



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

Komparace měřících senzorů Vernier se zaměřením na lékařství

Vypracoval: Bc. Wimmer Roman
Vedoucí práce: Mgr. Bednář Vít

České Budějovice 2017

Anotace

Tato diplomová práce popisuje vybrané senzory Vernier a ukazuje jejich využití při školním vzdělávání. Výběr digitálních pomůcek je zaměřen na lékařství. Diplomová práce konkrétně představuje senzor EKG, spirometr a siloměr. V teoretické části popisuje počátky firmy Vernier Software & Technology, systém Vernier a jeho výhody. Cíleně je zaměřena na práci se senzory od přípravné fáze, přes samotné měření ve školách, které lze využít při školní výuce. Praktická část obsahuje jednotlivá měření, a komparaci senzorů s lékařskými přístroji.

Klíčová slova

Vernier, senzor, siloměr, spirometr, EKG, program, měření, lékařství

Annotation

The diploma thesis describes selected Vernier sensors and demonstrates their utilization in schools. The selection of digital tools is focused on medical area. In particular, the thesis deals with the ECG, spirometer, and dynamometer sensors. In the theoretical part, the history of the Vernier company is presented and the Vernier system and its benefits are discussed with special regard to the workflow from preparation phase to the process of measuring which can be used in classrooms. The research part consists of individual measuring experiments utilizing the sensors and their comparison with medical tools.

Keywords

Vernier, sensor, dynamometer, spirometer, ECG, application, measurement, medicine

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci 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 jejich 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.

Poděkování

Rád bych poděkoval zaměstnancům oddělení ARO a rychlé záchranné pomoci nemocnice Písek, praktickému lékaři MUDr. Milanovi Lukášovi za umožnění provedení měření na jejich lékařských přístrojích.

Dále bych rád poděkoval MUDr. Petře Kopřivové a MUDr. Miroslavu Kodýmovi za odbornou pomoc a porovnání výsledků měření.

V neposlední řadě bych rád poděkoval mému vedoucímu práce Mgr. Vítkovi Bednářovi za skvělé vedení a podnětné názory.

Obsah

Úvod	7
1 Cíle práce	8
Teoretická část	
2 Vernier	9
2.1 Vernier Software & Technology	9
2.2 Systém Vernier	10
2.3 Výhody systému Vernier	10
3 Senzory Vernier se zaměřením na lékařství	12
3.1 Senzor EKG	12
3.2 Spirometr.....	15
3.3 Senzor síly stisku ruky (Hand Dynamometr)	17
3.4 Měřič srdečního tepu (Exercise Hart Rate Monitor)	19
4 Lékařské přístroje EKG.....	21
4.1 LIFE PAK 15 monitor/defibrilátor	21
4.2 IntelliVue MP40/30	23
4.3 EKG FLASHLIGHT.....	26
5 Činnost srdce	28
6 Žáci a práce se senzory.....	34
6.1 Přípravná fáze.....	34
6.2 Fáze měření senzorů ve školách.....	36
6.3 Reflexe	37
Praktická část	
7 Vyhodnocení hodin ukázkového měření se systémem Vernier pohledem žáků.....	38
8 Vyhodnocení dat naměřených během ukázek měření se systémem Vernier	40
8.1 Spirometr.....	40
8.2 Siloměr.....	42
9 Komparace přístrojů.....	45
9.1 EKG porovnání pohledem kardiologa	45
9.2 Parametry k porovnání lékařského přístroje a senzoru Vernier	47
9.3 Porovnání křivek - sanitka rychlé záchranné pomoci.....	50
9.4 Porovnání křivek – Anesteziologické Resuscitační Oddělení	56
9.5 Porovnání křivek – Praktický lékař	62

9.6 Hodnocení kardiologa	68
Závěr	69
Použitá literatura	70
Použité zdroje textů	70
Použité zdroje obrázků	73
Přílohy	76
Příloha 1 EKG - sanitka RZP - dospělá osoba	76
Příloha 2 EKG - sanitka RZP - dítě	77
Příloha 3 EKG – ARO – dospělá osoba	78
Příloha 4 EKG – ARO - dítě	79
Příloha 5 EKG – Praktický lékař – dospělá osoba	80
Příloha 6 EKG – Praktický lékař - dítě	81
Příloha 7 Obrázky z měření	82
Příloha 8 Ukázka měření EKG senzorem Vernier	85

Úvod

Určitě si všichni pamatujeme to známé rčení „kdo si hraje, nezlobí“. Odkaz největšího učitele národů Jana Ámose Komenského by se také dal shrnout do dvou slov, a to „škola hrou“. Mnozí učitelé budou souhlasit, že zaujmout dnešní žáky a udržet jejich pozornost ve výuce, je čím dál tím obtížnější. Proto se všichni všemožně snažíme najít takový způsob či metodu vzdělávání, které žáky něčím zaujmou a nám tak dají trochu prostoru na vštípení znalostí žákům. Vzpomeňme si na naše dětství. A ani nemusíme chodit tak daleko do minulosti. Je-li něco zajímavého, co nás zaujme a dá se s tím dobře zabavit, získá si to náš zájem. Mnohdy tomu souhrnně říkáme hračky. Dříve to byly převážně mechanické hračky, ale s příchodem elektronických součástek na nás začali útočit nové technologie a elektronické přístroje. Nebál bych se je nazvat také hračkami.

Jsou to věci vyrobené na základě nových poznatků a objevů z různých technických, chemických a přírodovědných oborů. Tyto věci mají jednu společnou vlastnost, a to tu, že by nám měly pomáhat a ulehčovat náš každodenní život. Nejen nám práci ulehčit, ale také ji zpříjemnit. Mít takové schopnosti, které vytvoří pocit, že nás baví.

Když se vrátím zpět ke škole, napadá mě mnoho nových pomůcek, které se začaly ve vyučování používat. Například taková interaktivní tabule učitelům mnohé ulehčila. Avšak ovládání některých těchto technologií je pro některé z uživatelů čím dál náročnější. Kolikrát jsem se setkal s názorem „čím dříve bych se s tímto setkal, tím lépe bych to dnes mohl využívat“. Nebojme se přijmout nové pomůcky do vzdělávání dětí.

Při svém studiu jsem se seznámil s digitálními senzory, které nám byly prezentovány jako pomůcky pro výuku přírodních věd. I když existuje více výrobců, mě nejvíce zaujal systém Vernier. Hlavním důvodem mého zájmu byla jeho celková koncepce. Předkládá ucelenou nabídku měřících senzorů, čidel a digitální techniky. Pro práci se senzory nabízí mnoho námětů na měření či pokusy. Každý z těchto návrhů je zpracován do protokolů s přehledným návodem jak postupovat. Vše je doplněno o instruktážní videa a další informační materiály podporující práci se systémem Vernier.

Za dobrou myšlenku považuji to, aby se žáci mohli ve vyučování vzdělávat hrou, podporovanou praktickou činností a ještě u toho nacházet nové poznatky. Protože dnešní doba zahнала mládež k počítačům a do digitálního světa, musíme tedy vycházet z této reality. Nabídnout žákům digitální pomůcky, a tak se pokusit je přivést zpět k zájmu o nějaký ten poznatek. Ukažme žákům, na jaké úrovni a jak dokonalé jsou dnešní pomůcky. Nejsou jen pouhým modelem, ale rovnocenným partnerem přístrojů používaných běžně kolem nás, v našem životě, například v medicíně...

1 Cíle práce

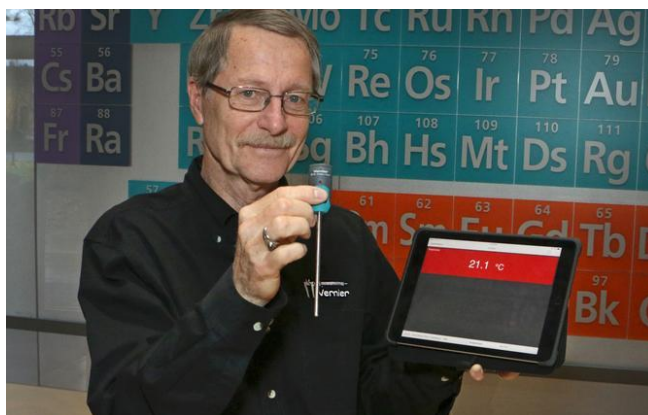
1. Představit vybrané senzory Vernier a ukázat jejich opodstatnění ve vzdělávání žáků.
2. Vyzkoušet možnosti využití digitálních senzorů Vernier ve výuce a navrhnout jejich možnou implementaci do výuky se zaměřením na oblast získávání základních dat z oblasti lidského těla.
3. Zjistit časovou dotaci pro přípravu jednotlivých senzorů a příslušenství k samotnému měření.
4. Porovnat přesnost měření vybraných senzorů Vernier ve srovnání s přístroji používaných v lékařské praxi na specializovaných pracovištích.
5. Pomocí komparace získaných dat ze senzorů Vernier a lékařských přístrojů vyhodnotit míru odlišnosti měření těchto dvou kategorií senzorů.
6. Poukázat na bezdůvodnost obav z používání digitálních pomůcek ve výuce.

Teoretická část

2 Vernier

2.1 Vernier Software & Technology

Je společnost, která má své sídlo v Americkém Portlandu státu Oregon. Věnuje se podpoře ve vzdělávání formou digitálních senzorů, rozhraní a softwarového vybavení. Tuto společnost založil v roce 1981 David Vernier.



Obr. č. 1 Dave Vernier [1]

Dave Vernier vystudoval fyziku na Ohio State University. Čtyři roky učil přírodní vědy v Clevelandu, Ohio. Největší výzvou pro něj bylo, jak u studentů vzbudit zájem o vědu. Zjistil, že si může získat pozornost propojením demonstračních pokusů a kreativních interaktivních laboratorních prací. V roce 1973, společně s jeho ženou Christine, získali magisterský titul Obecných přírodních věd v Oregonu. Přestěhoval se do Hillsboro, kde učil fyziku 8 let. Během té doby se počítače začaly rozšiřovat. Rozšiřovaly se mezi veřejnost a také do škol. Dave využil tohoto vybavení a začal psát počítačové programy, které mu pomáhaly v učení a dovolovaly studentům pozorovat data a fyzikální děje v reálném čase. Pomůcky, které využíval, se postupně staly základem pro jeho klíčové kurikulum. V roce 1981 věnoval celé léto vylepšování těchto programů se záměrem je začít prodávat dalším učitelům fyziky. To byl začátek firmy Vernier Software & Technology. Společnost nadále rostla a nabízela software, senzory, učební postupy a školení pro učitele. Dnes má firma asi 100 zaměstnanců a prodává své produkty ve 135 zemích. Dave se ženou jsou stále zapojeni do chodu firmy, nadále vnímají potřeby vyučujících, pomáhají tvořit učební plány a pomůcky, které jsou jednoduché a užitečné pro studenty i kantory.

V roce 2014 David a Christine Vernier získali od Portland State University cenu Simona Bensona za filantropii. Manželé Vernierovi věnovali 3,6 milionu dolarů na stipendijní programy a podporu studentů, kteří by si sami nemohli z finančních důvodů dovolit studovat [1][2][3].



Obr. č. 2 Dave a Christine Vernier [2]

2.2 Systém Vernier

Školní experimentální systém Vernier je svět mnoha digitálních čidel, měřících senzorů a přístrojů. Napomáhá ke zkvalitnění školní výuky napříč spektrem základních, středních i vysokých škol. Pomocí Vernieru bude bádání přírodních věd zajímavější. Je koncipován tak, aby žáky pomohl vtáhnout do výuky a vytvořil badatelské prostředí. Probíraná látka by s jeho pomocí měla být lépe chápána při praktickém měření, experimentu či demonstračním pokusu. Vernier nabízí široký výběr čidel pro různé vědní obory. Můžeme s nimi měřit atmosférický tlak vzduchu v přírodě. Zjistit rychlost, nebo zrychlení modelu závodního auta na dálkové ovládání. Také se přenést do lékařského prostředí a sledovat tlukot srdce spolužáků. Vernier se využije hlavně při výuce předmětů fyzika, chemie, biologie, přírodopis. Chceme-li vzbudit zájem o přírodní vědy u malých studentů, pak některé jednoduché pokusy mohou být prezentovány i žákům na prvním stupni. Například v prvouce a dalších jí příbuzných předmětech [4].

2.3 Výhody systému Vernier

Demonstrace měření

- Rozsah měření je podmíněn počtem senzorů. Čím více senzorů je k dispozici, tím se rozšiřují možnosti k měření různých veličin a dějů. Sensory je možné propojit přímo s počítačem a ten pak s dataprojektorem. Průběh měření tak mohou sledovat všichni žáci ve třídě na projekci.
- Měření může probíhat libovolně dlouhou dobu. U velmi rychlého děje, který bychom lidským okem těžko postřehli, senzory zaznamenají potřebná data. Stejně je to u dlouhodobých experimentů, kdy senzory provedou měření a zaznamenají data

v požadovaný čas. Takový experiment může probíhat i několik dní. Vhodnou prezentací softwarového vybavení tedy lze ukázat průběh děje, například grafem, nebo tabulkou.

- Připojení několika senzorů najednou, které provádějí měření současně ve stejnou dobu. To je možnost využívaná u dějů, při kterých jsou jednotlivé veličiny mezi sebou provázány. Na obrazovce pak můžeme sledovat průběh všech měřených veličin současně. Žáci tak dostanou přesné informace o pozorovaném ději.

Práce s programem a daty

- Při zapojení jakéhokoliv senzoru je ovládání vždy jednotné. Doba potřebná k tomu, aby si žáci osvojili práci s intuitivním ovládáním, by měla být krátká. Čas nezbytný k vysvětlování instrukcí, jak ovládat program a daný senzor, nemusí být vždy tak dlouhý.
- S daty a naměřenými hodnotami, získanými během měření, je možné dále pracovat. Nejdůležitějším úkonem je uložení dat, aby bylo možné je kdykoliv využít k další analýze. Softwarový program Vernier nabízí mnoho funkcí jak data porovnávat, například když provádíme více měření. Umožňuje také data upravovat podle našich potřeb. Disponuje mnoha variantami úprav, tak aby bylo možno získat jasné a přehledné výstupy.
- Naměřená data lze poté exportovat do dalších programů, které mohou vhodněji vyhovovat při zpracovávání a úpravě. Takovým programem může být například Excel.
- Vernier nabízí několik verzí softwaru ke stažení zdarma:
 - Logger Lit
 - Logger Pro
 - Logger Pro Trial (časově omezená verze k vyzkoušení)
- Programový software umožňuje vytváření vlastních podkladů pro výuku. Vyučující si připraví, dle svého záměru vedení výuky, materiály pro různá laboratorní cvičení, či samostatnou práci, podle kterých pak žáci provádějí měření. Vkládá obrázky pro lepší názornost, nebo si upraví vhodné parametry měření jednotlivých senzorů.

Aktivizace žáků i učitelů

Nové pomůcky od Vernieru by měly přinést nový pohled na sledování fyzikálních jevů. Nejen pod vedením učitelů, ale i samostatně žáci provádějí činnost, při které mohou přicházet na nové poznatky. Práce s měřicími pomůckami je pro žáky novou činností, která vyvolává zvědavost a zájem. Postupně zjišťují, co vše je možné se senzory naměřit za hodnoty. Zpětným

vyhodnocováním získaných dat jsou žáci směřováni k vyvození nových poznatků. Sami žáci se pak vlastními nápady podílí na vytváření dalších pokusů [5].

3 Senzory Vernier se zaměřením na lékařství

Jak jsem již výše zmínil, vybral jsem si pro svou práci senzory se zaměřením na lékařství. Níže uvádím senzory, které jsem používal při provádění praktických měření.

3.1 Senzor EKG



Obr. č. 3 EKG senzor Vernier [3]

„Senzor měří elektrické signály vznikající při kontrakci svalů. Lze jej použít pro standardní tří - svodové měření EKG nebo případně na povrchové EMG měření. Vodiče senzoru se připojují k jednorázovým elektrodám, součástí balení je 100 ks jednorázových elektrod.“ Tento senzor pracuje jako čidlo, kterým je možné získat informace o samotné činnosti srdce. *„Čidlo umožňuje zaznamenávat časovou změnu elektrického potenciálu způsobené srdeční aktivitou. Záznam této časové změny je znám jako elektrokardiogram (EKG), čidlo jako elektrokardiograf“* [6].

Tímto senzorem žáci měří a tím zároveň získají aktuální záznam popisující práci srdce. Záznam je vykreslován jako křivka přímo na displeji připojeného záznamového zařízení. Samotný senzor je malá krabička s kabelem pro připojení, který je vybaven standardní koncovkou –BTA. Lze jej připojovat k počítači s nainstalovaným programem Logger Lite či Logger Pro prostřednictvím těchto rozhraní:

- Go!Link
- EasyLink
- LabQuest Mini
- LabPro
- LabQuest (jako rozhraní propojený s počítačem)
- LabQuest 2 (jako rozhraní propojený s počítačem)

Z druhé strany jsou vyvedeny tři kabely ukončené svorkami opatřené barevným rozlišením (červená, zelená, černá). Barevné rozlišení napomáhá ke správnému připojení na elektrody nalepené přímo na těle měřené osoby.

K získání co nejkvalitnějšího a nejčistšího záznamu je vhodné provést potřebné úkony. Je možné se setkat s jevem zvaný elektrický šum, který se může vyskytovat právě v místě provádějícího měření. K minimalizování tohoto jevu přispěje dodržení několika pravidel. Jedním z hlavních problémů bývá rušení od napájecího zdroje počítače, nebo LabQuestu. Doporučením je odpojit napájení při měření. Elektrický šum může také vzniknout, jestliže jsou v blízkosti senzoru jiná elektrická zařízení. Takovým zařízením může být například mobilní přístroj. Je dobré provádět měření v dostatečné vzdálenosti od takovýchto přístrojů. Pro snížení šumu je možné využít samotného lidského těla, které vytváří stínění. Postačí ukryt sensor v dlaních. Další nepřesné měření může vzniknout při nedostatečném kontaktu elektrody s pokožkou těla. Je-li k dispozici časový prostor, je dobré nalepit si elektrody dříve, než těsně před samotným měřením. K měření se použijí tři elektrody. Ty se nalepí na spodní stranu předloktí levé ruky, druhá elektroda na spodní stranu předloktí pravé ruky a třetí elektroda na horní stranu předloktí pravé ruky. Přesněji na kostnatý výstupek na zápěstí. K elektrodám se pak připojí barevné svorky. Červený svod na elektrodu levé ruky, zelený svod na spodní stranu pravé ruky a černý svod na horní elektrodu pravé ruky. Při měření je dobré být co nejvíce v klidu, pro potlačení dalších rušivých elementů.

Možné použití senzoru

- pomocí analýzy EKG lze sledovat tepovou frekvenci
- porovnat EKG testované osoby při odpočinku a po fyzické námaze
- porovnat EKG testované osoby vestoje, vleže, při sezení na židli
- má vliv umístění elektrod na těle tvar získaných signálů?
- ovlivní charakter EKG signálu například konzumace kávy nebo čaje (a po jaké době a na jak dlouho)?
- sledování činnosti nervů ruky

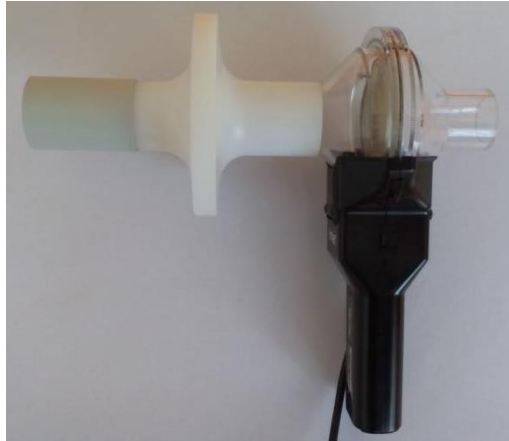
Nastavení softwaru při práci s počítačem

1. Na počítači spusťte program Logger Lite nebo Logger Pro.
2. K počítači připojte rozhraní prostřednictvím USB kabelu.
3. K rozhraní připojte senzor – dojde k automatické detekci senzoru a přednastavení obvyklých parametrů měření.
4. Nastavení měření (vyhovují-li Vám přednastavené hodnoty, lze tento bod přeskočit), nejčastější použití:
 - a. V menu programu Logger Lite či Logger Pro zvolte *Experiment* → *Sběr dat* (lze také použít klávesovou zkratku Ctrl-D).
 - b. Nastavte mód měření (u většiny experimentů vyhovuje přednastavený mód *Časová závislost*), dále zvolte požadovanou dobu měření (*Trvání*) a jak často má být hodnota změřena a zaznamenána (*Vzorkovací frekvence*).
 - c. Chcete-li, aby měření pokračovalo i po uplynutí nastavené doby měření, zaškrtněte *Nepřerušeny sběr dat* – měření pak bude probíhat, dokud jej manuálně neukončíte. Nastavená doba měření v tomto případě ovlivní pouze přednastavení časové osy v zobrazovaném grafu.
 - d. Potvrďte tlačítkem *Hotovo*.
5. Měření lze spustit a následně zastavit na klávesnici klávesou mezerník, případně myší kliknutím na zelené (resp. pro zastavení červené) tlačítko v horním menu.

Nastavení při práci s dataloggerům LabQuest

1. Není-li datalogger spuštěn, zapněte jej.
2. Připojte senzor k dataloggeru – dojde k automatické detekci senzoru a přednastavení obvyklých parametrů měření.
3. Nastavení měření (vyhovují-li Vám přednastavené hodnoty, lze tento bod přeskočit), nejčastější použití:
 - a. V horním menu zvolte *Senzory* → *Sběr dat*, nebo klikněte do šedého čtverce vpravo nahoře s nápisy *Režim*, *Frekvence* a *Trvání*.
 - b. Nastavte mód měření (u většiny experimentů vyhovuje přednastavený mód *Časová základna*), dále zvolte požadovanou dobu měření (*Trvání*) a jak často má být hodnota změřena a zaznamenána (*Frekvence*).
 - c. Potvrďte tlačítkem *OK*.
4. V případě, že potřebujete čidlo nulovat, kalibrovat či změnit zobrazované jednotky, klikněte na zobrazovanou měřenou hodnotu daného čidla (zhruba uprostřed displeje), objeví se kontextová nabídka.
5. Měření lze spustit a následně zastavit tlačítkem s trojúhelníčkem, případně kliknutím na obrázek tlačítka s trojúhelníčkem (resp. se čtverečkem pro zastavení) v dolním levém okraji displeje [7].

3.2 Spirometr



Obr. č. 4 Spirometr Vernier [4]

Senzor, který umožňuje změřit objem plic. Tento senzor pomáhá popsat výměnu vzduchu mezi plicemi a okolím, což je atmosféra, která nás obklopuje. Změříme jím také průtok vzduchu procházející dýchacím ústrojím.

Spirometr pracuje na základě vdechovaného a vydechovaného vzduchu. Ten prochází skrz hlavici, jež je opatřena sítovou mřížkou. Vzniklé nepatrné změny tlaku na obou stranách mřížky čidlo zaznamená a vyhodnocuje za pomoci připojeného rozhraní, které data přenáší.

Popis senzoru

Horní oddělitelná průhledná část čidla je měřící hlavice. Měřící hlavici lze snadno čistit a sterilizovat. Pod hlavici se nachází převodník diferenciálního tlaku, na který navazuje rukojeť čidla. Z části převodníku vychází propojovací kabel opatřen koncovkou BTA. Rozsah senzoru pro měření je 0 ± 10 litrů z a sekundu s pracovním objemem 93 ml.

Části senzoru:

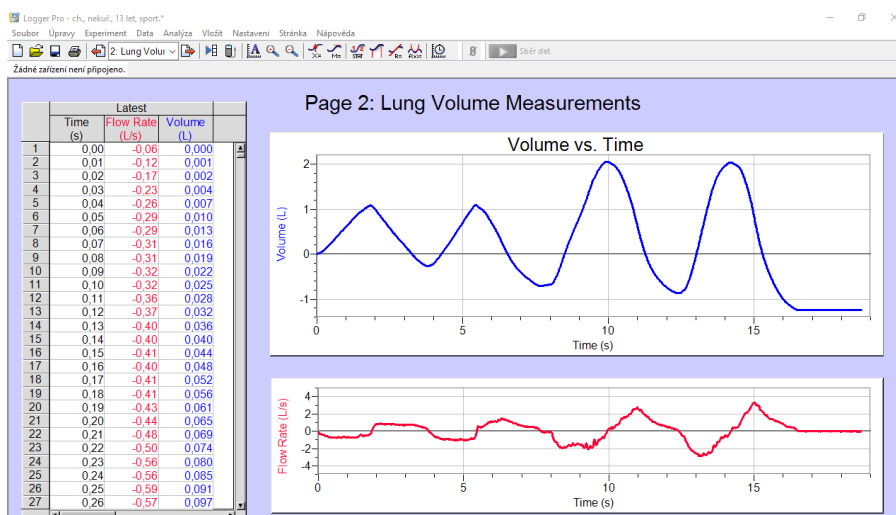
1. měřící hlavice
2. převodník diferenciálního tlaku
3. rukojeť senzoru
4. propojovací kabel
5. vyměnitelný bakteriální filtr
6. vyměnitelný náustek
7. svorka na nos



Obr. č. 5 Příslušenství spirometru Vernier [5]

Spirometr se používá k měření dechových objemů, nebo vitální kapacity plic. Jednoduše se přes toto zařízení dýchá. Aby zařízení bylo sterilní, je za potřebí bakteriálního filtru. Tento filtr musí být během měření připevněn k čidlu. K měření je potřeba spirometr sestavit. Na těle spirometru je malá značka „inlet“(vstup). To je strana, do které se provádí dýchání. Na stranu s označením inlet, jako první nasadíme bakteriální filtr. Na filtr se dále nasadí vyměnitelný náhubek. Aby při samotném měření nedocházelo k úniku vzduchu nosem a měřená osoba dýchala pouze ústy, je možné použít nosní svorku. Tak se docílí přesnějšího měření. Senzor pomocí koncovky BTA se propojí s rozhraním. To se dále připojí k počítači s instalovaným programem Logger Lite či Logger Pro. K dataloggeru se připojí senzor přímo.

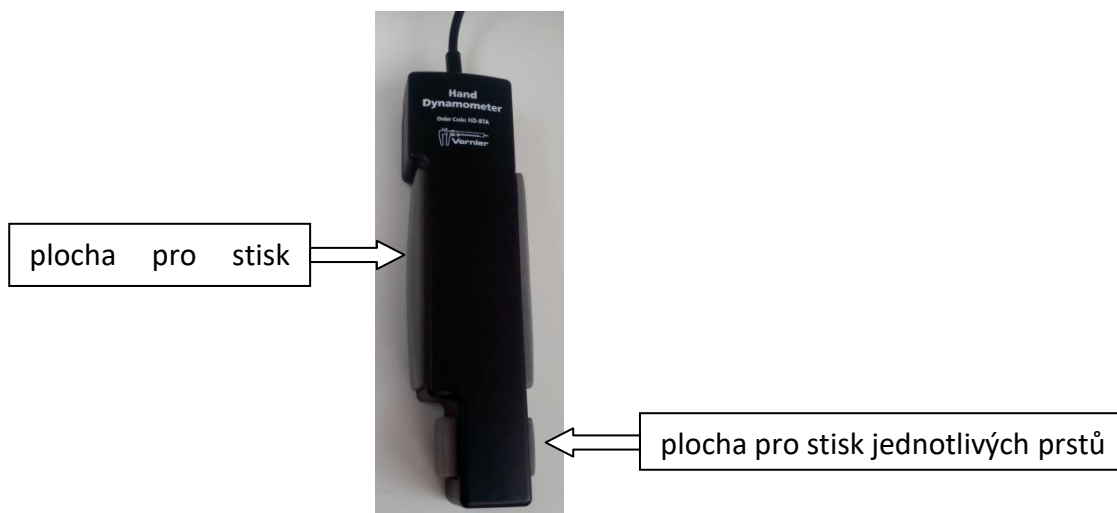
Před samotným měřením je nutné spirometr vynulovat. Nulování provést v poloze, ve které se měření provede. Měřená osoba si spirometr připraví před ústa do té polohy, ve které bude do spirometru dýchat. Provede se vynulování. Se senzorem je vhodné již nehýbat a držet jej v klidu. Nyní lze provést měření. Náustek nepřikládáme ke rtům, ale celý jej vložíme do úst, aby bylo možné získat přesná data. Nejvhodnější je do spirometru nejprve dvakrát přirozeně dýchnout a pak provést hluboký nádech a výdech. Na měřicím zařízení nám křivka zaznamená průběh měření. Ze získaných dat lze pak zjistit, jaké množství vzduchu vyměňujeme při běžném dýchání. Z hlubokého nádechu a výdechu se zjistí kapacita plic. Měření je dobré několikrát opakovat. Lze například pozorovat, zdali dochází k rozdílu mezi prvním měřením a měřením již rozdýchaného člověka [8].



Obr. č. 6 Zobrazení softwaru Logger Pro pro spirometr [6]

3.3 Senzor síly stisku ruky (Hand Dynamometr)

Senzor síly stisku ruky je určen pro měření síly, která vznikne působením při sevření dlaně. Pracuje jako siloměr. Senzor je uzpůsoben také k měření síly stisku mezi palcem a jednotlivými prsty. Na těle senzoru jsou dvě podlouhlé, proti sobě nastavené plochy. Těmito delšími plochami senzor snímá sílu vyvinutou dlaní. Dvě menší plochy, opět nastavené proti sobě, jsou umístěné na konci senzoru. Tyto plochy jsou určeny na měření síly vyvinuté tlakem prstů.



Obr. č. 7 Senzor síly stisku ruky [7]

Tak jako u ostatních senzorů, tak i senzor síly stisku ruky je opatřen standardní koncovkou BTA. Lze jej připojit k počítači s nainstalovaným programem Logger Lite či Logger Pro prostřednictvím rozhraní

- Go!Link
- EasyLink
- LabQuest Mini
- LabPro
- LabQuest (jako rozhraní propojený s počítačem)
- LabQuest 2 (jako rozhraní propojený s počítačem)

Další možností využití senzoru je propojení se stavebnicí Lego Mindstorm NTX a EV3.

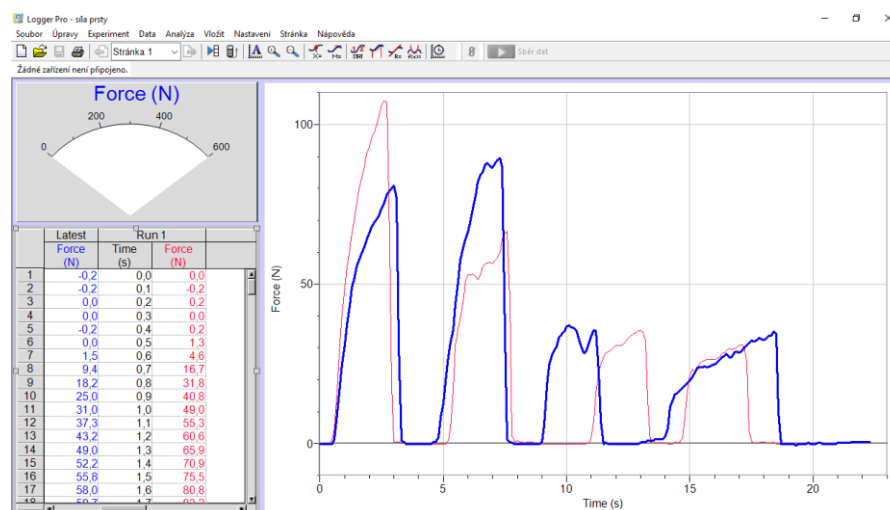
Po zapojení čidla se při zapnutém programu automaticky nastaví display ukazující pole grafu a pole číslíkové hodnoty měření. I když senzor není zrovna používán, nemusí vždy ukazovat nulovou hodnotu. To může způsobovat manipulace se senzorem, nebo z důvodu předešlého měření. Před každým měřením je dobré senzor vynulovat.

Tento senzor je velmi oblíben. Činnost s ním je při hodinách zábavná. Žáci se senzorem rádi pracují a zjišťují své silové možnosti. Díky senzoru lze provést mnoho pokusů se zaměřením na porovnávání. Zajímavým pokusem je elektrická aktivita svalů. Při tomto experimentu je senzor stisku doplněn se senzorem EKG. Pomocí senzoru EKG lze také sledovat aktivitu svalů.

Elektrody se připojí na předloktí. Na zápěstí červený svod, pod loketní kloub zelený svod a na stranu bicepsového svalu černý svod. Při měření senzor síly stisku opakovaně stisknout a povolit. Na závěr se provede dlouhé stisknutí, aby bylo možné sledovat, jak svaly pracují při delším zatížení. Stisknutím senzoru se na diagramu vykreslí křivka elektrické aktivity svalů. Tuto aktivitu snímají svody senzoru EKG. Společně s touto křivkou se do druhého grafu vykreslí i křivka ukazující sílu stisku. Na grafech je vidět elektrická aktivita svalů podle síly stisknutí a uvolnění.

Některá možná použití:

- porovnání síly stisku ruky a síly stisku mezi dvěma, nebo více prsty
- únava svalů – jak v průběhu času síla stisku ochabuje
- lze prozkoumat, o kolik je u praváků/leváků silnější pravá/levá ruka
- jak budou výsledky ovlivněny pravidelným posilováním
- sledování činnosti nervů ruky



Obr. č. 8 Zobrazení softwaru Logger Pro pro senzor síly stisku ruky [8]

S podobným přístrojem je možné se setkat například u sportovního lékaře, který s ním také měří sílu stisku při celoroční sportovní prohlídce. Dále je v lékařství používán u pacientů, kteří jsou po chirurgickém zákroku ruky. Lékař tak má možnost sledovat rekonvalescenci pacienta a průběh léčby [9].

3.4 Měřič srdečního tepu (Exercise Hart Rate Monitor)

Senzor je určen pro měření srdečního tepu na základě snímání elektrických signálů, které doprovázejí činnost srdce. Skládá se z plastického pásu, který se přiloží kolem hrudníku. V balení jsou k dispozici dva pružné popruhy o různých délkách. Popruhy se připojují k pásu tak, aby senzor obepínal hrudník a samostatně držel na těle. Uprostřed pásu je zabudováno snímací čidlo s elektrodami, které detekují elektrické signály na povrchu kůže. Pro lepší snímání elektrických signálů je možné použít roztok, kterým navlhčíme kůži v místě pod senzorem. Roztok je přidáván v balení. Dále součástí senzoru je přijímací modul opatřen BTA koncovkou pro připojení k rozhraní, které vyhodnocuje přijímaný signál. Přenos signálu je mezi nimi bezdrátový [10].



Části senzoru

1. pás s elektrodami
2. přijímací modul
3. roztok
4. vyměnitelný pružný popruh

Obr. č. 9 Senzor měřič srdečního tepu [9]

I u tohoto senzoru je připojení k počítači s nainstalovaným programem Logger Lite či Logger Pro prostřednictvím rozhraní:

- Go!Link
- EasyLink
- LabQuest Mini
- LabPro
- LabQuest (jako rozhraní propojený s počítačem)
- LabQuest 2 (jako rozhraní propojený s počítačem)

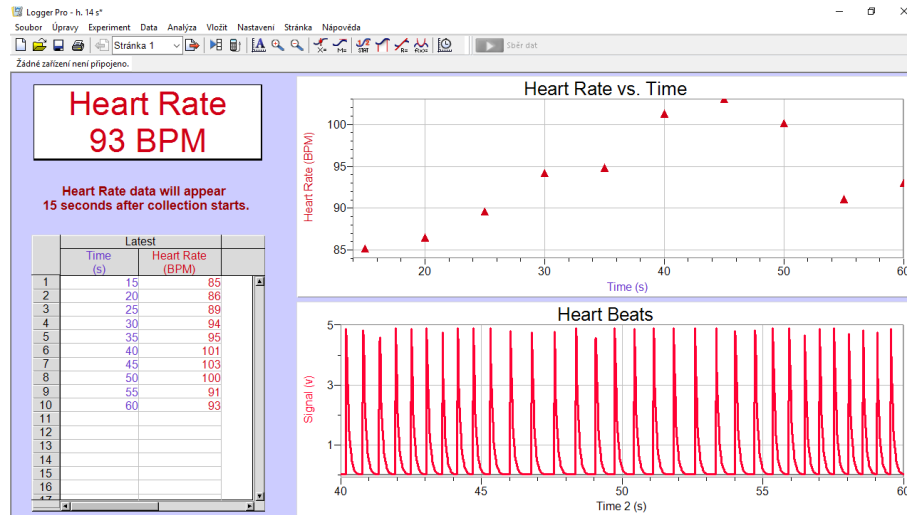
Technické údaje

- maximální vzdálenost bezdrátového přenosu je 80 - 100 cm
- frekvenční pásmo bezdrátového přenosu je 5kHz
- teplotní rozsah pro používání je 0 °C až 60 °C

Možné použití senzoru

- srovnání srdečního tepu sportovně a "sedavě" zaměřených jedinců
- studium srdečního tepu před intenzivní fyzickou námahou, během ní a po jejím skončení
- srovnání srdečního tepu před a po jídle
- srovnání srdečního tepu v různých fázích dne
- co se děje s tepem, zadržíte-li dech?

[10]



Obr. č. 10 Zobrazení softwaru Logger Pro pro senzor měřiče srdečního tepu [10]

4 Lékařské přístroje EKG

4.1 LIFE PAK 15 monitor/defibrilátor



Obr. č. 11 Monitor/defibrilátor LIFEPAK 15 [11]

Monitor/defibrilátor LIFEPAK 15 je ucelený systém akutní kardiální péče umožňující ošetření pacientů za pomoci základní podpory životních funkcí (BLS) a rozšířené podpory životních funkcí (ALS). Přístroj provádí automatizovanou analýzu EKG a okamžitý léčebný protokol pro pacienty se srdeční zástavou. Manuální režim je určen pro provádění manuální defibrilace, synchronizované kardio-verze, neinvazivní stimulace a monitorování EKG a životních funkcí. Archivní režim zajistí přístup k uloženým informacím.

Byl vyvinut a konstruován pro náročné podmínky při poskytování první pomoci v terénu a venkovním prostředí, ale také do vnitřních prostor v rámci různých podmínek a během převozu pacienta. Obsahuje několik technických komponentů, které zajišťují jeho odolnost například proti pádu z malé výšky, nebo při práci v náročných klimatických podmínkách. Pro ovládání a manipulaci s přístrojem je potřeba vyškolené zdravotníky.

Monitorování v manuálním režimu a terapeutické funkce jsou určeny k použití u dospělých a pediatrických pacientů. Režim automatizované externí defibrilace lze použít u pacientů starších osmi let.

Je vybaven LCD barevně podsvíceným displejem s úhlopříčkou 21 cm. Kapacita paměti nabízí až 360 minut EKG záznamu, až 400 událostí, nebo 90 minut sběru dat ze všech snímaných kanálů. Pro jednoho pacienta je možné zaznamenat až 200 jednotlivých záznamů křivek a 90 minut nepřetržitého záznamu EKG. Záznamy dat lze přenášet pomocí bezdrátové komunikace, nebo pomocí kabelového propojení.

Přístroj je možné napájet dvěma Lithium-iontovými dobíjecími bateriemi, které se automaticky přepnou v případě vybití. Jedna baterie udrží přístroj v provozu až 6 hodin. Váha s plným vybavením pro přenos činí 10 kg. Tímto přístrojem jsou vybaveny převážně sanitky a další prostředky rychlé záchranné pomoci [11].



Obr. č. 12 LIFEPAK 15 – uložení v sanitce [12]

Monitorovací a terapeutické funkce

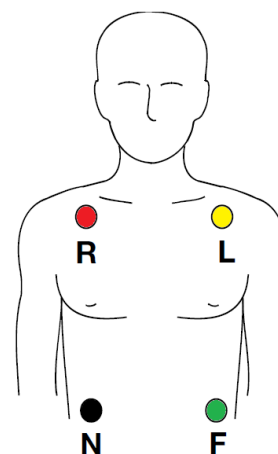
- Monitorování EKG
- 12svodová elektrokardiografie
- Monitorování SpO₂, SpCO a SpMet
- Monitorování neinvazivního krevního tlaku
- Monitorování EtCO₂ na konci výdechu
- Monitorování invazivního tlaku
- Monitorování teploty
- Trendy životních funkcí a segmentu ST
- Automatizovaná externí defibrilace
- Manuální defibrilace
- Neinvazivní stimulace

[11]

Umístění elektrod končetinového 3 svodového EKG

Štítky a označení podle norem IEC

R	pravá ruka	červený svod
L	levá ruka	žlutý svod
N	negativní	černý svod
F	chodidlo	zelený svod



Obr. č. 13 Umístění elektrod končetinového 3 svodového EKG [13]

4.2 IntelliVue MP40/30

Philips IntelliVue je řada síťových monitorů pacienta nabízející týmům v celé nemocnici monitorovací řešení optimalizované k lékařskému využití například pro chirurgickou, srdeční, nebo novorozeneckou péči. Monitory IntelliVue jsou určeny ke sledování, nahrávání a alarmování fyziologických funkcí u dospělých, dětí a novorozenců v nemocničním, ale i domácím prostředí vyškolenými odborníky zdravotní péče.



Obr. č. 14 Philips IntelliVue MP40 [14]

Propojením samostatných zásuvných modulů s "plug-and-play" umožňuje pohodlné rozšířené měření a nabízí kombinaci sledování pacienta se správou dat. Pacientský monitor IntelliVue MP40 má 12ti palcový plochý LCD displej s širokým pozorovacím úhlem, poskytující vysoké rozlišení průběhu a prezentaci dat. Vlny a číslice jsou barevně odlišeny. Ovládání funkcí zajišťuje dotyková obrazovka.

Zařízení MP40 je dodáváno s integrovaným navigačním bodem pro jednoduché ovládání. Na obrazovce je možné zobrazit až šest vln. Flexibilní dispozice obrazovky umožňuje optimálně využít dostupný prostor celé plochy. Například, vlny mohou být překryty nebo velikosti vlny lze upravit dynamicky v závislosti na počtu vln. Na obrazovce lze zobrazit 12 EKG stop 12ti svodového EKG. K zařízení je možné připojit rozšířené moduly řady plug-in měření IntelliVue pomocí čtyř slotů pro integrované zásuvné moduly. Monitory mohou pracovat při napájení z baterie po dobu 4 až 5 hodin. Váha základního vybavení monitoru s baterií je 8,6 kg [12][13].



Obr. č. 15 Philips IntelliVue MP40 [15]

Obecná specifikace

- lůžkový monitor pro všechny věkové kategorie
- vhodný pro střední a vyšší JIP, neonatální péče, koronární
- jednotky, operační sály a další oddělení
- modulární monitor v kompaktním provedení
- sledování základních vitálních funkcí (EKG/Respirace, NIBP, SpO2, IBP a T)
- modulárně rozšiřovatelné: C.O./C.C.O., CO2, (Microstream, Mainstream), EEG, BIS , další IBP...
- napojení na centrální monitor drátově i bezdrátově
- portálová technologie
- ovládací software v českém jazyce

[14]



Obr. č. 16 Philips IntelliVue MP30 [16]

IntelliVue MP30 a MP40 jsou velmi podobné monitory se stejnými funkcemi. Tyto monitory jsou navrženy k snadnému používání. Také MP30 je určen pro sledování pacienta. Je vybaven 10ti palcovým LCD panelem SVGA s plochým displejem. Standardním ovládacím zařízením jsou Touchscreen (dotyková obrazovka) a integrovaný navigační bod. Tak jako u MP40 lze na monitoru zobrazit šest vln. U přístrojů určených pro používání v USA je možná varianta zobrazování pouze se čtyřmi vlnami. Obrazovka je konfiguračně flexibilní pro vhodné nastavení aktuálního stavu a úrovně pacienta. Součástí jsou i zobrazení protokolů a procedur.

Disponuje možností zobrazení všech vln 12ti svodového EKG. Lze k němu připojit jeden z multi - měřících modulů (MMS) a jeden další z MMS rozšíření. Při transportu pacienta se modul oddělí a vloží do jiného Philips IntelliVue monitoru. Po návratu na lůžko se opět připojí k IntelliVue a uložená data jsou přenesena bez změny konfigurace. Je vybaven možností nahrávání a ukládá až 8 hodin dat. Váha monitoru je 5,8 kg včetně MMS a baterky. Záložní zdroj umožní pět hodin provozu s dual lithium-ion baterkou. Lze je provozovat na síti prostřednictvím bezdrátového nebo kabelového připojení [15][16].

Obecná specifikace

- lůžkový monitor pro všechny věkové kategorie
- vhodný pro JIP, neonatální péče, koronární jednotky, operační sály, transport a jiné
- modulární monitor v kompaktním provedení
- sledování základních vitálních funkcí (EKG/Resp, NIBP, SpO2, IBP a T)
- modulárně rozšiřovatelné: C.O./C.C.O., CO2, (Microstream, Mainstream), další IBP
- napojení na centrální monitor drátově i bezdrátově
- ovládací software v českém jazyce

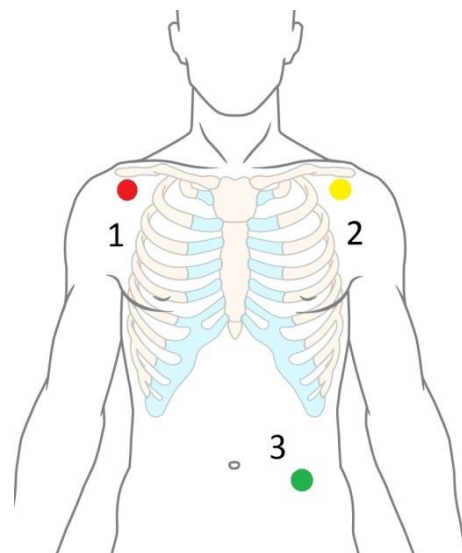
[14]

Umístění elektrod 3 svodového EKG

1. RA umístění: přímo pod klíční kostí a u pravého ramene
2. LA umístění: přímo pod klíční kostí a u levého ramene
3. LL umístění: na levém podbřišku

Barevné rozlišení svodů dle standardu IEC		
1	RA	červená
2	LA	žlutá
3	LL	zelená

IEC - International Electrotechnical Commission
(Mezinárodní elektrotechnická komise) [15]



Obr. č. 17 Umístění elektrod 3 svodového EKG [17]

System monitorů IntelliVue a Vernier je velmi podobný. Vychází ze základního komponentu, což je u IntelliVue monitor typu MP20 – 90. U Vernieru je to přenosný datalogger typu LabQuest, nebo počítač vybavený softwarem. K základnímu komponentu jsou podle potřeby získávání dat pak dále připojeny další vhodné moduly, senzory, nebo čidla. Naměřená data jsou aktuálně zobrazována na monitoru či displeji s podporou zálohování. Podobná je i možnost nastavení konfigurace obrazovky umožňující přehlednost měřených veličin a jejich hodnot.

4.3 EKG FLASHLIGHT



Obr. č. 18 EKG FLASHLIGHT [18]

Přístroj Flashlight byl vyvinut k naměření klidového elektrokardiografu pro každodenní použití v nemocnicích a privátních ambulancích. Lékaři a zdravotnickému personálu poskytuje EKG Flashlight maximální přehled o EKG vyšetření jak během záznamu, tak i při pozdější analýze, a to díky jednoduchosti a přesnosti v detailech.

Na monitoru přístroj umožňuje zobrazit 3, 6ti, nebo 12ti kanálový EKG záznam. Jednotlivá měření lze digitálně archivovat přímo v počítači. Uživatel může do archivu ukládat 10, 20, 30, 60, 120 a 180 sekundové EKG stripy. Dále má k dispozici informaci o tepové frekvenci, použitých měřících a filtrech. Elektrokardiograf je rovněž vybaven funkcí pro detekci a indikování odpadlých elektrod. Softwarové vybavení obsahuje modul, který provede automatické rozměření a interpretaci EKG-záznamu pro analýzu. Pro dokonalé proměření QRS-komplexu je možno využít dvojrozměrné rozměrovací pravítko.

Obecná specifikace

- počítačové EKG
- připojení k PC přes USB port
- výrobce MEDSET Medizintechnik GmbH, Německo
- 12ti svodový počítačový elektrokardiograf
- automatický i manuální režim
- délka EKG záznamu 10, 20, 30, 60, 120, 180 sekund
- rozměření a interpretace HES
- detekce odpadlých elektrod
- komunikace s programy pro vedení ambulance (GDT 2.0)
- archivace EKG-záznamů
- možnost rozšíření systému o další diagnostické přístroje (PADSY)

EKG-záznam s rozměřením, interpretací a hodnocením lékaře je možno vytisknout na tiskárně ve formátu A4 [17].

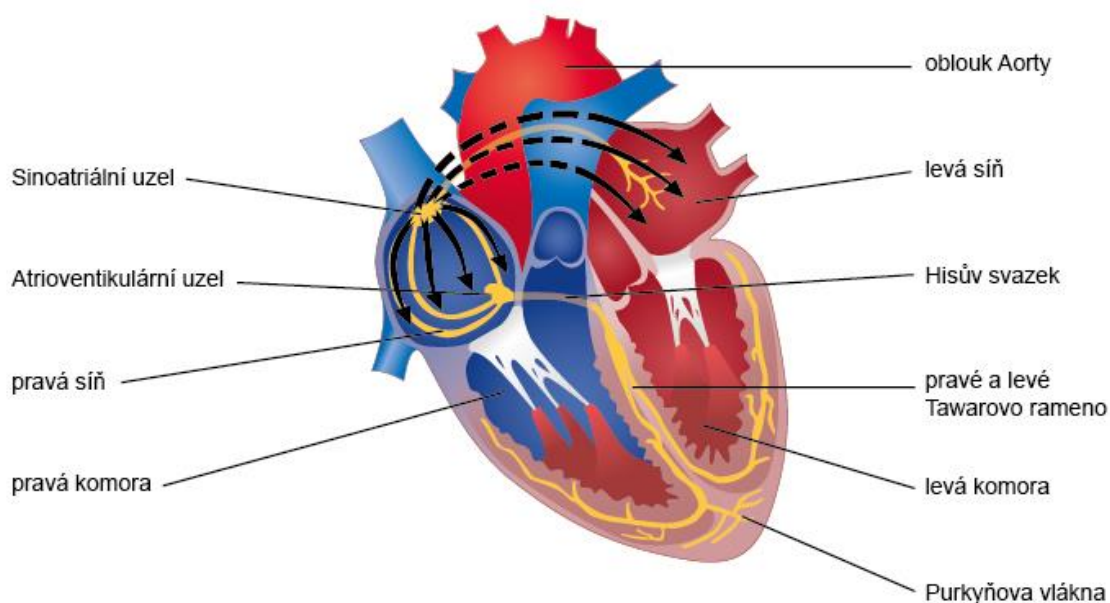
Podobnost přístroje Flashlight se systémem Vernier je v jednoduchém připojení k počítači pomocí kabelu s koncovkou USB. Stejně tak se připojují jednotlivé senzory k počítači, nebo k LabQestu. Do počítače je potřeba nainstalovat software k ovládání funkcí přístroje a pro práci s daty. Společná je také možnost ukládání a archivace naměřených dat.

Obr. č. 19 Příslušenství k EKG FLASHLIGHT [19]



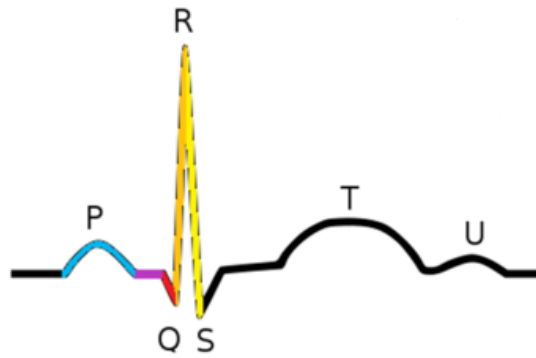
5 Činnost srdce

„Srdce je dutý orgán cévní soustavy, který rytmickým smršťováním pohání krev krevním řečištěm. Tato funkce je umožněna srdeční svalovinou – myokardem. Kromě mechanických vlastností však některé buňky srdce vykazují i určitou elektrickou aktivitu a podílejí se tím na vyvolání srdečních stahů – tzv. srdeční automacii. Komplex těchto buněk nazýváme převodní systém srdeční“[18].



Obr. č. 20 Převodní systém srdeční [20]

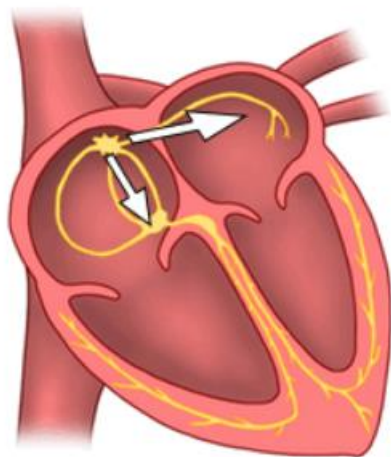
V těle člověka je průměrně 5,5 l krve. Toto množství dokáže srdce přečerpávat během jedné minuty. Za den přečerpá téměř 8 tisíc litrů krve a to bez provádění jakékoli namáhavé činnosti. Jelikož je funkce srdce spojena s elektrickými změnami (stejně jako u všech svalů), lze tyto změny změřit pomocí elektrod umístěných na kůži, ale i na stěně jícnu nebo přímo v srdci. Základní metodou měření v kardiografii je tzv. EKG (elektrokardiografie). Snímá elektrickou srdeční aktivitu v podobě elektrokardiogramu.



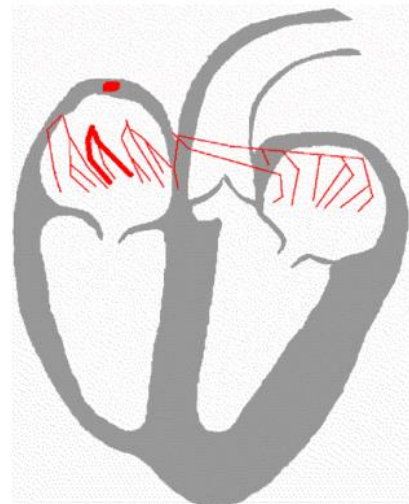
Obr. č. 21 Základní tvar fyziologického EKG [21]

Jednotlivé úseky základního tvaru fyziologického EKG odpovídají určité fázi elektrického srdečního cyklu. Délka jednoho srdečního cyklu je cca 0,75 s.

Vlna P: tato vlna je spojena s kontrakcemi síní. Skládá se ze sinoatriálního uzlu, který vytvoří vzruch v pravé síni. Vzruch se pak dále šíří do atrioventrikulárního uzlu, který vzruch ze síní pozdrží, aby se komory mohly naplnit krví. Akční potenciál myokardu normálně vzniká spontánní depolarizací a šíří se na svalovinu síní. První část zachycuje depolarizaci pravé síně, druhá část depolarizaci síně levé. Díky tenké stěně síní má výsledný vektor relativně malou amplitudu a směřuje doleva dolů. Délka trvání je do 0,12 s.

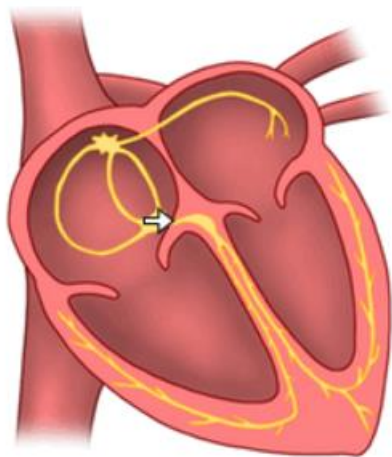


a)

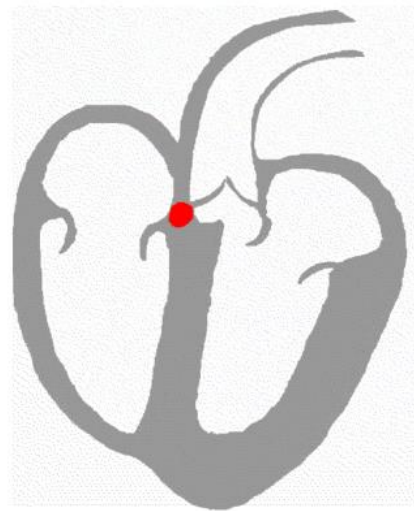


b)

Obr. č. 22a, obr. č. 22b Vznik vzruchu v sinoatriálním uzlu [22]



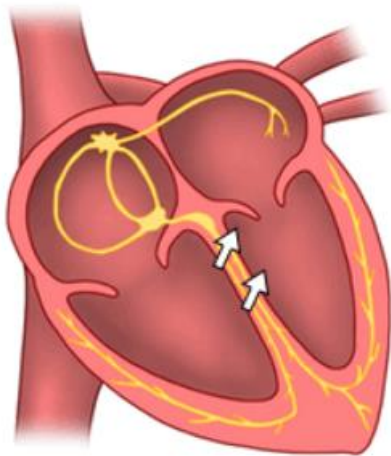
a)



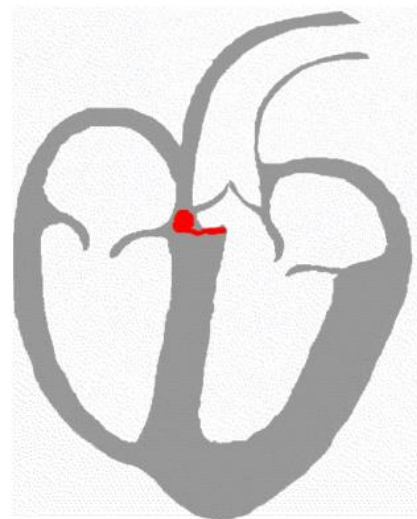
b)

Obr. č. 23 a,b Atrioventrikulární uzel [23]

Interval PQ: tento interval zobrazuje převod vzruchu ze síní na komory až k počátku depolarizace svaloviny komor. Hisův svazek, který prostupuje nevodivým srdečním septem, umožňuje přenos vzruchu na komory. Délka trvání je 0,12 – 0,2 s.



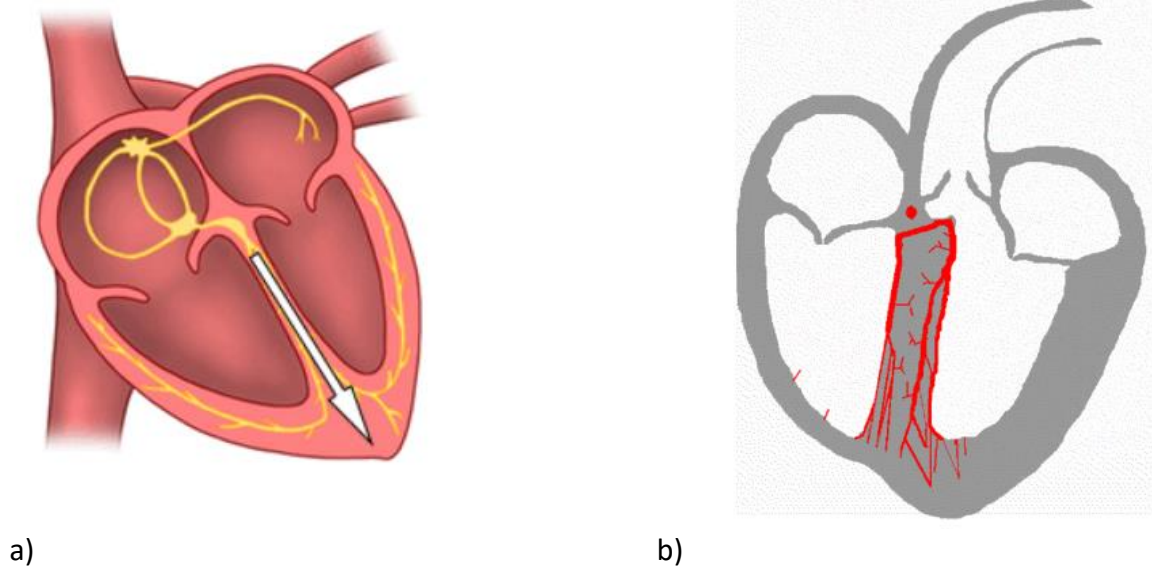
a)



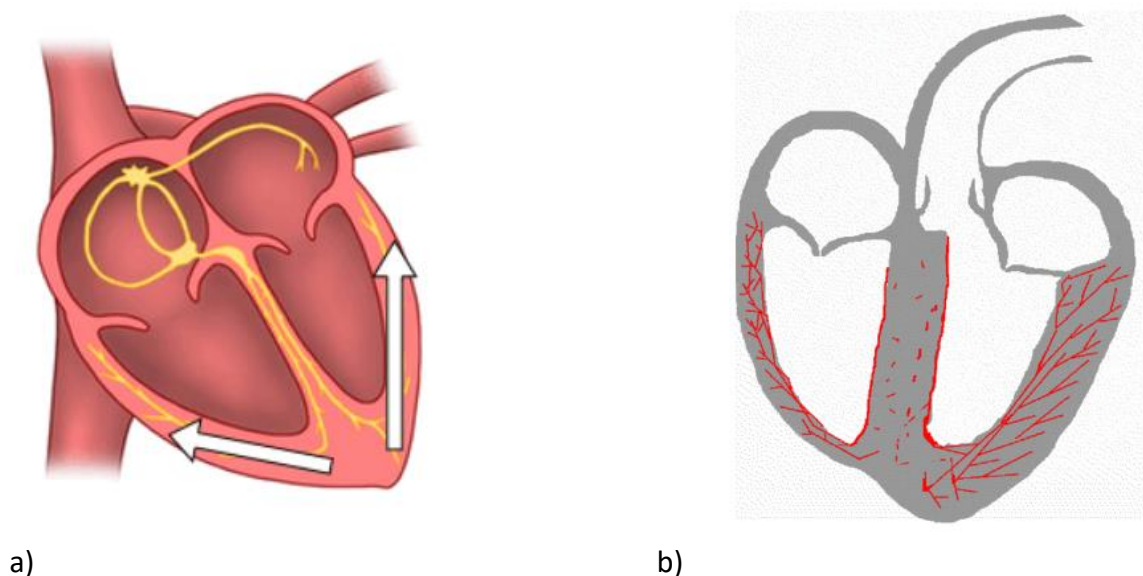
b)

Obr. č. 24 a,b Přenos vzruchu Hisovým svazkem [24]

Komplex QRS: pomocí Tawarových ramének a jejich konečných větví, tzv. Purkyňových vláken, se dokončí převod vzruchu a dochází k systole (stahu) komor. Následující depolarizace komor tvoří na EKG záznamu QRS komplex. Elektrické síly, které vznikají při depolarizaci komor, se zaznamenávají jako ostré, hrotnaté kmity. Kmit R je každý pozitivní kmit QRS komplexu. Kmit Q je negativní kmit předcházející kmitu R. Kmit S je negativní kmit následující za kmitem R. Délka komplexu je do 0,1 s.

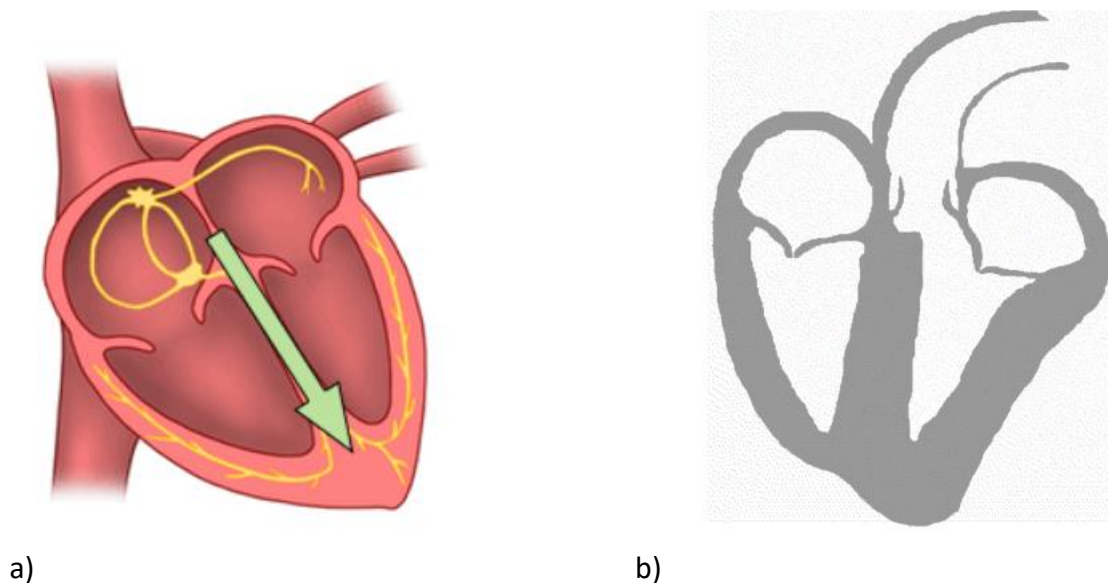


Obr. č. 25 a,b Průchod vzruchu Tawarovy raménky [25]



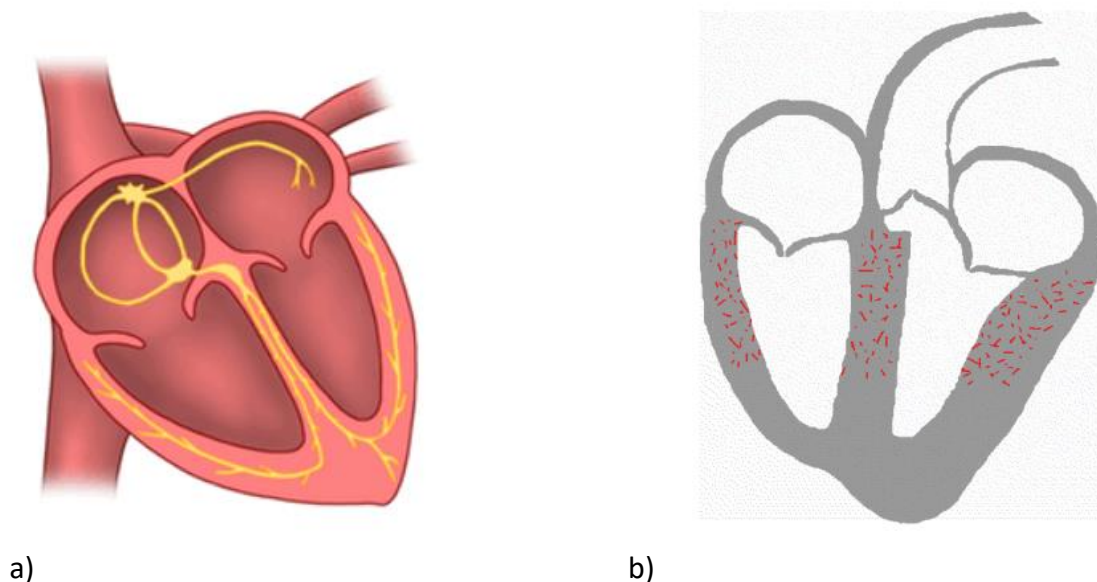
Obr. č. 26 a,b Přebod vzruchu Purkyňovými vlákny [26]

Úsek ST: po skončení depolarizace je elektrická srdeční aktivita chvíli nulová, kdy se žádné elektrické proudy myokardem nešíří. Délka trvání od konce S do konce T je 0,3 s.



Obr. č. 27 a,b ST úsek [27]

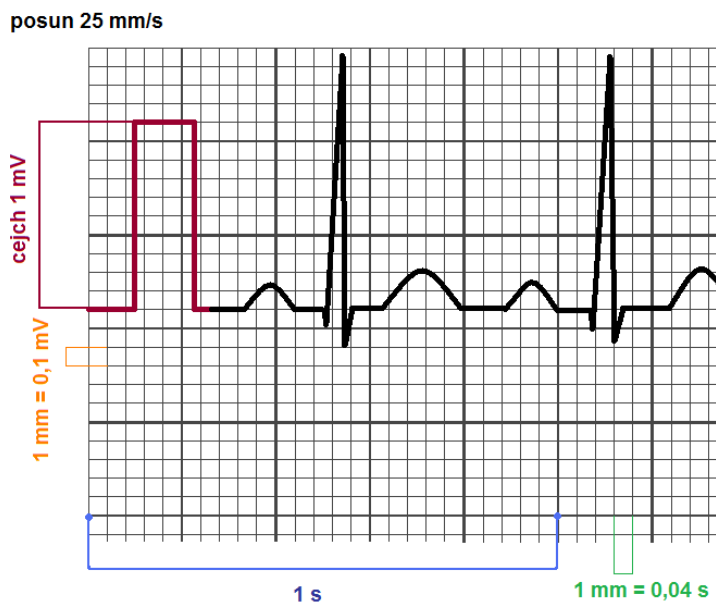
Vlna T: po úseku ST začíná komorová repolarizace. Výsledný vektor je stejný jako při depolarizaci, protože repolarizace je opačný děj.



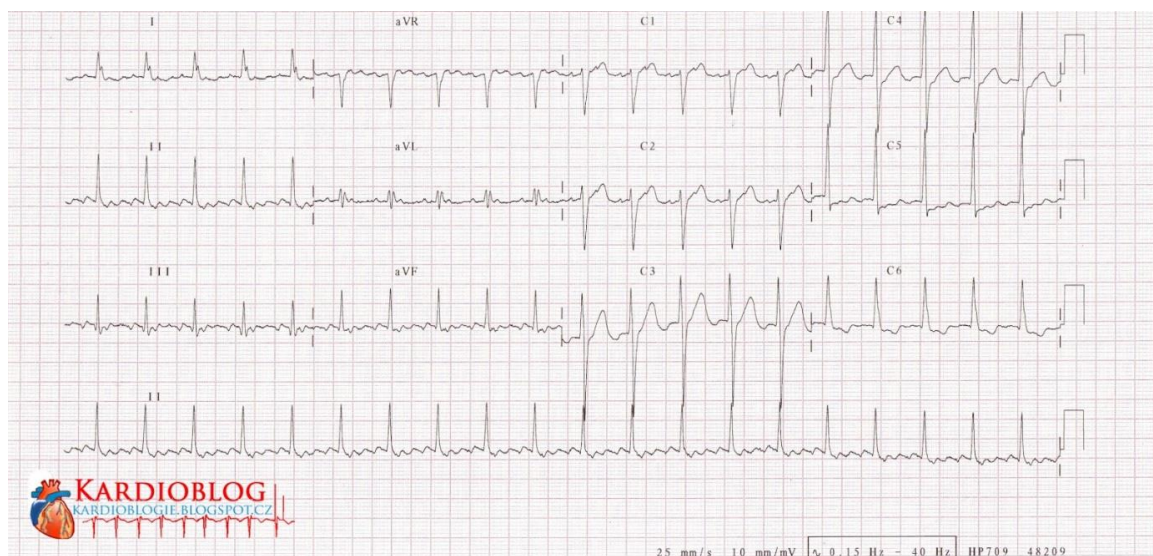
Obr. č. 28 a,b T vlna [28]

Vlna U: někdy lze na záznamu EKG zaznamenat vlnu U. Její původ není přesně znám, pravděpodobně jde o projev repolarizace papilárních svalů.

EKG se snímá na milimetrový papír. Pro správné přečtení hodnot musí být znám cejch (výchylka o velikosti 1 mV se obvykle rovná 1 cm) a rychlost posunu EKG papíru (např. 25 mm/s, 50mm /s). Při rychlosti 25 mm/s má jeden dílek na EKG papíru hodnotu 0,04 s. 5 malých dílků (jeden velký) má hodnotu 0,2 s.



Obr. č. 29 Jednoty a jejich vztah ke křivce EKG [29]



Obr. č. 30 Záznam 12ti svodového EKG [30]

Protože je elektrická aktivita srdce podmínkou mechanické, má EKG důležitou diagnostickou roli u řady srdečních chorob, přesto samotné vyšetření EKG nemá takovou výpovědní hodnotu a vždy je důležité posuzovat celkový klinický obraz [18][19][20].

6 Žáci a práce se senzory

6.1 Přípravná fáze

Součástí diplomové práce bylo seznámit žáky ve vybraných školách s měřícími senzory. Abych splnil záměr své diplomové práce, přispět k používání digitálních sensorů ve vyučování přírodních věd, rozhodl jsem se učitelům ukázat možnosti, jak je možné senzory využívat.

Mým záměrem bylo přímo ve škole vytvořit příležitost, aby kolegové poznali jednu z nejnovějších technologií pro výuku přírodních věd. Cílem bylo, aby si žáci tyto senzory prakticky vyzkoušeli. Jednou z částí je práce se senzorem, což je samotné měření. Po skončení měření následuje druhá část, a to práce s naměřenými hodnotami. To zde označuji jako práce s daty. Na základě naměřených hodnot můžeme provádět různá srovnávání těchto dat. V případě sensorů, které jsem používal já, to může být například srovnání v rozdílnosti mezi chlapci a děvčaty, mezi různými věkovými kategoriemi, je možné porovnat sportovce a nespportovce. Provede-li se několik měření v delším časovém rozpětí, můžeme pak srovnávat jednotlivý vývoj jedince. Například zda s věkem dochází k zvětšování objemu plic, nebo zda pravidelným cvičením dojde ke zvýšení síly a zesílení svalů. Jejich vyhodnocením získáváme zajímavé informace.

Předpokládal jsem, že během ukázkových hodin nasbírám podobná data, která budu moci využít v dalších pokusech pro žáky a analýzách. Nasbíraná data měla sloužit především učitelům jako inspirace do další výuky.

Před tím, než jsem mohl představit senzory na ukázkových hodinách pro větší skupiny žáků, jsem potřeboval nejdříve samotnou činnost vyzkoušet. Chtěl jsem znát časovou náročnost na předvedení sensorů a měření s jednotlivými senzory. Chtěl jsem být připraven, jak po stránce organizační, tak technického zabezpečení. Obrátil jsem se proto na žáky devátého ročníku naší školy, se kterými jsem chtěl senzory vyzkoušet. Vzhledem k časové dotaci, kterou jsem měl k dispozici na prezentaci sensorů, tj. jedna vyučovací hodina, jsem zjistil, že není v mých možnostech nasbírat dostatek dat, ze kterých bych mohl vytvořit objektivní závěr. Hodiny, ve kterých měření probíhalo, byly vyčleněny z hodin pro předmět fyziky a nebylo možné narušit další vyučování.

Představení sensorů mi zabralo asi čtvrt hodiny, organizačním pokynům jsem chtěl věnovat 5 minut a na samotné měření zbývalo přibližně 20 minut. Při rychlé práci je potřeba minimálně 3 – 5 minut na provedení jednoho měření. Z toho vychází, že jsem mohl naměřit 4 – 5 dat v jedné vyučovací hodině. Došlo mi, že nemám dostatečný počet žáků a potřebnou časovou dotaci, abych získal dostatek dat. Zbýlých 5 minut hodiny jsem se žáků dotazoval na předem připravené otázky

(viz část 6.), kterými jsem chtěl zjistit, zda je práce se senzory zaujala a byla pro ně něčím přínosná.

Od této chvíle se začal můj prvotní záměr vyhodnocování dat ze sensorů měnit. Pochopil jsem, že pro moji práci bude přínosnější popsat přístup a práci žáků se senzory a jejich objevování, než vyhodnocovat data, která si může každý učitel naměřit sám.

Při první hodině jsem žákům ukázal senzor spirometr. Stručně jsem senzor představil i s platformou Vernier. Žáci v této chvíli měli k dispozici pouze informace o internetových stránkách Vernier a dva notebooky s přístupem na internet. Neměl jsem k dispozici počítač pro každého žáka. Bylo třeba, aby žáci pracovali ve skupinách. Díky tomu jsem je přiměl vzájemně spolupracovat. Celkem se tohoto projektu účastnilo 13 žáků deváté třídy. Velmi rychle se zorientovali na webových stránkách společnosti Vernier a začali hledat potřebné informace vedoucí k zapojení senzoru k počítači a zahájili přípravy k měření. V sekci senzory vyhledali spirometr a po otevření se dostali až k videu. Video si několikrát přehráli, protože je k dispozici pouze v anglickém znění a s anglickými titulky. Později zjistili, že k videím jsou přidány i titulky s českým překladem. Žáci deváté třídy byli schopni na základě svých aktuálních jazykových dovedností angličtině porozumět a český překlad je pouze ujistil ve správnosti pochopení.

Osobně považuji demonstrační videa za velmi zdařilá. Obrazová část je totiž dobře zpracovaná a účelně provázaná s anglickým komentářem. Z videí žáci získali potřebné informace.

Tento krok vedl k tomu, aby žáci v první řadě připravili senzor k měření a za druhé provedli samotné měření. To obnášelo vzájemné propojení senzoru s rozhraním a zařízením, které bude data monitorovat. V našem případě to byly dva notebooky. Opět pracovali ve dvou skupinách v celkovém počtu 13 žáků.

Při propojování zjistili, že budou k měření potřebovat softwarové vybavení. Ze sekce ke stažení nainstalovali program Logger Pro, který byl k vyzkoušení na třicet dní zdarma. V tuto chvíli měli software a tedy kompletní informace k zapojení a přípravě senzoru k měření i k samotnému měření. K dispozici jsme měli dva senzory, jeden spirometr a jeden siloměr. Ve zbylém čase do konce hodiny provedli několik zkušebních měření.

Postup práce žáků u dalších sensorů, jako jsou měřič srdečního tepu, pás pro monitorování dýchání a senzorem síly stisku ruky, byl totožný jako u prvního senzoru spirometr.

Když se žáci seznámili s veškerými vybranými senzory a zvládli jejich základní obsluhu, rozdělili se do čtyř skupin. Každá skupina si pak dále rozvíjela a osvojovala znalosti a návyky již s jedním ze sensorů, který si vybrali. Překvapilo mě, že při samotném rozdělování sensorů jednotlivým skupinám nedošlo k neshodám, kdo s jakým senzorem bude dále pracovat. Každá ze skupin měla

svůj oblíbený senzor a k rozhodování prakticky nedošlo. Ve skupinkách dále pokračovali v provádění zkušebních měření a zároveň si tak prohlubovali jak teoretické znalosti, tak praktickou činnost se senzorem. Měření prováděli sami na sobě. Společně ve skupině se učili naměřená data číst a také vyhodnocovat. Získávali znalosti o hodnotách, které se zobrazily například jako křivka v grafech. Když se nějaká skupina seznámila s novou funkcí programu, seznámila s tím i ostatní skupiny. Tak docházelo k vzájemné spolupráci nejen mezi žáky, ale i navzájem mezi skupinami. V této fázi jsem jako učitel pouze přihlížel a občas prodiskutoval nějaký dotaz od žáků. Ve svých vyjádřeních jsem se snažil žákům nedat jasnou odpověď, ale nabídnout jim možnosti, pro které se mohou rozhodnout. Jejich zápal jsem ještě více umocnil tím, když jsem jejich práci přirovnal k činnosti, která se podobá výzkumu odborníků ve vědeckých laboratořích. Vše probíhalo v rámci výuky fyziky. Celá přípravná část trvala dva měsíce. Časová dotace pro výuku fyziky devátého ročníku jsou dvě hodiny týdně. Seznámení s daným senzorem a získání základních znalostí práce s ním zabralo dvě až tři vyučovací hodiny, kde žáci pracovali zcela samostatně bez výrazného vedení učitele. Následných šest vyučovacích hodin jsem ponechal na prohlubování a osvojování dovedností při práci se senzory. Žáci poté sami zvládli posoudit, zda jsou dostatečně připraveni. Napoprvé si žáci mohli své znalosti z přípravných hodin vyzkoušet při ukázkách měření ve třídách naší školy. Jednalo se o žáky šesté, sedmé a osmé třídy. Bez nervozity ukázali ostatním spolužákům, jak je možné pracovat se senzory v hodinách, a ujistili sami sebe, že umí se senzory Vernier pracovat. Nyní jsme měli připravené měřící aktivity pro žáky z ostatních základních škol. Další žákovská měření jsem domluvil v největší škole okresního města Písek, dále pak ve škole zaměřené pro sportovce a v neposlední řadě pak ve škole Waldorfské.

6.2 Fáze měření senzorů ve školách

Každé měření probíhalo jednu vyučovací hodinu pro jednu třídu. Měření jsme uskutečnili v sedmých, osmých a devátých třídách vybraných píseckých škol. Na začátku ukázkové hodiny jsem krátce představil jednotlivé senzory, jejich smysl a význam. Žáci, kteří se mnou prezentaci připravili, si přichystali ve čtyřech rozích učebny stanoviště se senzory. Každá skupina složená ze tří žáků předváděla svůj vybraný senzor. Rozdělení činností bylo následovné. Jeden ovládal software a zbylí dva se starali o správné provádění měření a uchycení senzoru. Žáci obcházeli tato měřící místa a mohli si sami na sobě vyzkoušet, co senzory měří a jaká data jim dokáží poskytnout.

Graf a křivky, které vznikaly při měřeních, pak prezentující žáci z deváté třídy dokázali ostatním popsat a vysvětlit průběh celého měření. Smyslem celé práce bylo, aby si žáci vyzkoušeli základní měření se systémem Vernier a tím ho zároveň uvést v širší povědomí. Vyučující v daných třídách

mohli díky ukázkám lépe tento systém poznat a nechat se inspirovat pro možné formy výuky přírodních věd. Taková výuka se tak může stát nejen zajímavou, ale i zábavnou.

6.3 Reflexe

Žáci, kteří se na měřeních podíleli, odváděli přesnou práci a na dobrém výsledku jim záleželo. Pozoroval jsem na nich velké zaujetí a chuť odvést práci co nejlépe. Vysvětluji si to tak, že jim ukázkové hodiny pro jiné žáky dávaly pocit smysluplnosti a celá akce je bavila, ačkoliv se pokaždé opakovala ve stejných krocích.

Reakce dětí v navštívených třídách byly rozmanité. Někteří od začátku projevovali o senzory značný zájem. Podstatná část třídy byla váhavá a potřebovala delší dobu na osmělení. Našli se však i takoví, které tato nabídka nezaujala.

Ve škole, která má nejvíce žáků v našem městě, již vybavení od Vernieru mají. Pro jejich žáky to tak bylo rozšíření o další senzory a práci s nimi. Přístup žáků byl zpočátku váhavý. Patrně byli zaskočeni větší skupinou lidí, kteří se chystali jim něco ukázat, a oni sami netušili, co je čeká. Nakonec se však osmělili a vrhli se do měření a zkoušení senzorů.

Nejvíce si senzorů a zajímavé ukázkové hodiny užívali žáci Waldorfské školy. I když jejich způsob výuky je založen na prožitcích, vůbec se nebránili novým poznatkům a moderním přístrojům. Jen co se se senzory blíže sžili, sami vymýšleli různé způsoby pokusů. Například měření tepové frekvence obohatili o běhání po schodech a sledovali, jak výrazná bude změna v počtu tepů. Přátelské soutěžení vzniklo i u spirometru. Zde se snažili o co největší nádech a výdech. Ukázková hodina se dokonce protáhla kvůli zaujetí žáků. Průběh měření a atmosféra při práci byla velmi příjemná.

Bohužel neseťkával jsem se jenom s kladným přístupem. Ukázkovou hodinu měření jsem také domlouval i na škole se sportovním zaměřením. S panem ředitelem jsem se domluvil zhruba měsíc před termínem konání. Vedení školy považovalo naměřené hodnoty ze senzorů za osobní informace a rozhodlo se požádat o souhlas rodiče. V jiných školách jsem se s tímto rozhodnutím neseťkal.

Po splnění podmínek souhlasu rodičů s ukázkou senzorů Vernier jsem detaily organizování prezentace dále domlouval se zástupkyní školy. Ta ukázkou měření nakonec odmítla. Z důvodů, které mi byly uvedeny, jsem považoval jeden za vhodný. Týkal se hygieny náustků u spirometru. Zástupkyně navrhovala užití jednorázových náustků. Program Vernier bohužel toto příslušenství nenabízí. Lze dokoupit sadu obsahující sto kusů náustků a antibakteriální filtry do spirometru. Jsou ale finančně náročné.

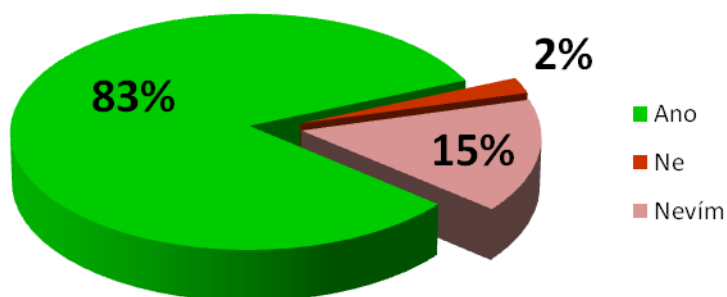
Praktická část

7 Vyhodnocení hodin ukázkového měření se systémem Vernier pohledem žáků.

Na konci hodin ukázkového měření se žáci vyjádřili ke čtyřem otázkám týkající se systému Vernier. Na otázky odpovídalo celkem 186 žáků.

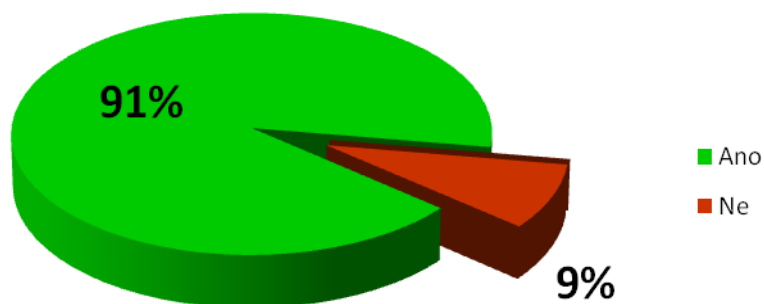
1. Bylo pro tebe měření se senzory zajímavé?

Odpovědi žáků	Ano	Ne	Nevím
	154	4	28



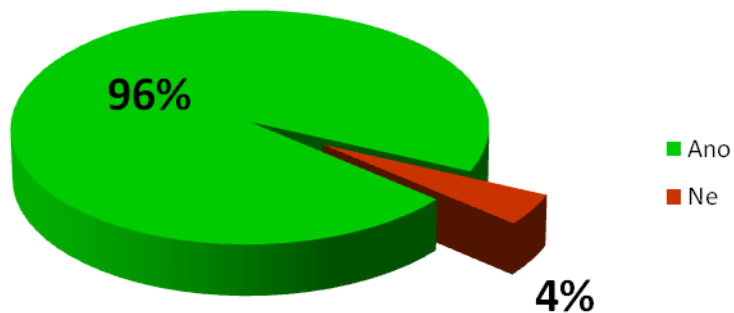
2. Bylo pro tebe měření se senzory zábavné?

Odpovědi žáků	Ano	Ne	Nevím
	170	16	0



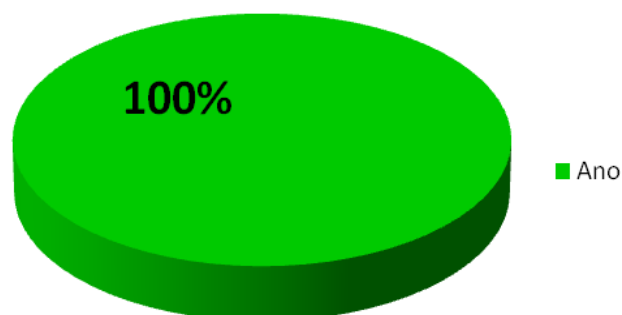
3. Dozvěděl (a) jsi se díky práci se senzory něco nového o svém těle?

Odpovědi žáků	Ano	Ne	Nevím
	178	8	0



4. Chtěl (a) by si více pracovat při výuce s takovými pomůckami?

Odpovědi žáků	Ano	Ne	Nevím
	186	0	0



Odpovědi žáků jasně dokazují, že práce s jednotlivými senzory pro ně byla nejen zajímavá, ale především zábavná. Díky praktickým měřením získali nové informace o svém těle a jeho fungování. Jednoznačně nejpozitivnější odpověď ze strany respondentů se objevila u otázky využívání digitálních pomůcek ve výuce, při níž 100% dotázaných žáků odpovědělo kladně.

8 Vyhodnocení dat naměřených během ukázek měření se systémem Vernier

8.1 Spirometr

Měření spirometrem popisuje běžné dýchání a objem plic u dívek a chlapců. Získané hodnoty z ukázkových měření jsou uvedeny v tabulkách a grafech, které jsou sestavené podle věku a pohlaví.

Legenda

- nejvyšší hodnota měření v kategorii
- nejmenší hodnota měření v kategorii
- průměr

Hodnoty v tabulkách jsou uvedené v jednotkách litr (l)

Tabulka 8.1.1 Chlapec 12 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	∅
běžné dýchání	0,95	1,01	0,87	1,16	1,51	1,66	1,23	1,17	1,09	1,18
objem plic	2,02	2,70	2,83	3,08	2,82	3,85	2,76	3,07	2,63	2,86

Tabulka 8.1.2 Dívka 12 let

měření	1	2	3	4	5	6	∅
běžné dýchání	0,61	0,65	0,95	0,83	0,84	0,80	0,78
objem plic	2,78	2,14	3,03	3,13	2,54	2,10	2,62

Tabulka 8.1.3 Chlapec 13 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∅
běžné dýchání	0,96	0,98	1,72	1,01	0,76	1,13	0,88	1,35	1,04	1,19	1,10
objem plic	3,39	2,39	3,80	3,89	3,02	2,00	2,13	3,29	2,57	2,88	2,94

Tabulka 8.1.4 Dívka 13 let

měření	1	2	3	4	5	6	∅
běžné dýchání	1,45	0,96	1,75	0,7	1,28	1,09	1,21
objem plic	2,42	1,77	3,14	3,16	2,86	2,49	2,64

Tabulka 8.1.5 Chlapec 14 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	∅
běžné dýchání	1,68	2,12	1,47	1,40	1,3	2,19	1,76	1,36	1,41	1,63
objem plic	4,03	4,22	5,04	3,60	3,40	6,49	3,54	3,58	3,72	4,18

Tabulka 8.1.6 Dívka 14 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	∅
běžné dýchání	1,30	1,00	1,10	1,20	1,12	1,03	1,17	1,13
objem plic	3,20	2,63	2,40	2,50	2,51	2,49	2,83	2,65

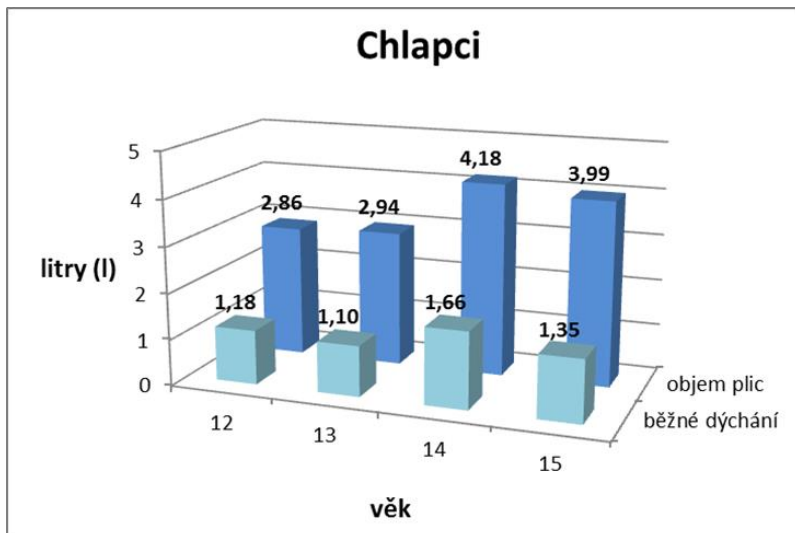
Tabulka 8.1.7 Chlapec 15 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	∅
běžné dýchání	1,15	1,31	1,55	1,83	1,30	1,22	1,70	1,07	1,02	1,35
objem plic	2,98	4,02	4,18	5,79	3,76	3,57	4,61	3,29	3,74	3,99

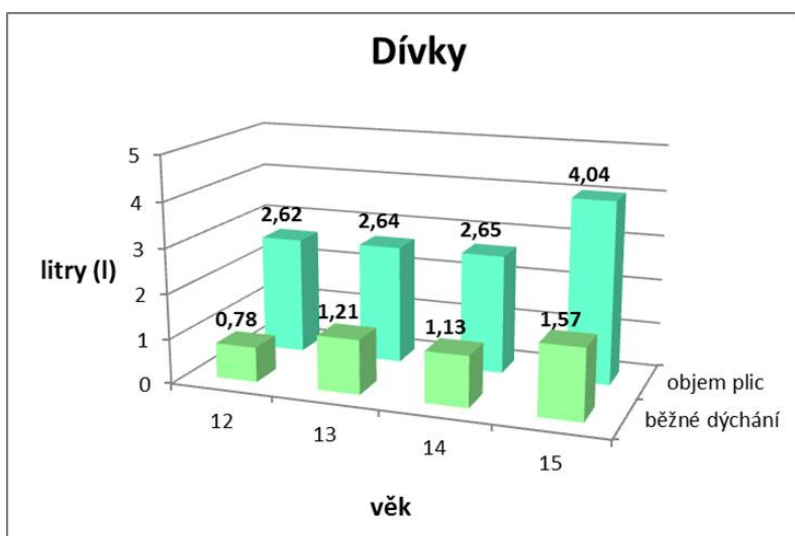
Tabulka 8.1.8 Dívka 15 let

měření	1	2	3	4	5	∅
běžné dýchání	1,55	1,66	1,28	1,90	1,45	1,57
objem plic	4,80	4,50	3,43	3,73	3,74	4,04

Graf 8.1.1



Graf 8.1.2



Měření ukázalo, že objem plic roste úměrně s věkem. Hlavní roli při měření však hraje fyziologická stránka jednotlivců. Výsledky měření tedy souvisejí s vývojem organismu v daném věku a odvíjejí se od konstituce jedince.

8.2 Siloměr

Měření siloměrem byla zjišťována síla stisku na obou rukách. Hodnoty byly naměřeny při ukázkových měřeních a jsou uvedeny v tabulkách. Ty jsou rozděleny do věkových kategorií.

Legenda

- větší hodnota v jednom měření
- nejvyšší hodnota měření v kategorii
- nejmenší hodnota měření v kategorii
- průměr

Hodnoty v tabulkách jsou uvedené v jednotkách newton (N)

Tabulka 8.2.1 Chlapec 11 let

měření	1	2	3	∅
Pravá ruka	168,9	119	154,2	147,4
Levá ruka	174,8	136,6	160,3	157,2
Rozdíl	5,9	17,6	6,1	9,9

Tabulka 8.2.1 Chlapec 12 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	∅
Pravá ruka	252,8	306,8	134,2	235,7	167,8	189,9	223,8	248,7	179,5	174,7	287,2	249,3	254,1	223,4
Levá ruka	208,2	278,2	129,8	267,3	144,5	164,7	255,6	199,3	218,6	164,2	256,1	203,4	204,7	207,3
Rozdíl	44,6	28,6	4,4	31,6	23,3	25,2	31,8	49,4	39,1	10,5	31,1	45,9	49,4	31,9

Tabulka 8.2.3 Dívka 12 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	∅
Pravá ruka	104,5	185,8	116	193,9	167,6	152,6	148	161,9	212,8	124,3	187,2	168,5	160,3
Levá ruka	79,7	155,9	104,5	211,7	199	112,4	145,4	158,3	155,5	115,5	161,8	162,9	146,9
Rozdíl	24,8	29,9	11,5	17,8	31,4	40,2	2,6	3,6	57,3	8,8	25,4	5,6	21,6

Tabulka 8.2.4 Chlapec 13 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	∅
Pravá ruka	186,7	180,7	340,1	168,2	148,7	325,7	288,3	223,8	324,1	252,2	231,8	242,8
Levá ruka	184,9	211,2	315,2	142,3	190,8	355,3	234,5	228,8	250,1	226,3	270,9	237,3
Rozdíl	1,8	30,5	24,9	25,9	42,1	29,6	53,8	5,0	74	25,9	39,1	32,1

Tabulka 8.2.5 Dívka 13 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∅
Pravá ruka	144,9	189,7	177,4	185,6	154,4	208,0	165,9	191,2	168,8	181,3	176,7
Levá ruka	134,4	166,2	148,9	141,4	119,2	189,7	173,5	159,8	147,1	150,1	153,0
Rozdíl	10,5	23,5	28,5	44,2	35,2	18,3	7,6	31,4	21,7	31,2	25,2

Tabulka 8.2.6 Chlapec 14 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	∅
Pravá ruka	257,2	269,5	249,3	147,8	462,0	454,4	174,2	242,0	288,5	254,9	302,2	282,0
Levá ruka	252,1	307,7	247,9	262,9	422,3	367,2	176,8	120,6	354,6	241,2	205,7	269,0
Rozdíl	5,1	38,2	1,4	115,1	39,7	87,2	2,6	121,4	66,1	13,7	96,5	53,4

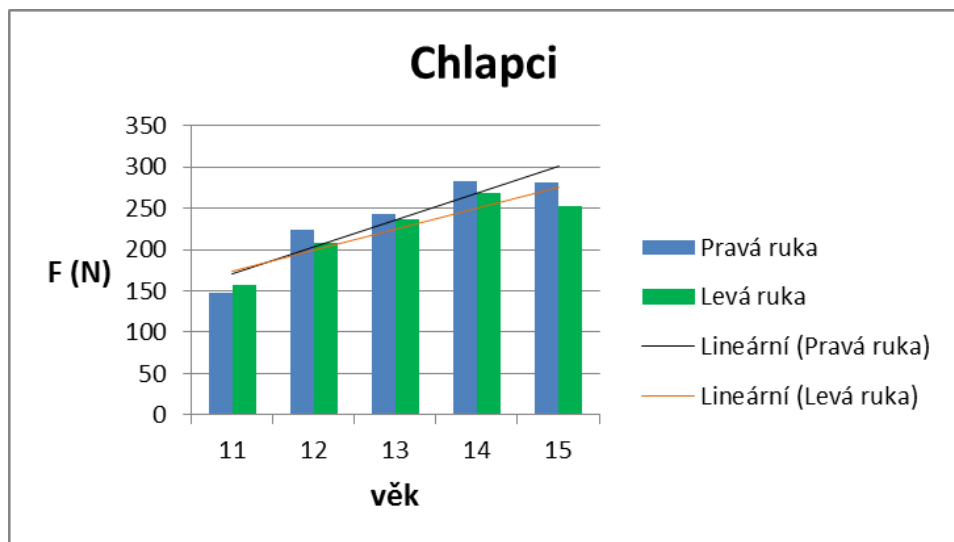
Tabulka 8.2.7 Dívka 14 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	∅
Pravá ruka	197,4	161,4	170,2	176,3	193,8	185,5	165,2	178,5
Levá ruka	161,6	140,5	171,1	154,8	170,1	166,1	158,7	160,4
Rozdíl	35,8	20,9	0,9	21,5	23,7	19,4	6,5	18,4

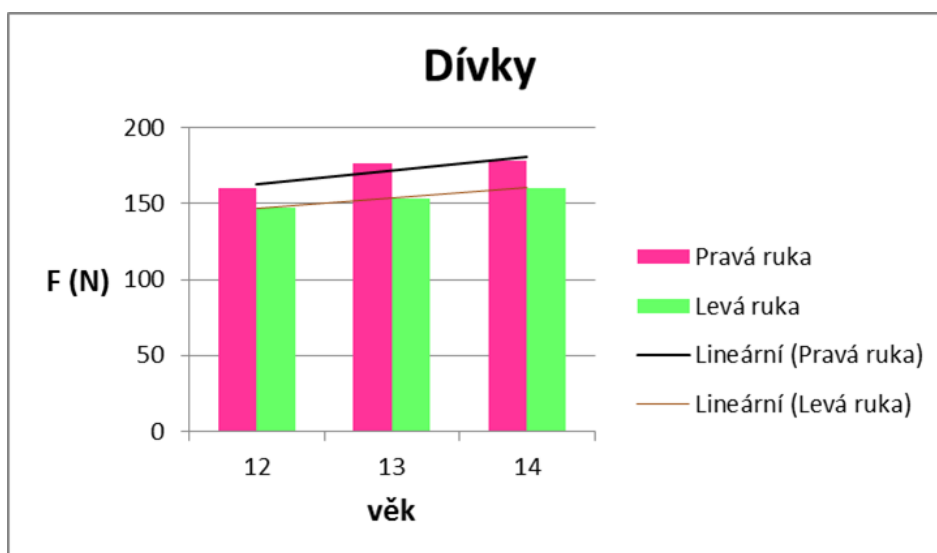
Tabulka 8.2.8 Chlapec 15 let

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	∅
Pravá ruka	264,8	213,2	255,4	347,6	321,7	252,7	288,5	311,0	281,9
Levá ruka	222,9	140,8	284,8	302	275,8	263,6	252,9	279,2	252,8
Rozdíl	41,9	72,4	29,4	45,6	45,9	10,9	35,6	31,8	39,2

Graf 8.2.1



Graf 8.2.2



Vyhodnocení provedených měření ukazuje, že ve většině případů byla jak u chlapců, tak u dívek silnější pravá ruka, což byl očekávaný jev, přestože se při měření nezaznamenávalo, zda se jedná o praváka či leváka. Měření probíhalo pouze na orientačním vzorku žáků a ukázalo, že s věkem se fyzická síla zvětšuje. Čím starší žák, tím větší sílu stisku mohl provést. Roli v měření síly stisku hrál také fyziologický vývoj dítěte – jeho fyzická konstituce, ale také fakt, zda se jedná o dítě sportující či nikoliv.

9 Komparace přístrojů

9.1 EKG porovnání pohledem kardiologa

Každý z předkládaných přístrojů primárně slouží k jinému účelu, i když zobrazují křivku elektrofyziologické činnosti srdce.

1. 12ti svodové EKG Medset Medizintechnik GmbH

Tento přístroj slouží k záznamu 12ti svodového EKG. Výsledné křivky dávají podrobné informace o elektrické činnosti srdce. Z výsledných křivek lze vyčíst mnoho údajů, ať už základní veličiny: srdeční frekvence, rytmus, převodní intervaly, známky ischemie, ale i veličiny, které můžeme odečíst, jen pokud máme srdeční činnost snímanou ve více rovinách a úhlech: srdeční osa, místo ischemie, místo vzniku náhradního rytmu. To znamená, že 12ti svodové EKG nám dává prostorovou představu o činnosti srdce. K bezpečnému popisu tohoto EKG je zapotřebí lékařské vzdělání a určitá praxe.

2. EKG přístroj z vozu RZS

Tento přístroj slouží k záznamu EKG z končetinových bipolárních svodů I-III. Tento přístroj se používá v terénu k rychlému „natočení“ EKG záznamu, který je dostatečný k odhalení nejzávažnějších patologií, jako je akutní koronární syndrom. Z výsledného záznamu lze vyčíst základní veličiny jako je: srdeční frekvence, srdeční rytmus, převodní intervaly a známky ischemie, toto je dostačující k rozhodnutí o dalším směřování akutní péče o pacienta.

3. Monitor životních funkcí na oddělení ARO Nemocnice Písek a.s.

Přístroj, který slouží k monitoraci životních funkcí pacienta, který je akutně v ohrožení života. Tento přístroj dokáže monitorovat i ostatní životní funkce: neinvazivní či invazivní měření krevního tlaku, množství kyslíku v krvi, dechovou frekvenci. Když se zaměříme na snímání EKG, k přístroji jsou připojeny bipolární končetinové svody, v menu lze vybrat, který ze svodů I-III bude zobrazován na monitoru. Tento přístroj zobrazuje tedy pouze omezené informace elektrofyziologické činnosti srdce: srdeční frekvence, srdeční rytmus, převodní intervaly, ale tyto jsou dostatečné k bezpečné monitoraci pacienta na ARO.

4. Senzor EKG Vernier

Tento senzor primárně slouží k výuce žáků základních škol. Má dát žákům základní informace o tom, že existuje elektrická činnost srdce. Ta se dá poměrně jednoduše snímat z povrchu lidského těla a je zobrazena křivkou, která má uniformní vzhled, několik částí a konkrétní vlastnosti. Má dvě snímací elektrody, takže je k dispozici bipolární svod. Podle umístění elektrod můžeme EKG snímat jako svod I, II nebo III. Při jednom měření mají žáci k dispozici pouze jednu EKG křivku. Pro potřeby základní školy je to jistě zcela dostačující, navíc při jiném zapojení než na pravém a levém zápěstí lze žákům demonstrovat, že se tvar křivky EKG mění, ale základní vlastnosti zůstávají stejné. Zobrazená křivka je srovnatelná s křivkami z ostatních přístrojů, odečet vlastností je obtížnější pro absenci mřížky milimetrového papíru, na který se standardně tiskne každé EKG pro lékařské účely.

Sledované vlastnosti EKG křivek:

Klidový stav	Dospělý muž		Dítě	
Přístroj	12 ti svodové EKG	Vernier	12 ti svodové EKG	Vernier
Vlna P	ano	ano	ano	ano
Komplex QRS	ano	ano	ano	ano
Vlna T	ano	ano	ano	ano
Srdeční frekvence	78/min	78/min	75/min	75/min
Srdeční rytmus	sinusový	sinusový	sinusový	sinusový

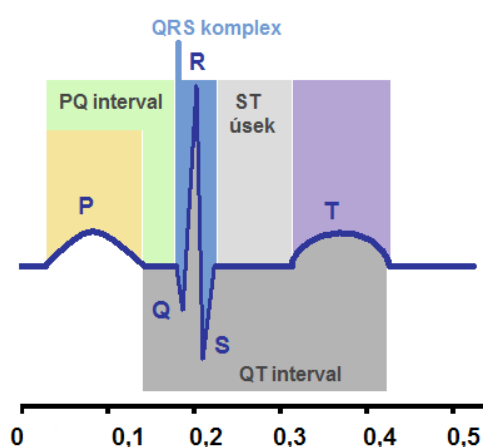
Tabulka 9.1 Srdeční činnost snímaná 12ti svodovým EKG a přístrojem Vernier [21]

9.2 Parametry k porovnání lékařského přístroje a senzoru Vernier

Posuzování a porovnávání jednotlivých záznamů z obou přístrojů bylo provedeno na základě zvolených parametrů. Standardní dvanácti-svodové EKG se popisuje podle takzvaného EKG desatera. Systematicky se proměřují jednotlivé parametry EKG záznamu. Z takto získaných hodnot lze určit poměrně přesnou diagnózu. Pomáhají zjistit, zda se jedná o patologii elektrické aktivity srdce či o fyziologický nález. Na základě těchto parametrů byla provedena komparace lékařského přístroje se senzorem EKG Vernier. Jelikož bylo u lékařských přístrojů měřeno pouze 3 svodové EKG a senzor EKG Vernier měří svod číslo jedna, nelze posoudit a vyhodnotit všechny body tohoto EKG desatera.

EKG desatero pro dvanácti-svod

1. srdeční akce
2. srdeční rytmus
3. srdeční frekvence
4. P vlna
5. PQ interval
6. QRS komplex
7. ST úsek
8. T vlna
9. QT interval
10. elektrická osa srdeční (EOS)



Obr. č. 31 Standardní křivka EKG [31]

1. Srdeční akce

V prvním bodu zkoumáme pravidelnost srdeční akce. Měříme vzdálenosti mezi zvoleným bodem komorového komplexu (nejčastěji kmit R) v každém cyklu v celém EKG. Z naměřených hodnot vypočítáme průměr a znovu změříme stejné vzdálenosti. Pokud je rozdíl mezi vzdálenostmi R-R a průměrem menší než 0,16s, označíme akci jako pravidelnou = v normě. Není-li tomu tak, označíme akci za nepravidelnou = patologie.

2. Srdeční rytmus

V druhém bodu se zjišťuje, kde vzniká v srdci akční potenciál, který vede k depolarizaci komor. Sleduje se přítomnost vlny P a její vztah ke komorovému QRS komplexu. Fyziologicky vzniká vzruch

v sinusovém uzlu (SA). Na EKG záznamu se projeví vlna P, která je v pravidelné frekvenci následována QRS komplexem. Jde o sinusový rytmus.

Pokud rytmus vzniká mimo SA uzel (svalovina síní, AV uzel, svalovina komor), jde vždy o patologii a jedná se o nesinusový rytmus.

3. Srdeční frekvence

„Jedním z důležitých znaků výkonu srdce je frekvence stahů komor. Spolu s tepovým objemem určuje minutový srdeční výdej. Fyziologické hodnoty tepové frekvence se v klidu pohybují od 55 do 90 stahů za minutu. Zpomalení nebo zrychlení přes normální hodnoty jsou vždy patologické (v klidu!). Jedná se o poruchu srdečního rytmu, ať už vzruch vychází odkudkoli.

- pomalejší frekvenci (< 55 tepů/min) označíme jako bradykardii → bradyarytmie
- rychlejší (> 90 tepů/min) označíme jako tachykardii → tachyarytmie“ [22]

4. P vlna

Fyziologicky P vlna předchází každému komplexu QRS, od kterého je oddělena PQ intervalem. Frekvence výskytu P vlny je shodná s frekvencí stahů komor. Popisuje se jako přítomnost jedné P vlny, která předchází každému QRS komplexu s určitou frekvencí za minutu. Hodnotí se pozitivita a negativita, amplituda a dobu trvání P vlny u všech bipolárních končetinových svodů (I., II. a III.)

Typické patologie P vlny

a) Pozitivita a negativita

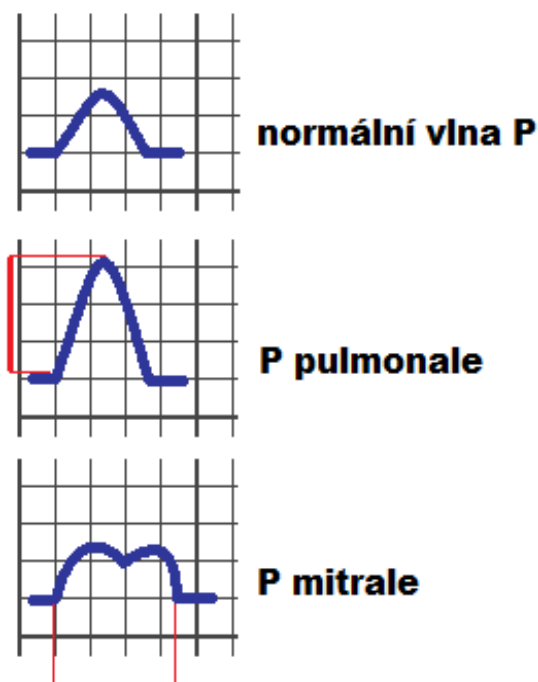
Fyziologicky je P vlna pozitivní v I. a II. svodu. Ve III. svodu je pozitivní či negativní. Negativní P vlna v I. nebo II. svodu je patologická.

b) Amplituda

Při normálním nálezu nepřesahuje amplituda P vlny 0,25 mV. Vyšší hodnoty poukazují na hypertrofii a jsou popisovány jako P pulmonale.

c) Doba trvání

Délka P vlny nepřesahuje 0,11s. Prodloužení poukazuje na dilataci síní a P vlna je pak nazývána P mitrale.



Obr. č. 32 Patologie P vlny [32]

5. PQ interval

PQ interval se měří od začátku P vlny do začátku komorového komplexu. Fyziologické hodnoty se pohybují mezi 0,12–0,20s. Tato část odpovídá systole síní a zdržení vzruchu v AV uzlu.

Patologie PQ intervalu je jeho zkrácení, kdy vzruch obchází AV uzel paralelními spoji, nebo prodloužení. Při prodloužení se interval objevuje u bloků AV uzlu.

6. QRS komplex

QRS komplex udává stah komorové svaloviny srdce.

Na QRS komplexu hodnotíme celkem tři věci:

- dobu trvání,
- přítomnost a trvání Q kmitu,
- Sokolowovy indexy.

Fyziologicky QRS komplex trvá do 0,11s.

7. ST úsek

Po depolarizaci komorové svaloviny (QRS komplex) následuje fáze plateau. V myokardu fyziologicky nedochází k žádným elektrickým změnám. Proto je normálně úsek mezi QRS komplexem a vlnou T v isoelektrické rovině. Její hladinu zjistíme z úseku mezi vlnou P a počátkem QRS komplexu.

8. T vlna

Reprezentuje na EKG záznamu repolarizaci komorového myokardu.

Fyziologicky je konkordantní (stejná polarita jako největší kmit QRS komplexu).

9. QT interval

Měří se vzdálenost od začátku komorového QRS komplexu po konec vlny T. Celková délka odpovídá trvání depolarizace a repolarizace komorové svaloviny. Normální hodnoty jsou od 0,25s do 0,50s. Jiné hodnoty svědčí nejčastěji pro chybu v provedení vyšetření nebo hodnocení EKG.

10. Elektrická osa srdeční (EOS)

Elektrická osa je přímka, která u zdravého srdce vychází z horní části srdce a směřuje k jeho hrotu.

Lze tedy podle ní přibližně určovat polohu srdce v mediastinu (střední část hrudníku).

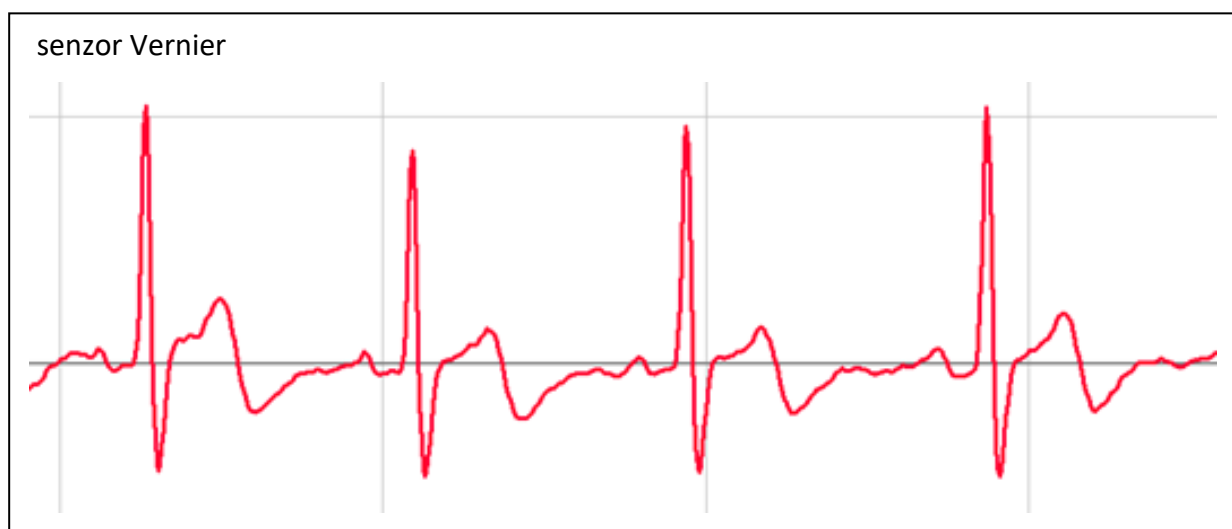
Fyziologicky se úhel EOS pohybuje mezi hodnotami -30° až $+110^\circ$ [22].

9.3 Porovnání křivek - sanitka rychlé záchranné pomoci

9.3.1 klidový stav - dospělá osoba



LIFEPAK 15	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
62	3. srdeční frekvence	64
0,08 s	4. P vlna	0,10 s
0,18 s	5. PQ interval	0,16 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,08 s
0	7. ST úsek	0
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,40 s
-	10. elektrická osa srdeční	-



9.3.2 mírná zátěž (30 dřepů) - dospělá osoba

lékařský přístroj



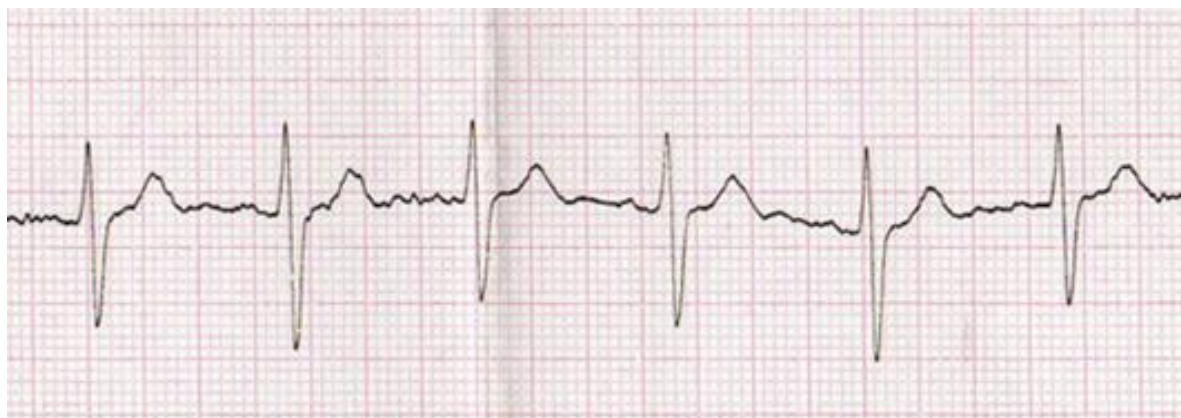
LIFEPAK 15	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
83	3. srdeční frekvence	85
0,08 s	4. P vlna	0,08 s
0,10 s	5. PQ interval	0,10 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,08 s
0	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,34 s	9. QT interval	0,38 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.3.3 zvětšená zátěž (50dřepů) - dospělá osoba

lékařský přístroj



LIFEPAK 15	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
85	3. srdeční frekvence	82
0,08 s	4. P vlna	0,08 s
0,10 s	5. PQ interval	0,10 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,08 s
0	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,38 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.3.4 klidový stav - dítě

lékařský přístroj



LIFEPAK 15	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
58	3. srdeční frekvence	60
0,08 s	4. P vlna	0,06 s
0,14 s	5. PQ interval	0,16 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,38 s	9. QT interval	0,44 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.3.5 mírná zátěž (30 dřepů) - dítě

lékařský přístroj



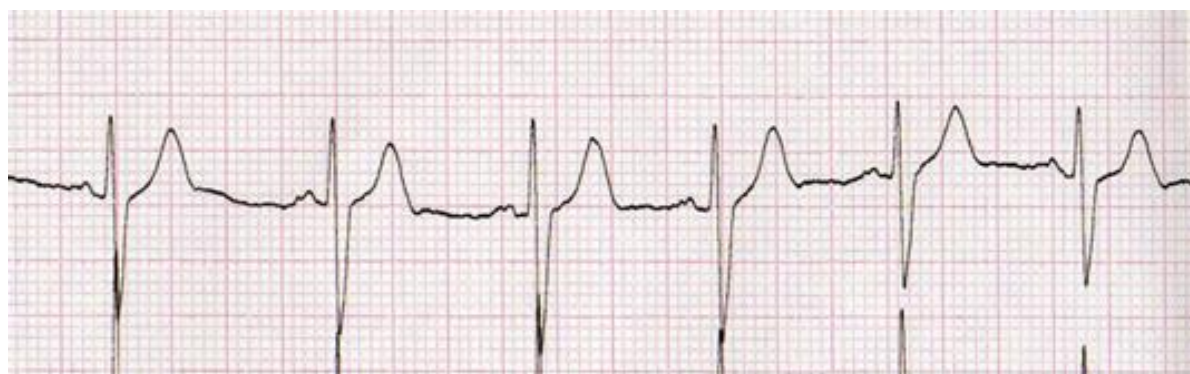
LIFEPAK 15	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
60	3. srdeční frekvence	60
0,10 s	4. P vlna	0,10 s
0,14 s	5. PQ interval	0,14 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
0/+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.3.6 zvětšená zátěž (50dřepů) - dítě

lékařský přístroj



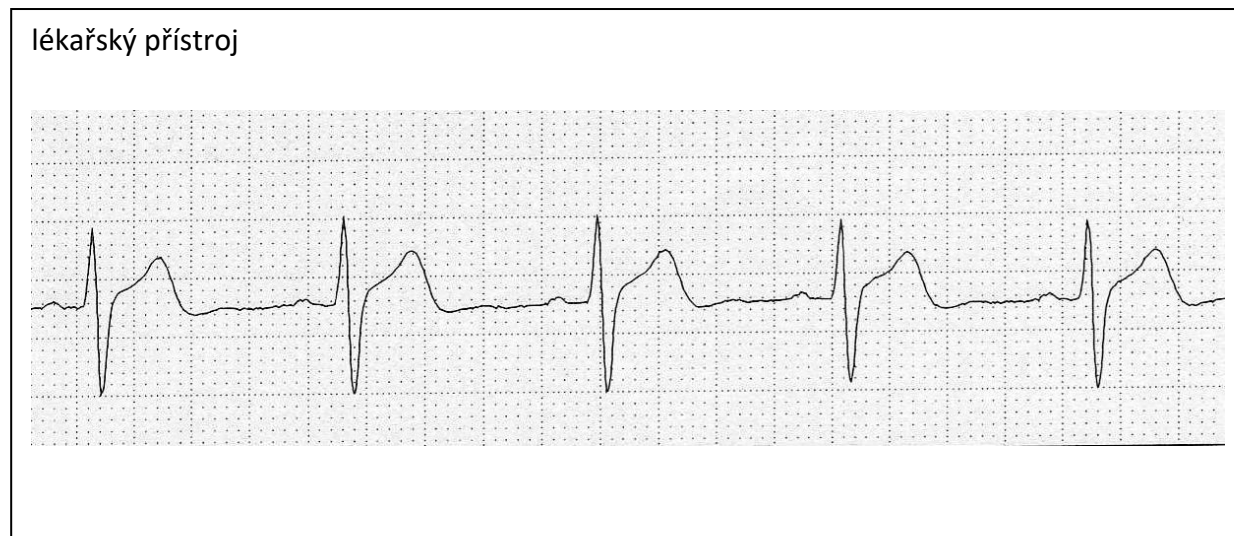
LIFEPAK 15	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
75	3. srdeční frekvence	72
0,08 s	4. P vlna	0,10 s
0,12 s	5. PQ interval	0,12 s
0,09 s	6. QRS komplex	0,09 s
0	7. ST úsek	0/+
+	8. T vlna	+
0,32 s	9. QT interval	0,38 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.4 Porovnání křivek – Anesteziologické Resuscitační Oddělení

9.4.1 klidový stav – dospělá osoba



IntelliVue MP30	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
77	3. srdeční frekvence	74
0,08 s	4. P vlna	0,12 s
0,16 s	5. PQ interval	0,16 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,44 s
-	10. elektrická osa srdeční	-



9.4.2 zadržný dech – dospělá osoba

lékařský přístroj



IntelliVue MP30	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
74	3. srdeční frekvence	66
0,08 s	4. P vlna	0,10 s
0,16 s	5. PQ interval	0,18 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,44 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.4.3 rychlé dýchání – dospělá osoba

lékařský přístroj



IntelliVue MP30	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
82	3. srdeční frekvence	75
0,08 s	4. P vlna	0,12 s
0,16 s	5. PQ interval	0,18 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,32 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.4.4 klidový stav – dítě

lékařský přístroj



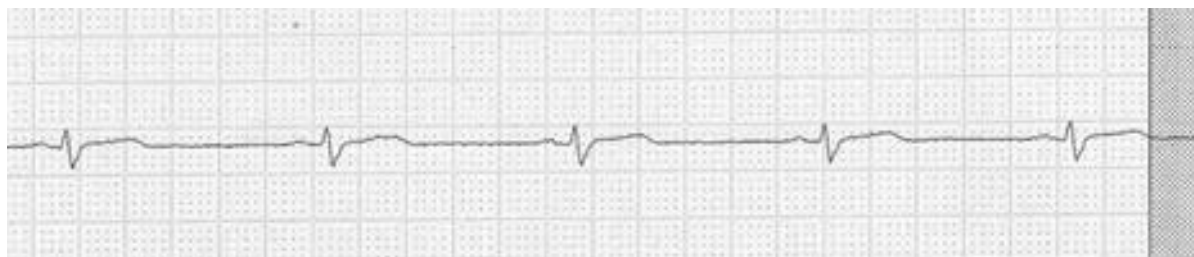
IntelliVue MP30	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
59	3. srdeční frekvence	60
0,06 s	4. P vlna	0,08 s
0,12 s	5. PQ interval	0,14 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,08 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.4.5 zadržný dech – dítě

lékařský přístroj



IntelliVue MP30	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
59	3. srdeční frekvence	58
0,06 s	4. P vlna	0,08 s
0,12 s	5. PQ interval	0,14 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,08 s
0	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,38 s	9. QT interval	0,46 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.4.6 rychlé dýchání – dítě

lékařský přístroj



IntelliVue MP30	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
60	3. srdeční frekvence	60
0,06 s	4. P vlna	0,10 s
0,12 s	5. PQ interval	0,14 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,08 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,34 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.5 Porovnání křivek – Praktický lékař

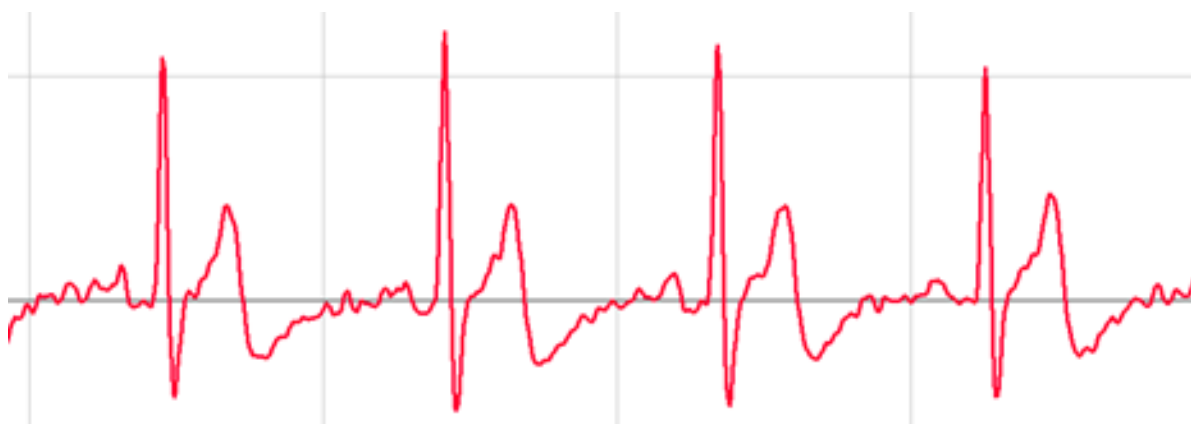
9.5.1 klidový stav – dospělá osoba

lékařský přístroj



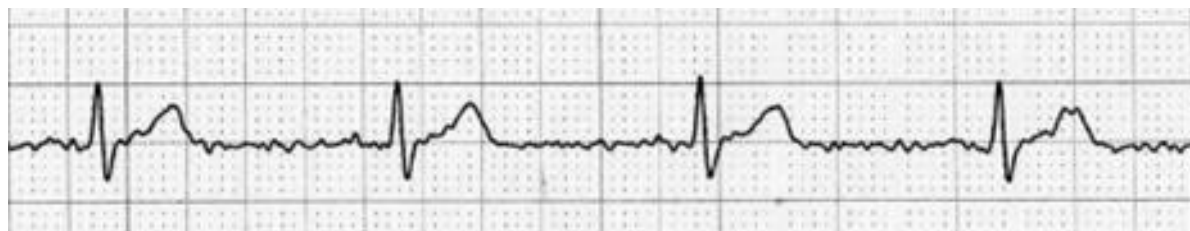
FLASHLIGHT	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
62	3. srdeční frekvence	70
0,08 s	4. P vlna	0,10 s
0,16 s	5. PQ interval	0,18 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,4 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.5.2 zadržný dech – dospělá osoba

lékařský přístroj



FLASHLIGHT	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
59	3. srdeční frekvence	60
0,08 s	4. P vlna	0,10 s
0,16 s	5. PQ interval	0,18 s
0,10 s	6. QRS komplex	0,10 s
0/+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,34 s	9. QT interval	0,40 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.5.3 rychlé dýchání – dospělá osoba

lékařský přístroj



FLASHLIGHT	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
85	3. srdeční frekvence	75
nelze hodnotit	4. P vlna	nelze hodnotit
nelze hodnotit	5. PQ interval	nelze hodnotit
0,08 s	6. QRS komplex	0,10 s
+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,34 s	9. QT interval	0,44 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.5.4 klidový stav – dítě

lékařský přístroj



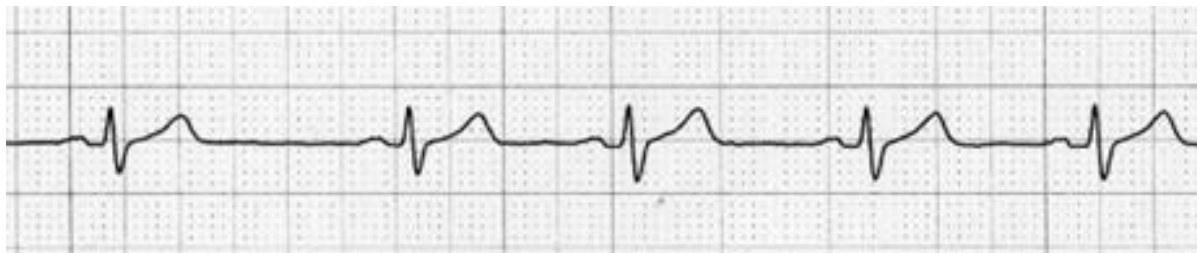
FLASHLIGHT	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
60	3. srdeční frekvence	60
0,10 s	4. P vlna	0,10 s
0,16 s	5. PQ interval	0,16 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,10 s
0/+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,36 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.5.5 zadržovaný dech – dítě

lékařský přístroj



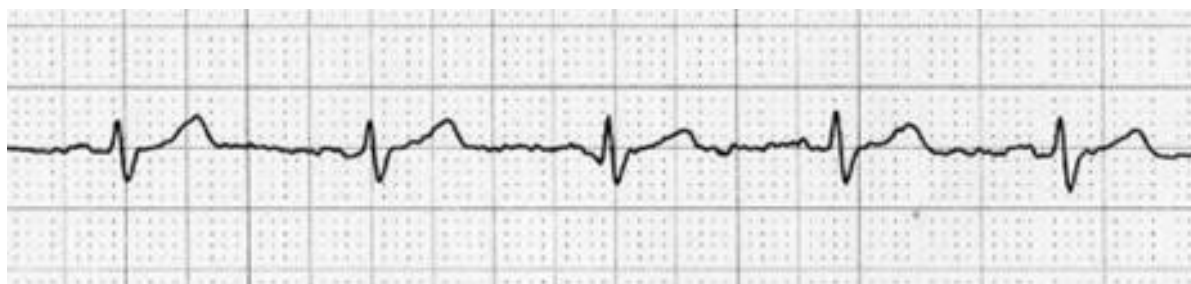
FLASHLIGHT	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
70	3. srdeční frekvence	67
0,06 s	4. P vlna	0,08 s
0,14 s	5. PQ interval	0,16 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,10 s
0/+	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,34 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.5.6 rychlé dýchání – dítě

lékařský přístroj



FLASHLIGHT	Posuzované desatero EKG	Vernier Senzor EKG
v normě	1. srdeční akce	v normě
sinusový	2. srdeční rytmus	sinusový
75	3. srdeční frekvence	73
0,08 s	4. P vlna	0,10 s
0,12 s	5. PQ interval	0,14 s
0,08 s	6. QRS komplex	0,08 s
0	7. ST úsek	+
+	8. T vlna	+/-
0,34 s	9. QT interval	0,42 s
-	10. elektrická osa srdeční	-

senzor Vernier



9.6 Hodnocení kardiologa

Vernier EKG sensor je jednoduchý jedno-svodový přístroj, který dostačuje k základní demonstraci normálního (fyziologického) elektrického srdečního cyklu za pomoci snímání povrchových potenciálů. Při správném použití spolehlivě zobrazí základní složky elektrické činnosti srdce - P vlnu, QRS komplex a T vlnu, zaznamená srdeční frekvenci, odhadne srdeční rytmus.

Nicméně na jeho základě není v žádném případě možno stanovovat lékařské diagnózy ani spolehlivě odečítat jednotlivé intervaly.

Vernier EKG sensor nedisponuje žádným účinným filtrem, který by zkvalitnil křivku a tím zlepšil její odečítání. Je proto důležité, aby byl subjekt zcela v klidu. Z bezprostředního okolí je nutno odstranit silnější zdroje elektromagnetického záření.

Možný je též záznam standardního svodu II - pravá horní končetina a levý podbřišek, nebo levá dolní končetina, který obvykle poskytuje silnější záznam elektrické činnosti srdce [23].

Závěr

Ve své diplomové práci jsem popsal nejen teoretické informace o systému Vernier, ale zaměřil jsem se na konkrétní senzory tohoto systému, jmenovitě na senzor srdečního tepu, siloměr a spirometr. Jejich využití jsem vymezoval z hlediska lékařského, přičemž jsem se snažil obhájit a doporučit užití těchto přístrojů při školní výuce. Východiskem ke zvolenému tématu pro mě byla moje dosavadní pedagogická praxe, teoretickou základnu tvořil především odborný internetový portál, ale také literatura zabývající se zvoleným tématem.

Stěžejní část mé práce tvořilo praktické měření, při kterém jsem se v roli učitele podílel na celkovém procesu a měl tak možnost sledovat práci žáků od počátku až do konce. Zpracování výzkumné části bylo zajímavé především v tom, s jakou chutí a entuziasmem žáci měření prováděli, zapisovali a vyhodnocovali. Jejich zájem pro mě byl zřejmou odpovědí na otázku, zda je dobré využívat digitální pomůcky ve výuce.

V dnešní době je velmi složité žáky při výuce zaujmout, obzvláště pokud se jedná o přírodovědné předměty, proto jsem si dal za cíl ukázat, jak mohou být digitální senzory při vyučování efektivní a zábavné. Jasným důkazem a naplněním tohoto sdělení se ukázalo dotazníkové šetření, při němž 100 % žáků, co by respondentů, reagovalo kladně na dotaz, zda by si přáli využívat digitální pomůcky při svém vzdělávání.

Jak tedy přitáhnout žáky k výuce, aby byli sami motivovaní a chtěli objevovat? Základem je zaujetí a přiblížení se jejich zájmu, což využití digitálních pomůcek jistě splňuje. Navíc praktická manipulace a zážitek je pro žáky hnacím motorem k dalšímu objevování a zároveň zapamatování si jevů. Pomocí digitálních senzorů mohou sami pozorovat průběh děje, dozvědět se nové informace o svém těle a zjišťovat, jak věrohodná jsou naměřená data.

Díky diplomové práci jsem si ověřil domněnku, že digitální senzory jsou pro žáky lákavé, zajímavé a dokážou je vtáhnout do tématu daného vyučovacího předmětu. Nejvíce mě ale potěšila schopnost žáků plnit úkoly samostatně a s nadšením, zjistit si fungování a proces jednotlivých přístrojů a následně dovednost představovat je dále spolužákům i žákům z jiných škol.

Postřehy z diplomové práce pro mě budou přínosem v další pedagogické praxi a její napsání mě obohatilo o mnoho cenných zkušeností.

Použitá literatura

Použité zdroje textů

- [1] Co-founder, Vernier Software & Technology, c2017. *Oregon State University* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z:
<http://www.science.oregonstate.edu/board-of-advisors/biographies>
- [2] The Vernier Story, c2017. *Vernier* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z:
<https://www.vernier.com/company/the-vernier-story/>
- [3] Portland State University raises millions for scholarships, c2017. *Portland State University* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z:
<https://www.pdx.edu/news/portland-state-university-raises-millions-scholarships>
- [4] VERNIER, 2012. *Sofi Schola* [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z:
<http://www.sofischola.cz/vernier>
- [5] Vybavení pro výuku přírodovědných oborů: Hlavní výhody práce s Vernierem, 2009. *Edufor s. r. o. – výhradní dovozce produktů Vernier do České republiky* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: www.vernier.cz/clanek/vyhody-a-nevyhody
- [6] Vybavení pro výuku přírodovědných oborů: Jak čidlo pro EKG funguje, 2009. *Edufor s. r. o. – výhradní dovozce produktů Vernier do České republiky* [online]. [cit. 2017-03-09]. Dostupné z:
<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/ekg-bta>
- [7] Vybavení pro výuku přírodovědných oborů: EKG Sensor, 2009. *Edufor s. r. o. – výhradní dovozce produktů Vernier do České republiky* [online]. [cit. 2017-03-09]. Dostupné z:
<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/ekg-bta>
- [8] Vybavení pro výuku přírodovědných oborů: Spirometer, 2009. *Edufor s. r. o. – výhradní dovozce produktů Vernier do České republiky* [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z:
<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/spr-bta/>
- [9] Vybavení pro výuku přírodovědných oborů: Senzor síly stisku ruky, 2009. *Edufor s. r. o. – výhradní dovozce produktů Vernier do České republiky* [online]. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z:
<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/hd-bta/>

- [10] Vybavení pro výuku přírodovědných oborů: Měřič srdečního tepu, 2009. *Edufor s. r. o. – výhradní dovozce produktů Vernier do České republiky* [online]. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/ehr-bta/>
- [11] Physio-Control: LIFEPAK 15 monitor/defibrilátor, 2014. *Physio-Control, předního výrobce defibrilačních technologií* [online]. [cit. 2016-10-19]. Dostupné z: http://www.physio-control.cz/data/articles/down_207.pdf
- [12] IntelliVue Patient Monitor MP20/30, MP40/50, MP60/70/80/90, 2008. *Vanderbilt University Medical Center* [online]. [cit. 2016-11-14]. Dostupné z: [http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/nursingeducationresources/files/MP20-MP90 Instructions for Use Manual Rev_G_0 English M8000-9001K.pdf](http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/nursingeducationresources/files/MP20-MP90%20Instructions%20for%20Use%20Manual%20Rev_G_0%20English%20M8000-9001K.pdf)
- [13] IntelliVue MP40/MP50 Patient Monitor, 2013. *Medtechnica Healthcare Solutions* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: http://www.medtechnica.co.il/files/Monitors%20and%20Defibrilators/IntelliVue_MP40_50_Patient_Monitor.pdf
- [14] IntelliVue Patient Monitor, 2013. *The Austria-headquartered S&T AG* [online]. [cit. 2016-11-14]. Dostupné z: <http://www.snt-plus.cz/products/monitory.php.cz.php#mp2030>
- [15] IntelliVue MP20 and MP30, 2008. *Heinemann Medizintechnik* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: <http://heinemann.ru/assets/files/download/399/IntelliVue%20MP20%20and%20MP30.pdf>
- [16] Philips Intellivue MP30 Patient Monitor, c1984-2017. *Premier surgical and medical equipment supplier* [online]. [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: http://www.dremed.com/catalog/product_info.php/cPath/45_82_670/products_id/2282
- [17] Počítačové EKG, c2010. *Dodavatel kompletní ordinace ekg, ergometrie, holter ekg, holter tk, tonometr, spirometr, oxymetr a další* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.compek.cz/klidove-pc-ekg-flashlight-usb.htm>
- [18] Biomechanika krevního oběhu, 2013. *WikiSkripta* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Biomechanika_krevního_oběhu

- [19] Srdce, c2013-2015. *Funkce buněk a lidského těla* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z:
<http://fbt.cz/skripta/x-srdce-a-obeh-krve/1-srdce/>
- [20] HAMPTON, John R., *EKG stručně, jasně, přehledně*. Grada Publishing. ISBN 80-247-0960-0.
- [21] Kopřivová, Petra. Interview. In: Praktický lékař Písek s.r.o., kardiolog
- [22] Popis EKG, *Wikiskripta* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z:
http://www.wikiskripta.eu/index.php/Popis_EKG
- [23] Kodým, Miroslav. Interview. In: Nemocnice České Budějovice, a.s., kardiologie

Použité zdroje obrázků

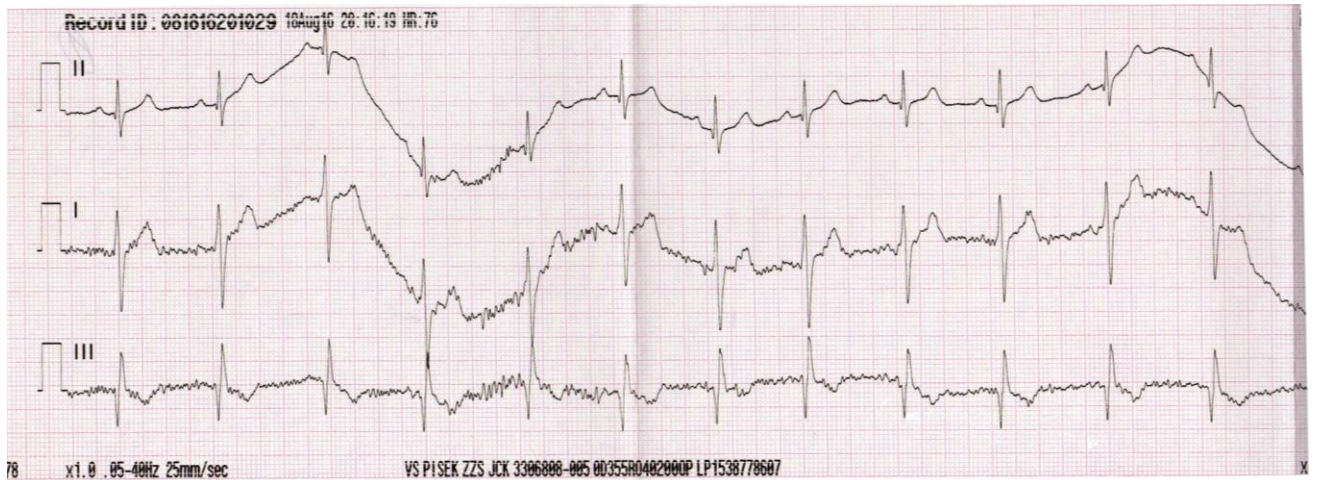
- [1] Obrázek 1 – Upraveno podle https://media.bizj.us/view/img/10264092/david-vernier-lab-temp-device*750xx3456-1944-0-281.jpg (13.3.2017)
- [2] Obrázek 2 – Upraveno podle http://media.oregonlive.com/education_impact/photo/vernierjpg-4d56209eb6a9a64c.jpg (13.3.2017)
- [3] Obrázek 3 – EKG senzor Vernier, foto autor
- [4] Obrázek 4 – Spirometr Vernier, foto autor
- [5] Obrázek 5 – Upraveno podle <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/spr-bta/> (20.3.2017)
- [6] Obrázek 6 – Zobrazení softwaru Logger Pro pro spirometr, foto autor
- [7] Obrázek 7 – Senzor síly stisku ruky, foto autor
- [8] Obrázek 8 – Zobrazení softwaru Logger Pro pro senzor síly stisku ruky, foto autor
- [9] Obrázek 9 – Senzor měřič srdečního tepu, foto autor
- [10] Obrázek 10 – Zobrazení softwaru Logger Pro pro senzor měřiče srdečního tepu, foto autor
- [11] Obrázek 11 – Upraveno podle http://www.physio-control.cz/data/articles/down_207.pdf (10.9.2016)
- [12] Obrázek 12 – LIFEPAK 15 – uložení v sanitce, foto autor
- [13] Obrázek 13 – Upraveno podle http://www.physio-control.cz/data/articles/down_207.pdf (10.9.2016)
- [14] Obrázek 14 – Upraveno podle http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/nursingeducationresources/files/MP20-MP90%20Instructions%20for%20Use%20Manual%20Rev_G_0%20%20English%20M8000-9001K.pdf (14.11.2016)
- [15] Obrázek 15 – Upraveno podle http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/nursingeducationresources/files/MP20-MP90%20Instructions%20for%20Use%20Manual%20Rev_G_0%20%20English%20M8000-9001K.pdf (14.11.2016)
- [16] Obrázek 16 – Upraveno podle http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/nursingeducationresources/files/MP20-MP90%20Instructions%20for%20Use%20Manual%20Rev_G_0%20%20English%20M8000-9001K.pdf (14.11.2016)

- [17] Obrázek 17 – Upraveno podle http://www.mc.vanderbilt.edu/documents/nursingeducationresources/files/MP20-MP90%20Instructions%20for%20Use%20Manual%20Rev_G_0%20%20English%20M8000-9001K.pdf (14.11.2016)
- [18] Obrázek 18 – Upraveno podle <http://www.compek.cz/klidove-pc-ekg-flashlight-usb.htm> (12.1.2017)
- [19] Obrázek 19 – Upraveno podle <http://www.compek.cz/inc/getfile.php?file=3922fb6b432e82a9c5071cdb59da47519032e624> (12.1.2017)
- [20] Obrázek 20 – Upraveno podle <https://publi.cz/books/159/04.html> (22.3.2017)
- [21] Obrázek 21 – Upraveno <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Elektrokardiografie> (23.3.2017)
- [22] Obrázek 22 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)
b) Upraveno podle http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [23] Obrázek 23 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)
b) Upraveno podle http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [24] Obrázek 24 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)
b) Upraveno podle http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [25] Obrázek 25 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)
b) Upraveno podle http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [26] Obrázek 26 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)
b) Upraveno podle http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [27] Obrázek 27 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)

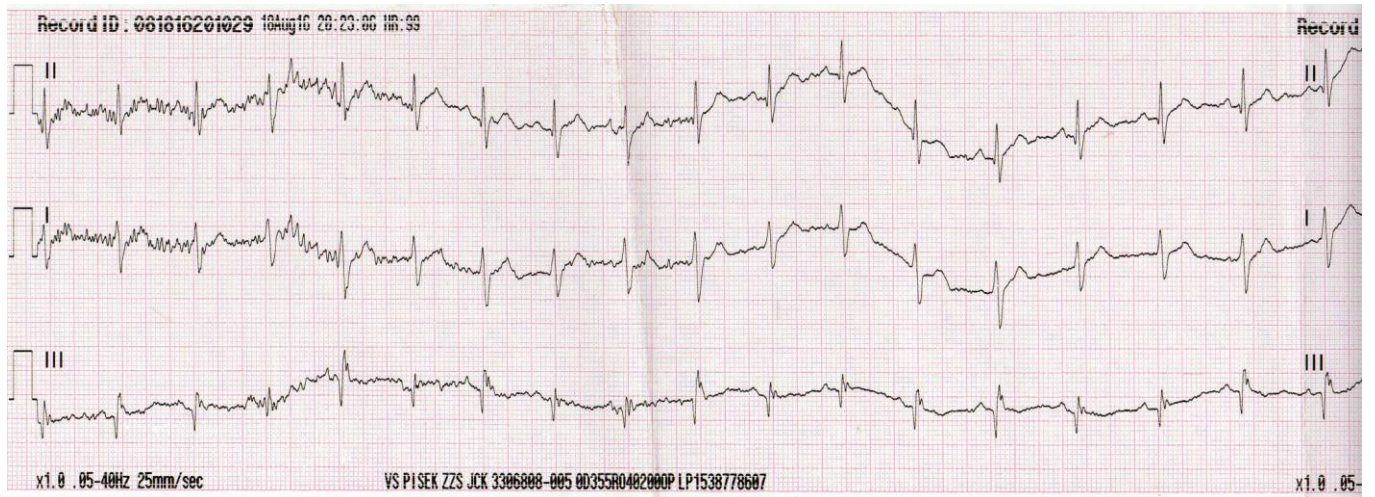
- b) Upraveno podle <http://www.wikiskripta.eu/index.php/>
Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [28] Obrázek 28 – a) Upraveno podle <http://fbt.cz/wp-content/uploads/2013/12/prevodnisystem.gif> (23.3.2017)
b) Upraveno podle <http://www.wikiskripta.eu/index.php/>
Soubor:ECG_Principle_fast.gif (24.3.2017)
- [29] Obrázek 29 – Upraveno podle <http://www.wikiskripta.eu/index.php/>
Soubor:ParametryEKG.png (15.6.2017)
- [30] Obrázek 30 – Upraveno podle <http://kardioblogie.blogspot.cz/2015/11/ekg-kazuistika-21-nebo-31.html> (22.3.2017)
- [31] Obrázek 31 – Upraveno podle <http://www.wikiskripta.eu/images/f/f4/Ekg-schema.png>
(3.4.2017)
- [32] Obrázek 32 – Upraveno podle http://www.wikiskripta.eu/images/0/03/Patologie_P_vlhy.png
(3.4.2017)

Přílohy

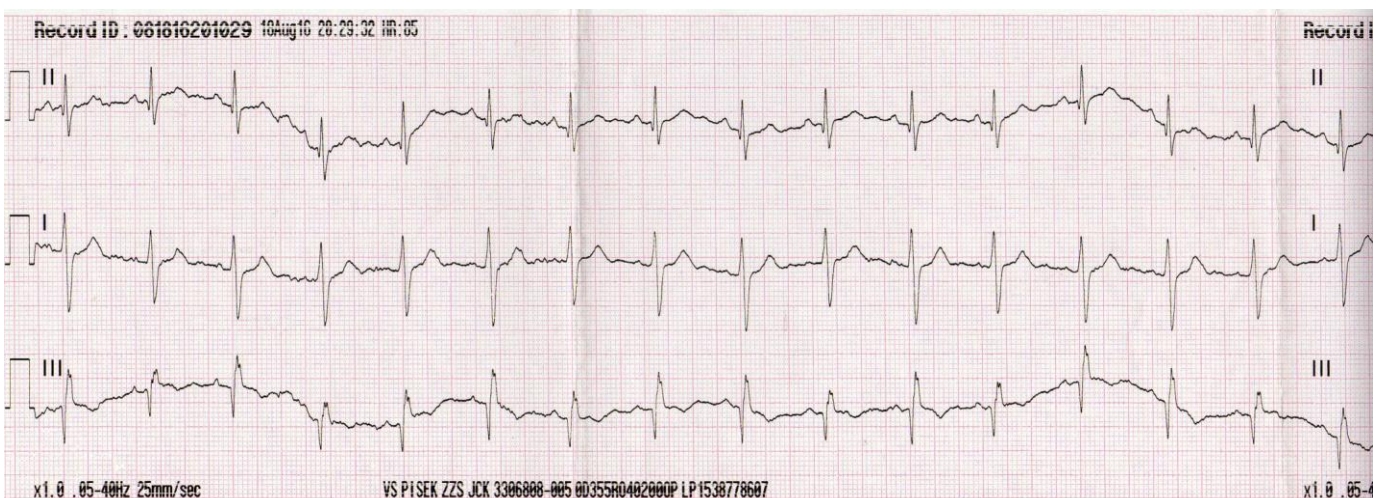
Příloha 1 EKG - sanitka RZP - dospělá osoba



Obrázek č. 1- klidový stav

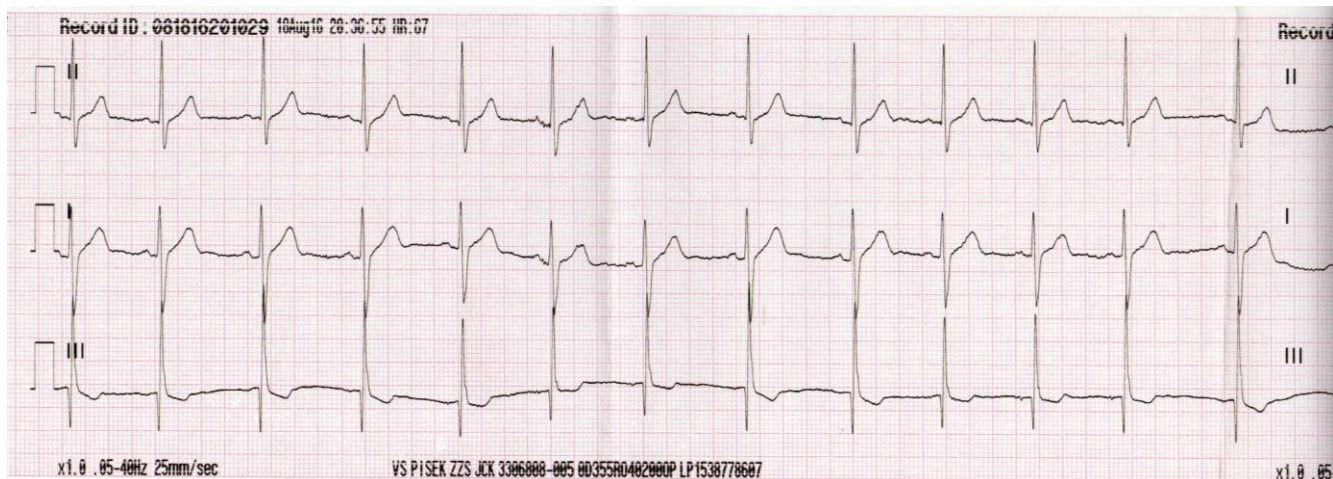


Obrázek č. 2 - 30 dřepů

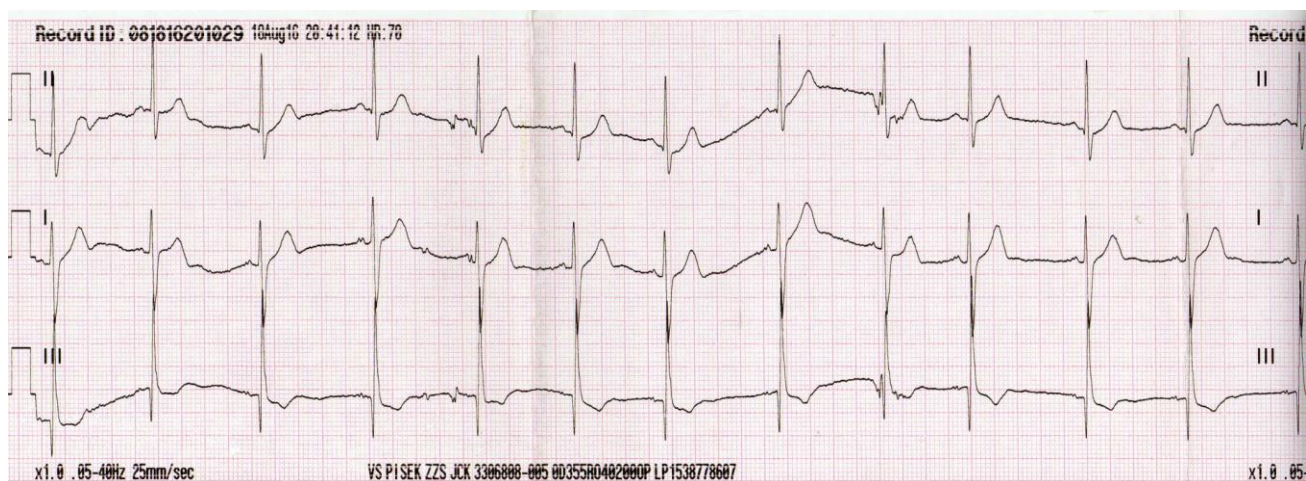


Obrázek č. 3 - 50 dřepů

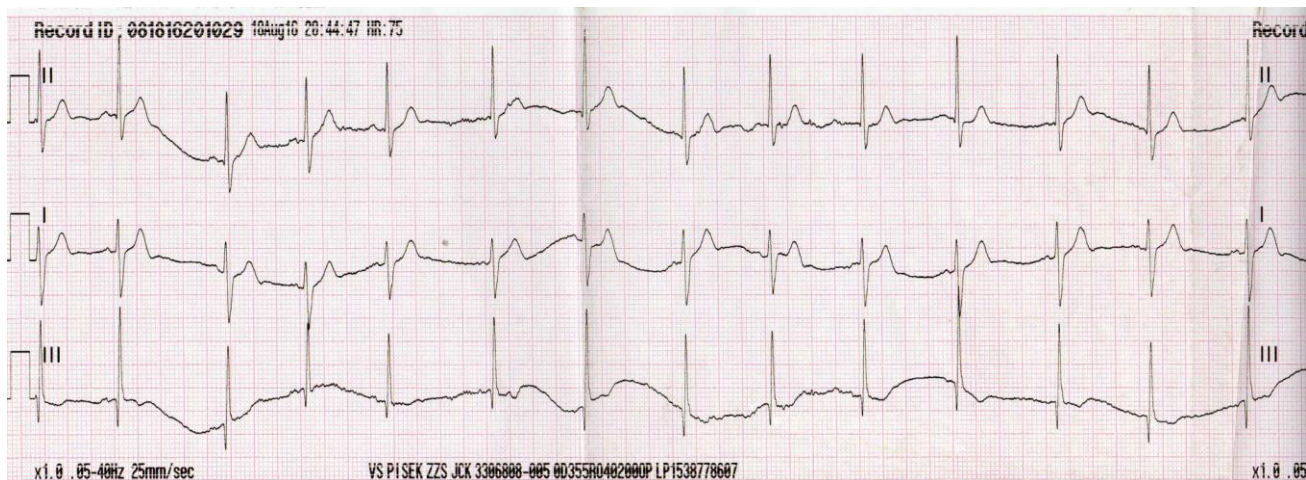
Příloha 2 EKG - sanitka RZP - dítě



Obrázek č. 4 - klidový stav

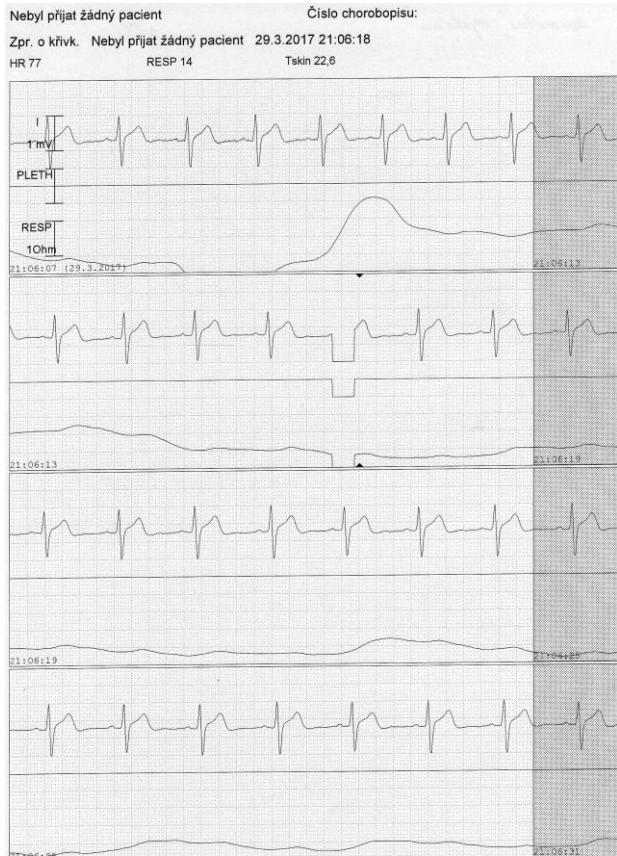


Obrázek č. 5 - 30 dřepů

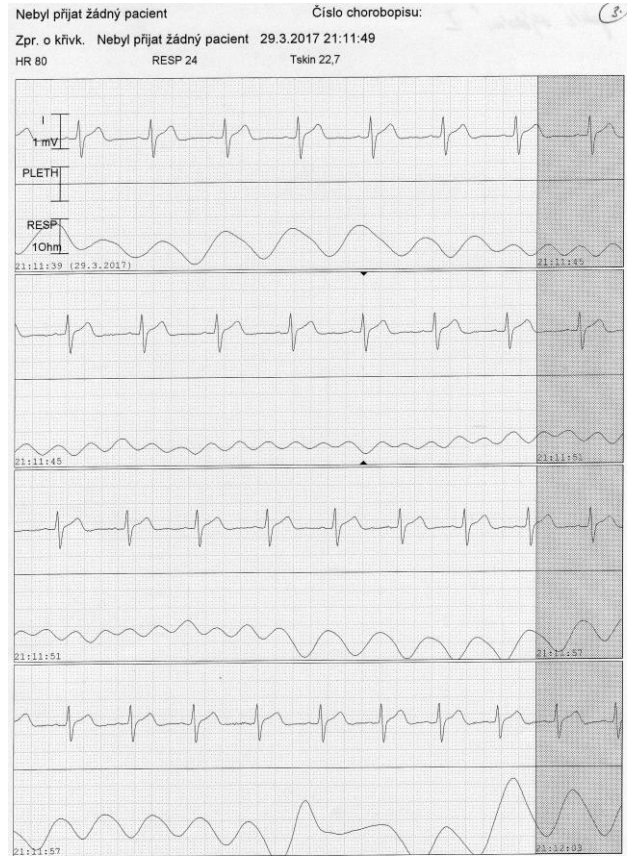


Obrázek č. 6 - 50 dřepů

Příloha 3 EKG – ARO – dospělá osoba



Obrázek č. 7 – klidový stav



Obrázek č. 8 – rychlé dýchání

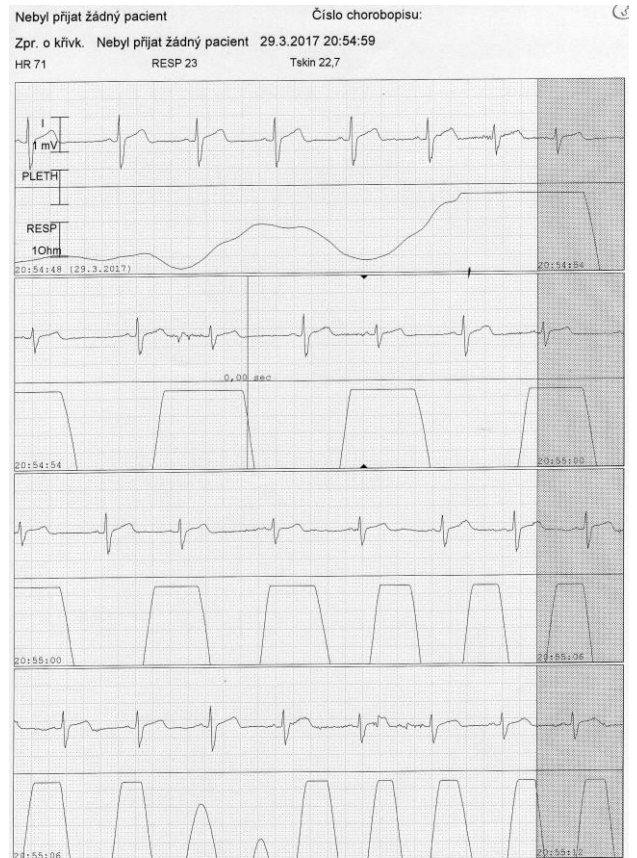


Obrázek č. 9 – zadržovaný dech

Příloha 4 EKG – ARO - dítě



Obrázek č. 10 – klidový stav

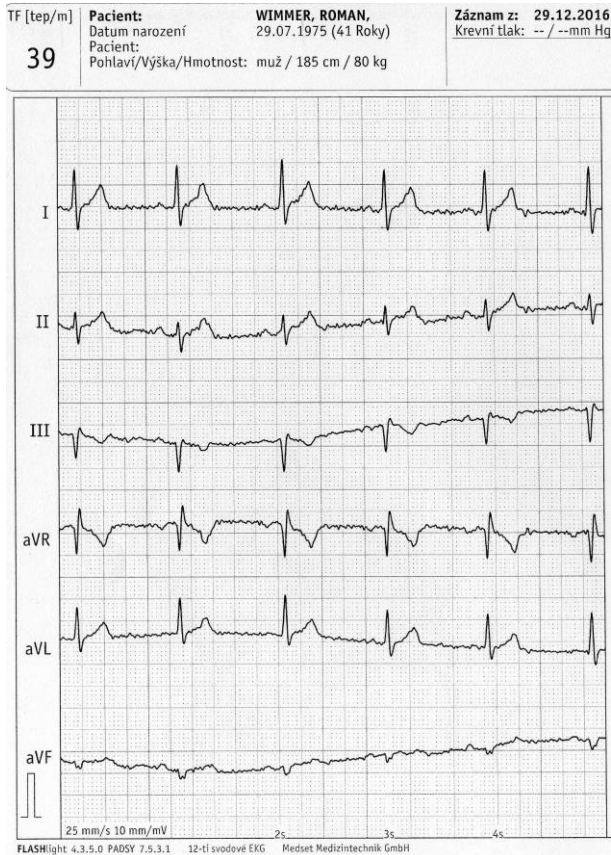


Obrázek č. 11 – rychlé dýchání

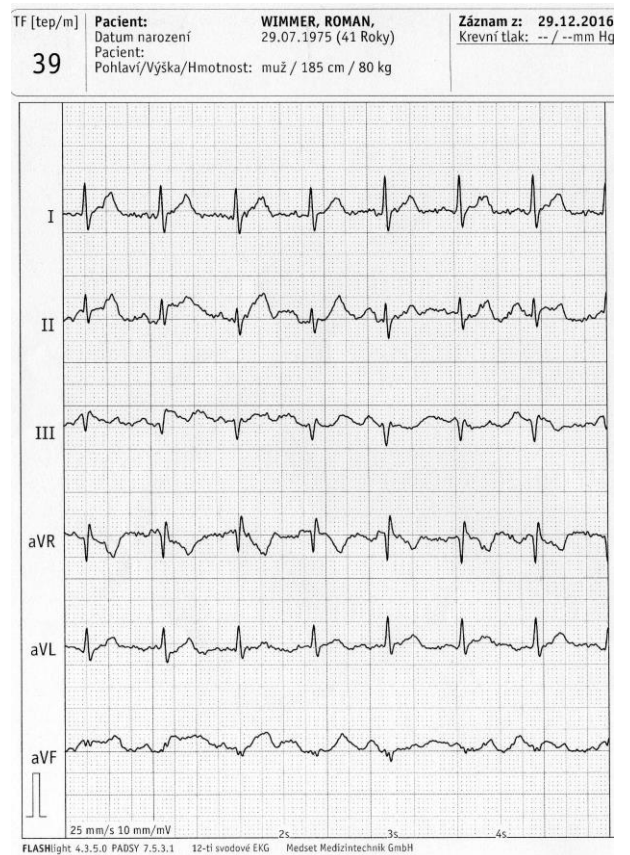


Obrázek č. 12 – zadržný dech

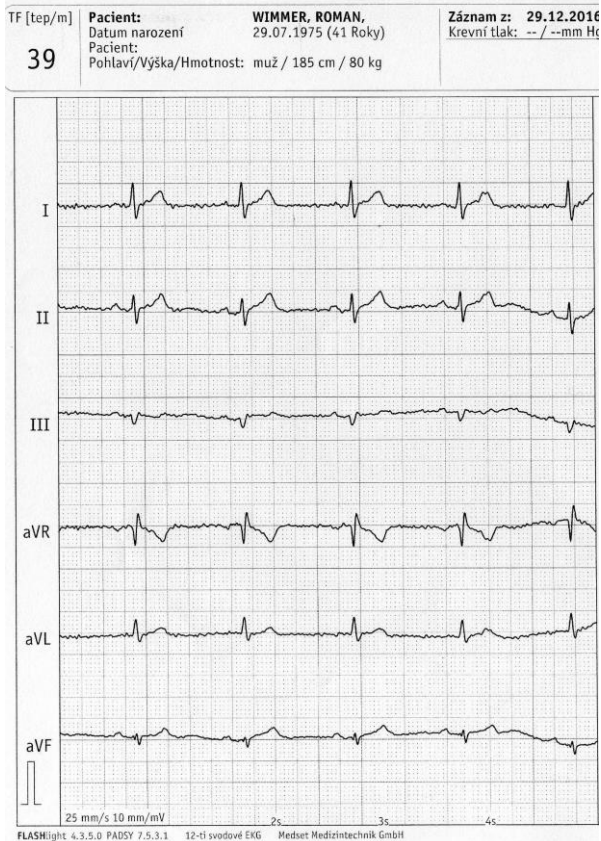
Příloha 5 EKG – Praktický lékař – dospělá osoba



Obrázek č. 13 – klidový stav



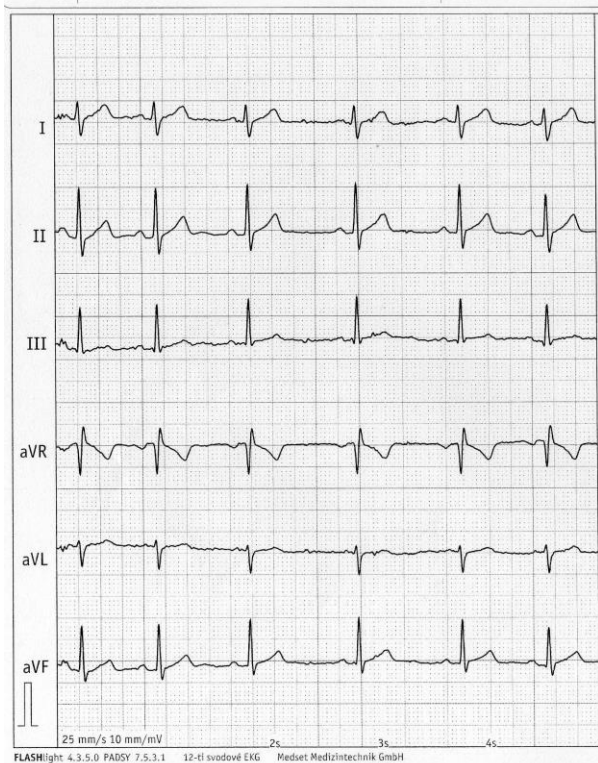
Obrázek č. 14 rychlé dýchání



Obrázek č. 15 – zadržovaný dech

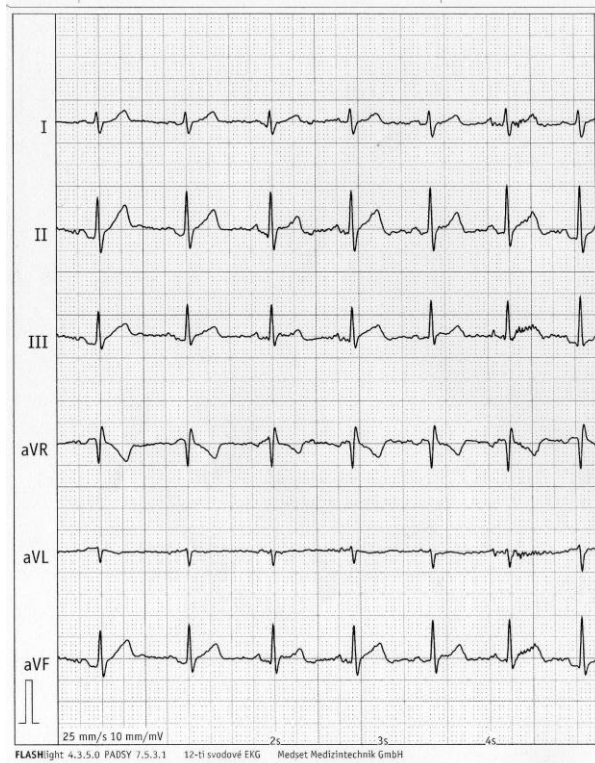
Příloha 6 EKG – Praktický lékař - dítě

TF [tep/m] **Pacient:** WIMMER, DAVID **Záznam z:** 29.12.2016
 Datum narození 10.12.2003 (13 Roky) **Krevní tlak:** -- / -- mm Hg
57 **Pacient:**
 Pohlaví/Výška/Hmotnost: muž / -- cm / -- kg



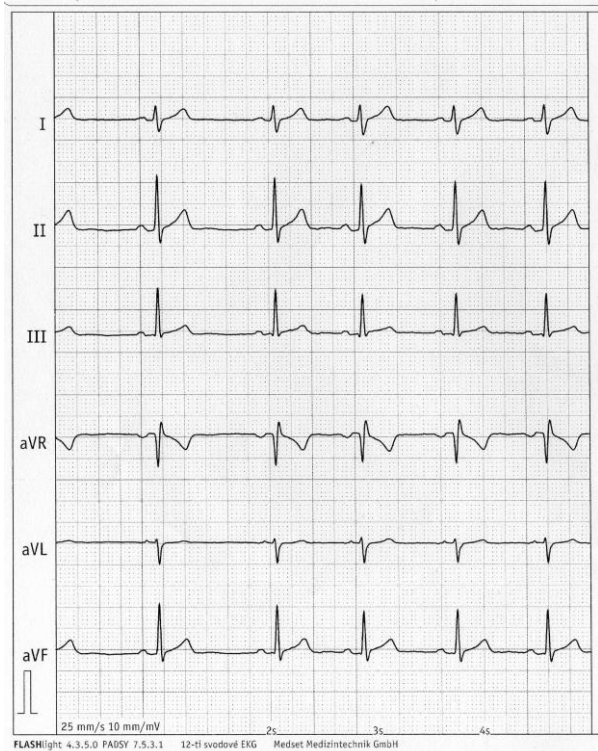
Obrázek č. 16 – klidový stav

TF [tep/m] **Pacient:** WIMMER, DAVID **Záznam z:** 29.12.2016
 Datum narození 10.12.2003 (13 Roky) **Krevní tlak:** -- / -- mm Hg
41 **Pacient:**
 Pohlaví/Výška/Hmotnost: muž / -- cm / -- kg



Obrázek č. 17 – dítě – rychlé dýchání

TF [tep/m] **Pacient:** WIMMER, DAVID **Záznam z:** 29.12.2016
 Datum narození 10.12.2003 (13 Roky) **Krevní tlak:** -- / -- mm Hg
57 **Pacient:**
 Pohlaví/Výška/Hmotnost: muž / -- cm / -- kg



Obrázek č. 18 – zadržovaný dech

Příloha 7 Obrázky z měření



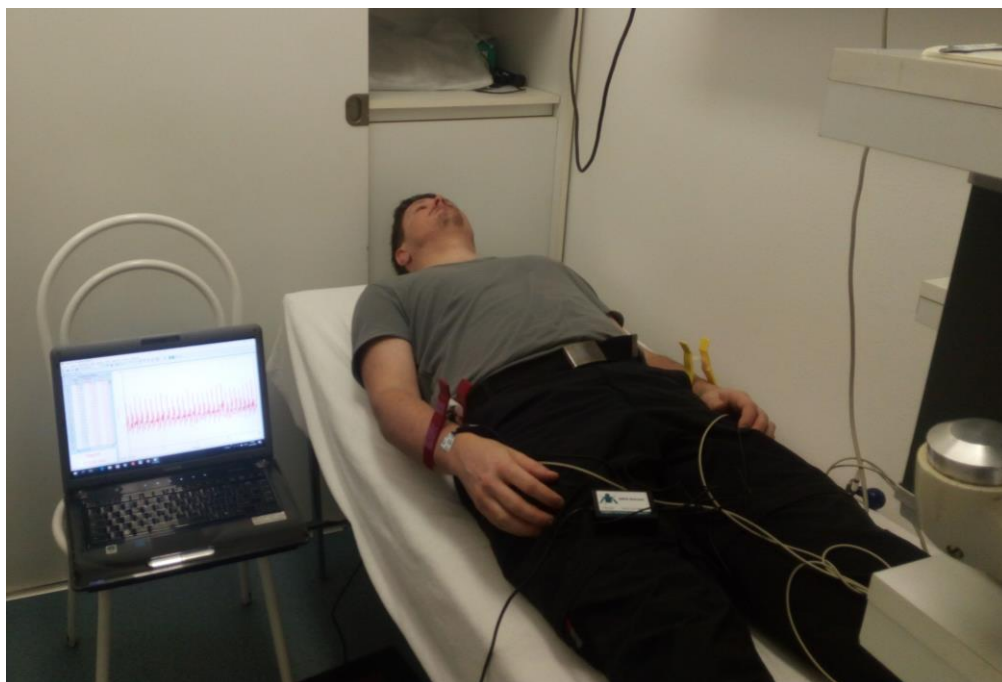
Obrázek č. 19 měření EKG v sanitce rychlé záchrané pomoci



Obrázek č. 20 měření EKG na pracovišti ARO



Obrázek č. 21 měření EKG na pracovišti ARO

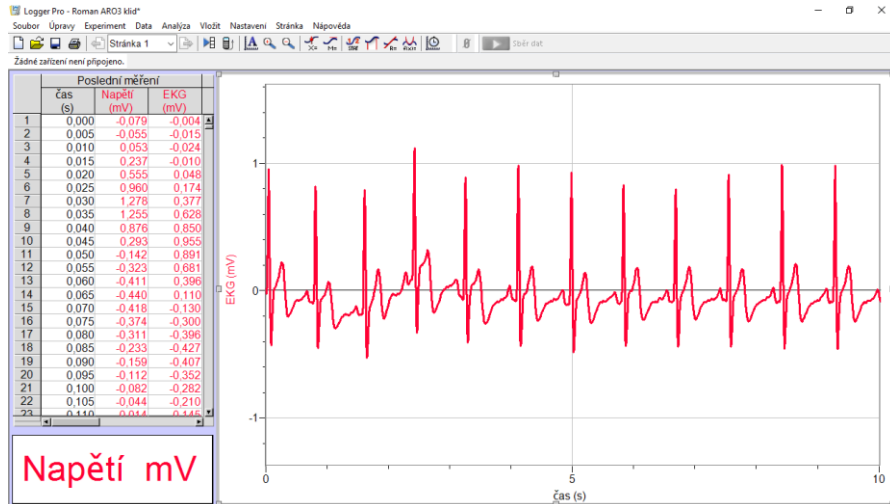


Obrázek č. 22 měření EKG u praktického lékaře

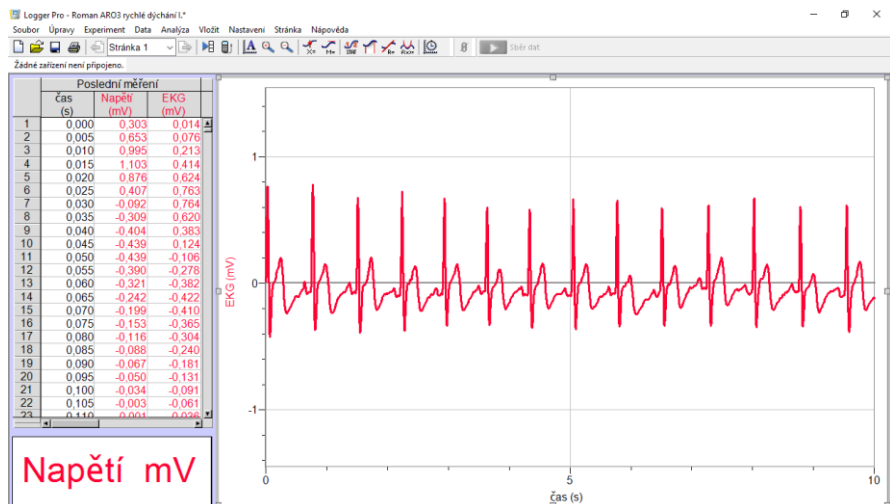


Obrázek č. 23 měření u praktického lékaře

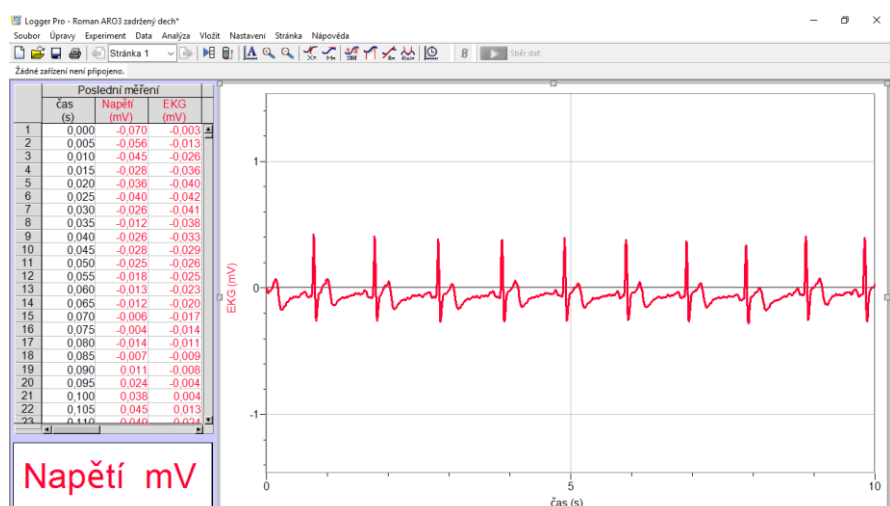
Příloha 8 Ukázka měření EKG senzorem Vernier



Obrázek č. 24 ARO - dospělá osoba - klid



Obrázek č. 25 ARO - dospělá osoba – rychlé dýchání



Obrázek č. 26 ARO - dospělá osoba – zadržovaný dech