

Analýza a prezentace dat snímaných akcelerometrem v systému ISPP

Analysis and Presentation of Accelerometer Data in the ISPP
system

Antonín Juran

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Antonín JURAN**
Osobní číslo: **A09049**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Analýza a prezentace dat snímaných
akcelerometrem v systému ISPP**

Zásady pro vypracování:

1. S využitím zařízení Msm (Mobile sensor module) a Dsm (Docking station module) naměřte charakteristická data vybraných typů pohybu pacientky.
2. Navrhněte způsob vyhodnocení a zobrazení akcelerometrické složky těchto dat pro zjištění typu pohybu.
3. Navržený způsob vyhodnocení ověřte na naměřených datech.
4. Navrhněte grafický model pro zobrazení pacientky podle zjištěného typu pohybu.
5. Navrhněte programové moduly pro vyhodnocení akcelerometrické složky naměřených dat a práci s navrženým grafickým modelem. Programové moduly navrhněte tak, aby je bylo možno začlenit do ISPP systému.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. HÁJEK, Zdeněk et al. Rizikové a patologické těhotenství. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 443 s. ISBN 80-247-0418-8.
2. HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. Fyzika: Část 1 Mechanika. Vydání první. Brno: Vutium, 2000, ISBN 80-214-1868-0.
3. MILÁČEK, Stanislav. Měření a vyhodnocování mechanických veličin. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001, 231 s. ISBN 80-01-02417-2.
4. SPELL, Brett. Java: Programujeme profesionálně. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2002, 1022 s. ISBN 80-7226-667-5.
5. HEROUT, Pavel. Java: grafické uživatelské prostředí a čeština. Dotisk prvního vydání. České Budějovice: Kopp, 2006, 316 s. ISBN 80-7232-237-0.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Lubomír Vašek, CSc.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Konzultant:

Ing. Marek Hlaváček

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

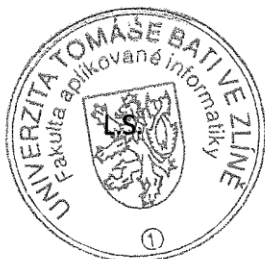
Termín odevzdání bakalářské práce:

4. září 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout způsob vyhodnocení dat nasnímaných akcelerometrem v systému ISPP pro zjištění typu pohybu a polohy pacientky a na základě navržených způsobů vyhodnocení navrhnout formu jejich prezentace. V teoretické části je popsán systém ISPP nejdříve jako celek, samostatná část je pak věnována zařízení MSM tohoto systému, kterým byla akcelerometrická měření prováděna. Praktická část obsahuje postupy akcelerometrických měření, analýzy naměřených dat a návrh způsobu jejich vyhodnocení pro určení typů pohybu a konkrétních poloh. Dále jsou zde uvedeny návrhy způsobů možné prezentace vyhodnocených akcelerometrických dat, návrhy grafického modelu pro zobrazení pacientky podle zjištěného typu pohybu nebo polohy a návrhy programových modulů pro jejich vyhodnocení a prezentaci.

Klíčová slova:

Akcelerometr, akcelerometrická data, vyhodnocení, perinatální péče

ABSTRACT

The objective of the bachelor's work was to suggest methods of data evaluation, which was scanned with an accelerometer in ISPP system for patient's motion and position detection and on the basis of the suggested evaluation methods to design a form of their presentation. In the theoretic part is described the ISPP system, first of all as a whole, an individual part is dedicated to the MSM device, by which were accelerometer measurements taken. The practical part contains accelerometer measurement methods, an analysis of measured data and a suggestion of their evaluation for determination of types of motion and specific position. Further is here mentioned design of the possible presentation of the evaluated accelerometer data, design of the graphic model to display the patient according to determined motion or position type and design of the program modules for their evaluation and presentation.

Keywords:

Accelerometer, accelerometer data, evaluation, antenatal care

Děkuji panu doc. Ing. Lubomíru Vaškovi, CSc. za cennou metodickou a odbornou pomoc při vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat ing. Marku Hlaváčkovi a ing. Janu Korcovi za cenné a inspirativní rady při jejím zpracování.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 INTEGROVANÝ SYSTÉM PRENATÁLNÍ PÉČE ISPP	11
1.1 OBLAST VYUŽITÍ	11
1.2 POPIS SYSTÉMU	11
1.2.1 ISPP Personal	12
Modul MSM	12
Modul DSM	13
Univerzální napájecí zdroj AC/DC	14
1.2.2 ISPP Central	14
1.3 PRINCIP ČINNOSTI ISPP	15
1.3.1 Domácí systém	15
1.3.2 Nemocniční systém	16
2 UŽIVATELSKÝ POPIS MODULU MSM.....	18
2.1 UMÍSTĚNÍ A FIXACE MODULU MSM	18
2.2 POPIS OVLÁDACÍCH A INDIKAČNÍCH PRVKŮ.....	18
2.3 ZAPNUTÍ MĚŘENÍ A UKLÁDÁNÍ DAT	19
2.4 MĚŘENÍ A UKLÁDÁNÍ DAT	19
2.5 VYPNUTÍ MĚŘENÍ	19
2.6 PROVOZ V DSM	20
2.7 VÝSTUPNÍ SOUBOR DATA.TXT	20
3 OBVOD AKCELEROMETRU MODULU MSM.....	21
3.1.1 Princip činnosti mikromechanického kapacitního akcelerometru	21
II PRAKTICKÁ ČÁST	23
4 AKCELEROMETRICKÁ MĚŘENÍ A JEJICH ZPRACOVÁNÍ.....	24
4.1 AKCELEROMETRICKÁ MĚŘENÍ	24
4.2 ZPRACOVÁNÍ PROVEDENÝCH AKCELEROMETRICKÝCH MĚŘENÍ	24
4.3 ANALÝZA DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	27
4.3.1 Analýza dat naměřených v konkrétních klidových polohách	31
5 NÁVRH ZPŮSOBU VYHODNOCOVÁNÍ AKCELEROMETRICKÝCH DAT PRO ZJIŠTĚNÍ TYPU POHYBU NEBO POLOHY	39
5.1 VYHODNOCOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH AKCELEROMETRICKÝCH DAT	39
5.1.1 Rozlišení dat naměřených při pohybu a při klidové poloze	39
5.1.2 Rozlišení dat konkrétních klidových poloh.....	41

5.2	NÁVRH ZPŮSOBU ZOBRAZENÍ AKCELEROMETRICKÝCH DAT PRO ZJIŠTĚNÍ TYPY POHYBU NEBO POLOHY	42
5.3	OVĚŘENÍ NAVRŽENÉHO ZPŮSOBU VYHODNOCOVÁNÍ NA NAMĚŘENÝCH DATECH	42
5.4	NÁVRH GRAFICKÉHO MODELU PRO ZOBRAZENÍ PACIENTKY PODLE ZJIŠTĚNÉHO TYPY POHYBU, RESP. POLOHY	44
5.5	PROGRAMOVÉ MODULY	45
5.5.1	Návrh programového modulu pro vyhodnocování akcelerometrické složky naměřených dat	46
5.5.2	Třída Akcelerometr	47
5.5.3	Třída DataAkcelerometru	48
5.5.4	Návrh programového modulu pro práci s navrženým grafickým modelem	52
ZÁVĚR		57
CONCLUSION		58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		59
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		60
SEZNAM OBRÁZKŮ		62
SEZNAM TABULEK.....		64
SEZNAM PŘÍLOH.....		65

ÚVOD

V posledních letech se v České republice zvyšuje počet těhotenství, která lze označit za riziková. Některé zdroje uvádí, že jich je téměř jedna polovina. Skutečnost vzrůstajícího počtu rizikových těhotenství není dána tím, že by ženy byly méně schopné donosit zdravé dítě, nebo byly více nemocné než dříve, ale aktuálním společenským trendem, kdy ženy rodí ve vyšším věku, nebo otěhotní jen díky umělému oplodnění. Tyto faktory jsou považovány za rizikové a mohou ovlivnit průběh těhotenství.

Rizika při těhotenství lze výrazně eliminovat správně vedenou prenatalní péčí. Touto péčí se rozumí lékařská péče o ženu, která je jí poskytována během těhotenství. Jejím hlavním cílem je odhalit případné vrozené vývojové vady dítěte a snížit riziko předčasného porodu.

Jako jeden z nástrojů pro vedení prenatalní péče může sloužit systém ISPP, což je v současné době prototyp elektronického systému určeného k prenatalnímu monitorování těhotných žen s následnou automatickou analýzou získaných dat.

Analýza akcelerometrických dat tohoto systému nebyla doposud zpracována a je společně s jejich prezentací předmětem této práce. Hlavním smyslem snímání akcelerometrických dat v systému ISPP je získat informace o aktivitě děložní činnosti v závislosti na pohybové aktivitě těhotné ženy. Tyto informace dále poslouží lékaři k posouzení denní pohybové aktivity ženy.

Cílem práce je v první fázi navrhnout způsob rozlišení dat naměřených při pohybu a při klidových polohách. Pro data klidových poloh pak navrhnout způsob jejich vyhodnocení za účelem zjištění při jaké konkrétní poloze byla naměřena.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 INTEGROVANÝ SYSTÉM PRENATÁLNÍ PÉČE ISPP

Integrovaný systém prenatální péče (dále jen ISPP) s obchodním názvem PRENCARE je elektronický systém určený pro monitorování (screening) těhotných žen s následnou automatickou analýzou získaných dat, která v kombinaci s dalšími dostupnými informacemi o průběhu těhotenství umožňuje lékařům specialistovi včas rozpoznat nebezpečí hrozícího předčasného porodu. [1]

1.1 Oblast využití

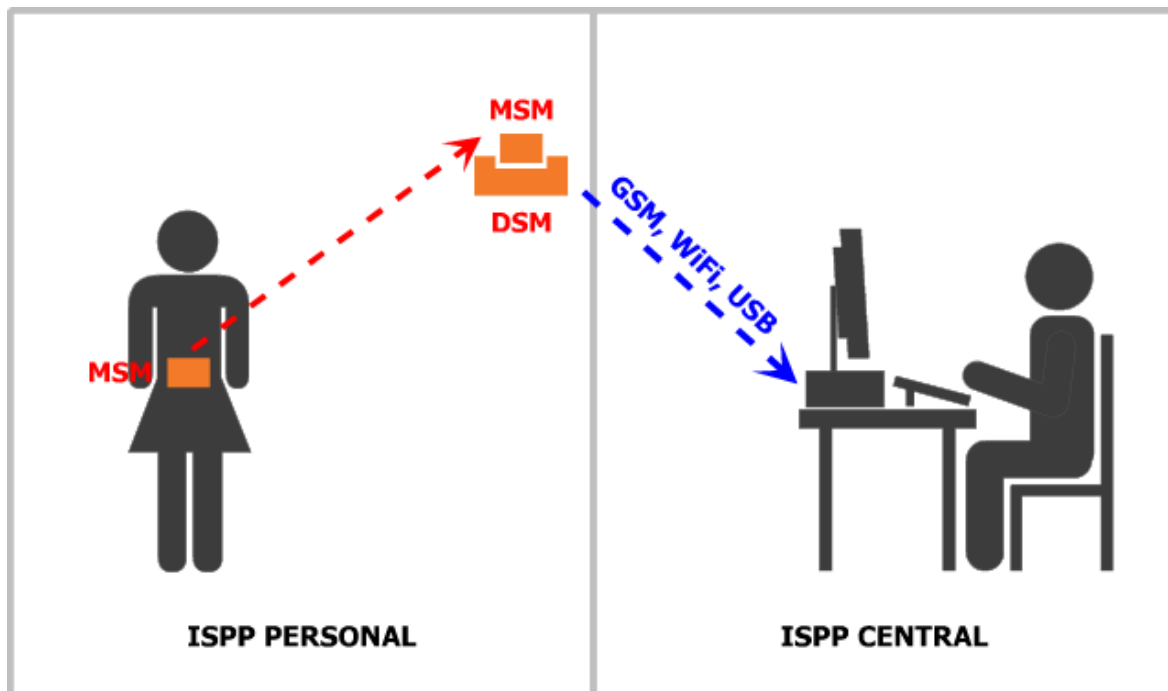
ISPP je vhodný jak pro specializovaná, tak i ambulantní pracoviště gynekologicko-porodnického zaměření. Je koncipován jako plně bezpečný pro pacientku a dítě, tzn. ta část, která přichází do přímého kontaktu s pacientkou, je napájena pouze z integrovaného autonomního zdroje – baterie o nízkém napětí max. 3,6 V, a je tudíž při provozu zcela nezávislá na síťovém napětí 230 V~.

ISPP jako celek lze využít pro:

- Nepřetržité monitorování pacientek s indikovaným rizikovým těhotenstvím, a sice pomocí metody kontinuální zevní tokografie, která spočívá ve snímání a záznamu tlakových změn, které se dějí uvnitř dělohy. [1]
- Snímání vektoru zrychlení ve třech osách, což může sloužit k vyhodnocení polohy a pohybových aktivit pacientky. [2]
- Vytváření a údržbu centrální databáze.
- Přenos naměřených dat do centrální databáze.
- Automatickou analýzu naměřených dat (výpočty důležitých parametrů, nomogramy).
- Automatickou diagnostiku (stanovení rizika předčasného porodu na základě analýzy). [1]
- Vedení kompletní evidence o průběhu těhotenství.

1.2 Popis systému

Systém ISPP lze rozdělit na dvě relativně samostatné části: ISPP Personal a ISPP Central.



Obrázek 1 – Zjednodušené schéma systému ISPP

1.2.1 ISPP Personal

ISPP Personal je tvořen modulem mobilního snímače (Mobile Sensor Module, dále jen MSM), modulem domácí stanice (Docking Station Module, dále jen DSM) a univerzálním napájecím zdrojem AC/DC. Tyto komponenty jsou určeny k osobnímu použití pacientkou zpravidla v domácím prostředí.

Modul MSM

Modul MSM (obrázek 2) je základní modul typu „holter“, který je určen k dlouhodobému umístění a nošení na těle pacientky. Zajišťuje:

- Průběžné snímání hodnot požadovaných veličin, kterými jsou:
 - Změny zevního tlaku (v důsledku děložní činnosti).
 - Dynamika změn polohy (pohybová aktivita) pacientky.
- Indikaci subjektivní události (pacientka stiskem tlačítka „marker“ zaznamená čas události).
- Záznam snímaných hodnot do interní flash-paměti MSM.
- Přenos dávky dat z interní paměti MSM do interní paměti DSM.
- Indikaci vlastního stavu MSM prostřednictvím instalovaných LED. [1]

Podrobný popis použití modulu MSM a jeho obvodu akcelerometru snímající zrychlení určující dynamiku změn polohy je, vzhledem k tématu této práce, obsahem samostatných kapitol 2 a 3.



Obrázek 2 - Modul MSM – pohled zepředu a shora a s upínacím popruhem [1]

Modul DSM

Modul DSM (obrázky 3 a 4) je pomocný servisní modul, který zajišťuje:

- Dobíjení vnitřní baterie MSM při propojení obou modulů (MSM s DSM).
- Přenos dávky dat z interní paměti MSM do interní paměti DSM.
- Přenos dávky dat z interní paměti DSM do centrálního počítače (serveru), a to:
 - Lokální, prostřednictvím USB kabelu.
 - Vzdálený, prostřednictvím sítě GSM a Internetu (úložiště dat na FTP-serveru).
- Indikaci vlastního stavu prostřednictvím instalovaných LED.



Obrázek 3 - Modul DSM - pohled zepředu a shora [1]



Obrázek 4 - Modul DSM – pohled zezadu, vlevo konektor pro připojení napájecího zdroje, vpravo konektor USB pro připojení k PC, ostatní konektory zatím nevyužity [1]

Univerzální napájecí zdroj AC/DC

Univerzální napájecí zdroj AC/DC je spínaný zdroj v provedení adaptér do zásuvky, s vysokou účinností a stabilizovaným výstupním napětím, určený pro napájení informační, kancelářské, komunikační a spotřební elektroniky. Zajišťuje průběžné napájení DSM a při propojení také dobíjení vnitřní baterie MSM. [1]

1.2.2 ISPP Central

ISPP Central je určen pro pracoviště odborného lékaře a jeho jádrem je standardní výpočetní technika (centrální počítač, nebo počítačová síť) s příslušenstvím a operačním

systemem (zpravidla MS Windows XP nebo kompatibilním) s nainstalovaným aplikačním softwarem systému ISPP. Zajišťuje:

- Vedení kompletní evidence o průběhu těhotenství.
- Přenos a ukládání dat z modulů MSM a DSM do centrální databáze.
- Komplexní zpracování dat z centrální databáze (automatickou analýzu a diagnostiku).
- Prezenciaci výsledků textovou a grafickou formou na obrazovce resp. tiskárně. [1]

1.3 Princip činnosti ISPP

Průběžné monitorování zajišťuje autonomně MSM připnutý na tělo pacientky. Snímaná data jsou postupně ukládána do interní FLASH-paměti, odkud jsou posléze odeslána přes DSM až do centrální databáze v počítači na pracovišti lékaře.

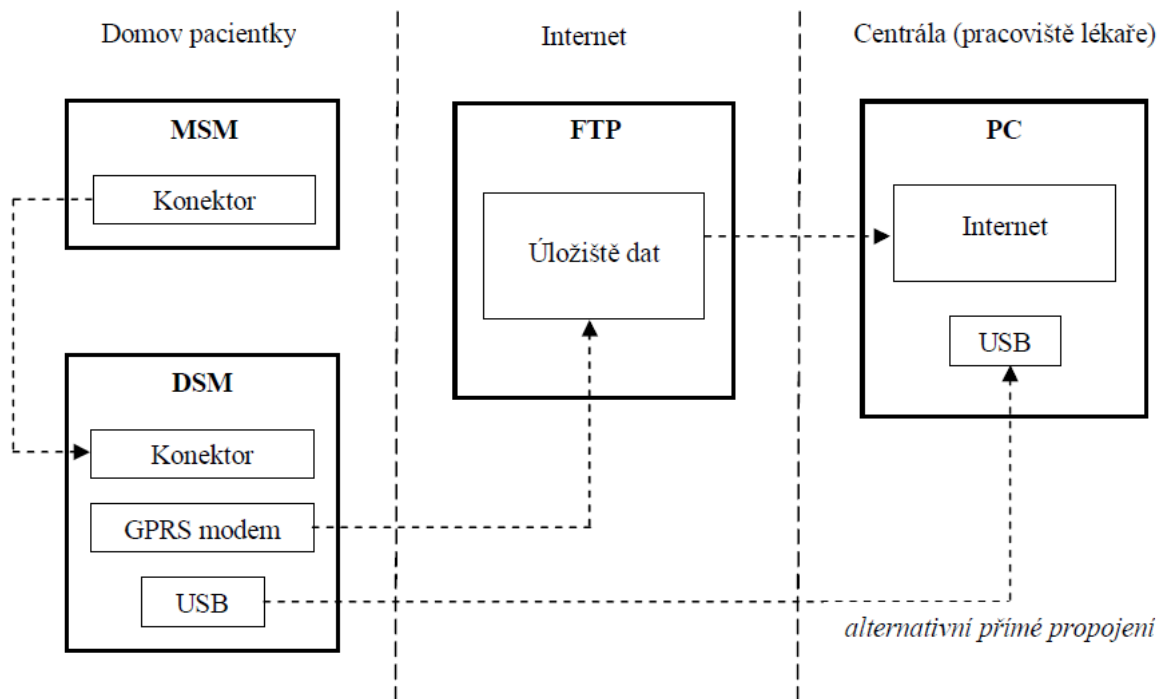
Celý systém je navržen tak, aby veškeré jeho moduly mohly spolu komunikovat bezdrátově pomocí standardních technologií WiFi a GSM. Modul DSM je vybaven rovněž USB rozhraním pro přímé propojení kabelem k počítači. Tato možnost je využita u centrálního počítače resp. pro servisní účely. Modularita systému umožňuje v zásadě dvojí uspořádání, domácí systém (obrázek 5) a nemocniční systém (obrázek 6).

1.3.1 Domácí systém

Pacientka má ve svém bytě umístěn DSM, který může propojit s MSM pomocí konektoru, a to za účelem:

- Dobíjení vnitřní baterie MSM.
- Přenosu naměřených dat z MSM do DSM.

DSM dále obsahuje GPRS modem, přes nějž automaticky naváže spojení s FTP serverem na internetu a přenáší data do úložiště dat, odkud mohou být stažena do počítače v centrále. DSM může být alternativně propojen s centrálním počítačem také přímo, pomocí USB kabelu. Jelikož jednotlivé moduly spolu komunikují pomocí paketů, je veškerá komunikace duplexní (obousměrná).

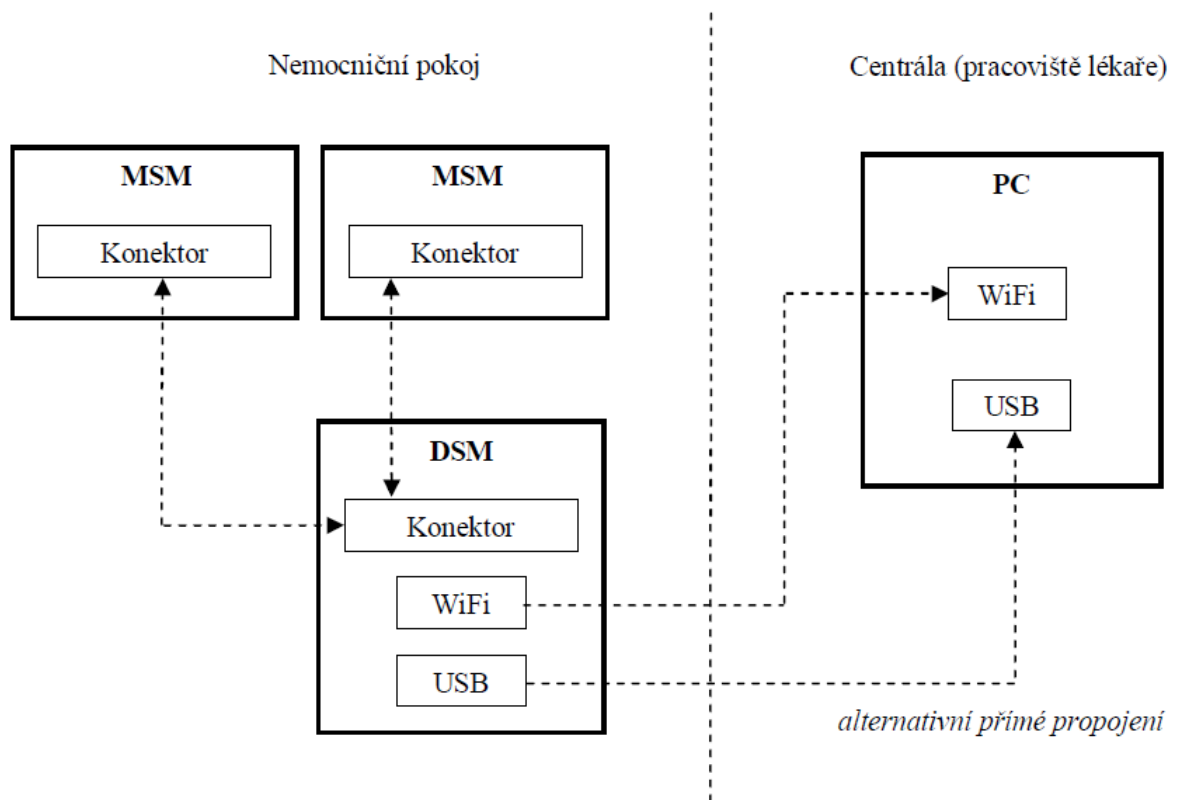


Obrázek 5 - Zapojení domácího systému [1]

1.3.2 Nemocniční systém

Pacientka je umístěna v nemocničním pokoji. Zde datový tok vypadá následovně (obrázek 6): Spojení pokojového DSM s MSM pacientky je opět pomocí konektoru. Datový tok dále pokračuje z pokojového DSM přímo do centrálního počítače, a to prostřednictvím technologie WiFi. DSM může být alternativně propojen s centrálním počítačem také přímo, pomocí USB kabelu. I nemocniční systém má duplexní (obousměrný) přenos dat.

Obě varianty lze v praxi dobře zkombinovat, protože centrální počítač může být vybaven potřebným rozhraním pro všechny uvedené typy přenosu dat. [1]

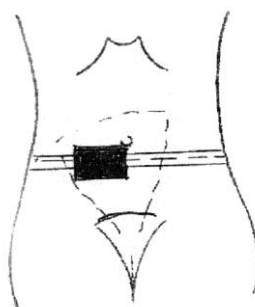


Obrázek 6 - Zapojení nemocničního systému [1]

2 UŽIVATELSKÝ POPIS MODULU MSM

2.1 Umístění a fixace modulu MSM

MSM je třeba umístit na těle tak, aby snímal děložní činnost v místě, kde deformace děložní a břišní stěny je v době děložního stahu největší. Je doporučeno jej zafixovat tak, aby se jeho horní roh dotýkal pupku – ve shodě s přirozeným uložením těhotné dělohy více v pravé polovině břicha (obrázek 7).



*Obrázek 7 - Umístění
MSM modulu [3]*

Přístroj se fixuje na břišní stěně pomocí upínacího pásu. Ten je nutno obepnout kolem těla a zafixovat pomocí suchých zipů. Poté se na něj modul zevnitř nasune a uchyť tak, aby popruh procházel výřezy na jeho přední straně a tlačítko s kontrolkami bylo nahoře.

2.2 Popis ovládacích a indikačních prvků

MSM obsahuje jedno tlačítko jako ovládací prvek a tři LED-diody (zelená, žlutá, červená) jako indikační prvky.

- Tlačítko, jehož dlouhým stiskem se zapne nebo vypne měření a ukládání dat, krátkým stiskem při měření se označení zvláštní událost (časová značka).
- Zelená LED dioda indikuje zapnutí zařízení buď trvalým svitem (v režimu utahování pásu) nebo blikáním (v režimu záznamu dat).
- Žlutá LED dioda indikuje chybně utažený pás. Trvalý svit – příliš utažený pás, blikání – nedostatečně utažený pás.
- Červená LED dioda indikuje zaplnění paměti nebo vybití baterie a potřebu zapojit zařízení do DSM. Krátké rozsvícení po zapnutí značí upozornění na blížící se limit, trvalý svit při měření značí naléhavý stav.

2.3 Zapnutí měření a ukládání dat

Měření a ukládání dat se aktivuje delším stiskem tlačítka (cca 1 s). Rozsvítí se zelená LED a zařízení nejprve přejde do režimu utahování pásu, kde žlutá LED indikuje utažení pásu mimo předepsané meze. Svítí-li žlutá LED nepřerušovaně, znamená to přílišné utažení pásu, jestliže bliká, jde o nedostatečné utažení.

Když se utažení pásu dostane do předepsaných mezí (žlutá LED je neaktivní) a setrvá tam zhruba po dobu 5 s, přejde zařízení do režimu ukládání dat. To je indikováno změnou svitu zelené LED na krátké záblesky s periodou asi 3 s.

Jestliže se po zapnutí krátce rozsvítí současně červená LED, znamená to nízký stav baterie, nebo blížící se zaplnění paměti naměřených dat. Po první takovéto indikaci je však zařízení schopno ještě několika hodin měření.

Jestliže se při zapínání rozsvítí pouze červená LED, znamená to kritický stav baterie, kdy už nelze měření zapnout.

2.4 Měření a ukládání dat

Během měření a ukládání dat je možné označit zvláštní událost (podle pokynů lékaře) krátkým stiskem tlačítka (do 1 s).

Jestliže během měření dojde k vybočení utažení pásu z daných mezí, je to opět indikováno žlutou LED. Měření a ukládání dat však probíhá nepřerušovaně.

Jestliže se během měření rozsvítí červená LED, znamená to velmi nízký stav baterie nebo zaplnění paměti naměřených dat (přepisují se nejstarší záznamy), a zařízení je třeba bez zbytečného prodlení zapojit do DSM.

2.5 Vypnutí měření

Měření a ukládání dat lze vypnout dlouhým stiskem tlačítka (cca 1,5 s). Zelená LED se krátce rozsvítí a pak zhasne.

Zařízení se také automaticky vypne při vybití baterie pod kritickou mez.

K ukončení měření a ukládání dat dojde automaticky také při zapojení zařízení do DSM.

2.6 Provoz v DSM

Je-li zařízení zapojeno v DSM, automaticky probíhá nabíjení baterie a zařízení je připraveno ke komunikaci podle pokynů DSM. Měření s ukládáním dat nelze zapnout, pouze tzv. online-režim.

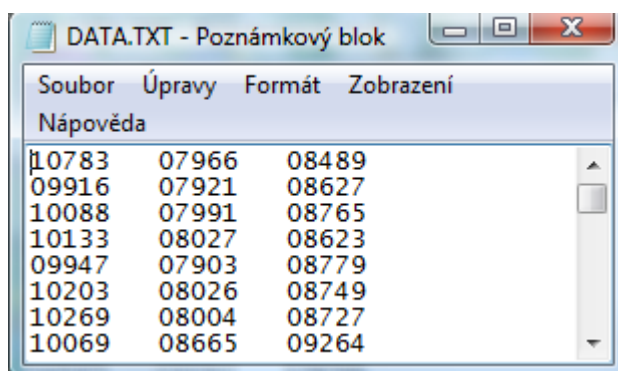
Online-režim slouží k servisní kontrole a kalibraci. Při zapnutém online-režimu probíhá kontinuálně měření podle nastavené vzorkovací periody, a poslední změřený vzorek je možné přečíst příkazem z DSM. Data se přitom neukládají do paměti MSM.

Online-režim je možné ukončit příkazem z DSM, ukončí se také automaticky při odpojení MSM z DSM. [2]

Jak již bylo zmíněno lze přes DSM modul provést přenos dat z modulu MSM do PC kabelem USB, prostřednictvím technologie WiFi, nebo přes GPRS modem. Pro účely této práce byl firmou MEDETRON poskytnut testovací modul MSM s ukládáním dat ve formátu textových souborů na microSD kartu a přenos dat do PC, byl prováděn přes čtečku paměťových karet.

2.7 Výstupní soubor DATA.TXT

Soubor „DATA.TXT“ je výstupním souborem bitových hodnot A/D převodníku akcelerometru testovacího modulu MSM. Na obrázku 8 lze vidět obsah tohoto souboru. V konkrétních případech se jeho obsah, samozřejmě, liší hodnotami dat i jejich množstvím, ale jeho struktura zůstává zachována. Řádky rozlišují okamžiky vzorkování, sloupce rozlišují jednotlivé osy. V prvním sloupci jsou uvedeny hodnoty naměřené v ose X, ve druhém hodnoty v ose Y a ve třetím hodnoty v ose Z. Textový soubor plné verze modulu MSM obsahuje navíc časové údaje.



Soubor	Úpravy	Formát	Zobrazení
Nápověda			
10783	07966	08489	
09916	07921	08627	
10088	07991	08765	
10133	08027	08623	
09947	07903	08779	
10203	08026	08749	
10269	08004	08727	
10069	08665	09264	

Obrázek 8 - Obsah souboru DATA.TXT

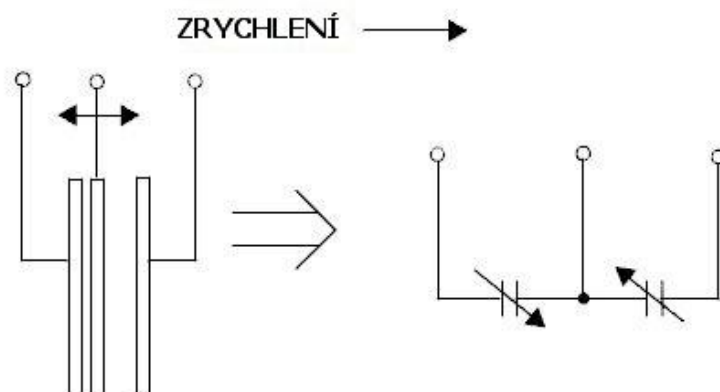
3 OBVOD AKCELEROMETRU MODULU MSM

V modulu MSM je zabudován mikromechanickým kapacitní akcelerometr firmy Freescale typu MMA8451Q, který je schopen snímat zrychlení ve třech osách a je nastaven na snímání zrychlení v rozsahu $\pm 4g$. Výstupní referenční napětí akcelerometru je vzorkováno frekvencí 10 Hz a digitalizováno 14 bitovým A/D převodníkem.

3.1.1 Princip činnosti mikromechanického kapacitního akcelerometru

Akcelerometr Freescale je plošný mikromechanický integrovaný obvod. Zařízení se skládá z plošného mikromechanického kapacitního snímacího článku (g-článku) a obvodu upravujícího signál ASIC (Application Specific Integrated Circuit), které jsou umístěny v jednom pouzdře. Snímací prvek je hermeticky uzavřen na úrovni destičky pomocí velkého množství mikromechanických krycích „kopulí“.

g-článek je mechanická struktura vytvořená z polovodičových materiálů (polysilikonů) polovodičovým zpracováním (maskováním a leptáním). Je modelován jako sada nosníků připojených k pohyblivé hlavní hmotě, které se pohybují mezi nehybnými nosníky. Pohyblivé nosníky jsou vychylovány ze své klidové polohy v závislosti na působícím zrychlení (obrázek 9). [4]



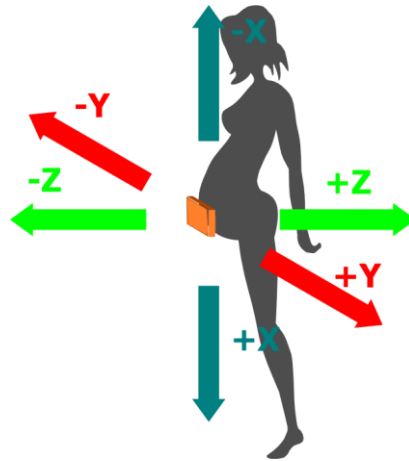
Obrázek 9 - Zjednodušený fyzikální model snímače [4]

Jak se nosníky připojené k hlavní hmotě pohybují, jejich vzdálenost od nehybných nosníků se na jedné straně zvětšuje a na druhé straně snižuje o stejnou hodnotu. Změna vzdálenosti je měrou zrychlení.

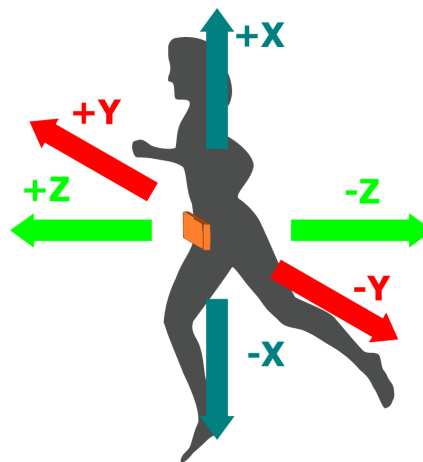
Nosníky g-článku tvoří dva protisměrně zapojené kondenzátory (obrázek 9). Jak se centrální nosník vlivem zrychlení pohybuje, vzdálenost mezi nosníky se mění a kapacita

každého kondenzátoru mění hodnotu podle vztahu $C = S \cdot \varepsilon / d$. Kde S je plocha nosníku, ε je dielektrická konstanta a d vzdálenost mezi nosníky.

Obvod ASIC využívá techniky spínaných kondenzátorů k měření kapacity g-článků a odvozuje data zrychlení ze vzdálenosti mezi dvěma kondenzátory. ASIC také upravuje a filtruje signál, zajišťuje vysokou úroveň výstupního napětí, které je úměrné zrychlení. [4]



Obrázek 10 – Osy, ve kterých je snímáno statické - tíhové zrychlení



Obrázek 11 – Osy, ve kterých je snímáno dynamické zrychlení

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 AKCELEROMETRICKÁ MĚŘENÍ A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Cílem práce je zmapování charakteristických typů pohybu a poloh pacientky. Za typické formy pohybu byly, v souladu se zadáním a pokyny vedoucího práce, zvoleny chůze a běh, za typické polohy pak stoj, sed, leh na zádech, leh na pravém a leh na levém boku. Zvolené typy pohybů, resp. poloh, nebyly konkrétněji definovány a byly z velké části ponechány subjektivnímu pocitu měřené osoby s cílem získat co nejširší spektrum dat pro daný typ pohybu či polohy.

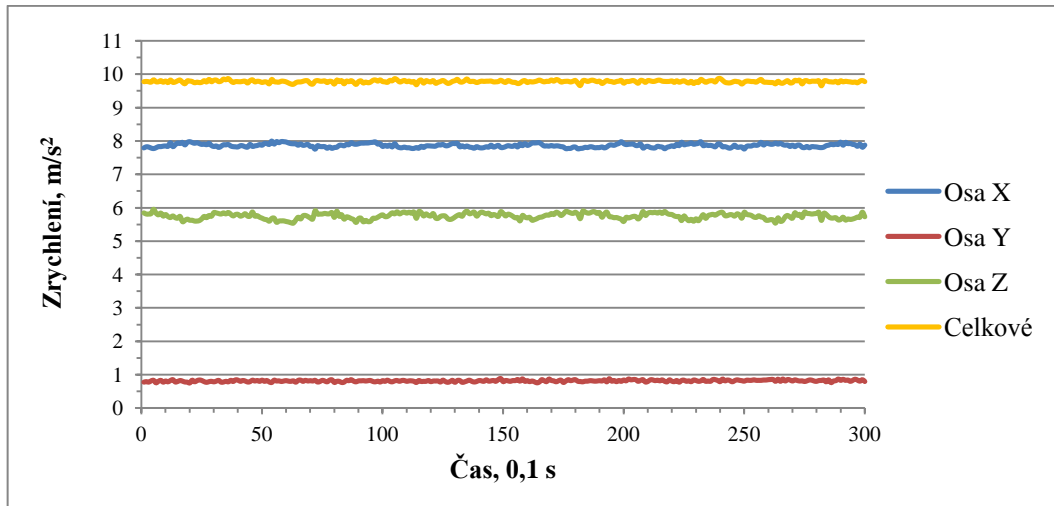
Účelem akcelerometrických měření bylo získat charakteristická data vybraných typů pohybu resp. polohy pacientky, cílem jejich následného vyhodnocení pak určit způsob, jak z naměřených dat zpětně identifikovat pohyb nebo polohu, pro kterou byla tato data naměřena.

4.1 Akcelerometrická měření

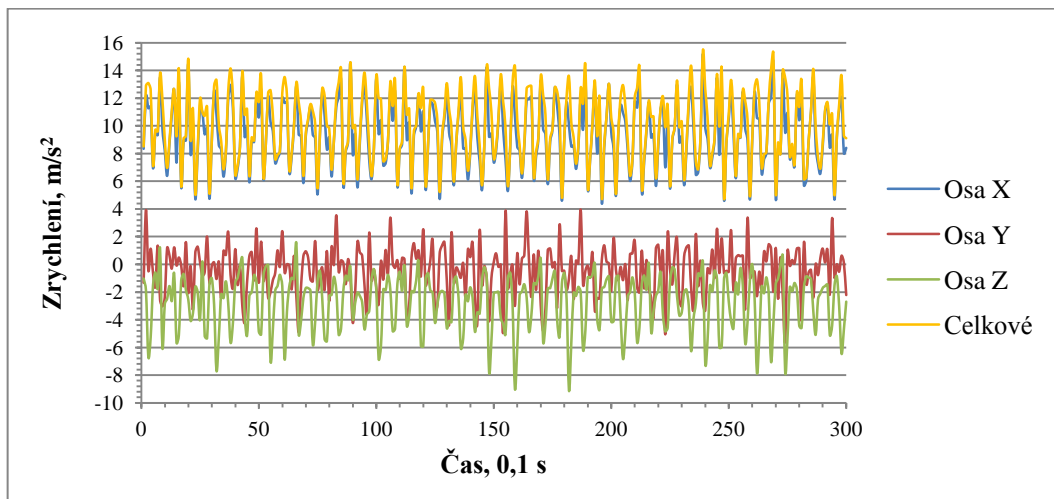
Měřením bylo podrobena 10 žen, mezi nimi byly 3 těhotné ženy. U každé z žen, vyjma těhotných, byla provedena měření při každém výše vybraném typu pohybu resp. poloze. U těhotných žen, nebyla provedena měření při běhu. Jednotlivá měření byla provedena ve zvolených 30 sekundových intervalech.

4.2 Zpracování provedených akcelerometrických měření

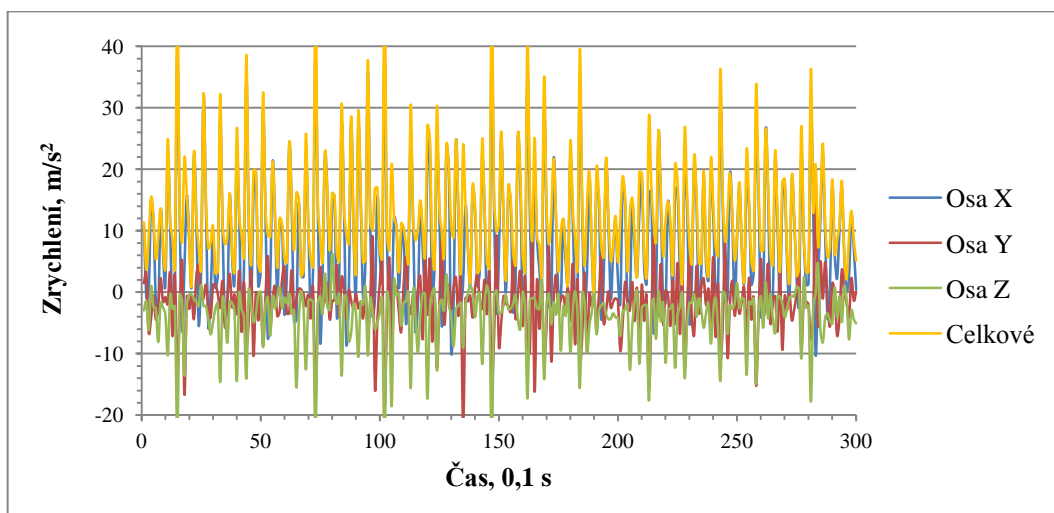
Z každého měření, pro každý typ pohybu nebo polohu, byly z naměřených dat sestaveny tabulky obsahující čas v sekundách, čas v desetinách sekundy (tj. časové okamžiky měření), hodnoty výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru naměřené v jednotlivých osách v jednotlivých desetinách sekundy, přepočtené hodnoty těchto bitů na okamžité zrychlení v m/s^2 , celkové okamžité zrychlení vypočtené z hodnot zrychlení v jednotlivých osách. Byly zjištěny extrémy okamžitých zrychlení v jednotlivých osách i celkového okamžitého zrychlení. Z hodnot zrychlení v jednotlivých osách a celkového zrychlení byly sestrojeny grafy. Pro ilustraci jsou vybrané grafy uvedeny na obrázcích 12 až 14. Tabulky a grafy pro všechna provedená měření jsou uloženy na paměťovém médiu přiloženém k této práci.



Obrázek 12 – Graf zrychlení naměřeného při poloze vsedě



Obrázek 13 – Graf zrychlení naměřeného při chůzi



Obrázek 14 – Graf zrychlení naměřeného při běhu

Při pohledu do grafů jsou patrné značné rozdíly mezi křivkami grafů sestavenými z dat naměřených při pohybu a křivkami grafů sestavenými z dat naměřených při klidových polohách. Křivky grafů sestavených z pohybových dat jsou výrazně více (co do amplitudy i frekvence) rozkmitané než křivky grafů dat klidových poloh. Podobný úsudek lze učinit i při porovnání grafů tvořených daty naměřenými při chůzi a běhu. Křivky grafů sestavených z dat naměřených při běhu jsou více rozkmitané (co do amplitudy i frekvence) než křivky grafů sestavených z dat naměřených při chůzi.

Číselně lze tuto rozkolísanost vyjádřit pomocí rozptylu, nebo směrodatné odchylky, která vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší hodnoty v souboru zkoumaných dat. Čím větší je hodnota směrodatné odchylky, tím jsou větší rozdíly mezi hodnotami souboru. Vztah pro výpočet směrodatné odchylky je:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1)$$

Kde x_i je hodnota i -tého pozorování, n je počet pozorování a \bar{x} je průměrná hodnota všech pozorování. [5]

Zmíněné tabulky, sestavované ke každému měření tak byly pro další vyhodnocení doplněny i o hodnoty směrodatných odchylek zrychlení v jednotlivých osách a celkového zrychlení a to za 1 sekundové, 2 sekundové a za celý 30 sekundový interval. Volba 30 sekundového intervalu je daná časem jednoho měření, volbami jedno a dvousekundových intervalů je sledováno zjištění nejkratšího rozlišitelného časového intervalu, což bude blíže popsáno v odstavci 4.3. Směrodatné odchylky pro jednosekundové a dvousekundové intervaly byly vypočítány pro všechny souvisle vytvořitelné jednosekundové, resp. dvousekundové intervaly v rámci celého 30 sekundového intervalu.

Hodnoty směrodatných odchylek za jednosekundové intervaly byly počítány tak, že v řádku s časem t_{ds} , z intervalu $t_{ds} \in \langle 1; 9 \rangle$ je uvedena směrodatná odchylka vypočtená z naměřených hodnot z intervalu $t_{ds} \in \langle t_{ds}; t_{ds} + 9 \rangle$, a v řádku s časem t_{ds} , z intervalu $t_{ds} \in \langle 10; 300 \rangle$ je uvedena směrodatná odchylka vypočtená z naměřených hodnot z intervalu $t_{ds} \in \langle t_{ds} - 9; t_{ds} \rangle$.

Hodnoty směrodatných odchylek za dvousekundové intervaly byly počítány tak, že v řádku s časem t_{ds} , z intervalu $t_{ds} \in \langle 1; 19 \rangle$ je uvedena směrodatná odchylka vypočtená z naměřených hodnot z intervalu $t_{ds} \in \langle t_{ds}; t_{ds} + 19 \rangle$, a v řádku s časem t_{ds} , z intervalu

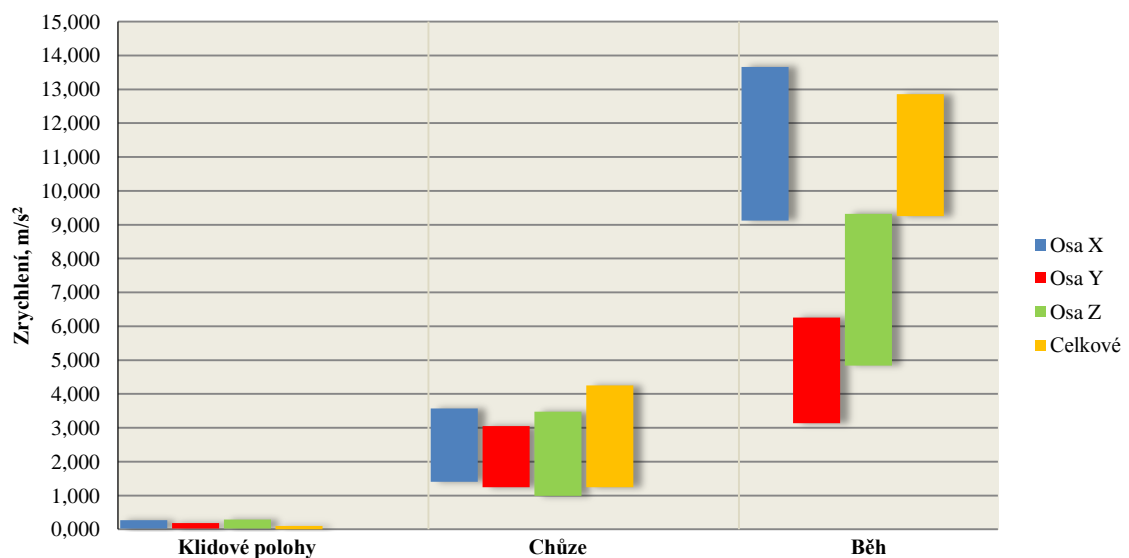
$t_{ds} \in \langle 10; 300 \rangle$ je uvedena směrodatná odchylka vypočtená z naměřených hodnot z intervalu $t_{ds} \in \langle t_{ds} - 19; t_{ds} \rangle$.

4.3 Analýza dosažených výsledků měření

Ze zjištění, učiněného v kapitole 4.2, vyplývá, že rozlišení mezi soubory dat naměřenými v klidových polohách, při chůzi a při běhu je možné hledat v hodnotách jejich směrodatných odchylek. Přehled o tom, jakých hodnot dosahovaly směrodatné odchylky zjištěné ze souborů dat naměřených v celých zvolených 30 sekundových intervalech při jednotlivých klidových polohách, při běhu a při chůzi uvádí tabulka 1. Rozsahy těchto hodnot představují intervaly, jejichž meze tvoří minimální a maximální směrodatné odchylky zjištěné ze souborů dat všech měření při daných klidových polohách, resp. typech pohybu. Graf na obrázku 15 zobrazuje intervaly vymezené minimálními a maximálními hodnotami směrodatných odchylek zjištěnými z dat všech měření ve všech typech klidových poloh, dále z dat naměřených při chůzi a dat naměřených při běhu.

Tabulka 1 - Extrémy směrodatných odchylek zrychlení za 30 sekundové intervaly

	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Leh na zádech	0,069	0,269	0,025	0,083	0,033	0,142	0,025	0,046
Leh na pravém boku	0,026	0,138	0,020	0,110	0,046	0,288	0,018	0,036
Leh na levém boku	0,027	0,085	0,025	0,052	0,060	0,213	0,020	0,029
Sed	0,023	0,166	0,019	0,056	0,025	0,096	0,021	0,040
Stoj	0,030	0,115	0,027	0,183	0,045	0,264	0,021	0,096
Extrémy ze všech klidových poloh	0,023	0,269	0,019	0,183	0,025	0,288	0,018	0,096
Chůze	1,407	3,566	1,238	3,045	0,988	3,472	1,247	4,250
Běh	9,118	13,656	3,130	6,251	4,838	9,313	9,249	12,854



Obrázek 15 – Graf intervalů směrodatných odchylek za 30 sekund

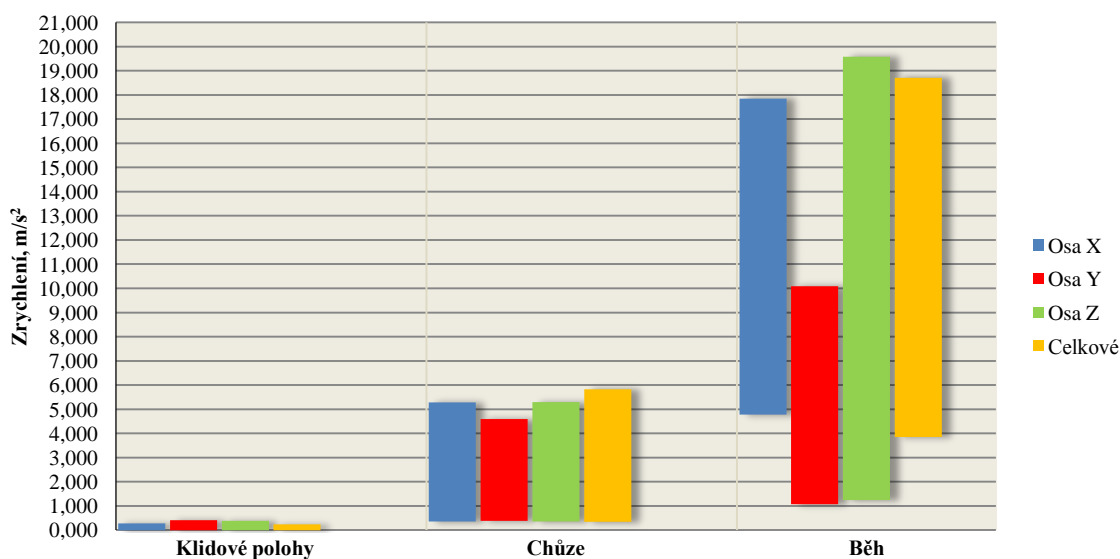
Z tabulky 1 a z grafu na obrázku 15 je zřejmé, že intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při zkoumaných typech klidových poloh jsou plně disjunktní s intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při všech typech pohybu. Lze rovněž vyčíst, že intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při chůzi jsou plně disjunktní s intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při běhu. Lze tedy prohlásit, že na základě hodnoty směrodatné odchylky zjištěné za 30 sekundový interval, je možné rozlišit mezi soubory dat naměřenými za 30 sekundový interval při klidových polohách, při chůzi, nebo při běhu.

Odstavec výše se týkal souborů dat 30 sekundových intervalů. Předpokládá se, že pro praktické využití, bude třeba identifikovat data klidových poloh a typů pohybu za časový interval co možná nejkratší, proto byly k další analýze zvoleny hodnoty směrodatných odchylek zjištěné za kratší časový interval a to nejprve interval v trvání 1 sekundy. Ve všech souborech naměřených dat byly zjištěny hodnoty směrodatných odchylek všech souvisle vytvořitelných jednosekundových intervalů. Rozsahy těchto hodnot představují intervaly, jejichž meze tvoří minimální a maximální směrodatné odchylky za 1 sekundu, zjištěné ze souborů dat všech měření při daných klidových polohách, resp. typech pohybu. Hodnoty extrémních směrodatných odchylek za jednosekundové intervaly jsou uvedeny v tabulce 2. Graf na obrázku 16 zobrazuje intervaly vymezené minimálními a maximálními

hodnotami směrodatných odchylek za 1 sekundu zjištěnými z dat všech měření ve všech typech klidových poloh, dále z dat naměřených při chůzi a dat naměřených při běhu.

Tabulka 2 – Extrémy směrodatných odchylek zrychlení za sekundové intervaly

	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Leh na zádech	0,015	0,215	0,008	0,093	0,010	0,154	0,010	0,106
Leh na pravém boku	0,007	0,282	0,006	0,239	0,008	0,388	0,006	0,121
Leh na levém boku	0,007	0,133	0,006	0,119	0,009	0,182	0,005	0,077
Sed	0,009	0,143	0,007	0,149	0,007	0,175	0,007	0,075
Stoj	0,010	0,224	0,009	0,421	0,009	0,341	0,008	0,242
Extrémy ze všech klidových poloh	0,007	0,282	0,006	0,421	0,007	0,388	0,005	0,242
Chůze	0,366	5,285	0,393	4,594	0,368	5,295	0,343	5,836
Běh	4,783	17,844	1,083	10,091	1,255	19,583	3,857	18,706



Obrázek 16 - Graf intervalů směrodatných odchylek za 1 sekundu

Z tabulky 2 a grafu na obrázku 16 je zřejmé, že při zkrácení sledovaného časového intervalu na 1 sekundu nejsou všechny intervaly směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při všech typech klidových poloh plně disjunktní (interval osy Y

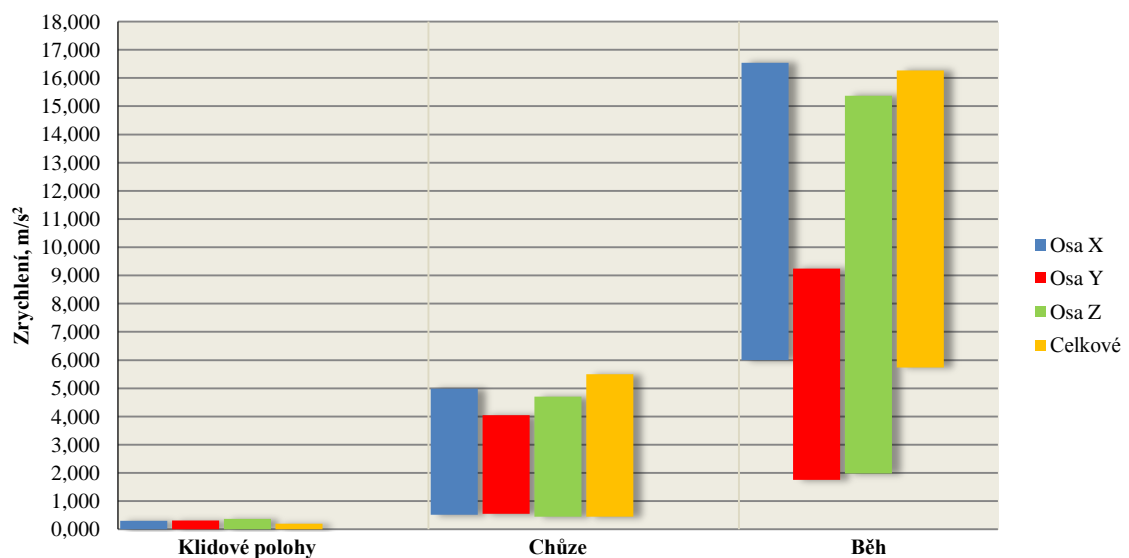
polohy ve stoje a interval osy Z polohy vleže na pravém boku) s intervaly směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při chůzi.

Dále lze z tabulky 2 a grafu na obrázku 16 vyčíst, že žádný z intervalů směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při chůzi, není plně disjunktní s intervalem směrodatných odchylek zjištěných pro stejnou osu nebo celkové zrychlení ze souborů dat naměřených při běhu. Časový interval 1 sekunda tak není vhodný k určování směrodatných odchylek pro identifikaci dat klidových poloh a typů pohybu, protože neobsahuje dostatečné množství jejich charakteristických dat.

Z důvodu, že nelze na základě hodnoty směrodatné odchylky za 1 sekundu dostatečně dobře identifikovat data klidových poloh a jednotlivých typů pohybu za jednosekundový interval, bylo přistoupeno k analýze dvojnásobného časového intervalu. Ve všech souborech naměřených dat byly zjištěny směrodatné odchylky všech souvisle vytvořitelných dvousekundových intervalů. Minimální a maximální hodnoty těchto směrodatných odchylek zjištěné z dat naměřených při daných klidových polohách, resp. typech pohybu jsou uvedeny v tabulce 3. Graf na obrázku 17 pak zobrazuje intervaly vymezené extrémními směrodatnými odchylkami za 2 sekundy zjištěnými z dat naměřených ve všech klidových polohách, z dat naměřených při chůzi a dat naměřených při běhu.

Tabulka 3 - Extrémy směrodatných odchylek za dvousekundové intervaly

	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Leh na zádech	0,015	0,278	0,011	0,087	0,016	0,181	0,016	0,082
Leh na pravém boku	0,013	0,303	0,011	0,189	0,016	0,368	0,009	0,093
Leh na levém boku	0,013	0,116	0,011	0,095	0,019	0,233	0,012	0,058
Sed	0,013	0,124	0,009	0,124	0,011	0,142	0,013	0,059
Stoj	0,016	0,199	0,014	0,313	0,014	0,341	0,013	0,198
Extrémy ze všech klidových poloh	0,013	0,303	0,009	0,313	0,011	0,368	0,009	0,198
Chůze	0,510	4,988	0,544	4,041	0,445	4,701	0,448	5,498
Běh	5,992	16,533	1,748	9,238	1,975	15,362	5,740	16,262



Obrázek 17 - Graf intervalů směrodatných odchylek za 2 sekundy

Z tabulky 3 a grafu na obrázku 17 je zřejmé, že intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných za dvousekundové intervaly ze souborů dat naměřených při všech typech klidových poloh jsou plně disjunktní s intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při všech typech pohybu. Z tabulky 3 a grafu na obrázku 17 lze rovněž vyčíst, že ne všechny intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při chůzi jsou plně disjunktní (interval osy Y, a interval osy Z) s intervaly hodnot směrodatných odchylek zjištěných ze souborů dat naměřených při běhu. V tomto případě jsou vzájemně plně disjunktní intervaly směrodatných odchylek zjištěných pro hodnoty celkového zrychlení, což je pro rozlišení dat těchto typů pohybu dostačující. Připomeňme v této souvislosti skutečnost, uvedenou v úvodu kap. 4, že jednotlivé typy pohybu nebyly pro účely měření přesně kvantifikovány.

Dvousekundový interval je tak vhodný k určování směrodatných odchylek pro identifikaci dat klidových poloh a typů pohybu.

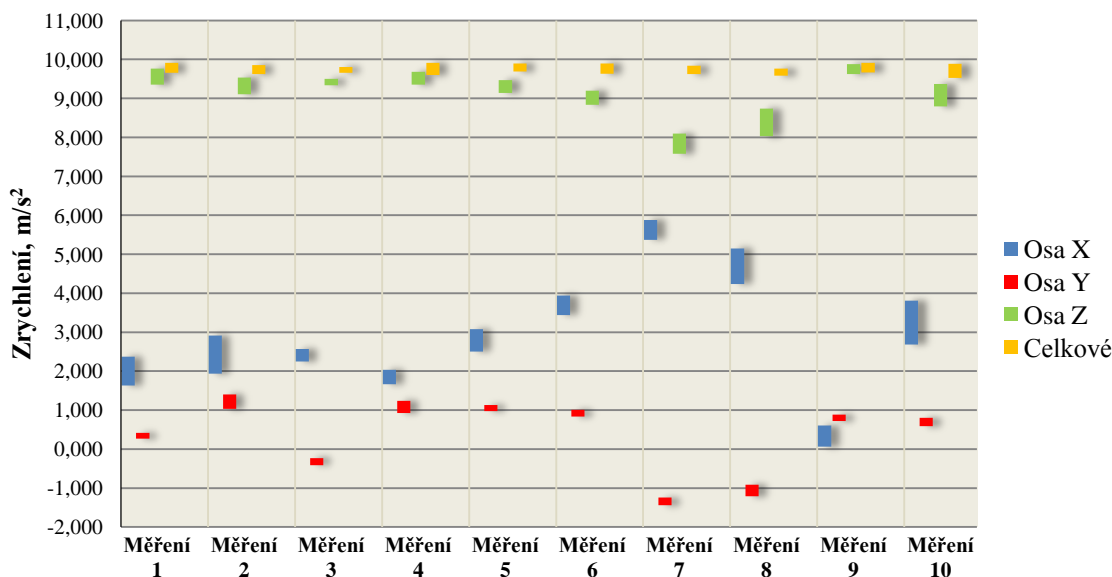
4.3.1 Analýza dat naměřených v konkrétních klidových polohách

Vzhledem k malým směrodatným odchylkám, plynoucím z malého vzájemného rozdílu dat, zjištěných u dat naměřených v klidových polohách, byly dále hledány charakteristické znaky pro data konkrétních klidových poloh. K tomuto účelu byly sestaveny tabulky minimálních a maximálních hodnot okamžitých zrychlení zjištěných za jednotlivá měření

(tj. pro jednotlivé měřené osoby) v jednotlivých klidových polohách (tabulky 4 až 8). K těmto tabulkám byly sestrojeny intervalové grafy (grafy na obrázcích 18 až 22).

Tabulka 4 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné za jednotlivá měření v poloze vleže na zádech

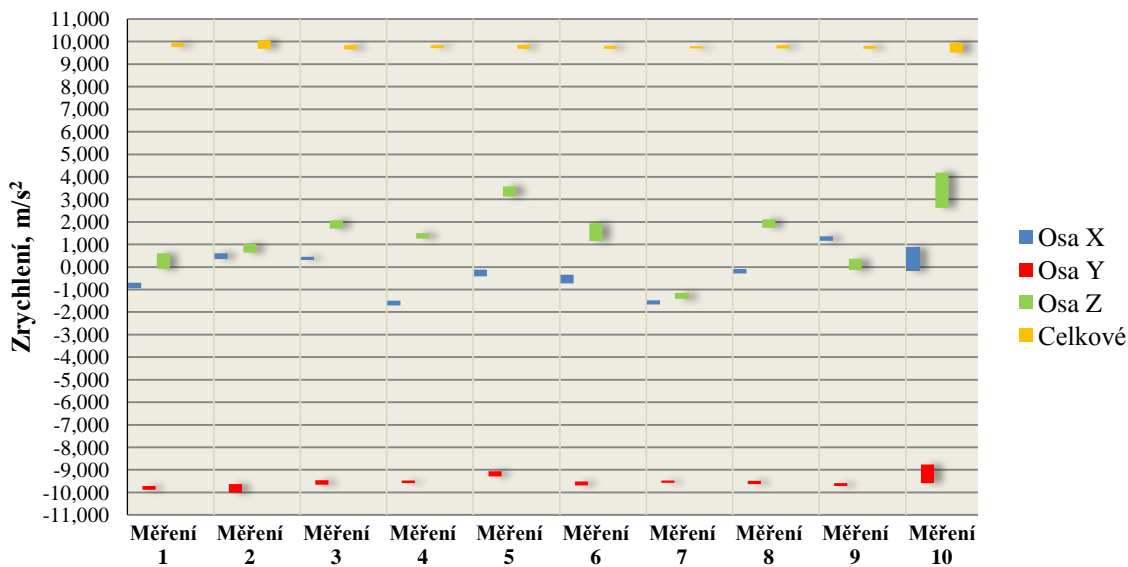
	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Měření 1	1,633	2,371	0,273	0,417	9,355	9,762	9,656	9,912
Měření 2	1,935	2,912	1,035	1,403	9,111	9,537	9,628	9,856
Měření 3	2,247	2,567	-0,412	-0,230	9,336	9,503	9,658	9,810
Měření 4	1,667	2,036	0,929	1,241	9,355	9,681	9,600	9,909
Měření 5	2,505	3,075	0,977	1,130	9,144	9,470	9,692	9,898
Měření 6	3,444	3,937	0,833	1,006	8,838	9,197	9,633	9,900
Měření 7	5,374	5,877	-1,437	-1,245	7,583	8,095	9,623	9,842
Měření 8	4,234	5,149	-1,212	-0,910	8,028	8,737	9,586	9,763
Měření 9	0,062	0,608	0,719	0,886	9,623	9,877	9,669	9,913
Měření 10	2,687	3,808	0,589	0,800	8,795	9,374	9,523	9,884



Obrázek 18 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vleže na zádech

Tabulka 5 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné za jednotlivá měření v poloze vleže na pravém boku

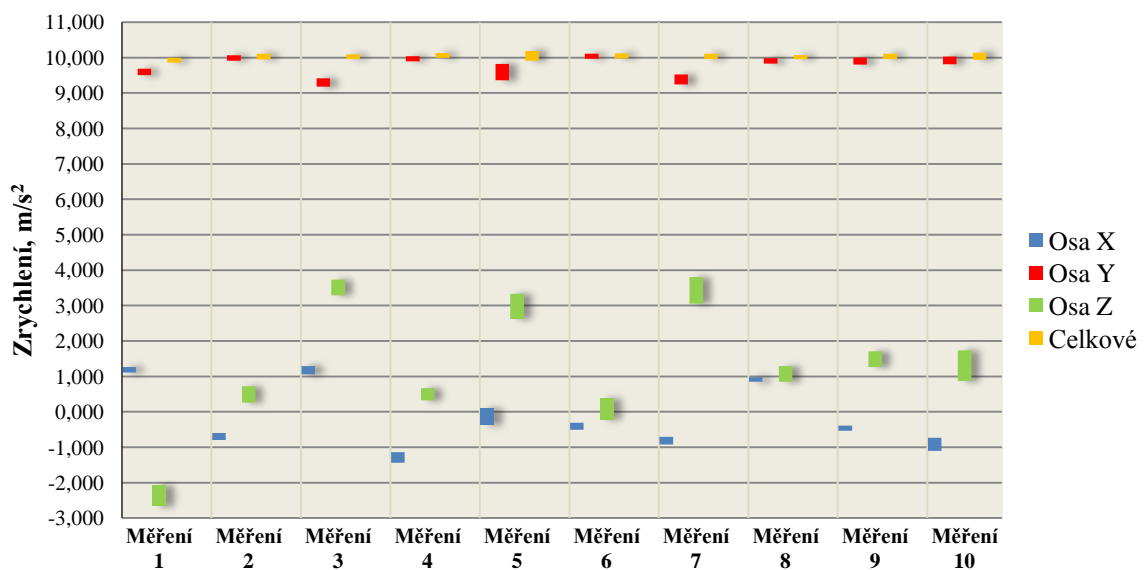
	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Měření 1	-0,939	-0,704	-9,891	-9,714	-0,081	0,604	9,762	9,931
Měření 2	0,354	0,608	-10,011	-9,628	0,627	1,011	9,683	10,051
Měření 3	0,311	0,455	-9,666	-9,465	1,696	2,065	9,655	9,837
Měření 4	-1,715	-1,499	-9,590	-9,475	1,265	1,499	9,712	9,831
Měření 5	-0,422	-0,115	-9,293	-9,058	3,123	3,573	9,681	9,853
Měření 6	-0,723	-0,340	-9,695	-9,518	1,145	1,935	9,683	9,808
Měření 7	-1,662	-1,485	-9,570	-9,470	-1,432	-1,169	9,691	9,790
Měření 8	-0,292	-0,096	-9,633	-9,484	1,744	2,108	9,699	9,834
Měření 9	1,164	1,360	-9,724	-9,590	-0,129	0,364	9,676	9,810
Měření 10	-0,172	0,872	-9,590	-8,771	2,615	4,186	9,505	9,940



Obrázek 19 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vleže na pravém boku

Tabulka 6 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné z jednotlivých měření v poloze vleže na levém boku

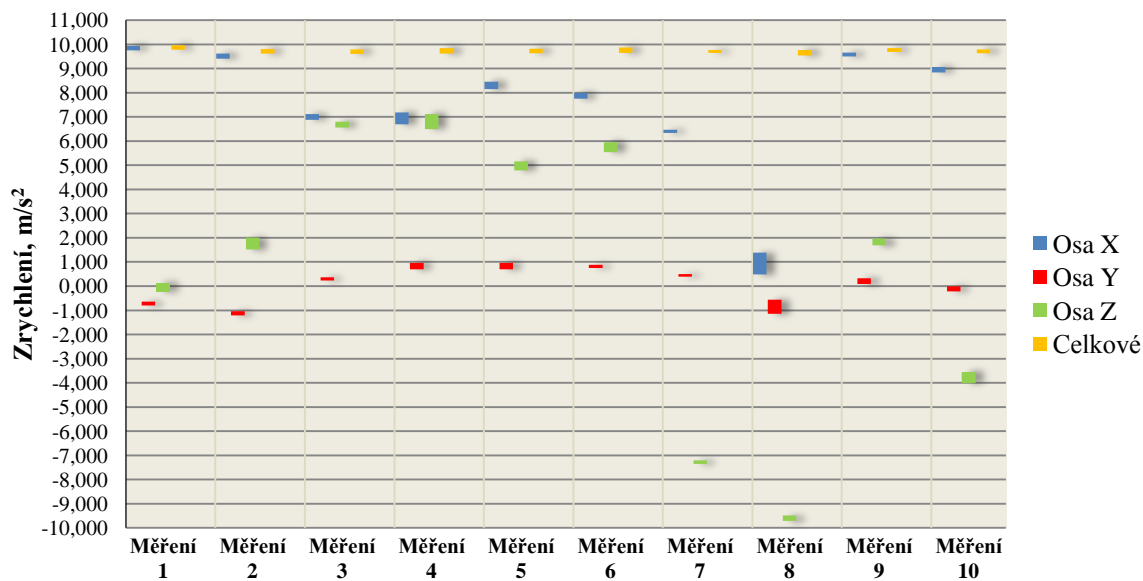
	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Měření 1	1,111	1,265	9,508	9,690	-2,658	-2,074	9,864	9,995
Měření 2	-0,790	-0,594	9,915	10,073	0,268	0,728	9,955	10,117
Měření 3	1,059	1,298	9,183	9,422	3,296	3,731	9,960	10,093
Měření 4	-1,437	-1,135	9,901	10,045	0,331	0,675	9,993	10,131
Měření 5	-0,364	0,091	9,365	9,829	2,620	3,339	9,915	10,188
Měření 6	-0,508	-0,302	9,973	10,112	-0,206	0,369	9,981	10,120
Měření 7	-0,915	-0,699	9,250	9,527	3,061	3,803	9,957	10,116
Měření 8	0,848	0,982	9,839	9,992	0,848	1,293	9,958	10,081
Měření 9	-0,527	-0,383	9,810	10,002	1,265	1,715	9,961	10,111
Měření 10	-1,102	-0,733	9,815	10,035	0,872	1,739	9,942	10,142



Obrázek 20 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vleže na levém boku

Tabulka 7 - Extrémní hodnoty okamžitých zrychlení zjištěné z jednotlivých měření v poloze vsedě

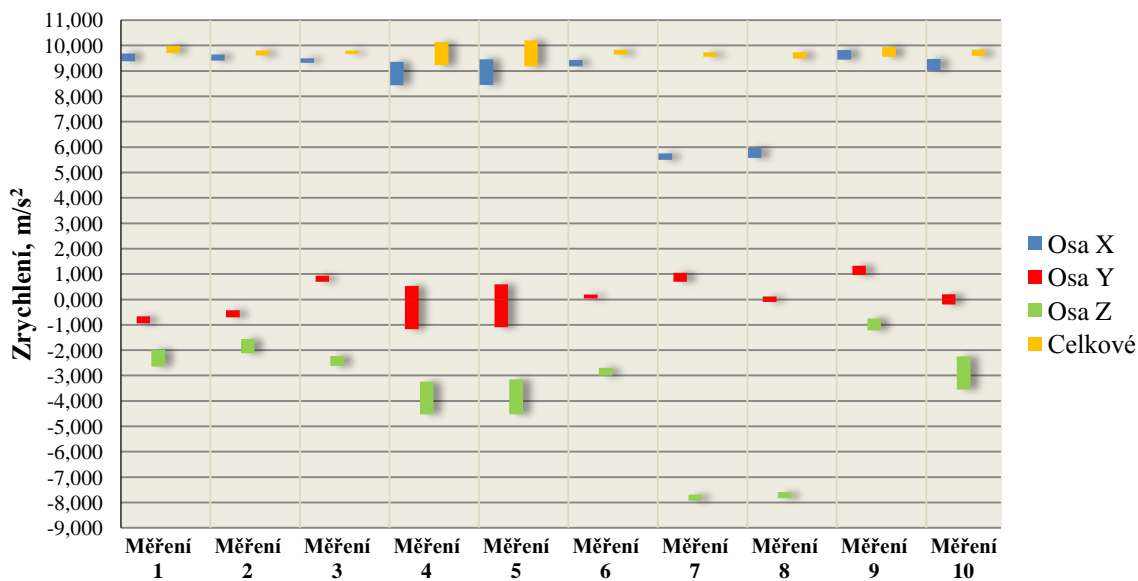
	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Měření 1	9,762	9,944	-0,800	-0,637	-0,225	0,144	9,787	9,971
Měření 2	9,408	9,618	-1,202	-1,030	1,528	2,007	9,621	9,807
Měření 3	6,883	7,128	0,240	0,364	6,562	6,797	9,605	9,799
Měření 4	6,701	7,185	0,699	0,963	6,500	7,128	9,622	9,853
Měření 5	8,148	8,464	0,704	0,968	4,790	5,168	9,641	9,819
Měření 6	7,755	7,999	0,752	0,881	5,542	5,959	9,653	9,870
Měření 7	6,337	6,467	0,398	0,503	-7,353	-7,204	9,646	9,763
Měření 8	0,493	1,389	-1,140	-0,556	-9,705	-9,484	9,538	9,764
Měření 9	9,499	9,657	0,086	0,331	1,691	1,969	9,683	9,843
Měření 10	8,847	9,068	-0,211	-0,005	-4,009	-3,545	9,641	9,800



Obrázek 21 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vsedě

Tabulka 8 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné z jednotlivých měření v poloze ve stoje

	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Měření 1	9,384	9,695	-0,934	-0,666	-2,639	-1,969	9,716	9,992
Měření 2	9,408	9,647	-0,695	-0,426	-2,117	-1,562	9,614	9,806
Měření 3	9,321	9,494	0,695	0,939	-2,620	-2,223	9,680	9,801
Měření 4	8,440	9,355	-1,169	0,541	-4,517	-3,238	9,231	10,137
Měření 5	8,450	9,460	-1,092	0,599	-4,517	-3,142	9,188	10,208
Měření 6	9,183	9,432	0,048	0,201	-2,999	-2,697	9,647	9,837
Měření 7	5,504	5,753	0,695	1,059	-7,923	-7,683	9,567	9,744
Měření 8	5,580	5,973	-0,096	0,120	-7,822	-7,587	9,485	9,742
Měření 9	9,451	9,829	0,963	1,336	-1,217	-0,747	9,559	9,944
Měření 10	9,020	9,470	-0,201	0,211	-3,554	-2,237	9,599	9,839

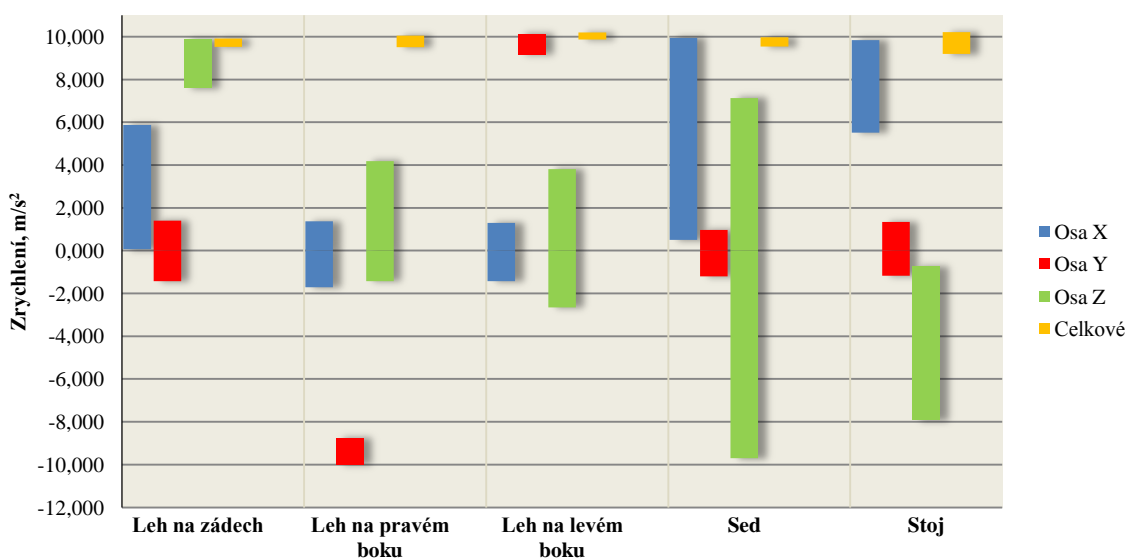


Obrázek 22 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze ve stoje

Z grafů na obrázcích 18 až 22 lze usoudit, že intervaly okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v konkrétních polohách (s výjimkou polohy vsedě), se vyskytují v určitých, charakteristických rozmezech hodnot. Tato rozmezí jsou vymezena minimálními a maximálními hodnotami okamžitých zrychlení zjištěnými ze všech měření v jednotlivých klidových polohách, jsou uvedena v tabulce 9 a graficky zobrazena v intervalovém grafu na obrázku 23. Pozn.: Skutečnost, že se hodnoty celkových okamžitých zrychlení zjištěných v klidových polohách blíží hodnotě tíhového zrychlení ($9,81 \text{ m/s}^2$), vyplývá z toho, že hlavní složku zrychlení rozkládajícího se do jednotlivých os akcelerometru tvoří právě toto zrychlení a jen malá složka dynamického zrychlení, která je dána např. dýcháním.

Tabulka 9 - Extrémní hodnoty okamžitých zrychlení zjištěné ze všech měření v klidových polohách

	Osa X		Osa Y		Osa Z		Celkové	
	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]	Min. [m/s ²]	Max. [m/s ²]
Leh na zádech	0,062	5,877	-1,437	1,403	7,583	9,877	9,523	9,913
Leh na pravém boku	-1,715	1,36	-10,01	-8,771	-1,432	4,186	9,505	10,051
Leh na levém boku	-1,437	1,298	9,183	10,112	-2,658	3,803	9,864	10,188
Sed	0,493	9,944	-1,202	0,968	-9,705	7,128	9,538	9,971
Stoj	5,504	9,829	-1,169	1,336	-7,923	-0,75	9,188	10,208



Obrázek 23 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných ze všech měření v klidových polohách

Graf na obrázku 23 prezentuje intervaly hodnot okamžitých zrychlení, které byly zjištěny v konkrétních klidových polohách ze všech měření. Z grafu je zřejmé, že pro každou konkrétní klidovou polohu existuje interval hodnot okamžitých zrychlení v jedné ose, který je vůči intervalům stejné osy ostatních klidových poloh plně disjunktní. Výjimkou jsou polohy sed a stoj, jejichž intervaly hodnot okamžitých zrychlení se ve všech osách z velké míry vzájemně překrývají. Vzhledem k ostatním polohám však i u polohy stoj a sed existuje interval hodnot okamžitých zrychlení v jedné ose, který je vůči intervalům stejné osy ostatních poloh plně disjunktní.

5 NÁVRH ZPŮSOBU VYHODNOCOVÁNÍ AKCELEROMETRICKÝCH DAT PRO ZJIŠTĚNÍ TYPU POHYBU NEBO POLOHY

5.1 Vyhodnocování naměřených akcelerometrických dat

Na základě provedených akcelerometrických měření, zpracování a vyhodnocení jejich výsledků popsaných v kap. 4 byl navržen způsob vyhodnocování akcelerometrických dat za účelem zjištění typu pohybu resp. polohy hierarchicky uspořádaný do dvou kroků:

1. Rozlišení dat naměřených při pohybu a při klidové poloze. V tomto kroku se vychází z hodnot extrémů směrodatných odchylek celkového zrychlení za dvousekundové intervaly
2. V případě klidové polohy rozlišení dat pro jednotlivé klidové polohy, zatím ze základní množiny zkoumaných klidových poloh. V tomto kroku se potom vychází z hodnot extrémů okamžitých zrychlení naměřených v jednotlivých osách při konkrétních klidových polohách.

5.1.1 Rozlišení dat naměřených při pohybu a při klidové poloze

Návrh rozlišení dat klidových poloh, dat běhu a dat chůze je založen na základě porovnávání hodnot směrodatných odchylek. Termínem směrodatná odchylka bude dále v textu označována směrodatná odchylka za dvousekundový interval celkového okamžitého zrychlení.

Soubor vyhodnocovaných dat se rozdělí na data po sobě jdoucích dvousekundových intervalů. Za každý takový interval se vypočítá směrodatná odchylka a porovná se s rozsahy směrodatných odchylek klidových poloh, chůze a běhu. Tyto rozsahy jsou určeny na základě zjištěných minimálních a maximálních směrodatných odchylek z naměřených dat podle tabulky 3. Pro určování mezních hodnot rozsahů (intervalů) bude prováděno zaokrouhlení na jedno desetinné místo.

Maximální směrodatná odchylka ze všech klidových poloh byla zjištěna $0,198 \text{ m/s}^2$. Jako data klidové polohy budou tedy identifikována data, jejichž směrodatná odchylka bude spadat do následujícího intervalu (v m/s^2):

$$\sigma_{KP} \in \langle 0; 0,2 \rangle.$$

Vzhledem k tomu, že u dat chůze a běhu nebyly zjištěny žádné další charakteristické znaky použitelné k určení dat těchto typů pohybu, je jejich rozlišení založeno pouze na hodnotě směrodatné odchylky. Předpokládá se, že existují další typy pohybu, jež nebyly předmětem měření pro účel této práce a jejichž hodnoty směrodatných odchylek mohou nabývat stejných nebo podobných intervalů jako hodnoty směrodatných odchylek u dat běhu nebo chůze. Proto budou při vyhodnocení data se směrodatnými odchylkami spadajícími do intervalu směrodatných odchylek chůze identifikována jako data „pohybu malé intenzity“ a data se směrodatnými odchylkami spadajícími do intervalu směrodatných odchylek běhu jako data „pohybu velké intenzity“. Intervaly jsou tvořeny minimálními a maximálními hodnotami směrodatných chůze, resp. běhu uvedenými v tabulce 3.

Na základě intervalu směrodatných odchylek chůze, což je interval ($v \text{ m/s}^2$) $\langle 0,448; 5,498 \rangle$ budou jako data „pohybu malé intenzity“ identifikována data se směrodatnými odchylkami spadajícími do tohoto intervalu. Za data „pohybu malé intenzity“ budou identifikována také data, jejichž hodnoty směrodatných odchylek budou spadat do intervalu ($v \text{ m/s}^2$) $\langle 0,198; 0,448 \rangle$, což je interval mezi maximální směrodatnou odchylkou klidových poloh a minimální směrodatnou odchylkou chůze ve kterém nebyly, na základě měření, zjištěny hodnoty směrodatných odchylek dat klidových poloh nebo chůze. Předpokládá se, že existují typy pohybu, pro které tyto hodnoty budou existovat.

Jako data „pohybu malé intenzity“ budou tedy identifikována data, jejichž směrodatné odchylky budou, po zaokrouhlení, spadat do následujícího intervalu ($v \text{ m/s}^2$):

$$\sigma_{\text{PMI}} \in (0,2; 5,5).$$

Na základě intervalu směrodatných odchylek dat běhu, což je interval ($v \text{ m/s}^2$) $\langle 5,740; 16,262 \rangle$ budou jako data „pohybu velké intenzity“ identifikována data se směrodatnými odchylkami spadajícími do tohoto intervalu. Za data „pohybu velké intenzity“ budou identifikována také data, jejichž hodnoty směrodatných odchylek budou spadat do intervalu ($v \text{ m/s}^2$) $\langle 5,498; 5,740 \rangle$, což je interval mezi maximální směrodatnou odchylkou chůze a minimální směrodatnou odchylkou běhu a ve kterém nebyly, na základě měření, zjištěny hodnoty směrodatných odchylek z dat chůze nebo běhu a předpokládá se, že existují typy pohybu, pro které tyto hodnoty budou existovat. Předpokládá se také, že mohou existovat data typů pohybů, jejichž směrodatné odchylky mohou nabývat vyšších hodnot, než byla maximální zjištěná hodnota směrodatné odchylky z dat běhu (16,262

m/s^2), proto budou, jako data „pohybu vysoké intenzity“, identifikována data, jejichž směrodatné odchylky, po zaokrouhlení, spadat do intervalu (v m/s^2):

$$\sigma_{PVI} \in (5,5; \infty).$$

5.1.2 Rozlišení dat konkrétních klidových poloh

Data klidových poloh jsou vedle nízkého rozkmitu (z čehož plyne nižší směrodatná odchylka) charakteristická i rozsahy hodnot zrychlení, které byly v jednotlivých polohách naměřeny. Návrh vyhodnocení dat k určení konkrétní klidové polohy je tak postaven na porovnávání hodnot okamžitého zrychlení u dat, která byla identifikována jako data klidové polohy s rozsahy danými minimálními a maximálními hodnotami okamžitého zrychlení, které byly v jednotlivých polohách naměřeny. Tyto hodnoty jsou pro jednotlivé polohy a osy uvedeny v tabulce 9 a graficky znázorněny na obrázku 23, uvedených v kap. 4. Pro určování mezních hodnot intervalů bude zaokrouhlováno na jedno desetinné místo.

Jako data polohy „leh na zádech“ budou identifikována data klidové polohy, jejichž okamžitá zrychlení budou pro jednotlivé osy spadat do následujících intervalů (v m/s^2):

$$\mathbf{a}_x \in \langle 0,1; 5,9 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle -1,4; 1,4 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle 7,6; 9,9 \rangle$$

Jako data polohy „leh na pravém boku“ budou identifikována data klidové polohy, jejichž okamžitá zrychlení budou pro jednotlivé osy spadat do následujících intervalů (v m/s^2):

$$\mathbf{a}_x \in \langle -1,7; 1,4 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle -10,0; -8,8 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle -1,4; 4,2 \rangle$$

Za data polohy „leh na levém boku“ budou identifikována data klidové polohy, jejichž okamžitá zrychlení budou pro jednotlivé osy spadat do následujících intervalů (v m/s^2):

$$\mathbf{a}_x \in \langle -1,4; 1,3 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle 9,2; 10,1 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle -2,7; 3,8 \rangle$$

Žádný z intervalů zrychlení pro polohu „sed“ není plně disjunkttní s intervalem zrychlení analogické osy pro polohu „stoj“. Vždy se alespoň částečně překrývají, což lze dobře vidět v grafu na obrázku 23. V případech, kdy vyhodnocovaná data budou mít hodnoty zrychlení ve všech osách spadající do těchto, překrývajících se, intervalů, budou tato data identifikována jako data polohy „sed nebo stoj“.

Jako data polohy „sed nebo stoj“ tak budou identifikována data klidové polohy, jejichž okamžitá zrychlení budou pro jednotlivé osy spadat do následujících intervalů (v m/s^2):

$$\mathbf{a}_x \in \langle 5,5; 9,8 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle -1,2; 1 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle -7,9; -0,8 \rangle$$

Jako data polohy „sed“ budou identifikována data klidové polohy, jejichž okamžitá zrychlení v jednotlivých osách budou spadat do následujících intervalů (v m/s^2):

$$\mathbf{a}_x \in \langle 0,5; 5,5 \rangle \cup \langle 9,8; 9,9 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle -1,2; 1 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle -9,7; 7,1 \rangle,$$

nebo

$$\mathbf{a}_x \in \langle 0,5; 9,9 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle -1,2; 1 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle -9,7; -7,9 \rangle \cup \langle -0,8; 7,1 \rangle.$$

Jako data polohy „stoj“ budou identifikována data klidové polohy, jejichž okamžitá zrychlení v jednotlivých osách budou spadat do následujících intervalů (v m/s^2):

$$\mathbf{a}_x \in \langle 5,5; 9,8 \rangle \wedge \mathbf{a}_y \in \langle 1; 1,3 \rangle \wedge \mathbf{a}_z \in \langle -7,9; -0,8 \rangle$$

Data klidových poloh, jejichž hodnoty zrychlení nebudou zapadat do žádného výše zmíněného intervalu, budou při softwarovém zpracování identifikována jako data „neznámé polohy“.

5.2 Návrh způsobu zobrazení akcelerometrických dat pro zjištění typu pohybu nebo polohy

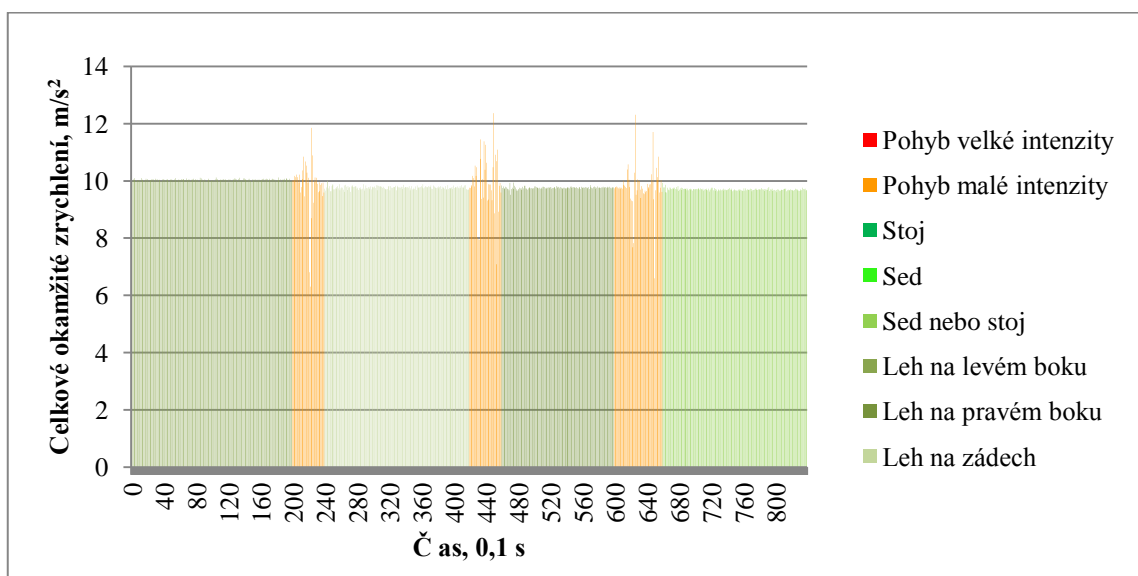
Jako způsob zobrazení akcelerometrických dat pro zjištění typu pohybu nebo polohy byl zvolen sloupcový graf, ve kterém výška každého sloupce bude reprezentovat hodnotu celkového okamžitého zrychlení daného časového okamžiku a jeho barva pak typ pohybu, nebo konkrétní polohu, která byla pro daný časový okamžik identifikována. Sloupce zelených odstínů budou reprezentovat data klidových poloh, sloupce oranžové barvy data „pohybu malé intenzity“ a sloupce červené data „pohybu velké intenzity“. Navržený způsob zobrazení je zobrazen pro data naměřená za účelem ověření navrženého způsobu vyhodnocení na obrázcích 24 a 25 v odstavci 5.3.

5.3 Ověření navrženého způsobu vyhodnocování na naměřených datech

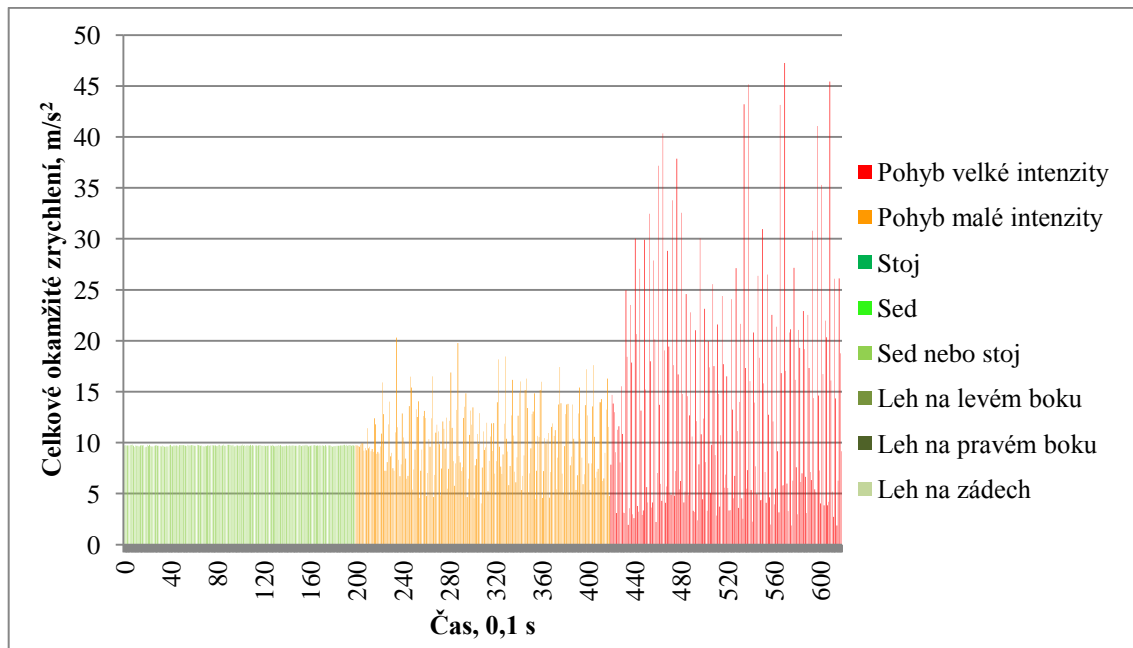
Pro ověření navrženého způsobu vyhodnocování byla provedena dvě měření. Při prvním byla data souvisle měřena v uvedeném pořadí v polohách vleže na levém boku, vleže na zádech, vleže na pravém boku a vsedě. Při druhém měření byla data souvisle měřena v uvedeném pořadí v poloze ve stoje, při chůzi a při běhu. Změny poloh resp. typů pohybu byly u obou měření prováděny přibližně po 20 sekundách. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce na příloženém paměťovém médiu a v grafech na obrázcích 24 a 25. Tabulka s výsledky měření obsahuje hodnoty výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru

naměřené v jednotlivých osách v jednotlivých desetínách sekundy, přepočtené hodnoty těchto bitů na okamžité zrychlení v m/s^2 , celkové okamžité zrychlení vypočtené z hodnot zrychlení v jednotlivých osách, hodnoty směrodatných odchylek a na základě návrhu vyhodnocování, pro daný časový okamžik, identifikaci klidové polohy nebo pohybu, v případě zjištění klidové polohy i její konkrétní identifikaci.

Výsledky vyhodnocení těchto měření odpovídají polohám, resp. typům pohybu, ve kterých bylo měřeno.



Obrázek 24 - Navržený způsob zobrazení akcelerometrických dat k určení typu pohybu resp. polohy. Pro zobrazení byla využita data prvního měření pro ověření navrhovaného způsobu jejich vyhodnocení.



Obrázek 25 - Navržený způsob zobrazení akcelerometrických dat k určení typu pohybu resp. polohy. Pro zobrazení byla využita data druhého měření pro ověření navrhovaného způsobu jejich vyhodnocení.

5.4 Návrh grafického modelu pro zobrazení pacientky podle zjištěného typu pohybu, resp. polohy

Jako způsob zobrazení pacientky podle zjištěného typu pohybu, resp. polohy se navrhuje použít piktogramů symbolizujících jednotlivé polohy, nebo typy pohybu. Piktogramy mohou být opatřeny popisem typu klidové polohy, nebo pohybu, který reprezentují. Pro snadnější odlišení klidových poloh a jednotlivých typů pohybu se navrhuje také jejich barevné rozlišení, kdy piktogramy klidových poloh budou vyvedeny v zelené barvě, piktogram „pohybu malé intenzity“ v barvě oranžové a piktogram „pohybu velké intenzity“ v barvě červené. Možná podoba piktogramů podle návrhu je vidět na obrázku 26.

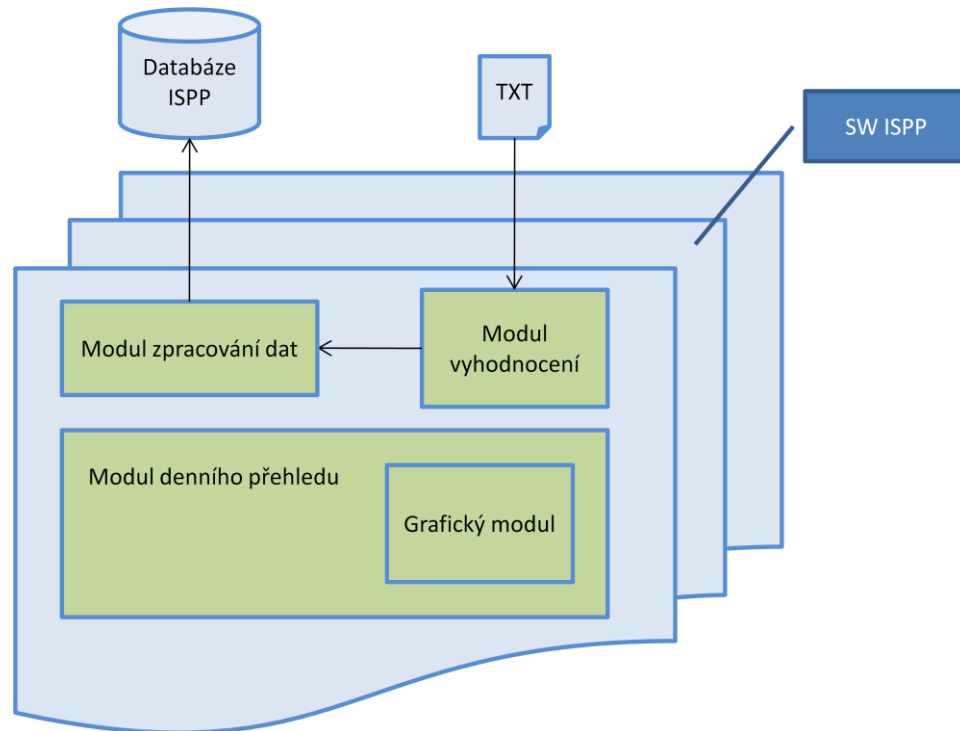


Obrázek 26 – Podoba navržených piktogramů

5.5 Programové moduly

Softwarová část systému prenatální péče ISPP, je vytvořena pomocí aplikačního frameworku Netbeans Platform. Tato platforma má modulovou architekturu a patří mezi tzv. RCA (*Rich Client Applications*), to jest mezi aplikace, které pracují na straně klienta, kde nejen, že data zobrazují, ale dochází i k jejich zpracování (logika se nenachází na straně serveru). RCA bývají rozšiřitelné pomocí pluginů a modulů. Platforma je přednostně určena pro vývoj Java aplikací. Z tohoto důvodu budou také oba moduly, které jsou cílem této práce - programový modul pro vyhodnocení akcelerometrické složky naměřených dat a grafický modul navržený v jazyku Java.

Samotný SW ISPP tvoří několik modulů. Např. modul správy a přehledu pacientek, modul těhotenství, modul kalendáře těhotenství, modul denního přehledu a další. Modul pro vyhodnocení naměřených akcelerometrických dat bude tvořit samostatnou část systému. Grafický modul bude zakomponován do již existujícího modulu denního přehledu viz následující obrázek.



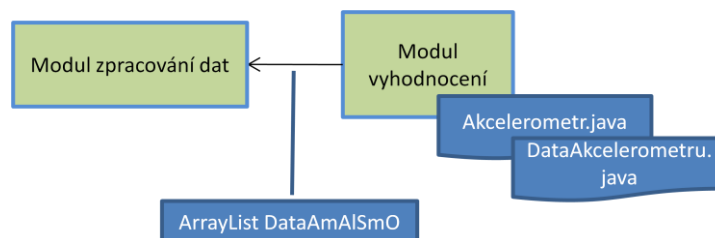
Obrázek 27 - Schéma SW ISPP a programových modulů

Popis jednotlivých modulů následuje v dalších kapitolách.

5.5.1 Návrh programového modulu pro vyhodnocování akcelerometrické složky naměřených dat

Úkolem modulu je načtení naměřených dat a jejich vyhodnocení způsobem popsáním v kap. 5. Vyhodnocená data jsou poté poskytnuta, nadřazeným modulům SW ISPP pro uložení dat do databáze (modul zpracování dat). Popis těchto modulů není předmětem ani součástí této bakalářské práce.

Navrhovaný programový modul pro vyhodnocování dat je tvořen dvěma základními třídami, třídou Akcelerometr a třídou DataAkcelerometru.



Obrázek 28 - Schéma modulu vyhodnocení

5.5.2 Třída Akcelerometr

Instance třídy `Akcelerometr` načítá data z textového souboru `DATA.TXT`, který je vytvořen zařízením MSM při měření. Soubor má následující podobu (viz odst. 2.7):

```
2012/05/24 14:02:47
0      09023 08571 10114
1      09147 08873 10026
2      09093 08488 09991
...
```

Jednotlivé řádky souboru obsahují:

- datum a čas začátku měření
- čas od začátku měření (v desetínách sekundy)
- hodnoty výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru pro jednotlivé osy (x, y, z) v časech měření

Pro každé načtené měření vytvoří třída `Akcelerometr` instanci třídy `DataAkcelerometru`, do níž jsou uložena načtená data, bitové hodnoty jednotlivých os jsou přepočítány na hodnoty zrychlení, vypočítáno je také celkové zrychlení.

Následně třída `Akcelerometr` spočítá směrodatné odchylky celkových okamžitých zrychlení z každých 20 instancí třídy `DataAkcelerometru`, reprezentující data dvousekundového intervalu a vytvoří novou kolekci objektů `DataAkcelerometru`. V této kolekci obsahují jednotlivé instance třídy `DataAkcelerometru` navíc oproti instancím původní kolekce, hodnoty zjištěných směrodatných odchylek a číselné hodnoty zjištěných typů pohybu nebo konkrétních klidových poloh a jim přiřazených barev (viz tabulka 10).

Následuje podrobný popis této třídy:

```
public class Akcelerometr
```

Atributy

```
private ArrayList <DataAkcelerometru> DataAmA1
```

Kolekce `ArrayList` instancí třídy `DataAkcelerometru`, vytvořená ze vstupního souboru akcelerometrických dat, který je parametrem konstrukturu třídy `Akcelerometr`.

```
private ArrayList <DataAkcelerometru> DataAmAlSmO
```

Kolekce `ArrayList` instancí třídy `DataAkcelerometru`, vytvořená z kolekce `DataAmAl` s nastavenými směrodatnými odchylkami jednotlivých instancí třídy `DataAkcelerometru`, k tomuto účelu je použita metoda `nastavSmOdchylku()`, která je popsána níže a vyhodnocenými typy pohybu, resp. typy klidových poloh.

Konstruktory

`Akcelerometr(File soubor)`

Inicializuje objekt `Akcelerometr`, ze vstupního souboru, který je parametrem konstrukturu vytváří v prvním kroku kolekci `DataAmAl`, jednotlivé instance třídy `DataAkcelerometru` obsahují datum v milisekundách, hodnoty výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru v jednotlivých osách, zjištěné hodnoty okamžitých zrychlení v jednotlivých osách a hodnotu celkového okamžitého zrychlení. Ve druhém kroku je z vytvořené kolekce `DataAmAl` vytvořena kolekce `DataAmAlSmO`, pro jejíž instance jsou počítány směrodatné odchylky. Tyto instance tak obsahují navíc směrodatnou odchylku, typy pohybu resp. klidových poloh, jejichž určování se z hodnoty směrodatné odchylky odvíjí.

Parametr `soubor` je textovým souborem akcelerometrických dat, který musí být v předepsaném formátu; první řádek musí obsahovat datum a čas zahájení měření ve formátu `RRRR/MM/DD HH:MM:SS`, každý další řádek musí obsahovat desetinu sekundy od zahájení měření, hodnotu výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru osy X, osy Y a osy Z, jednotlivé hodnoty musí být odděleny tabelátorem.

Metody

```
private ArrayList <DataAkcelerometru> nastavSmOdchylku(ArrayList <DataAkcelerometru> dataAkcMAL)
```

Vrací kolekci `ArrayList` instancí třídy `DataAkcelerometru` se směrodatnými odchylkami celkového zrychlení zjištěnými za každých 20 instancí třídy `DataAkcelerometru` z kolekce `ArrayList`, která je vstupním parametrem metody. Metoda slouží k získání kolekce `DataAmAlSmO` z kolekce `DataAmAl`.

```
public getDataAkcMAL()
```

Vrací kolekci `DataAmAlSmO`. Výsledná kolekce obsahuje čas, celkové zrychlení, hodnotu barvy udanou číslem, polohu udanou číslem.

5.5.3 Třída `DataAkcelerometru`

Instance třídy `DataAkcelerometru` obsahuje:

- datum v milisekundách
- hodnoty výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru pro jednotlivé osy (x, y, z) v časech měření.
- výpočet a uchování hodnot okamžitého zrychlení pro jednotlivé osy (x, y, z)
- výpočet a uchování celkového okamžitého zrychlení

- uchování hodnot zjištěných minimálních a maximálních hodnot směrodatných odchylek pro rozlišení typů pohybu resp. klidových poloh
- uchování hodnot minimálních a maximálních okamžitých zrychlení zjištěných pro jednotlivé polohy k určení konkrétní klidové polohy
- směrodatnou odchylku zjištěnou ve třídě Akcelerometr

Podle navržených způsobů vyhodnocování viz kap. 5, identifikuje typ pohybu resp. klidovou polohu porovnáváním směrodatné odchylky. V případě zjištěné klidové polohy, porovnáváním hodnot okamžitých zrychlení v jednotlivých osách identifikuje konkrétní typ polohy. Zjištěnému typu pohybu, resp. polohy je přiřazena konkrétní barva dle navrženého způsobu zobrazení akcelerometrických dat (viz kap. 5.2). Informace o vyhodnocených typech pohybu resp. polohy jsou uložena v objektech DataAkcelerometru kolekce DataAmAlSm0 formou jedinečného čísla udávajícího typ pohybu nebo polohy a zároveň barvu viz tabulka 10.

Tabulka 10 – Číslování typů pohybu a poloh a jim přiřazených barev

Číslo	Typ pohybu nebo poloha	Barva
1	Pohyb malé intenzity	Oranžová
2	Pohyb velké intenzity	Červená
3	Klidová poloha	Barva nepřirazená
4	Leh na zádech	Zelená 1
5	Leh na pravém boku	Zelená 2
6	Leh na levém boku	Zelená 3
7	Stoj	Zelená 4
8	Sed	Zelená 5
9	Sed nebo stoj	Zelená 6
10	Neznámá poloha	Modrá

Pozn.: Číslo 3, kterému jsou přiřazena data „klidové polohy“ není přiřazena barva, barvy jsou přiřazeny konkrétním klidovým polohám. Barvy s názvy „Zelená 1“ až „Zelená 6“ představují odstíny zelené.

V modulu pro práci s grafickým modelem, viz kap. 5.6, je číslo využito pro vykreslení barvy sloupců grafu, zobrazujícího akcelerometrickou složku dat a pro výběr souboru s obrázkem piktogramu z mapy obrázků.

```
public class DataAkcelerometru
```

Atributy

```
private final float HRANICE_SMODCH_KLID_POHYB1
```

Uchovává hodnotu hraniční směrodatné odchylky celkového zrychlení, která rozděluje data klidových poloh a data „pohybu malé intenzity“ (menší nebo rovno = klidová poloha, větší = „pohyb malé intenzity“).

```
private final float HRANICE_SMODCH_POHYB1_POHYB2
```

Uchovává hodnotu hraniční směrodatné odchylky celkového zrychlení, která rozděluje data „pohybu malé intenzity“ a data „pohybu velké intenzity“ (menší nebo rovno = „pohyb malé intenzity“, větší = „pohyb velké intenzity“).

```
private final float MIN_ZRYCH_X_LEH_NA_ZADECH
```

Uchovává minimální hodnotu okamžitého zrychlení v ose X pro určení polohy „leh na zádech“. Analogicky budou pojmenovány konstanty pro maximální hodnoty okamžitého zrychlení pro zbylé osy a klidové polohy.

```
private final float MAX_ZRYCH_X_LEH_NA_ZADECH
```

Uchovává maximální hodnotu okamžitého zrychlení v ose X pro určení polohy „leh na zádech“. Analogicky budou pojmenovány konstanty pro maximální hodnoty okamžitého zrychlení pro zbylé osy a klidové polohy.

```
private int pohyb
```

Uchovává číselnou hodnotu zjištěného typu pohybu (viz tabulka 10).

```
private int poloha
```

Uchovává číselnou hodnotu konkrétně zjištěné polohy (viz tabulka 10).

```
private int barva
```

Na základě zjištěného typu pohybu, nebo konkrétní klidové polohy (viz odst. 5.2) uchovává číslo barvy (viz tabulka 10), které bude předáno jako parametr pro vybarvení sloupce grafu.

```
private long datumVmilisek
```

Uchovává hodnotu data a času v milisekundách.

```
private int osaX, private int osaY, private int osaZ
```

Uchovávají hodnoty bitů reprezentující zrychlení naměřené akcelerometrem v jednotlivých osách.

```
private float zrychX, private float zrychY, private float zrychZ
```

Uchovávají hodnoty okamžitých zrychlení vypočítané z hodnot výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru.

```
private float celkOkamZrych
```

Uchovává hodnotu celkového okamžitého zrychlení vypočteného z hodnot zrychlení v jednotlivých osách.

```
private float smOdcCelkZrych
```

Uchovává hodnotu směrodatné odchylky.

Konstruktory

```
DataAkcelerometru(long datMilisek, int x, int y, int z)
```

Vrací objekt DataAkcelerometru, jsou inicializovány jeho instanční proměnné datumVmilisek, osaX, osaY, osaZ, zrychX, zrychY, zrychZ a celkOkamZrych.

Parametry:

datumVmiliSek - datum uvedený v milisekundách

x - hodnota výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru osy X

y - hodnota výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru osy Y

z - hodnota výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru osy Z

```
DataAkcelerometru(DataAkcelerometru dataAkc, float smOdch)
```

Inicializuje objekt DataAkcelerometru hodnotami objektu DataAkcelerometru, který je vstupním parametrem, jsou inicializovány proměnné smOdcCelkZrych, pohyb, poloha a barva.

Parametry:

dataAkc - objekt DataAkcelerometru

smOdch - hodnota směrodatné odchylky

Metody

```
private float vypocitejZrychleni(int hodnotaBitu)
```

Vrací hodnotu zrychlení v m/s^2 , vypočítanou z hodnoty výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru předanou v parametru.

Parametr:

hodnotaBitu – hodnota výstupních bitů A/D převodníku akcelerometru.

```
private float vypocitejCelkZrych(float x, float y, float z)
```

Vrací hodnotu celkového zrychlení v m/s^2 , vypočítanou z hodnot zrychlení v jednotlivých osách.

Parametry:

float x – hodnota zrychlení v ose X

float y – hodnota zrychlení v ose Y

float z – hodnota zrychlení v ose Z

```
private void nastavPohyb()
```

Na základě hodnoty směrodatné odchylky (proměnná smOdcCelkZrych) nastaví proměnnou pohyb na hodnotu zjištěného typu pohybu (viz odst.5.1.1).

```
private void nastavPolohu()
```

V případě že instanční proměnná pohyb, bude mít hodnotu 3 (klidová poloha), nastaví instanční proměnnou poloha na hodnotu konkrétní zjištěné klidové polohy podle návrhu způsobu vyhodnocování (viz odst. 5.1.2).

```
private void nastavBarvu()
```

Na základě hodnot proměnných pohyb a poloha nastaví proměnnou barva, touto barvou bude vybarven sloupec grafu (viz odst.5.2).

```
public int getX(), public int getY(), public int getZ()
```

Jednotlivé metody vrací hodnoty výstupních bitů A/D převodníku osy X, osy Y a osy Z.

```
public float getZrychX(), public float getZrychY(), public float  
getZrychZ(), public float getCelkZrych()
```

Jednotlivé metody vrací hodnoty zrychlení v ose X, ose Y, ose Z a celkového zrychlení.

```
public int getPohyb()
```

Vrací hodnotu proměnné pohyb.

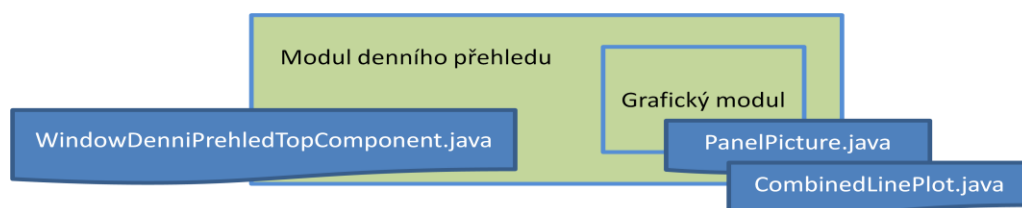
```
public int getPoloha()
```

Vrací hodnotu proměnné poloha.

```
public int getBarva()
```

Vrací hodnotu proměnné barva.

5.5.4 Návrh programového modulu pro práci s navrženým grafickým modelem



Obrázek 29 - Schéma grafického modulu

Modul pro práci s navrženým grafickým modelem bude součástí již existujícího modulu denního přehledu SW ISPP viz obrázky 28 a 29. Původní grafická část tohoto modulu, zobrazující pouze tenzometrickou složku dat bude rozšířena o nové části zobrazující akcelerometrickou složku dat a příslušný typ polohy resp. pohybu. Modul denního přehledu tvoří třída `WindowDenniPrehledTopComponent`. Výslednou grafickou podobu modulu představuje následující obrázek.



Obrázek 30 - Vizualizace modulu denního přehledu s grafem zobrazujícím akcelerometrickou složku dat a piktogramem zobrazujícím příslušný typ pohybu nebo polohy

V horní části okna se nachází seznam měřících dní pacientky. Ve spodní části se nachází grafická podoba jednotlivých měření s příslušnou tabulkou seznamu kontrakcí a panel pro zobrazení konkrétní polohy resp. pohybu pacientky v daném čase měření.

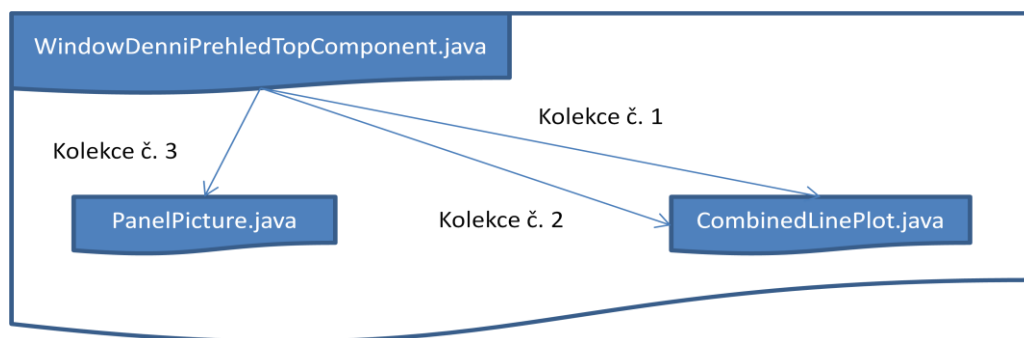
Grafickou část tvoří třída `CombinedLinePlot` a představuje zobrazení dat ve formě čárového a sloupcového grafu. První graf představuje grafickou podobu tenzometrických dat (napětí pásu), druhý pak grafickou podobu akcelerometrických dat (velikost celkového zrychlení).

Panel pro zobrazení jednotlivých poloh resp. pohybů v daných časech měření tvoří třída `PanelPicture`. Pro zobrazení těchto poloh resp. pohybů je využito navržených piktogramů viz odst. 5.4. Ke změně obrázku dojde po kliknutí myši do konkrétní oblasti sloupcového grafu reprezentující příslušný okamžik měření. Pro získání hodnoty tohoto časového okamžiku je v třídě `WindowDenniPrehledTopComponent` implementován posluchač `ChartHandler`, který implementuje dvě události, `mouseMoved` a `mouseClicked`.

Druhá z těchto událostí, vrací souřadnici x grafu v místě kliknutí. Souřadnice x představuje čas v milisekundách, jelikož formát osy grafu je typ TimeAxis. Časová hodnota je předána k nastavení obrázku metodě setPicture() třídy PanelPicture.

Data pro práci obou výše zmíněných tříd jsou připravena třídou WindowDenniPrehledTopComponent. V této třídě jsou z hodnot kolekce DataAmAlSmO instancí třídy DataAkcelerometru načtených z databáze, vytvořeny tři kolekce hodnot.

- Kolekce hodnot celkového zrychlení v časech měření
- Kolekce čísel barev pro nastavení barvy sloupců v časech měření
- Kolekce čísel poloh v časech měření



Obrázek 31 - Datový tok třídy WindowDenniPrehledTopComponent

První dvě kolekce hodnot slouží jako vstupní data sloupcového grafu, třetí pak tvoří pomocnou kolekci jednotlivých typů pohybu nebo poloh třídy PanelPicture. Z této kolekce jsou pak vybírána na základě času čísla typů pohybu nebo poloh, která jsou klíčem v mapě obrázků, hodnotami jsou pak názvy souborů s obrázky piktogramů.

```
public class CombineLinePlot
```

Atributy

```
private JFreeChart chart
```

Parametr pro uchování objektu grafu.

```
private ChartPanel chartPanel
```

Panel pro uložení objektu grafu.

```
private TimeSeriesCollection dataSeriesLine = new TimeSeriesCollection()
```

Kolekce pro uložení hodnot grafu Line chart.

```
private TimeSeriesCollection dataSeriesBar = new TimeSeriesCollection()
```

Kolekce pro uložení hodnot grafu Bar chart.

```
private Font textFont = new Font("SansSerif", java.awt.Font.PLAIN, 12)
```

Parametr pro nastavení vlastností fontu textových údajů.

```
private Font titleFont = new Font("SansSerif", java.awt.Font.BOLD, 14)
```

Parametr pro nastavení vlastností fontu textových údajů.

```
private CombinedDomainXYPlot plot
```

Parametr pro uložení plátna grafu.

```
private XYPlot plotLine
```

Parametr pro uložení sub plátna grafu Line chart.

```
private XYPlot plotBar
```

Parametr pro uložení sub plátna grafu Bar chart.

Konstruktor

```
public CombinedLineChart()
```

Inicializace jednotlivých částí grafu, vytvoření objektů `chart` a `chartPanel`.

Metody

```
private CombinedDomainXYPlot createCombinedPlot()
```

Vytvoří plátna grafu, volá metody `createPlotLine()` a `createPlotBar()`. Nastaví grafické vlastnosti grafu (pozadí, vzhled os).

```
private void createPlotLine()
```

Vytvoří sub plátno grafu Line chart a nastaví jeho vlastnosti.

```
private void createPlotBar()
```

Vytvoří sub plátno grafu Bar chart a nastaví jeho vlastnosti.

```
public void addTimeSeriesLinePlot(TimeSeries series)
```

Přidá hodnoty parametru `series` do existující kolekce grafu Line chart, tj. naplní objekt `dataSeriesLine`.

```
public void addTimeSeriesBarPlot(TimeSeries series)
```

Přidá hodnoty parametru `series` do existující kolekce grafu Bar chart, tj. naplní objekt `dataSeriesBar`. Kolekci hodnot tvoří hodnoty celkových zrychlení.

```
public void setBarChartRenderer(TimeSeries barColors)
```

Nastaví barvy jednotlivých sloupců. Kolekci hodnot tvoří hodnoty barev jednotlivých typů pohybu nebo poloh.

```
public void clearAllDataserries()
```

Vymaže kolekce hodnot grafů Line chart a Bar chart. Vymazání parametrů `dataSeriesLine` a `dataSeriesBar`.

```
private JFreeChart createChart(CombinedDomainXYPlot plot)
```

Vytvoří objekt grafu, naplní parametr `chart`.

```
public ChartPanel getChartPanel()
```

Vrátí objekt panelu grafu.

```
public XYPlot getXYPlot()
```

Vrací objekt plátna grafu, objektu chart.

```
public XYPlot getPlotLine()
```

Vrací objekt sub plátna grafu Line chart.

```
public XYPlot getPlotBar()
```

Vrací objekt sub plátna grafu Bar chart.

```
m_chpanel.addChartMouseListener(chartHandler);
```

```
public class PanelPicture extends JPanel
```

Atributy

```
private JLabel labelPicture
```

Objekt třídy JLabel pro zobrazení obrázku.

```
private HashMap mapPictures
```

Objekt typu HashMap, mapa pro uložení poloh a jmen souborů, vyjadřujících jejich grafickou podobu. Klíč (Key) udává typ polohy hodnotou int z tabulky 10. Hodnota (Value) v mapě je název souboru s grafickým zobrazením typu pohybu nebo polohy.

```
private TimeSeries dataPoloh
```

Kolekce hodnot čísel poloh v jednotlivých časech měření.

Konstruktory

```
PanelPicture(TimeSeries polohy)
```

Inicializuje objekt PanelPicture. Je potomkem, dědí vlastnosti třídy JPanel. Volá metodu init() pro vytvoření (inicializaci) objektů labelPicture. Inicializuje objekt dataPoloh. Vytvoří objekt mapPictures.

Metody

```
private void init()
```

Inicializace objektů třídy, vytvoření objektu labelPicture pro zobrazení obrázku a vytvoření objektu mapPictures, mapy obrázků.

```
private void createMapPictures()
```

Z dostupných souborů v modulu, naplní mapu obrázků a poloh, objekt mapPictures.

```
public void setPicture(FixedMillisecond time)
```

Podle času vybere z kolekce dataPoloh příslušné číslo polohy a pomocí něj pak z mapy obrázků, objektu mapPictures, příslušný obrázek. Obrázek přiřadí objektu labelPicture.

```
public void clearPicture()
```

Odstraní aktuálně zobrazený obrázek z objektu labelPicture.

ZÁVĚR

V rámci této práce jsou navrženy způsoby vyhodnocování akcelerometrických dat naměřených akcelerometrem zařízení MSM systému ISPP ve zvolených charakteristických typech pohybu nebo poloh. Jejich cílem je určit typ pohybu nebo polohy pacientky na základě naměřených dat a tím objektivizovat pohybovou aktivitu pacientky ve sledovaném období. To by mělo přispět k rozšíření a zpřesnění informací pro ošetřujícího lékaře.

Navržené způsoby vyhodnocování je třeba chápat principiálně, jelikož jsou podloženy relativně omezeným počtem měření. Při zachování principů vyhodnocení, mohou být dalšími měřeními, parametry pro vyhodnocování případně upřesněny nebo rozšířeny. Z navrhovaných způsobů vyhodnocení vyplývá, že naměřená akcelerometrická data lze velmi dobře využít k rozlišení mezi daty naměřenými při klidových polohách a při pohybu, což je dostačující pro základní zjištění pohybové aktivity pacientky.

Rozlišení dat konkrétních klidových poloh už tak jednoznačné není. Pro polohy ve stoje a vsedě byla zjištěna podobná charakteristická data, proto na základě navrženého způsobu vyhodnocení nebylo možno ve většině případů rozlišit mezi daty těchto dvou typů poloh. Tato skutečnost je dána podobnou pozicí jednotlivých os akcelerometru vzhledem ke směru tíhového zrychlení při měření ve zmíněných polohách.

Součástí práce jsou také návrhy pro zobrazení akcelerometrických dat na základě zjištěného typu pohybu nebo polohy, návrh grafického modelu pro zobrazení pacientky podle zjištěného typu pohybu, návrh programového modulu pro vyhodnocení naměřených akcelerometrických dat na základě navrženého způsobu jejich vyhodnocování a návrh programového modulu pro práci s grafickým modelem.

CONCLUSION

Within this work, there are suggested the evaluation methods of the accelerometer data scanner by the accelerometer of the device MSM of ISPP system in selected characteristic motion or position types. Their aim is to determine the patient's motion or position type on the basis of the measured data and thus to objectify the patient's motion activity in the monitored period. This should contribute to increase and specification of information for an attending physician.

It is necessary to comprehend the suggested evaluation methods fundamentally, because they are based on relatively limited count of measurements. They can be eventually specified and extended by further measurements and evaluation parameters with preservation of the evaluation principles. The suggested evaluation methods show, that the measured accelerometer data can be very well used to differentiate between the data, which were measured in resting positions and in motion, which is sufficient for the basic detection of the patient's motion activity.

The data differentiation for the specific resting positions is not so clear. For the standing and sitting positions were detected similar characteristic data, therefore on the basis of suggested evaluation method it was not possible in most cases to differentiate between data of these two position types. This fact is caused with a similar position of the particular accelerometer axes against the direction of the acceleration of gravity during measurement in the mentioned positions.

As a part of the work, there are also suggestions for the representation of the accelerometer data based on the detected motion or position type, the design of the graphic model to display the patient according to determined motion type, the design of the program module for the evaluation of the measured accelerometer data based on the suggested evaluation method and the design of the program module for the work with a graphic model.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MEDETRON S.R.O. *PRENCARE: NÁVOD K OBSLUZE*. Zlín, [2009].
- [2] MEDETRON S.R.O. *INPRES MSM: (Mobile Station Module) původní dokumentace*. Zlín, 2009.
- [3] MEDETRON S.R.O. *REGISTRACE PŘEDČASNÉ DĚLOŽNÍ ČINNOSTI*. Zlín, [2009].
- [4] FREESCALE SEMICONDUCTOR. *±3g, ±11g Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer: MMA7340L*. [online]. Denver (Colorado), 2007 [cit. 2012-06-28]. Dostupné z: http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7340L.pdf?pspll=1
- [5] Směrodatná odchylka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-08-10]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Sm%C4%9Brodavn%C3%A1_odchylka

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

\mathbf{a}_x	Okamžité zrychlení v ose X
\mathbf{a}_y	Okamžité zrychlení v ose Y
\mathbf{a}_z	Okamžité zrychlení v ose Z
AC/DC	Alternating current/direct current
A/D	Analog/Digital
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
DSM	Docking Station Module
FTP	File Transfer Protocol
GPRS	General Packet Radio System
GSM	Global System for Mobile communications
Hz	Hertz
ISPP	Integrovaný systém prenatální péče
kap.	kapitola
LED	Light Emitting Diode
Max.	maximum
Min.	minimum
MSM	Mobile Sensor Module
např.	například
odst.	odstavec
PC	Personal Computer
RCA	Rich Client Applications
resp.	respektive
tj.	to jest
tzv.	takzvaný

USB	Universal Serial Bus
V	Volt
WiFi	Wireless Fidelity
σ_{PMI}	Směrodatná odchylka za dvousekundový interval „pohybu malé intenzity“
σ_{PVI}	Směrodatná odchylka za dvousekundový interval „pohybu velké intenzity“

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 – Zjednodušené schéma systému ISPP</i>	12
<i>Obrázek 2 - Modul MSM – pohled zepředu a shora a s upínacím popruhem [1]</i>	13
<i>Obrázek 3 - Modul DSM - pohled zepředu a shora [1]</i>	14
<i>Obrázek 4 - Modul DSM – pohled zezadu, vlevo konektor pro připojení napájecího zdroje, vpravo konektor USB pro připojení k PC, ostatní konektory zatím nevyužity [1]</i>	14
<i>Obrázek 5 - Zapojení domácího systému [1]</i>	16
<i>Obrázek 6 - Zapojení nemocničního systému [1]</i>	17
<i>Obrázek 7 - Umístění MSM modulu [3]</i>	18
<i>Obrázek 8 - Obsah souboru DATA.TXT</i>	20
<i>Obrázek 9 - Zjednodušený fyzikální model snímače [4]</i>	21
<i>Obrázek 10 – Osy, ve kterých je snímáno statické - tíhové zrychlení</i>	22
<i>Obrázek 11 – Osy, ve kterých je snímáno dynamické zrychlení</i>	22
<i>Obrázek 12 – Graf zrychlení naměřeného při poloze vsedě</i>	25
<i>Obrázek 13 – Graf zrychlení naměřeného při chůzi</i>	25
<i>Obrázek 14 – Graf zrychlení naměřeného při běhu</i>	25
<i>Obrázek 15 – Graf intervalů směrodatných odchylek za 30 sekund</i>	28
<i>Obrázek 16 - Graf intervalů směrodatných odchylek za 1 sekundu</i>	29
<i>Obrázek 17 - Graf intervalů směrodatných odchylek za 2 sekundy</i>	31
<i>Obrázek 18 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vleže na zádech</i>	32
<i>Obrázek 19 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vleže na pravém boku</i>	33
<i>Obrázek 20 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vleže na levém boku</i>	34
<i>Obrázek 21 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze vsedě</i>	35
<i>Obrázek 22 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných z jednotlivých měření v poloze ve stoje</i>	36
<i>Obrázek 23 - Graf intervalů hodnot okamžitých zrychlení zjištěných ze všech měření v klidových polohách</i>	37

<i>Obrázek 24 - Navržený způsob zobrazení akcelerometrických dat k určení typu pohybu resp. polohy. Pro zobrazení byla využita data prvního měření pro ověření navrhovaného způsobu jejich vyhodnocení.</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 25 - Navržený způsob zobrazení akcelerometrických dat k určení typu pohybu resp. polohy. Pro zobrazení byla využita data druhého měření pro ověření navrhovaného způsobu jejich vyhodnocení.</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 26 – Podoba navržených piktogramů.....</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 27 - Schéma SW ISPP a programových modulů</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 28 - Schéma modul vyhodnocení</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 29 - Schéma grafického modulu</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 30 - Vizualizace modulu denního přehledu s grafem zobrazujícím akcelerometrickou složku dat a piktogramem zobrazujícím příslušný typ pohybu nebo polohy.....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 31 - Datový tok třídy WindowDenniPrehledTopComponent</i>	<i>54</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 - Extrémy směrodatných odchylek zrychlení za 30 sekundové intervaly</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 2 – Extrémy směrodatných odchylek zrychlení za sekundové intervaly</i>	<i>29</i>
<i>Tabulka 3 - Extrémy směrodatných odchylek za dvousekundové intervaly</i>	<i>30</i>
<i>Tabulka 4 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné za jednotlivá měření v poloze vleže na zádech</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 5 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné za jednotlivá měření v poloze vleže na pravém boku</i>	<i>33</i>
<i>Tabulka 6 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné z jednotlivých měření v poloze vleže na levém boku</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 7 - Extrémní hodnoty okamžitých zrychlení zjištěné z jednotlivých měření v poloze vsedě.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 8 - Extrémní hodnoty okamžitého zrychlení zjištěné z jednotlivých měření v poloze ve stoje</i>	<i>36</i>
<i>Tabulka 9 - Extrémní hodnoty okamžitých zrychlení zjištěné ze všech měření v klidových polohách</i>	<i>37</i>
<i>Tabulka 10 – Číslování typů pohybu a poloh a jim přiřazených barev</i>	<i>49</i>

SEZNAM PŘÍLOH

P I OBSAH PŘILOŽENÉHO DVD

PŘÍLOHA P I: OBSAH PŘILOŽENÉHO DVD

Příložené DVD obsahuje adresáře:

/BP – soubor s bakalářskou prací

/mereni – obsahuje soubory:

- Zaznamy_mereni.pdf – soubor se záznamy provedených měření.
- Overeni_navrzeneho_zpusobu_vyhodnocovani.pdf – soubor obsahující tabulky a grafy k ověření navrženého způsobu vyhodnocování akcelerometrických dat.