na učiteli, zda se rozhodne umožnit žákům použít mobilní aplikace, které jim mohou sběr dat usnadnit nebo zda musí žáci pracovat pouze s tabulkami. V praxi jsem se setkal s názorem, proč používat mobilní aplikace, když se v rámci výchovy ke zdraví snažíme žáky od telefonů naopak odtrhnout.

#### Úloha 1 – příjem energie a bazální metabolismus

Žáci zaznamenají svůj energetický příjem v jednom dni a spočítají svůj bazální metabolismus. Na základě těchto dvou hodnot zjistí energetický přebytek, pokud by během dne nevykonávali žádnou činnost. Pro tuto hodnotu následně mohou dohledat přiměřenou pohybovou aktivitu.

### **Příklad:**

Jídelníček (snídaně, svačina, oběd, svačina, večeře) s přiměřenou energetickou hodnotou<sup>8</sup>:

*Bílý jogurt + rohlík (1062 kJ)*

*Jablečná přesnídávka (504 kJ)*

*Svíčková omáčka s hovězím masem a knedlíkem (2552 kJ)*

*Rohlík se salámem Vysočina (1200 kJ)*

*Zapečené těstoviny s úzeným masem a vejci (2905 kJ)*

Celkem: 8346 kJ

Hodnota bazálního metabolismu: 7 142 kJ (muž, 25 let – viz kapitola **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**)

Rozdíl: 8346 kJ – 7141 kJ = **1205 kJ**

Vzhledem k tomu, že energie bazálního metabolismu nezahrnuje žádnou další činnost, lze říct, že po energetické stránce je tento jídelníček vyrovnaný i pro dny bez sportu. Už jen při 8 hodinové práci u PC můžeme spálit až 900 kJ. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

### **Úloha 2 – energetická hodnota svačiny**

Žáci porovnají energetickou hodnotu své svačiny a následně spočítají, jakou mechanickou práci by s tímto energetickým příjmem mohli v ideálních podmínkách teoreticky vykonat. Diskutovat je možné i o nutričních hodnotách potravin a jejich složení (zdravá svačina vs. sušenka apod.)

### **Příklad:**

Kolik kg cihel bychom museli zvednout na 1,5 m vysoké lešení, abychom vykonali práci stejně velkou, jako je energie získaná z jablka a tatranky?

*Jablko (237 kJ) + Tatranka 47 g (1034 kJ) = 1271 kJ<sup>9</sup>*

*$W = m \cdot g \cdot h$  ( $g = 10 \text{ N/kg}$ ,  $h = 1,5 \text{ m}$ ,  $W = 127 100 \text{ J}$ )*

*Po dosazení a úpravě získáme hmotnost  $m = 84 733 \text{ kg}$ .*

---

<sup>8</sup> Hodnoty z kaloricketabulky.cz pro běžné porce

<sup>9</sup> Energetické hodnoty podle Kaloricketabulky.cz

Nesmíme ale zapomínat, že tělo samo o sobě spotřebuje energii pro základní životní funkce (danou bazálním metabolismem), při výkonu činnosti překonáváme odporové síly apod.

### **7.2.2. Teplota**

#### **Úloha – Měření teploty ve školním prostředí**

Měřte průběžně teplotu ve školní třídě. Zjistěte, jak se mění během dne a následně diskutujte, co mohlo změnu teploty ovlivnit.

Upřesnění: Žáci po několik dní zaznamenávají teplotu z teploměru nebo teplotního čidla umístěného na daném místě. Hodnoty odečítají na začátku a na konci každé vyučovací hodiny. Zapisují naměřené hodnoty do společné tabulky (mohou si například vytvořit rozpis) a následně mohou vytvořit graf.

### **7.3. Pracovní listy**

V rámci této práce byly vytvořeny také tři pracovní listy použitelné jako šablony pro laboratorní práci. Tyto listy jsou zaměřené na hluk, teplotu a osvětlení. Všechny tři laboratorní úlohy kombinují fyzikální znalosti a dovednosti s výchovou ke zdraví a také vyhledáváním informací a práci s textem. Například list **měření teploty** nutí žáka přemýšlet o spojitosti teploty a lidského zdraví. Pro některé jedince mohou působit motivačně informace z hygienické vyhlášky (pokud jsou mezní hodnoty překročeny, výuka nemůže probíhat).

**Cíl:** Žáci dokážou změřit teplotu prostředí/změřit hladinu intenzity zvuku/osvětlení. Žáci vědí, proč je hygiena práce důležitá a jaké může mít její podcenění následky. Žák si uvědomuje spojitost fyzikálních činitelů s lidským zdravím.

#### **7.3.1. Metodické poznámky**

##### **Potřebné pomůcky:**

Bodová teplotní čidla s rozhraním (Notebook, tablet, datalogger s grafickým výstupem), digitální teploměr pro měření tělesné teploty, výtah z hygienické vyhlášky, sešit a učebnice (dle potřeb dětí).

##### **Měření teploty**

Při měření teplot dbáme na to, aby žáci nechali teplotu na senzoru ustálit. Vhodné je také žák upozornit na chyby způsobené dotykem nebo prouděním vzduchu při výdechu.

Stranou nesmí zůstat ani bezpečnost, zvláště při měření teploty na vyšších místech (nebezpečí pádu).

### **Měření hluku**

Je na pováženu, zda po žácích na ZŠ vyžadovat i vzdálenost od zdroje hluku, zvláště pokud vezmeme v úvahu, že uváděné tabulky v učebnicích jí neobsahují. Navíc při měření ruchu ve třídě nelze zdroj s jistotou určit – je jich hned několik. V každém případě má právě vzdálenost od zdroje hluku zdravotní význam (hudební produkce, poslech ze sluchátek...) a je vhodné ji alespoň při jiné aktivitě s žáky rozebrat.

### **Měření osvětlení**

Pokud už se rozhodnete měřit s žáky osvětlení a jeho porovnání s normovanou hodnotou, je nutné dbát na dodržení stanovené výšky měření.

### **Ověřované výstupy dle RVP:**

- Vysvětlí na příkladech přímé souvislosti mezi tělesným, duševním, sociálním zdravím a vztah mezi uspokojováním základních lidských potřeb a hodnotou zdraví.
- Vybere a prakticky využívá vhodné pracovní postupy, přístroje, zařízení a pomůcky pro konání konkrétních pozorování, měření a experimentů.
- Zpracuje protokol o cíli, průběhu a výsledcích své experimentální práce a zformuluje v něm závěry, k nimž dospěl.
- Vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci.
- Změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa.

Laboratorní úloha	
<b>Měření hladiny intenzity zvuku</b>	Třída:
	Skupina:
Jméno:	Datum:

**Pomůcky:**

**Zadání:** Změřte hladinu intenzity zvuku při různých činnostech a odpovězte na zadané otázky.

**Vypracování:**

Co je hladina intenzity zvuku a v jakých jednotkách se měří?

Do uvedené tabulky zapište hodnoty naměřené hlukoměrem. Pro každou zvolenou činnost proveďte dvě měření. Návrhy činností – běžný ruch ve třídě, co nejtišší místo, tleskání, bouchnutí do stolu... V případě určitého zdroje hluku uveďte i vzdálenost.

Měření 1	Měření 2	Průměrná hodnota	Činnost/místo/vzdálenost od zdroje

1. Proč je nutné chránit svůj sluch?
2. Při jaké hodnotě hladiny intenzity hluku by se měl člověk chránit v případě dlouhodobého vystavení?
3. Souhlasí naměřené hodnoty s hodnotami uvedenými v tabulkách?
4. Zkuste vyjmenovat některá zaměstnání, u kterých je vysoká „hluková zátěž“.

**Závěr a odpovědi:**

Laboratorní úloha	
<b>Měření teploty</b>	Třída:
	Skupina:
Jméno:	Datum

**Pomůcky:**

**Zadání:** Změřte teplotu na různých místech v místnosti a porovnejte ji s hygienickou vyhláškou. Odpovězte na zadané otázky.

**Vypracování:**

Pocitové měření – odhadni teplotu v místnosti: \_\_\_\_\_ [    ]

Nalezněte ve vyhlášce o hygienických požadavcích nebo na internetu zákonem dané minimální a maximální teploty ve školní třídě:

Změřte teplotu na různých místech a v různých výškách ve školní třídě:

Místo a výška	Čas měření	Teplota [°C]
Průměrná teplota:		

**Otázky:**

1. Zkuste vysvětlit, jaký vliv má na člověka nesprávné teplotní prostředí
2. Změřte a zapište tělesnou teplotu jednoho z vás. Jakou roli hraje teplota těla v souvislosti s lidským zdravím?
3. Čím jsou způsobeny možné rozdíly v teplotě naměřené u země a u stropu?

**Závěr a odpovědi:**

Laboratorní úloha	
<b>Měření osvětlení</b>	Třída:
	Skupina:
Jméno:	Datum

**Pomůcky:**

**Zadání:** Změřte osvětlení na různých místech ve třídě (škole) a při různých světelných podmínkách. Zjistěte, jak se liší osvětlení při zatemnění (žaluzie, rolety) a při rozsvícených svítidlech.

**Vypracování:**

Nalezněte ve vyhlášce o hygienických požadavcích doporučené hodnoty osvětlení:

Změřte hodnoty osvětlení na různých místech

Místo a popis stavu	Osvětlení [lx]

**Otázky:**

- Zkuste vysvětlit, jaký vliv má velikost osvětlení na činnost člověka. Proč je pro člověka důležité?
- Které činnosti vyžadují velké hodnoty osvětlení?

**Závěr a odpovědi:**



## **8. Realizace výuky**

Pro vyzkoušení navržené výukové hodiny v podobě laboratorních úloh byl zvolen 8. ročník základní školy Sezimovo Ústí. Zejména kvůli předchozí absolvované pedagogické praxi na této škole, a z toho plynoucí zkušenosti s žáky, vedením školy i pedagogickými kolegy. Osmý ročník byl zvolen proto, že laboratorní úloha na měření hladiny intenzity zvuku navazovala na právě probrané učivo z oblasti akustiky, a proto zapadla i do výukového plánu. Na dané škole nejsou pomůcky pro online měření běžné (škola vlastní pouze USB teploměr Go!Temp). Žáci tak nemají téměř žádnou možnost se s podobnými pomůckami při fyzikálních experimentech setkat. Proto byly tyto laboratorní úlohy zpestřením pro žáky i pro vyučujícího, který mi v hodině asistoval.

K realizaci výukové hodiny byl zapůjčen hlukoměr Vernier SLM-BTA a bodové teplotní čidlo z katedry aplikované fyziky a techniky PF JU, a stejné bodové teplotní čidlo zapůjčené ze ZŠ Husova v Táboře. Bodová teplotní čidla mají oproti teploměru Go!Temp a nerezovému teploměru TMP-BTA mnohem kratší dobu ustálení a mohou tedy dosahovat dříve přesnějších výsledků.

Konkrétní zvolenou třídou byla 8.A, která má však vysoký počet žáků – 28 dětí při plném počtu. Vzhledem k tomuto počtu žáků a počtu dostupných potřebných pomůcek byla zvolena kombinace obou laboratorních úloh, tedy měření teploty i měření hladiny intenzity zvuku v jedné hodině. Žáci byli rozděleni do 6 skupin převážně po 5 členech. Losem pak bylo určeno, zda se skupina bude věnovat měření hluku nebo měření teploty. Čtyři skupiny se zabývaly měřením teploty (k dispozici byly dvě teplotní čidla s notebooky) a dvě měřením hladiny intenzity zvuku. Papír pro vypracování laboratorní úlohy dostal každý člen skupiny. Skupina, která zrovna neměla k dispozici měřicí pomůcky, vyhledávala informace v předložených hygienických vyhláškách nebo svých sešitech. Tím bylo zajištěno, že nikdo zbytečně dlouho nečekal, než se pomůcky uvolní.

### **Průběh**

Výuka proběhla 2. vyučovací hodinu v pátek, počátkem měsíce června. Dle slov vyučujícího toto období konce školního roku ovlivnilo soustředění žáků, i tak ale žáci pracovali ochotně a do práce ve skupině se zapojovali všichni. Bohužel v této hodině nezbyl čas na společné závěrečné vyhodnocení, prezentování a rozbor výsledků. K této aktivitě tak byl prostor až následující vyučovací hodinu (další týden), a tak už diskuze nebyla z pozice žáků moc žádaná. S vyučujícím jsme se ale shodli, že v případě

menšího počtu žáků ve třídě je stihnutí zpětné vazby a alespoň části diskuze v téže hodině časově zvládnutelné.

Ukázka listů vypracovaných žáky se nachází v příloze. Žádný z protokolů však nebyl vyplněn zcela vzorově. Ani jednou se v odpovědích neobjevil přesný důvod rozdílných teplot u země a stropu – nikdo z žáků si spojitost s hustotou neuvědomil. Nabízí se otázka, zda zadání lépe neformulovat, nebo žáky v průběhu práce „nepostrčit“ správným směrem.

### **Zhodnocení**

Na základě vyzkoušení těchto pracovních listů došlo k jejich drobné úpravě a vytvoření metodických poznámek pro budoucí využití. Tyto listy budou k dispozici na některém z portálů s digitálními učebními materiály. Ukázka vyplněného pracovního listu se nachází v příloze této práce. Pro žáky byla hodina zajímavá a byla pro ně vítaným zpestřením jinak standardizovaných laboratorních úloh.

Pro realizaci hodiny, která by nekombinovala uvedená dvě měření je zapotřebí dostatek měřících pomůcek. Málokterá škola má však ve svém vybavení například několik kusů teplotních čidel. V případě použití tyčových teplotních čidel (Go!Temp a nerezové) by bylo nutné nechat delší čas pro ustálení teploměru a měření by se protáhlo. Použití klasických laboratorních teploměru je nevhodné zejména kvůli jejich nízké rozlišovací schopnosti.

## **9. Závěr**

Předmětem této práce byl mezipředmětový vztah fyziky a výchovy ke zdraví. V rámci práce byly popsány hlavní fyzikální veličiny, které mají souvislost s výchovou ke zdraví, a základní způsoby jejich měření. Následně došlo k základnímu měření teploty, hluku a osvětlení za využití online měřicího systému Vernier.

Výstupem jsou pracovní listy (z toho dvě otestované) a návrhy aktivit z hlavních témat související s hygienou pracovního prostředí – hluk, osvětlení, teplota. Tyto listy lze navíc nejsou vázány jen na fyziku a lze je použít v obou předmětech. List s měřením teplot a list s měřením hluku byl vyzkoušený v 8. ročníku ZŠ. V příloze se nachází ukázky řešení úloh žáky.

Toto téma je možné uchopit z různých pohledů, a tak je možné na něj navázat další prací, která by například mapovala skutečný stav spojitosti fyziky a výchovy ke zdraví na různých školách.

## Použitá literatura

- [1] BEDNÁŘ, Vít. On-line experimenty při výuce fyziky na ZŠ. Č. Bud., 2011. diplomová práce (Mgr.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎĚJOVICÍCH. Pedagogická fakulta
- [2] KYNCLOVÁ, Kristýna. Interaktivní experimenty ve výuce fyziky. Olomouc, 2013. bakalářská práce (Bc.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Přírodovědecká fakulta
- [3] [EDITORKA RENATA HOLUBOVÁ]. *Vybrané problémy současné fyziky: sborník materiálů pro výuku fyziky na základních a středních školách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 8024416905.
- [4] MUŽÍKOVÁ, Leona. *Výchova ke zdraví v současném základním školství* [online]. Brno, 2006 [cit. 2016-01-03]. Rigorózní práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Dostupné z: <[http://is.muni.cz/th/45625/pdf\\_r/](http://is.muni.cz/th/45625/pdf_r/)>.
- [5] MŠMT. *Rámcově vzdělávací programy. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy*. [Online] [Citace: 6. únor 2016.] <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>.
- [6] RAUNER, Karel. *Fyzika pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. Praha: Fraus, 2004. ISBN 80-723-8210-1.
- [7] RAUNER, Karel. *Fyzika 7: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-723-8431-7.
- [8] RAUNER, Karel. *Fyzika 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006. ISBN 80-7238-525-9.
- [9] RAUNER, Karel, Václav HAVEL a Miroslav RANDA. *Fyzika 9: pro základní školy a víceletá gymnázia. 2., aktualiz. vyd.* Plzeň: Fraus, 2013. ISBN 978-80-7238-996-4.
- [10] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 1 pro základní školu: fyzikální veličiny a jejich měření*. 1. vyd. Praha: SPN, 2007. ISBN 978-80-7235-347-7.
- [11] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 2 pro základní školu: síla a její účinky, pohyb těles*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1.
- [12] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2009. ISBN 978-80-7235-414-6.
- [13] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 4 pro základní školu: elektromagnetické děje*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2009-. ISBN 978-80-7235-441-2.
- [14] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 5 pro základní školu: energie*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2011. ISBN 978-80-7235-491-7.
- [15] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 6 pro základní školu: zvukové jevy, vesmír*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2012. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [16] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 1 pro základní školu: fyzikální veličiny a jejich měření [metodická příručka]*. Praha: SPN, 2007. ISBN 978-80-7235-361-3.
- [17] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 2 pro základní školu: síla a její účinky, pohyb těles [metodická příručka]*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1.
- [18] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek [metodická příručka]*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2009. ISBN 978-80-7235-414-6.
- [19] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 4 pro základní školu: elektromagnetické děje [metodická příručka]*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2009-. ISBN 978-80-7235-441-2.
- [20] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 5 pro základní školu: energie [metodická příručka]*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2011. ISBN 978-80-7235-491-7.

- [21] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 6 pro základní školu: zvukové jevy, vesmír [metodická příručka]*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2012. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [22] KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK. *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 1999. Učebnice pro základní školy (Prometheus). ISBN 978-80-7196-149-9.
- [23] KOLÁŘOVÁ, Růžena. *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 2008. ISBN 978-80-7196-193-2.
- [24] ROJKO, Milan. *Fyzika kolem nás: fyzika I pro základní a občanskou školu : [žákovská verze]*. 1. vyd. Praha: Scientia, 1995. ISBN 80-858-2783-2.
- [25] ROJKO, Milan. *Fyzika kolem nás: fyzika 3 pro základní a občanskou školu : [žákovská verze]*. 1. vyd. Praha: Scientia, 1997. ISBN 80-718-3101-8.
- [26] ROJKO, Milan. *Fyzika kolem nás: fyzika 4 pro základní a občanskou školu : [žákovská verze]*. 1. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 1998. ISBN 80-718-3137-9.
- [27] KALA, Miroslav a Roman KUBÍNEK. *Nemocnice: aneb Rukověť zvědavého pacienta*. 1. vyd. Olomouc: Rubico, 2000, 195 s., il. Knížka pro každého. ISBN 80-858-3947-4.
- [28] HAVLÍNOVÁ, Miluše, PROVAZNÍK, Kamil (ed.). *Hluk ve školách*. Praha: Fortuna, 2002. Národní program zdraví. ISBN 80-707-1210-4.
- [29] NEŠPOR, Karel. *Hluk: zdravotní rizika a možnosti prevence* [online]. In: . [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: [www.drnespor.eu/Hluk3.doc](http://www.drnespor.eu/Hluk3.doc)
- [30] Hluk. *Výchova ke zdraví* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.vychovakezdravi.cz/clanky/ostatni/hluk.html>
- [31] Lidem vadí zvuk brzdících vlaků. In: *ŽelPage - elektronický magazín o drahách* [online]. 2007 [cit. 2016-06-3]. Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/zpravy/4226?lang=cs>
- [32] WIN Czech - Česká nukleární společnost [online]. 2009, I.(10) [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.csvts.cz/cns/win/info/infw0910.pdf>
- [33] Gamabeta se představuje. *Čez* [online]. [cit. 2016-03-19]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani/pro-pedagogy/materialy-pro-vyuku/gamabeta/3.html>
- [34] JERMÁŘ, Jakub a Peter ŽILAVÝ. Propojení detektoru Gamabeta s Vernier LabQuestem. In: *Vernier CZ: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů* [online]. [cit. 2016-06-17]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/clanky/propojeni-gamabety-s-labquestem>
- [35] Leksellův gama nůž. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK* [online]. [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?q=lekselluv-gama-nuz>
- [36] STREJČKOVÁ, Alice. *Veřejné zdravotnictví a výchova ke zdraví: pro SZŠ, obor zdravotnický asistent*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 2007. ISBN 978-80-7168-943-0.
- [37] *Neulog.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: [www.neulog.cz](http://www.neulog.cz)
- [38] Legislativa v oblasti fyzikálně chemických faktorů. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/legislativa-v-oblasti-fyzikalne-chemicky-faktoru>
- [39] RUBINOVÁ, Olga. *TZB II a technická infrastruktura: Proudění vzduchu, nucené větrání*. Brno, 2012.
- [40] *Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*. In: . 410/2005 Sb.
- [41] Nařízení vlády: o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: 272 /2011. 2011, částka 97.
- [42] *Osvětlení školních tříd - vzorová řešení* [online]. [cit. 2016-06-17]. Dostupné z: <http://modus.cz/cze/ke-stazeni/magaziny-modus>
- [43] <http://www.top-osvetleni.cz/nove-produkty/udalosti-prace/708-mobilni-aplikace-merici-intenzitu-osvetleni-vs-kvalitni-luxmetr>
- [44] *Vernier CZ: Přehled senzorů* [online]. [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>
- [45] Matys, Jaroslav. Fyzikální měření pomocí mobilního telefonu. Č. Bud., 2016. diplomová práce (Mgr.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Pedagogická fakulta

- [46] Kylián, Karel. Změřte si svůj puls telefonem [online]. Dostupné z:  
<https://www.svetandroida.cz/instant-heart-rate-zmerte-si-puls-telefonem-201109>
- [47] GAJDOŠOVÁ, Jitka a Alexandra KOŠTÁLOVÁ. *Hejbej se! Nedej se!* [online]. Brno, 2008 [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/128223/lf\\_d/Hejbe\\_\\_Nedej\\_se\\_-\\_manual.pdf](http://is.muni.cz/th/128223/lf_d/Hejbe__Nedej_se_-_manual.pdf)
- [48] BERNACIKOVÁ, Martina. *Fyziologie* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2012 [cit. 2016-04-03]. ISBN 978-80-210-5841-5. Dostupné z: <https://publi.cz/books/49/Cover.html>
- [49] OZOGAN, Michal. Počítání kalorií ve fitness aplikacích. In: *Fitness Data Freak* [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://fitnessdatafreak.cz/pocitani-kalorii-ve-fitness-aplikacich/>

## **Seznam obrázků**

- Obr. 1 Fotometrické veličiny (převzato z Fyzweb.cz)
- Obr. 2 Použití a vzhled mobilní aplikace pro měření srdečního tepu
- Obr. 3 Princip Leksellova gama nože (převzato ze Stefajir.cz)
- Obr. 4 Souprava GAMAbeta 2007 – zářič a čítač – převzato z [33]
- Obr. 5 Bodové teplotní čidlo – převzato z Vernier.cz[43]
- Obr. 6 EKG senzor – převzato z Vernier.cz [43]
- Obr. 7 EKG záznam podle propozic EKG senzoru Vernier
- Obr. 8 Anemometr Vernier – převzato z Vernier.cz [43]
- Obr. 9 Hlukoměr Vernier SLM-BTA – převzato z Vernier.cz[43]
- Obr. 10 – Oxymetr od firmy Neulog
- Obr. 11 Modul pro měření srdečního tepu ISES
- Obr. 12 – Aplikace Kalorické tabulky
- Obr. 13 Ukázka statistiky po sportovním výkonu v aplikaci Endomondo
- Obr. 14 Datalogger LabQuest 2 – převzato z Vernier.cz[43]
- Obr. 15 Hra na bicí soupravu
- Obr. 16 Graf naměřených hodnot při hře na bicí
- Obr. 17 Závislost hladiny akustického tlaku na čase resp. vzdálenosti
- Obr. 18 Teplota ve školní třídě
- Obr. 19 Porovnání přesnosti externího a interního senzoru osvětlení
- Obr. 20 Senzor osvětlení – blikání žárovky vlivem síťové frekvence
- Obr. 21 Měření EKG senzorem Vernier
- Obr. 22 Měření srdečního tepu

## Přílohy – vypracované listy

Datum: 3.6.

Jméno Samuel Vodař  
Skupina 5

### Laboratorní úloha – měření hladiny intenzity zvuku

Pomůcky: ZVUKOMĚR

Zadání: Změřte hladinu intenzity zvuku při různých činnostech a odpovězte na zadané otázky.

#### Vypracování:

Co je hladina intenzity zvuku a v jakých jednotkách se měří?

Fyzikální veličina  $L_p$  s posouzením sluchového vjemu a udává se v deibelech (dB)

Do uvedené tabulky запиšte hodnoty naměřené hlukoměrem. Pro každou zvolenou činnost proveďte dvě měření. Návrhy činností – běžný ruch ve třídě, co nejtišší místo, tleskání, bouchnutí do stolu...

měření 1	měření 2	průměrná hodnota	činnost/místo
43,3	53,3	63,3	CHODBA / HOVOR
50,8	60,3	55,55	PRAZDVA TRÍDA / KLID
83,3	48,3	80,8	PLNA TRÍDA / HLUK

1. Proč je nutné chránit svůj sluch a jak nás může hluk ovlivňovat?
2. Při jaké hodnotě hladiny intenzity hluku by se měl člověk chránit v případě dlouhodobého vystavení?
3. Souhlasí naměřené hodnoty s hodnotami uvedenými v tabulkách?
4. Zkuste vyjmenovat některá zaměstnání, u kterých je vysoká „hluková zátěž“.

Závěr: Zjistili jsme, že naměřená intenzita zvuku odpovídá normám.

1. Aby se nepoškodilo sluchové ústrojí. Můžeme přestat slyšet.
2. Při zvucích silnějších než 90 dB je nutné chránit svůj sluch.
3. Ano, souhlasí.
4. Traktoristé, Výpravčí, DJ, Demoliční četa, Pracovník ve Strojovně



Datum: 3.6.2016

Jméno Vrkočová Iveta

Skupina 2.

### Laboratorní úloha – měření teploty

Pomůcky: počítač s teplotním čidlem, Sbirka zákonů č. 410/2005

Zadáni: Změřte teplotu na různých místě v místnosti a porovnejte jí s hygienickou vyhláškou. Odpovězte na zadané otázky.

#### Vypracování:

Pocitové měření – odhadni teplotu v místnosti: 22 [°C]

Nalezněte ve vyhlášce o hygienických požadavcích zákonem dané minimální a maximální teploty ve školní třídě: min. 20°C max. 28°C

Změřte teplotu na různých místech a v různých výškách ve školní třídě:

Místo a výška	Čas měření	Teplota [°C]
u stropu 3,4m	9:33	24,9
u země 0m	9:34	24,6
v úrovni našich hlav 1,4m	9:40	25,7
na chodbě 1m	9:37	24,0
Průměrná teplota:		24,8

#### Otázky:

1. Zkuste vysvětlit, jaký vliv má na člověka nesprávné teplotní prostředí
2. Změřte a запиšte tělesnou teplotu jednoho z vás. Jakou roli hraje teplota těla v souvislosti s lidským zdravím?
3. Čím jsou způsobeny možné rozdíly v teplotě naměřené u země a u stropu?

Závěr: Teplota <sup>naměřená ve třídě</sup> odpovídá zákonem dané min. a max. teplotě v cílebnách. Nejvyšší teplota byla naměřena ve výšce 1,4m, protože v této výšce máme nejčastěji hlavu, tudíž nejčastěji zde vydechujeme teplý vzduch. Nejnižší na chodbě, protože se zde o hodně nepohybuje moc lidí a je o hodně rozsáhlejší prostor, než ve třídě.

#### Odpovědi na otázky:

- 1) způsobuje nevolnost, migrénu, úžeh, dehydrataci → vysoká teplota
- 3) Jelikož jde teplý <sup>vzduch</sup>, tak je u stropu vyšší teplota. Záleží také na nadmořské výšce.