

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra informatiky a výpočetní techniky

Bakalářská práce

Tabletová aplikace pro jednotku intenzivní péče

Plzeň, 2016

David Pivovar

Abstract

MediTab is a tablet information system designed for nurses to manage patient records. It replaces printed form of records. It allows instant access to data in the database and makes the process of transferring and storing of new actual data more effective. Application complements desktop application WinMedicalc (Medicalc software s. r. o.).

Abstrakt

MediTab je tabletový informační systém určený zdravotním sestřám pro správu záznamů o pacientech. Nahrazuje tištěnou formu záznamů o pacientech. Umožňuje tak okamžitý přístup k datům v databázi a zefektivňuje proces přenosu a ukládání nových aktuálních dat. Aplikace doplňuje desktopovou aplikaci WinMedicalc (Medicalc software s. r. o.).

Obsah

Úvod	3
1 Prostředí FN Plzeň	4
1.1 Práce zdravotních sester	4
1.2 WinMedicalc	4
1.2.1 Ordinované léky	5
1.2.2 Bilance tekutin	6
1.2.3 Invazivní přístupy	6
1.2.4 Databáze	7
1.3 Existující software	7
2 Specifikace požadavků	8
2.1 Funkce aplikace	8
2.2 Kontext systému	9
2.3 Technické parametry	9
2.3.1 Tablet	9
2.4 Databáze	10
3 Návrh	12
3.1 Architektura	12
3.2 Design	13
3.3 Uživatelské rozhraní	13
3.3.1 Přihlášení	13
3.3.2 Výběr pacienta	14
3.3.3 Detail pacienta	14
3.3.4 Opravy	16
4 Implementace	17
4.1 Přihlášení	17
4.2 Výběr pacienta	18
4.3 Karta pacienta	19
4.3.1 Ordinované léky	19
4.3.2 Denní bilance tekutin	23
4.3.3 Hodinová bilance tekutin	24
4.3.4 Invazivní přístupy	26
4.3.5 Fyziologie	27
4.3.6 Opravy	28
4.4 Dialogy	29

4.4.1	MessageBox	29
4.4.2	Klávesnice	30
4.4.3	Numerická klávesnice	31
5	Testování	32
	Závěr	34
	Literatura	35
	Seznam obrázků	36
	Příloha: Manuál	

Úvod

Předmětem této práce je vytvořit grafické uživatelské rozhraní tabletové aplikace pro jednotku intenzivní péče ve Fakultní nemocnici v Plzni. Tato aplikace je určena především zdravotním sestram. Na nemocničním pokoji bude tablet s aplikací, kde zdravotní sestra bude mít k dispozici aktuální data o pacientech a bude do aplikace zaznamenávat své provedené úkony.

Aplikace nahradí tištěnou formu medikačních záznamů a záznamů o pacientech. Umožní tak okamžitý přístup k datům v databázi a zefektivní proces přenosu a ukládání nových aktuálních dat. Aplikace zefektivní práci jak zdravotních sester, tak i lékařů. Každý provedený úkon zdravotní sestrou se okamžitě promítne do databáze a lékař ho uvidí na svém PC. Díky propojení dat s databází se předejde ručnímu přepisování, při kterém se zvyšuje chybovost.

Cílem je vytvořit jednoduché a intuitivní uživatelské rozhraní, které se podobá zavedeným postupům ve FN Plzeň. Vzorem pro vývoj tabletové aplikace je desktopová aplikace WinMedicalc vyvíjená plzeňskou firmou Medicalc software s.r.o. ve spolupráci se SIS FN Plzeň¹.

Tabletovou aplikaci pro jednotku intenzivní péče jsem nazval pracovním názvem *MediTab*.

V první části této práce je popsáno prostředí jednotky intenzivní péče nemocnice a aplikace WinMedicalc, části, které jsou společné s vyvíjenou aplikací (kapitola 1). Druhá část se zabývá požadavky na vyvíjenou aplikaci (kapitola 2) a jejím návrhem (kapitola 3). V poslední části je popsána implementace uživatelského rozhraní (kapitola 4) a průběh testování aplikace (kapitola 5).

¹Správa informačního systému (IT oddělení nemocnice)

1. Prostředí FN Plzeň

Tato kapitola se zabývá obecným popisem prostředí jednotky intenzivní péče ve FN Plzeň, databáze ve FN Plzeň a aplikace WinMedicalc - záložek *Ordinované léky*, *Bilance tekutin* a *Invazivní přístupy*.

1.1 Práce zdravotních sester

Práce zdravotních sester v nemocnici je náročná a vyžaduje zodpovědnost. Sestry musí být pečlivé a nedělat chyby, které by mohly ohrozit zdravotní stav pacienta. Obzvláště tomu je na jednotkách intenzivní péče, kde musí rychle reagovat na změny stavu pacientů. Tomu musí být přizpůsobená i vyvíjená aplikace. Její ovládání musí být jednoduché a intuitivní, aby práce s ní byla efektivní.

Zdravotní sestry na jednotce intenzivní péče často pracují v latexových rukavicích. Tomu by mělo odpovídat i uživatelské rozhraní. Jednotlivé komponenty by proto měly být dostatečně veliké, aby nedocházelo ke zbytečným překlepům. Je třeba počítat i s tím, že některá zdravotní sestra může mít zrakovou vadu. Neustálé nasazování brýlí by ji poté zdržovalo od práce. Také proto je nutné použít dostatečně velké komponenty a písmo.

Způsob práce a zápisu dat se na jednotlivých odděleních nemocnice liší dle jejich zvyklostí.

1.2 WinMedicalc

WinMedicalc je nemocniční informační systém, který usnadňuje a zrychluje vytváření lékařské dokumentace. Dále zajišťuje vykazování zdravotní péče a uchovávání dat v jednotné struktuře. Také obsahuje nástroje z oblasti managementu.

Každý pracovník FN Plzeň je v nemocniční databázi. Na základě vlastního uživatelského jména a hesla má přístup do aplikace WinMedicalc s povolenými funkcemi vzhledem k jeho pracovní pozici.

1.2.1 Ordinované léky

Karta ordinovaných léků slouží k evidenci podávaných léků u pacienta. Lékař zde zadává léky, které se pacientovi mají podávat. Ke každému léku doplňuje množství, kolikrát denně a od kdy do kdy se má lék podávat (viz obrázek 1.1).

The image shows two screenshots from the WinMedicalc software. The top screenshot is a table of prescribed medications. The bottom screenshot is a detailed view of a specific medication.

Název léku	Dávkování	Zm	Užívá se	Ukončení lé	Počet dnů
Antibiotika					
ECALTA inf.sol. 100 mg i.v.	(15)	+	23.2.2015	trvale	1
MERONEM sol. 1 g i.v.	(12, 18, 24, 06)	+	23.2.2015	trvale	1
Intravenózní podání					
ACTRAPID PENFILL inj. i.v.	3 (0 - 10) - dle glykemie	+	23.2.2015	trvale	1
FRAKIPARINE sol. 0,6 ml i.v.	(13,01)	+	23.2.2015	trvale	1
CALCIUM CHLORATUM sol. 20 mg	(10,16,22)	+	23.2.2015	trvale	1
Inhalace					
VENTOLIN sol. 100 mg inhalace	a 12 hod.	+	23.2.2015	trvale	1
Analgosedace					
Morfin	1ml/hod	+	23.2.2015	trvale	1

The detailed view shows the following information for ECALTA inf.sol. 100 mg i.v.:

- Název léku:** ECALTA inf.sol. 100 mg i.v.
- Dávkování:** (15)
- Ukončení:** 01.01.3000, trvale
- Skupina:** Antibiotika
- Změna:** Nově naordinovaný lék
- Kolikrát den:** 1, **Kusů denně:** 0, **Začátek ordinace:** 23.02.2015
- ATC:** J02AX06, **Anidulafungin - Jiná antimykotika pro systémovou aplikaci**
- Kód SÚKL:** 0149384, **Limit:** S, **AISLP:** , **SÚKL info:** |

Obrázek 1.1: Ordinované léky (WinMedicalc)

Medikační karta pro každého pacienta se poté vytiskne na papír do tabulky s vyznačenými hodinami. Tabulka nezačíná od půlnoci, ale od hodiny, kterou mají na oddělení nastavenou jako začátek dne (obvykle to je 6-7 hodina). Zdravotní sestry poté podle medikační karty podávají předepsané léky jednotlivým pacientům.

Způsoby zápisu ordinací se liší podle oddělení, ale i každá sestra má jiný styl zápisu. Vytisknuté karty ordinovaných léků proto nemají jednotnou formu.

1.2.2 Bilance tekutin

V bilanci tekutin se zaznamenává příjem a výdej veškerých tekutin pacienta na lůžku i na operačním sále za celý den. Zaznamenává se 7 tekutin pro příjem a 5 tekutin pro výdej. Zároveň se počítá celkový příjem a celkový výdej všech tekutin. Rozložení jednotlivých tekutin je vidět na obrázku 1.2.

Per os	1 000 ml	Diuréza	2 540 ml
Jiný enterální	<input type="text"/> ml	Sonda	<input type="text"/> ml
Parenterální	1 800 ml	Jiné ztráty	<input type="text"/> ml
Jiný parenterální	<input type="text"/> ml	Ultrafiltrace	<input type="text"/> ml
Ze zapsané výživy		Drény	<input type="text"/> ml
MLP	<input type="text"/> ml		
Ery RES	<input type="text"/> TU		
Ostat. krev. deriváty	<input type="text"/>		
Příjem celkem	2 800 ml	Výdej celkem	2 540 ml

Obrázek 1.2: Bilance tekutin (WinMedicalc)

















Příjem a výdej tekutin odečítají zdravotní sestry během dne několikrát, ke každé tekutině tedy během dne bude několik hodnot. Všechny hodnoty se ukládají do databáze, aby bylo možné sledovat jejich vývoj.

Zdravotní sestry zaznamenávají příjem a výdej tekutin na papír. Na konci dne přepíší údaje do WinMedicalcu.

1.2.3 Invazivní přístupy

Pacient může mít zavedeno několik invazivních přístupů. Jedná se o katetry nebo drény. Každý invazivní přístup má vlastní specifikaci (číslo, název, umístění, hloubku zavedení, datum zavedení a počet dnů zavedení). Katetry a drény lze nechat v pacientovi zavedeny pouze po určitý počet dní (dle lékařských předpisů). Poté se musí vyměnit za nové nebo odebrat. Proto lze každý invazivní přístup v aplikaci označit požadavkem na výměnu. Následně jej lékař buď vymění, ve WinMedicalcu aktualizuje datum zavedení na datum výměny, nebo odebere a smaže ho ze seznamu invazivních přístupů. Změny

invazivních přístupů do WinMedicalcu většinou zadává zdravotní sestra. Rozložení karty invazivních přístupů je na obrázku 1.3.

Číslo	Název	Umístění	Hloubka zavedení	Datum zavedení	Dnů	
1	Redonův drén	drén 2	1 cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
2	Centrální žilní katetr	v. jugularis int. sin.	2 cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
3	Arteriální katetr	a. brachialis sin.	3 cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
4	Centrální žilní katetr		cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
5	Redonův drén	drén 1	2 cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
	Centrální žilní katetr		cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
	Periferní žilní katetr		cm	23.02.2015 15	1	Vyměnit  
			cm	.. 15		Vyměnit  

Obrázek 1.3: Invazivní přístupy (WinMedicalc)

1.2.4 Databáze

Ve FN Plzeň je rozsáhlá databáze od Oraclu. V ní se ukládají prakticky všechny záznamy, včetně záznamů o pracovnících FN Plzeň, záznamů o pacientech a klinických událostech. Tato data se využijí ve vyvíjené aplikaci.

1.3 Existující software

Nemocničních informačních systémů existuje celá řada. Drtivá většina z nich jsou desktopové aplikace pro tablety naprosto nevhodné. Tyto softwary používají různé struktury pro ukládání dat. Také pořizovací náklady jsou vysoké, obzvláště proto, že se aplikace často musí upravit potřebám nemocnice.

Pro FN Plzeň, která se podílí na vývoji WinMedicalc a určuje strukturu dat, částečně splňoval požadavky jediný systém, ovšem za příliš vysoké pořizovací náklady. Proto se nemocnice rozhodla pro vývoj vlastního systému na míru, stejně, jako je tomu u WinMedicalcu.

2. Specifikace požadavků

2.1 Funkce aplikace

Aplikace má pět částí:

- Medikační karta
- Denní bilance tekutin
- Hodinová bilance tekutin
- Invazivní přístupy
- Fyziologie

Medikační karta nahrazuje tištěnou medikační kartu. Její vzhled odpovídá tištěné formě (tabulka se seznamem léků a jednotlivými hodinami). Podání ordinovaného léku se bude moci provést DoubleClickem, nebo se jednoduchým kliknutím zobrazí dialog, ve kterém může uživatel editovat jednotlivé ordinace daného léku.

Denní bilance tekutin odpovídá bilanci tekutin ve WinMedicalcu. Umožňuje zadávat množství příjmu a výdeje tekutin (celkovou hodnotu nebo nově naměřenou hodnotu).

Hodinová bilance tekutin je podobná denní bilanci tekutin. Ukazuje příjem a výdej tekutin v danou hodinu. Dále umožňuje zobrazit příjem a výdej tekutin ve všech hodinách.

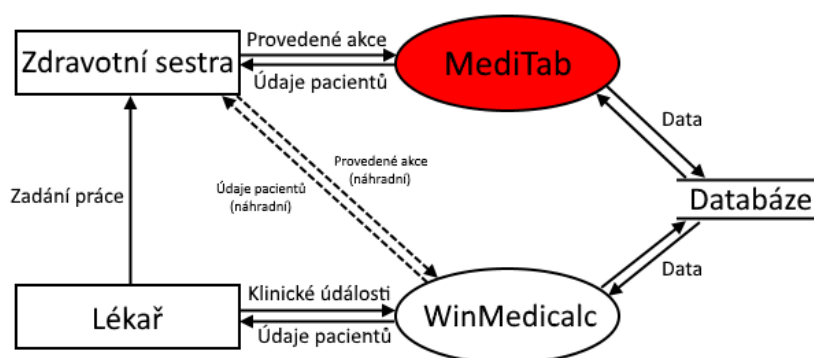
Záložka invazivních přístupů odpovídá invazivním přístupům ve WinMedicalcu. Zobrazuje zavedené invazivní přístupy a jejich popis. Umožňuje přístupy editovat, označit požadavkem na výměnu, přidat a smazat.

Záložka fyziologie zobrazuje záznamy životních funkcí pacienta. Záznamy lze přidat, editovat, nebo smazat.

2.2 Kontext systému

Aplikace je kompatibilní s informačním systémem FN Plzeň. Doplnuje aplikaci WinMedicalc, systémová integrita mezi oběma aplikacemi není. Data jsou uložena v Oracle databázi nemocnice.

S vyvíjenou aplikací budou pracovat výhradně zdravotní sestry. Použití aplikace MediTab a WinMedicalc znázorňuje kontextový diagram na obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: Kontextový diagram

2.3 Technické parametry

Aplikace běží na systému Microsoft Windows 8.1 64bit. Je vyvíjená na platformě Microsoft .NET Framework 4.5 v jazyce C# [1].

Aplikace je kompatibilní s informačním systémem FN Plzeň a bude doplňovat program WinMedicalc. Systémová integrita mezi oběma aplikacemi není, pouze jsou využity některé funkční prvky WinMedicalcu.

2.3.1 Tablet

SIS FN Plzeň vybralo HP ElitePad 1000G2 Healthcare Tablet, který je schválený pro použití v nemocničním prostředí. Tento tablet má antibakteriální povrchovou úpravu a odolnější konstrukci.

Specifikace:

Operační systém:	Microsoft Windows 8.1 64bit
Procesor:	Intel Atom Z3795 (1.6 GHz, 2 MB cache, 4 jádra)
Operační paměť:	4 GB LPDDR3 SDRAM (1067 MHz)
Interní paměť:	128 GB eMMC
Grafická karta:	Intel HD Graphics
Displej:	10.1" 1920 x 1200 (WUXGA)
Výstupy:	1 x USB 3.0, 1 x HDMI

2.4 Databáze

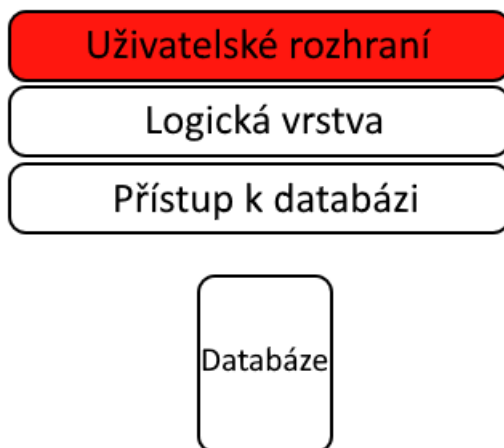
Přístup do databáze FN Plzeň je pouze ze zařízení, které jsou připojeny k doméně FN Plzeň. Proto byla část databáze potřebná pro vývoj aplikace zkopírována do nového tablespace v Oracle databázi na ZČU. Tabulky, ke kterým aplikace MediTab přistupuje jsou v ERA modelu na obrázku 2.2. Kopie databáze je naplněna fiktivními testovacími daty, které odpovídají realným datům.

3. Návrh

Od vyvíjené aplikace je vyžadována vysoká spolehlivost. Proto musí být pečlivě otestována přímo v prostředí FN Plzeň na nemocniční databázi a proveden testovací provoz. Na oddělení bude více tabletů pro případ, že by se některý rozbil či ztratil. Při selhání aplikace mohou sestry vždy použít program WinMedicalc nainstalovaný na počítači v sesterně, který je přímo připojen do interní sítě nemocnice. Výpadek databázového serveru nebo sítě řeší SIS FN Plzeň.

3.1 Architektura

Aplikace je rozdělena do tří vrstev (viz obrázek 3.1). Vrstva přístupu k databázi se stará o spojení s databází, stahování a odesílání dat. Logická vrstva se stará o zpracování dat z databáze do formy, která je zobrazitelná v uživatelském rozhraní, a poskytuje uživatelskému rozhraní prostředky pro práci s daty. Také ošetřuje zadávání nekorektních dat. Vrstva uživatelského rozhraní se stará o zobrazení dat uživateli a umožňuje mu manipulaci s daty.



Obrázek 3.1: Architektura aplikace MediTab

Předmětem této práce je vytvoření vrstvy uživatelského rozhraní.

3.2 Design

Uživatelské rozhraní zjednodušuje skutečné procesy v počítači a zprostředkovává komunikaci mezi člověkem a strojem [2]. Design aplikace musí splňovat požadovanou funkčnost. Zároveň musí být rychlý bez zbytečného klikání, které by zpomalovalo práci.

Ovládání musí být jednoduché. Funkce by měly být zobrazeny pouze, pokud jsou skutečně potřeba, příliš mnoho funkcí rozptyluje uživatele. Základní funkce by měly být zřejmé na první pohled, méně důležité funkce by měly být v pozadí [3].

Uživatelské rozhraní by mělo být rozděleno na části, které spolu souvisí. Jednotlivé komponenty by měly mít maximálně výstižné názvy.

Typické chyby návrhu uživatelského rozhraní jsou neutříděný obsah oken a menu, nepatřičný vzhled a nadbytečné grafické prvky [4].

Dále by uživatelské rozhraní mělo být intuitivní, podobné technikám, které již uživatel zná, aby nebylo nutné dlouhé zaškolení zdravotních sester. Proto je vhodné přizpůsobit vzhled aplikace co nejvíce vzhledu WinMedicalu, na který jsou pracovníci FN Plzeň zvyklí, a dodržovat již zavedené konvence. Z toho důvodu jsem zvolil pro grafické uživatelské rozhraní knihovnu WinForms¹ místo novějšího WPF².

3.3 Uživatelské rozhraní

Aplikace je určena pro tablet, kdy má vyplňovat celou plochu obrazovky s minimem prázdného prostoru. Komponenty by měly mít větší velikost pro snazší ovládání na tabletu.

3.3.1 Přihlášení

Jednoduchý dialog pro přihlášení uživatele do aplikace. Obsahuje textové pole pro jméno a pro heslo a dvě tlačítka pro potvrzení a zrušení přihlášení.

¹System.Windows.Forms

²Windows Presentation Foundation

Automaticky se zobrazí přes hlavní obrazovku při spuštění aplikace.

3.3.2 Výběr pacienta

Po přihlášení se zobrazí seznam pacientů na daném oddělení nebo lůžku (dle výběru z databáze). U každého pacienta bude zobrazeno jeho příjmení, jméno a identifikační číslo (většinou rodné číslo).

V horní části obrazovky bude menu s možností odhlášení uživatele a zobrazení nápovědy. V dolní části statusbar s informacemi o přihlášeném uživateli a verzi aplikace. Vpravo bude tlačítko pro ukončení aplikace.

3.3.3 Detail pacienta

Po výběru pacienta se zobrazí obrazovka s jednotlivými záložkami. Záložky jsou Medikace, Denní bilance tekutin, Hodinová bilance tekutin, Invazivní přístupy a Fyziologie. K dispozici bude vždy jen jedna varianta bilance tekutin dle oddělení, na kterém se tablet nachází (bude určeno v nastavení aplikace).

V dolní části obrazovky bude statusbar s informacemi o přihlášeném uživateli, vybraném pacientovi a s verzí aplikace. Vpravo pak tlačítko pro návrat k výběru pacientů a tlačítko oprav.

Ordinované léky

Záložka ordinovaných léků bude podobná tištěné medikační kartě. Jedná se o tabulku s názvem léku, předepsaným dávkováním a jednotlivými hodinami dávkování. V tabulce bude vyznačeno předepsané podání léku šedě a provedené podání léku zeleně s množstvím pro danou hodinu.

Denní bilance tekutin

Denní bilance tekutin bude rozdělena na dvě části pro příjem a výdej tekutin stejně, jako tomu je ve WinMedicalcu. Příjem tekutin bude podbarven zeleně,

bude obsahovat 7 položek, celkový součet a tlačítko pro uložení dat. Výdej tekutin bude podbarven červeně, bude obsahovat 5 položek, celkový součet a tlačítko pro uložení dat. U každé položky bude textové pole pro zadání nové celkové hodnoty a textové pole pro zadání nové hodnoty, která se přičte k původní.

Hodinová bilance tekutin

Hodinová bilance bude rozložením podobná denní bilanci tekutin. Pouze místo dvou textových polí bude mít jen jedno pro zadání hodnoty v aktuální hodinu. Dále bude u každé tekutiny tlačítko pro zobrazení seznamu příjmu nebo výdeje tekutiny v jednotlivých hodinách. Do tohoto seznamu se bude moci zapisovat pouze v určitých hodinách dle oddělení.

Tato karta není ve WinMedicalcu.

Invazivní přístupy

Záložka invazivních přístupů bude mít podobný vzhled jako ve WinMedicalcu. Každý invazivní přístup bude obsahovat číslo, název, umístění, hloubku zavedení, datum zavedení, počet dnů zavedení, specifikaci, materiál katetru či drénu, stav místa zavedení a tři tlačítka - požadavek na výměnu, výměna a zrušení invazivního přístupu.

Jako poslední položka bude možnost přidání nového invazivního přístupu. Název, umístění a materiál přístupu se bude vybírat ze seznamu. Datum bude nastaven na aktuální datum a počet dnů na 1. Číslo a hloubka zavedení bude pole s číselnou hodnotou, specifikace a stav bude pole s textovou hodnotou. Tato položka bude mít pouze jedno tlačítko pro přidání.

Fyziologie

Záložka fyziologie zobrazuje změřené životní funkce paciera, tj. teplota, tep, STK³, DTK⁴, frekvence dechu, a také výšku, hmotnost a vypočítané BMI⁵.

³systolický tlak krve

⁴diastolický tlak krve

⁵body mass index

Jednotlivé položky bude možné upravovat (kromě BMI, které je spočteno automaticky), smazat, nebo přidat novým záznamům.

3.3.4 Opravy

Po stisknutí tlačítka oprav se zobrazí seznam možných oprav provedených úkonů (ty budou časově omezeny dle oddělení). Každá položka bude obsahovat číslo opravy, datum a čas provedení úkonu, informace o provedeném úkonu a tlačítko pro vrácení úkonu. V dolní části bude tlačítko pro zavření seznamu.

4. Implementace

Grafické uživatelské rozhraní implementuje knihovnu System.Windows.Forms. Aplikace by měla fungovat rychle, proto je priorita procesu nastavena na RealTime. Tak je zajištěno, že plánovač procesoru upřednostní aplikaci před aplikacemi s nižší prioritou.

Aplikace musí být odolná proti neplatným vstupům. Veškeré zapisované hodnoty se musí kontrolovat na správný formát a rozsah. Proto není možné zapisovat do jednotlivých komponent pomocí systémové klávesnice, ale pouze klávesnicí aplikace (viz kapitola 4.4). Další kontrola je v logické vrstvě aplikace.

Velikosti komponent dynamicky přizpůsobují svoji velikost svému obsahu a rodičovskému kontejneru. Komponenty mají větší velikost pro snazší ovládání na tabletu.

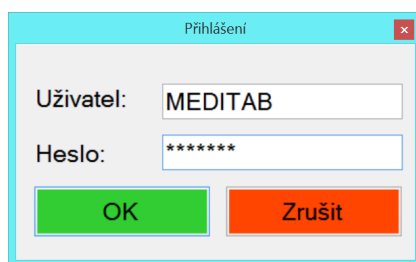
V aplikaci jsou dvě hlavní okna, jedno pro výběr pacienta a druhé detail vybraného pacienta s jednotlivými záložkami. Okna s další funkcí jsou zobrazována jako dialogy.

Po spuštění aplikace se zobrazí okno výběru pacientů s prázdným seznamem pacientů a dialog pro přihlášení. Pro práci s aplikací musí být uživatel přihlášen a mít pracovní poměr na pracovišti, na kterém se tablet nachází.

4.1 Přihlášení

Pro přihlášení slouží jednoduchý dialog s dvěma TextBoxy, pro zadání uživatelského jména a hesla, a dvěma Buttony pro přihlášení a zrušení přihlášení. Uživatelské jméno ve FN Plzeň je vždy uppercase, proto jsou znaky v TextBoxu pro uživatelské jméno také uppercase. Znak hesla jsou skryty symbolem *. Při úspěšném přihlášení se načtou údaje o uživateli a seznam pacientů na lůžkovém oddělení. Při neúspěšném přihlášení se zobrazí chybová hláška a údaje z TextBoxů se vymažou.

Přihlašovací dialog je na obrázku 4.1.

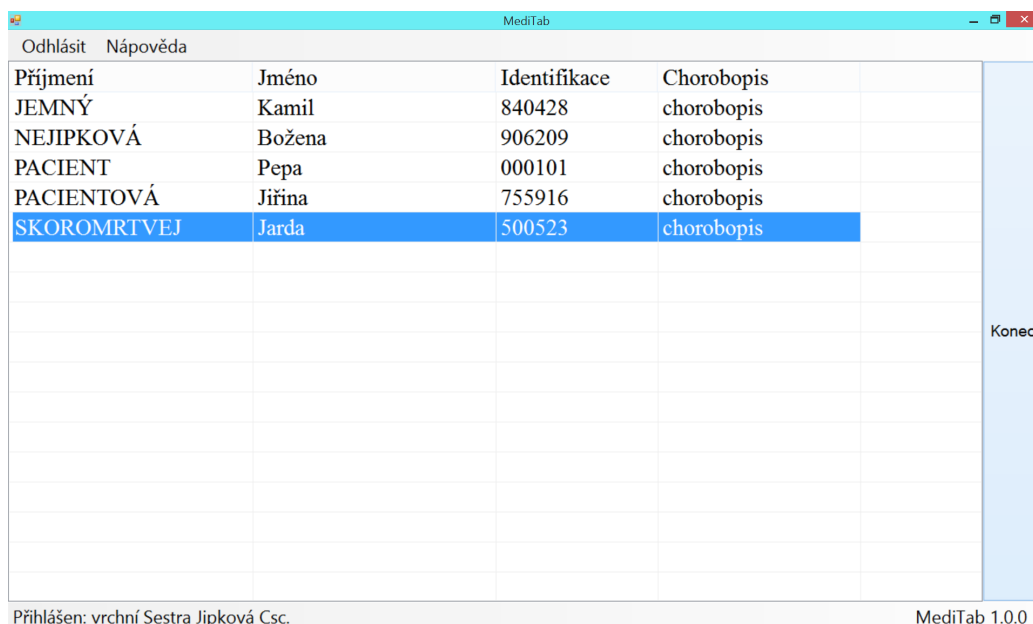


Obrázek 4.1: Přihlašovací dialog (MediTab)

4.2 Výběr pacienta

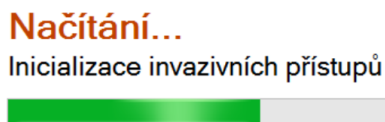
Po úspěšném přihlášení se zobrazí obrazovka se seznamem pacientů (viz obrázek 4.2). Seznam pacientů je kolekce v ListView.

V horní části je MenuStrip obsahující dvě položky. První je tlačítko pro odhlášení, které odhlásí aktuálního uživatele a zobrazí dialog pro přihlášení, druhé tlačítko zobrazí nápovědu k aplikaci. Dole se nachází StatusStrip s informací o přihlášeném uživateli a verzi aplikace. Vpravo je Button pro ukončení aplikace.



Obrázek 4.2: Výběr pacienta (MediTab)

Vybráním pacienta kliknutím na řádek v ListView se začnou stahovat data o pacientovi z databáze, vytvářet a inicializovat jednotlivé záložky. Uživatelé o stavu načítání informuje načítací okno (viz obrázek 4.3).



Obrázek 4.3: Načítací okno (MediTab)

4.3 Karta pacienta

Hlavní částí okna je TabControl pro snadné přepínání mezi jednotlivými záložkami (TabPage). Vpravo je Button pro návrat k výběru pacientů a Button pro zobrazení oprav. Při otevřené záložce denní nebo hodinové bilance tektin je zde Button pro návrat k výběru pacientů bez uložení hodnot. Vespod je StatusStrip s informací o přihlášeném uživateli, vybraném pacientovi a verzi aplikace.

4.3.1 Ordinované léky

Tabulku ordinovaných léků tvoří dva DataGridView (viz obrázek 4.4). Oba DataGridView mají synchronizované vertikální scrollování. Scrollováním jednoho se nastaví vertikální scrollovací offset druhému.

Název	Dávkování	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1
IRBESARTAN HYD...	4x128/3			42....				42....			
TEMOZOLOMIDE ...	120ml/h				1		1				
LAMICTAL tbl. 100 ...	3x3										
BREAKYL FLM BU...	(1,3,5,10,12...					1		1			1
223 Ra radium dichl...	2-2-3			3							
LOPACUT tbl. 2 mg	a3hod						1				
GERODORM tbl. 4...	9-0-9 pred j...			9							
0.9% SODIUM CHL...	3*1/3			0.33							
111 In DTPA	1,11,22	1									
RETROVIR sol. 200...	(10,18, 0)			1						1	
EPIPEN JR. SOL P...	posledni za...										

Obrázek 4.4: Ordinované léky (MediTab)

První DataGridView zobrazuje název léku a dávkování. Pokud je lék opiát, je políčko názvu léku podbarveno červeně a pokud je u dávkování poznámka, políčko dávkování je podbarveno světle modře.

Druhý DataGridView zobrazuje tabulku jednotlivých ordinací. Jednotlivé hodiny představuje 24 sloupců, které jsou seřazeny od hodiny definované v konfiguraci jako počáteční hodina. Sloupec aktuální hodiny je podbarven khaki barvou vyjma řádek s ordinací v dané hodině. Ordinance má číselnou hodnotu dle množství, které má být/bylo podáno a je podbarvena:

- Zeleně - provedená ordinace.
- Světle zeleně - provedená infuze (kromě hodiny, kde infuze začíná, to je tmavě zelené). Infuze může mít definovaný konec, nebo je zobrazena do aktuální hodiny.
- Šedě - předepsaná ordinace.
- Fialově - neprovedená ordinace.

Kliknutím na políčko DataGridView se zobrazí dialog podání ordinací (viz kapitola 4.3.1 Podání ordinací) s vybranou ordinací (pokud existuje k dané

hodině). Po zavření dialogu se aktualizuje celý řádek s lékem. Dvojitým kliknutím se rovnou provede podání ordinace v danou hodinu (podání pouze jednorázové ordinace, ne infuze).

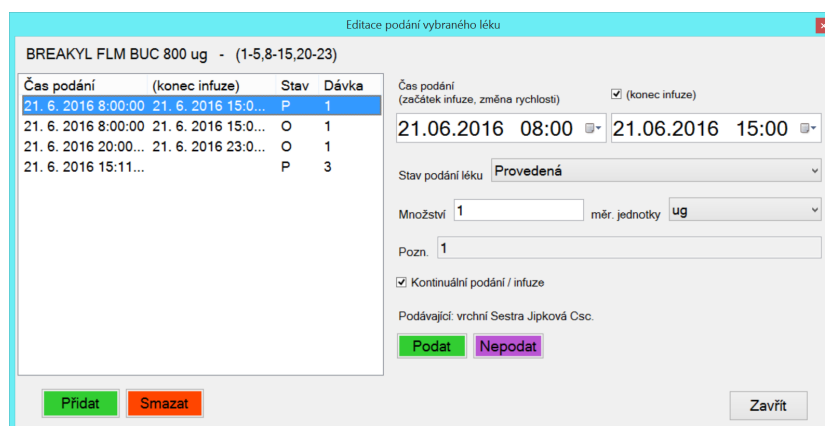
Komponentě DataGridView nelze přiřadit událost Click a DoubleClick tak, aby se při dvojitém kliknutí nevyvolala událost jednoduchého kliknutí. Proto je třeba na krátký čas (SystemInformation.DoubleClickTime - čas na druhý klik definovaný systémem) pozastavit vykonání události jednoduchého kliknutí (zobrazení dialogu podání ordinací), kdy se čeká, jestli v této době uživatel klikne podruhé. Pokud ano, provede se jednorázové podání, pokud ne, zobrazí se dialog podání ordinací.

Jedna možnost je vytvoření a pozastavení paralelního vlákna. Vykonání obsluhy události pokračuje po skončení vlákna. Vytvoření paralelního vlákna zabere větší čas na CPU a dochází k tomu, že druhé kliknutí není systémem zaregistrováno v případě, kdy uživatel provede druhé kliknutí v okamžiku vytváření vlákna. Výhodnější je spuštění a čekání v Timeru. V okamžiku, kdy Timer dosáhne hodnoty SystemInformation.DoubleClickTime, vykoná se daná událost podle počtu kliknutí uživatele.

Vespod záložky je Button pro zobrazení dialogu přidání nového léku (viz kapitola 4.3.1 Přidání nového léku).

Podání ordinací

Dialog podání ordinací rozložením kopíruje dialog ve WinMedicalc (viz obrázek 4.4). Je rozdělen TableLayoutPanelem na šest částí, tři řádky a dva sloupce.



Obrázek 4.5: Podání ordinací (MediTab)

V prvním řádku je název léku a dávkování.

V druhém řádku prvním sloupci je seznam ordinací daného léku v List-View, v druhém sloupci pak detail vybrané ordinace. Vybráním ordinace ze seznamu (FocusedIndex) se zobrazí její detail. V případě, že se změní některá hodnota ordinace, se při výběru jiné nebo zavření dialogu současná uloží a aktualizuje se řádek v ListView.

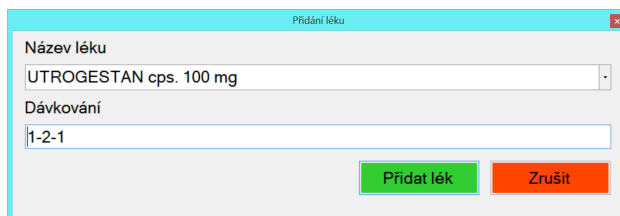
Druhý sloupec také obsahuje dvě tlačítka *Podat* a *Nepodat*. Ty umožňují uživateli rychle nastavit ordinaci jako podanou či nepodanou bez nutnosti vybírání stavu ordinace z ComboBoxu. Po kliknutí se ordinace automaticky uloží.

Změna hodin v DateTimePickerech nastane přejetím prstu po komponentě (přímá změna hodnoty není na tabletu vhodná). V okamžiku vstupu do místa DateTimePickeru se uloží y-ová souřadnice, v okamžiku kdy se komponenta opustí, hodina se podle místa opuštění zvýší nebo sníží. Do poznámky lze zapisovat, pouze pokud je stav ordinace nastaven na nepodáno. Pokud ordinace nemá nastaveny vlastní jednotky, zobrazují se jednotky léku.

V posledním řádku jsou tlačítka na přidání nové ordinace, smazání ordinace a zavření dialogu. Button přidání ordinace vytvoří záznam v List-View ordinací, ordinace se uloží až při vybrání jiné ordinace nebo při zavření dialogu. Proto se při mazání ordinace zkontroluje, zda je daná ordinace v paměti. Pokud ano, odešle se požadavek na smazání, pokud ne, odstraní se pouze z ListView. Při zavření dialogu proběhne kontrola, zda právě zobrazená ordinace nebyla změněna, a případně se uloží.

Přidání nového léku

Dialog na obrázku 4.6 umožní sestře přidat nový naordinovaný lék.



Obrázek 4.6: Přidání nového léku (MediTab)

V ComboBoxu se vybírá lék, který má být naordinován. Jelikož je léků velké množství a většina má více druhů balení, po napsání části názvu léku se v ComboBoxu zobrazí pouze léky obsahující tento text. V dávkování je uživatel motivován k zápisu podle standartů nemocnice, které mohou být rozparsovatelné a následně graficky znázorněné v medikační kartě. Pokud uživatel zadá podání nekorektně nebo vůbec, je o tom informován a předepsání léku s nekorektním dávkováním musí potvrdit.

Po zavření dialogu se nový lék přidá na poslední řádku v medikační kartě.

4.3.2 Denní bilance tekutin

Záložka denní bilance tekutin (na obrázku 4.7) zobrazuje bilanci tekutin za celý den. Je rozdělena SplitContainerem na tekutiny příjmu (zelená) a tekutiny výdeje (červená). Každá tekutina má dva TextBoxy, první zobrazuje celkovou hodnotu za den (lze zadat pouze novou hodnotu, která je větší než původní), v druhém lze přičíst nově naměřenou hodnotu. Poslední hodnotou je celkový součet příjmu nebo výdeje všech tekutin.

Jednotlivé tekutiny jsou v paměti indexovány podle enumu *Tekutiny*. Stejně tak jsou indexovány TextBoxy (TabIndex). Jelikož pole celkové hodnoty a pole pro zadání nově naměřené hodnoty jedné tekutiny náleží jednomu indexu v paměti (ale stále je nutné oba TextBoxy rozlišit), přičte se k indexu pole nové hodnoty konstanta 100 (při předávání hodnoty se odečte). Při ukládání hodnot se předává index TextBoxu a hodnota.

MediTab

Medikační karta | Denní bilance tekutin | Hodinová bilance tekutin | Invazivní přístupy | Fyziologie

18. 5. 2016

Per os	0	ml	+	
Jiný enterální	0	ml	+	
Parenterální	0	ml	+	
Jiný parenterální	0	ml	+	
MLP	0	ml	+	
Ery RES	0	TU	+	
Ostat. krev. deriváty	0		+	
Příjem celkem	0	ml		

Uložit

Diuréza	0	ml	+	
Sonda	0	ml	+	
Jiné ztráty	0	ml	+	
Ultrafiltrace	0	ml	+	
Drény	0	ml	+	
Výdej celkem	0	ml		

Uložit

< Zpět

< Zpět
neuložit

Opravy

Přihlášen: vrchní Sestra Jipková Csc. Pacient: Jarda Skoromrtvej MediTab 1.0.5

Obrázek 4.7: Denní bilance tekutin (MediTab)

Hodnoty se musí uložit kliknutím na Button *Uložit*. Pokud uživatel přepne na jinou záložku, aplikace ho upozorní, že hodnoty neuložil, a zeptá se, jestli je chce uložit. Buttonem *Zpět* se hodnoty uloží a vrátí se k výběru pacientů, Buttonem *Zpět bez uložení* se vrátí k výběru pacientů bez uložení.

4.3.3 Hodinová bilance tekutin

Záložka hodinové bilance tekutin (na obrázku 4.8) zobrazuje bilanci tekutin za aktuální hodinu. Je rozdělena SplitContainerem na tekutiny příjmu (zelená) a tekutiny výdeje (červená). Každá tekutina má TextBox, který zobrazuje hodnotu v aktuální hodinu (lze zadat pouze jednu hodnotu v hodině) a Button, který zobrazí dialog se všemi hodinami k dané tekutině (viz obrázek 4.9). Poslední dvě hodnoty jsou celkový součet příjmu nebo výdeje všech tekutin v dané hodině a za celý den.

Jednotlivé tekutiny jsou v paměti indexovány podle enumu *Tekutiny*. Stejně tak jsou indexovány TextBoxy (TabIndex). Jelikož pole celkové hodnoty a pole pro zadání nově naměřené hodnoty jedné tekutiny náleží jednomu indexu v paměti (ale stále je nutné oba TextBoxy rozlišit), přičte se k indexu

pole nové hodnoty konstanta 100 (při předávání hodnoty se odečte). Při ukládání hodnot se předává index TextBoxu hodnota a aktuální hodina.

Obrázek 4.8: Hodinová bilance tekutin (MediTab)

Dialog s hodinovým detailem tekutiny obsahuje DataGridView s dvěma sloupci (hodina, hodnota). Vespod pak je součet všech hodinových hodnot dané tekutiny a tlačítko zavřít. Hodnoty k jednotlivým hodinám lze zadat kliknutím na dané políčko DataGridView. V každou hodinu lze zadat hodnotu pouze jedenkrát.

Hodina	ml
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	0
23	0

Celkem za den: 0

Zavřít

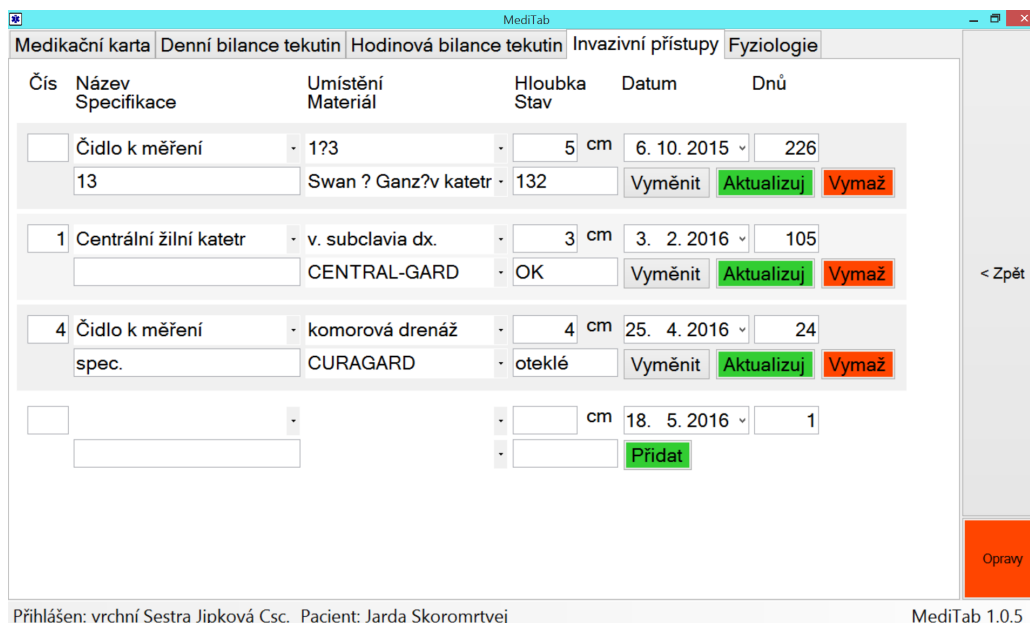
Obrázek 4.9: Hodinová bilance tekutin - hodinový detail tekutiny (MediTab)

Hodnoty se musí uložit kliknutím na Button *Uložit*. Pokud uživatel přepne na jinou záložku, aplikace ho upozorní, že hodnoty neuložil, a zeptá se, jestli je chce uložit. Buttonem *Zpět* se hodnoty uloží a vrátí se k výběru pacientů, Buttonem *Zpět bez uložení* se vrátí k výběru pacientů bez uložení.

4.3.4 Invazivní přístupy

V záložce invazivních přístupů (obrázek 4.10) je každý invazivní přístup reprezentován vytvořenou komponentou *PristupPanel*, která dědí od *FlowLayoutPanelu*. V *PristupPanelu* jsou veškeré komponenty s informacemi o daném invazivním přístupu (*ComboBoxy*, *TextBoxy*, *DateTimePicker*) a ovládací tlačítka (*Vyměnit*, *Aktualizuj*, *Vymaž*). Panel je na střídačku podbarven ve dvou odstínech světle šedé pro lepší přehlednost.

První panel je pouze s *Labely* označujícími uspořádání komponent. Poslední panel umožňuje přidání nového invazivního přístupu. Tento panel má místo ovládacích tlačítek Button *Přidat*. Přidáním nového invazivního přístupu se přístup uloží, místo Buttonu *Přidat* zobrazí ovládací tlačítka a do záložky se přidá nový *PristupPanel* pro přidání dalšího přístupu.



Obrázek 4.10: Invazivní přístupy (MediTab)

Scrollování tažením prstem na tabletu ve WinForms nereaguje správně. Vyvolá se scrollovací událost vrchní komponenty, ne kontejneru, ve kterém jsou komponenty umístěny. To jsem vyřešil vytvořením MessageFiltru *MouseFilter* a *TouchableLayoutPanel*.

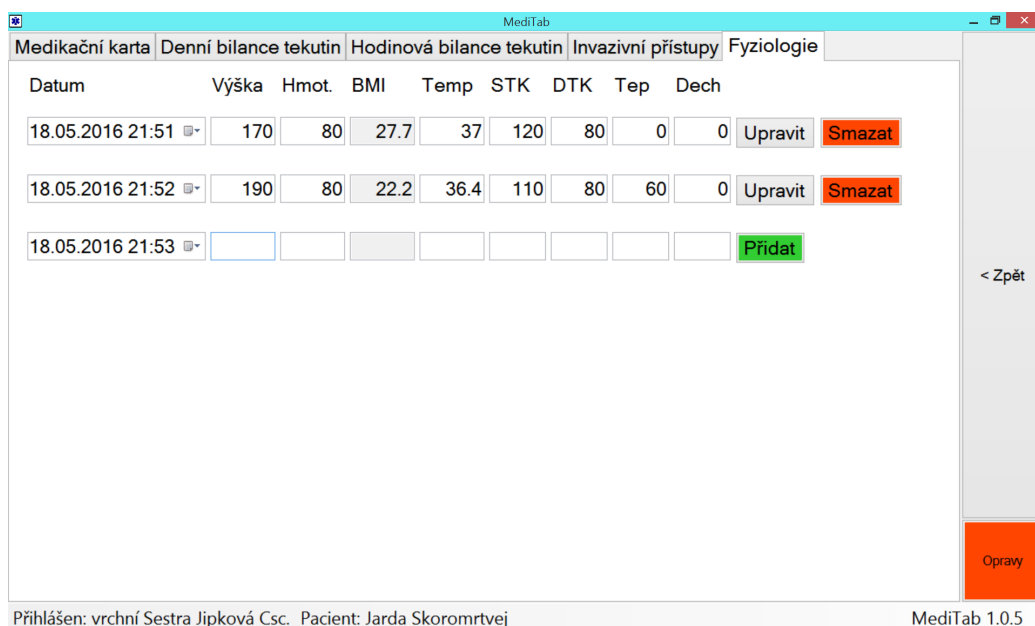
MouseFilter monitoruje systémové události, konkrétně stisk levého tlačítka myši (kliknutí prstem), uvolnění levého tlačítka myši a pohyb myši, a odešle je do jejich destinace (tj. komponenta, která se u *MouseFilteru* zaregistruje jako posluchač).

TouchableFlowLayoutPanel dědí od *FlowLayoutPanelu*, a má tak stejné vlastnosti. Při jeho vytvoření zaregistruje reakce na scrollování (nastavení scrollovacího offsetu dle pohybu myši) událostem *MouseFilteru*. Stejně tak se musí zaregistrovat každý *PristupPanel* (nastavení scrollovacího offsetu rodičovského kontejneru).

4.3.5 Fyziologie

V záložce fyziologie (obrázek 4.11) je každý záznam reprezentován vytvořenou komponentou *FyziologiePanel*, která dědí od *FlowLayoutPanelu*. Ve *FyziologiePanelu* je datum záznamu, *TextBoxy* s hodnotami životních funkcí pacienta a ovládací tlačítka (*Upravit*, *Smazat*).

První panel je pouze s *Labely* označujícími uspořádání komponent. Poslední panel umožňuje přidání nového záznamu. Tento panel má místo ovládacích tlačítek *Button* *Přidat*. Přidáním nového záznamu se záznam uloží, místo *Buttonu* *Přidat* zobrazí ovládací tlačítka a do záložky se přidá nový *FyziologiePanel* pro přidání dalšího záznamu.

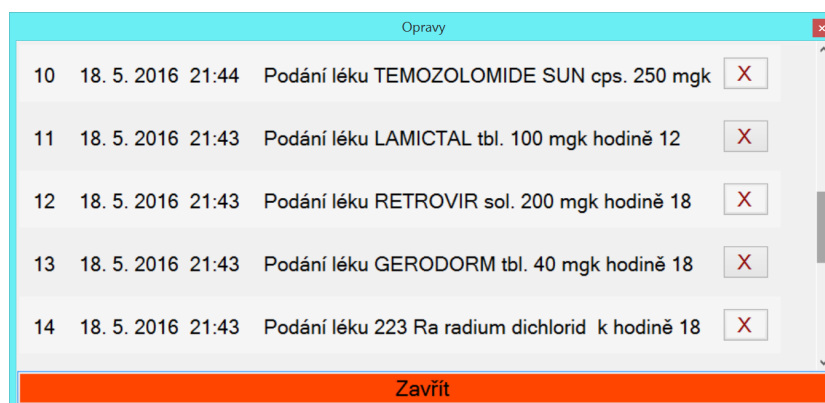


Obrázek 4.11: Fyziologie (MediTab)

Scrollování je opět vyřešeno pomocí MouseFilteru a TouchableFlowLayoutPanelu jako u invazivních přístupů (viz kapitola 4.3.4).

4.3.6 Opravy

V dialogu oprav (na obrázku 4.12) se zobrazují všechny akce provedené přihlášeným uživatelem na právě otevřené záložce. Každá akce je FlowLayoutPanel s časem provedení, popisem a Buttonem pro zrušení akce. Po zavření dialogu (Button *Zavřít* vespod) se záložka aktualizuje.



Obrázek 4.12: Opravy (MediTab)

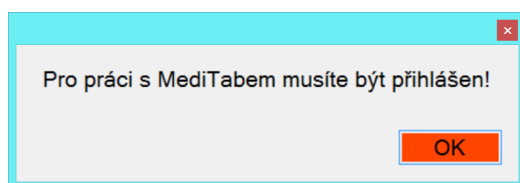
4.4 Dialogy

Některé prvky poskytované knihovnou WinForms nejsou vhodné pro tablety. Například u `MessageBox` nelze změnit velikost písma. Proto jsem vytvořil vlastní `MessageBox`.

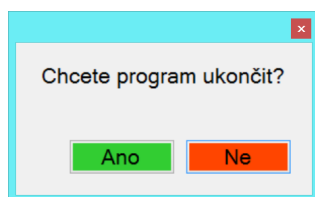
Také systémová klávesnice není optimální. Po kliknutí do textového pole se automaticky nezobrazí, ale musí se kliknout na malé tlačítko v liště. Pro numerickou klávesnici je nutné provést ještě o jeden klik navíc pro přepnutí klávesnice. Při použití klávesnice často zakryla pole, do kterého se zapisovalo, a uživatel tak psal *naslepo*. To v nemocnici není žádoucí a vedlo to k vytvoření vlastní klávesnice a numerické klávesnice.

4.4.1 `MessageBox`

Dialog `MessageBox` obsahuje `TableLayoutPanel` s dvěma řádky a jedním sloupcem. V prvním řádku je text zprávy, ve druhém tlačítka zarovnaná doprava. `MessageBox` se zobrazuje s jedním potvrzovacím `Buttonem OK` (obrázek 4.13), nebo s dvěma `Buttony Ano/Ne` (obrázek 4.14) a následně vrací `DialogResult` podle toho, na co uživatel klikl (`DialogResult.Yes` nebo `DialogResult.No`).



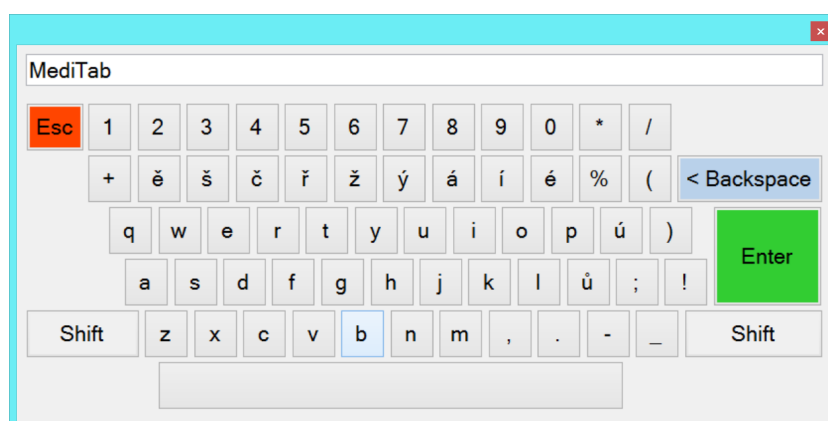
Obrázek 4.13: MessageBox (MediTab)



Obrázek 4.14: MessageBox (MediTab)

4.4.2 Klávesnice

Rozložení klávesnice odpovídá klasické klávesnici. Pro větší přehlednost neobsahuje veškeré speciální znaky, ale pouze ty, které jsou používány v nemocnici. V horní části je TextBox, ve kterém uživatel vidí, co píše (viz obrázek 4.15). Při zobrazení klávesnice může být TextBox již vyplněn textem z pole, do kterého se zapisuje. Vrací DialogResult.OK, pokud uživatel potvrdí zápis, nebo DialogResult.Cancel, pokud nepotvrdí.



Obrázek 4.15: Klávesnice (MediTab)

4.4.3 Numerická klávesnice

Jednoduchá numerická klávesnice pouze s ciframi, desetinnou čárkou a potvrzovacími tlačítky (viz obrázek 4.16). Klávesnice má dva módy, s aktivní či neaktivní desetinnou čárkou. V horní části je TextBox stejně, jako je tomu u předešlé klávesnice. Vrací DialogResult.OK, pokud uživatel potvrdí zápis, nebo DialogResult.Cancel, pokud nepotvrdí.



Obrázek 4.16: Numerická klávesnice (MediTab)

5. Testování

Od aplikace je vyžadována vysoká spolehlivost. Proto musí být důkladně otestována. Testována je základní funkcionality (tj. správné chování aplikace, konzistentnost dat v databázi) a chování při zadání nekorektních dat (data mimo povolený rozsah, data v nesprávném formátu). Testování je prováděno manuálně.

První fáze testování probíhá již při vytváření nové funkcionality. Já a kolega *Daniel Švarc*, který se podílí na vývoji aplikace (logická část a přístup do databáze), testujeme správnost nově vytvořené funkcionality a reakci na zadání nekorektních dat. Testování probíhá vyzkoušením správného chování aplikace a kontrolou dat v databázi.

Druhá fáze probíhá před vytvořením release verze. V této fázi probíhá test celé aplikace. Především je kladen důraz na otestování všech nově přidaných funkcionalit a těch částí aplikace, které jimi mohly být ovlivněny. První a druhá fáze testování probíhá na zkušební databázi mimo FN Plzeň.

Třetí fáze probíhá na oddělení SIS¹ ve FN Plzeň na jejich zkušební databázi. Testování provádí kolegové ze SIS, kteří testují především nové funkce a celkovou funkčnost aplikace.

Čtvrtou fází je pilotní provoz na JIP II. IK² FN Plzeň. Aplikace je nasažena do ostrého provozu na reálné databázi. Zdravotní sestry testují správnost chování aplikace během běžného provozu a přívětivost uživatelského rozhraní.

První pilotní provoz proběhl v průběhu února a března 2016. Aplikaci testovalo 13 zdravotních sester JIP II. IK. Testováno bylo 8 testových scénářů: podání ordinace, nepodání ordinace, přidání nového léku, zadávání denní bilance tekutin, zadávání hodinové bilance tekutin, editace invazivního přístupu, přidání nového invazivního přístupu a oprava provedené akce.

Během pilotního provozu se zjistilo, že zadávání podání ordinací je nevyhovující. Z tohoto důvodu byl pilotní provoz pozastaven. Nově bylo požadováno zobrazení infuzí, více ordinací v jednu hodinu, a s tím kompletní změna zadávání podání ordinací. V případě, že neexistuje klinická událost,

¹Správa informačního systému

²Jednotka intenzivní péče II. interní kliniky

zamezení zápisu do medikační karty (dříve se načetla klinická událost z předchozího dne a data se poté zkopírovala do nové, když byla vytvořena). Dále vznikl požadavek na přidání nové záložky *Fyziologie*, zobrazování datumu u bilancí tekutin a zvýšení limitů zpětného zadávání. Během provozu bylo také zjištěno, že se některá data nezapisují do databáze správně, chybí, nebo se naopak zapisují neexistující data. Po dlouhém pátrání se zjistilo, že tyto chyby pochází z nových modulů WinMedicalcu, a byly opraveny

Druhý pilotní provoz je naplánován na červen 2016.

Závěr

Dle zadání jsem navrhl uživatelské rozhraní tabletové aplikace pro jednotku intenzivní péče ve FN Plzeň, k čemuž jsem musel nastudovat způsob práce zdravotních sester v nemocnici, zadávání lékařských záznamu o pacientech a program WinMedicalc (části, které souvisí s vývojem aplikace). Následně jsem uživatelské rozhraní implementoval a dále vyvíjel dle připomínek SIS³ FN Plzeň a zdravotních sester. V průběhu vývoje jsem celou aplikaci průběžně testoval na správnou funkčnost. K aplikaci jsem vytvořil uživatelský manuál.

Využití informačních technologií ve zdravotnictví je široké a roste význam jejich použití. Aplikace MediTab je velkým přínosem pro nemocnici. Nadále pokračuje její vývoj a rozšiřuje se. Aktuálně je naplánován druhý pilotní provoz. V případě, že bude úspěšný, bude aplikace nasazena do ostrého provozu na více odděleních.

³Správa informačního systému

Literatura

- [1] Microsoft. *MSDN - C# Programming Guide*.
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/67ef8sbd.aspx>
- [2] Helander, M.: *Handbook of human-computer interaction*. (1997)
- [3] Saffer, D.: *Designing for interaction : creating innovative applications and devices*. (2010)
- [4] Larysz, J., Němec, M., Fasuga, R.: *User interfaces and usability issues form mobile applications*. In Proceedings of the Communications in Computer and Information Science. (2011)

Seznam obrázků

1.1	Ordinované léky (WinMedicalc)	5
1.2	Bilance tekutin (WinMedicalc)	6
1.3	Invazivní přístupy (WinMedicalc)	7
2.1	Kontextový diagram	9
2.2	ERA model části databáze k vývoji aplikace	11
3.1	Architektura aplikace MediTab	12
4.1	Přihlašovací dialog (MediTab)	18
4.2	Výběr pacienta (MediTab)	18
4.3	Načítací okno (MediTab)	19
4.4	Ordinované léky (MediTab)	20
4.5	Podání ordinací (MediTab)	22
4.6	Přidání nového léku (MediTab)	23
4.7	Denní bilance tekutin (MediTab)	24
4.8	Hodinová bilance tekutin (MediTab)	25
4.9	Hodinová bilance tekutin - hodinový detail tekutiny (MediTab)	25
4.10	Invazivní přístupy (MediTab)	26
4.11	Fyziologie (MediTab)	28
4.12	Opravy (MediTab)	29
4.13	MessageBox (MediTab)	30
4.14	MessageBox (MediTab)	30
4.15	Klávesnice (MediTab)	30
4.16	Numerická klávesnice (MediTab)	31

Manuál