



Diplomová práce

Výdejní automat na léky pro zdravotnická zařízení

Medicine dispensing machine for medical facilities

Autor: **BcA. Anna Peřtová**

Studijní program: (N212) Design

Studijní obor: Design

Vedoucí: MgA. Martin Tvarůžek

Praha, červen 2024

České vysoké učení technické v Praze, 2024

Klíčová slova: výdejní automat na léky, medikace, léky, zdravotní sestra, lékový automat, lékový vozík, výdej léků, zdravotnické zařízení

Keywords: Medicine dispensing machine, medication, drugs, nurse, medication machine, medication cart, medication dispensing, medical device



FAKULTA
ARCHITEKTURY
ČVUT V PRAZE

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Zadání diplomové práce

Mgr. program navazující

jméno a příjmení: Anna Peštová

datum narození: 9.10.1998

akademický rok / semestr: 2024/LS

studijní program: Design

ústav: ústav Designu /15150

vedoucí diplomové práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma diplomové práce: Výdejní automat na léky pro zdravotnická zařízení

viz přihláška na DP

zadání diplomové práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Diplomová práce se zabývá návrhem výdejního automatu na léky pro zdravotnická zařízení. Výsledný návrh by měl pracovníkům zdravotnického zařízení usnadnit proces výdeje léků pacientům a ideálně snížit chybovost tzv lidského faktoru. Ovládání automatu by mělo být intuitivní a jeho obsluha snadná.

2/

Pro AU/ součástí zadání bude jasně a konkrétně specifikovaný stavební program

Pro D/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení

Analytická část, vytvoření konceptu, proces navrhování a tvorba prototypů, vizualizace, model

3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

Výstupem bude 2 x tištěná kniha, plakát ve stanovené velikosti, model v měřítku (měřítko bude specifikováno během vývoje), portfolio v libovolném formátu, CD s elektronickými daty DP.

4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu (model)

Datum a podpis studenta 14.2.2024

Datum a podpis vedoucího DP 15.2.2024

Datum a podpis děkana FA ČVUT

registrováno studijním oddělením dne

15/2/24 Kny

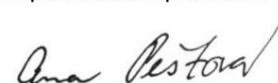
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA ARCHITEKTURY	
AUTOR, DIPLOMANT: BcA. Anna Peštová AR 2023/2024, LS	
NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: (ČJ) VÝDEJNÍ AUTOMAT NA LÉKY PRO ZDRAVOTNICKÁ ZAŘÍZENÍ (AJ) MEDICINE DISPENSING MACHINE FOR MEDICAL FACILITIES JAZYK PRÁCE: ČESKÝ	
Vedoucí práce:	MgA. Martin Tvarůžek Ústav: Design
Oponent práce:	PhDr. Lenka Žižková
Klíčová slova (česká):	výdejní automat na léky, medikace, léky, zdravotní sestra, lékový automat, lékový vozík, výdej léků, zdravotnické zařízení
Anotace (česká):	Tato diplomová práce se zabývá návrhem výdejního automatu na léky pro zdravotnická zařízení. Práce klade důraz na návrh systému, který pracovníkům zdravotnického zařízení usnadní a urychlí proces výdeje léků. Práce dále zkoumá chybovost spojenou s procesem výdeje léků a usiluje o její co nejefektivnější eliminaci. V neposlední řadě klade práce důraz na snadnou a intuitivní obslužnost výdejního automatu.
Anotace (anglická):	This thesis focuses on the design of a drug dispenser for healthcare facilities. The thesis emphasizes the design of a system that will make the process of dispensing medicines easier and faster for the staff of the healthcare facility. The thesis also examines the error rate associated with the medication dispensing process and seeks to eliminate it as efficiently as possible. Last but not least, the thesis emphasizes the ease and intuitive operation of the medicine dispensing machine.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 10. května 2024

podpis autora-diplomanta



Tento dokument je nedílnou a povinnou součástí diplomové práce / portfolia a CD.

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce MgA. Martinu Tvarůžkovi a asistentovi Ing. Tomášovi Blahovi, zejména za jejich čas, trpělivost, inspirativní rady a neúnavnou podporu. Dále i za jejich precizní a vstřícnou zpětnou vazbu, která mi umožnila rozvíjet mé myšlenky a návrhy správným směrem, nejen po dobu mého posledního semestru studia, ale napříč všemi roky studia v jejich ateliéru. Děkuji.

Dále bych ráda poděkovala MUC. Vendule Blatnické, MUDr. Marcele Kverkové, RNDr. Jurajovi Vronkovi za odborné konzultace a odpovědi na všechny mé otázky. Dále také Valentýně Klubové za čas, který věnovala tomu, aby mě detailně seznámila s praxí zdravotních sester.

V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za rady, podporu a pomoc napříč celým semestrem.

Anotace (CZ)

Tato diplomová práce se zabývá návrhem výdejního automatu na léky pro zdravotnická zařízení, a to včetně návrhu systému, který pracovníkům zdravotnického zařízení usnadní a urychlí proces výdeje léků. Práce dále zkoumá chybovost spojenou s procesem výdeje léků a usiluje o její co nejefektivnější eliminaci. V neposlední řadě klade práce důraz na snadnou a intuitivní obslužnost výdejního automatu.

Annotation (EN)

This thesis focuses on the design of a drug dispenser for healthcare facilities. The thesis emphasizes the design of a system that will make the process of dispensing medicines easier and faster for the staff of the healthcare facility. The thesis also examines the error rate associated with the medication dispensing process and seeks to eliminate it as efficiently as possible. Last but not least, the thesis emphasizes the ease and intuitive operation of the medicine dispensing machine.

Obsah

Poděkování	5
Anotace (CZ)	6
Annotation (EN)	6
1. Úvod.....	9
1.1 Hlavní otázky a cíle projektu	9
1.2 Metodika práce a harmonogram.....	9
1.3 Motivace a osobní přístup k dané problematice.....	10
2. Analytická část	11
2.1 Vymezení základních pojmů souvisejících s podáváním léčivých přípravků ve zdravotnických zařízeních.....	11
2.1.1 Lůžková péče	11
2.1.2 Zdravotnický pracovník	12
2.1.3 Kompetence zacházení s léčivý	13
2.1.4 Léčivé přípravky	13
2.1.5 Aplikace léku perorálně (per os).....	14
2.1.6 Velikosti tablet a kapslí	15
2.1.7 Obaly léků, blistry a technologie blistrování.....	16
2.2 Představení současné praxe bezpečného zacházení s léčivý.....	17
2.2.1 Označení léčiv.....	17
2.2.2 Objednávání, uložení a skladování léků.....	18
2.2.3 Zásady správného zabezpečení léčiv	19
2.2.4 Likvidace léčiv	20
2.2.5 Výdej léků.....	20
2.3 Rizika a medikační pochybení.....	22
2.4 Rozhovory s odborníky.....	24
2.5 Rešerše stávajících lékových automatů a systémů výdeje léčiv.....	25
2.5.1 Lékové vozíky a automaty.....	25
2.5.1 Systémy pro výdej léčiv.....	30
3. Výstup analýzy a formulace vize	33
3.1 Výstup analýzy.....	33
3.2 Formulace vize.....	34
3.2.1 Cílová skupina.....	34
3.2.2 Cílové prostředí	34
3.2.3 Požadované vlastnosti a funkce	34

4. Proces navrhování	37
4.1 Případy užití.....	37
4.1.1 Proces distribuce, doplňování a objednávání léků.....	38
4.1.2 Proces výdeje léků	40
4.1.3 Uživatelský scénář.....	42
4.2 Rozměry produktu	43
4.2.1 Vnitřní rozvržení zásobníků	45
4.2.2 Rozměry pracovní plochy	48
4.3 Tvarování	52
5. Prototypování a testování	55
5.1 Varianty tvaru lékového automatu.....	55
5.2 Části produktu	60
6. Výsledný návrh	66
6.1 Výdejní automat na léky pro zdravotnická zařízení.....	66
6.1.1 Vizualizace	68
6.1.2 Části produktu	74
6.1.3 Případy užití.....	90
7. Technická dokumentace	97
7.1 Technické výkresy v měřítku	97
7.1.1 Lékový automat	97
7.1.2 Odpadkový koš	99
7.1.3 Zásuvka.....	100
7.1.4 Organizér na rukavice	100
7.1.5 Zásobníky a blistr	101
7.2 Výroba	102
8. Závěr	103
9. Reflexe	104
10. Seznam obrázků.....	106
11. Zdroje	109

1. Úvod

Předmětem mé diplomové práce je návrh výdejního automatu na léky pro zdravotnická zařízení. Přesněji se jedná o designový návrh medicínského zařízení, které slouží k distribuci a výdeji léků pacientům zdravotnickým personálem v prostorách zdravotnického zařízení.

Podávání léčivých přípravků je jednou z nejdůležitějších součástí ošetrovatelské péče a zároveň nedílnou součástí práce zdravotních sester, která klade vysoké nároky na přesnost, zodpovědnost a systematickosti. Sebeměší pochybení v dávkování, identifikaci pacienta apod. může mít fatální následky na zdravotní stav pacienta. Vzhledem ke složitosti nynějších postupů a procesu podávání léčiv je však chybovost častá. I z tohoto důvodu považuji za stěžejní se tímto tématem ve své diplomové práci zabývat a snažit se najít řešení, které by výskyt chyb značně snížilo, a tím i zvýšilo kvalitu ošetrovatelské péče.

Další motivací návrhu výdejního automatu na léky bylo usnadnění práce zdravotnických pracovníků a snaha o eliminaci rutinních úloh, kterými musí trávit značnou část své pracovní doby, místo toho, aby měli prostor se věnovat přímé ošetrovatelské péči.

1.1 Hlavní otázky a cíle projektu

Hlavní náplní práce bude odhalit problematiku procesu výdeje léků v nemocničních zařízeních a nalézt vhodné řešení a postup, který by zdravotním pracovníkům proces výdeje léků usnadnil a urychlil. Řešení se bude zaměřovat jak na návrh samotného automatu, jeho ergonomie a intuitivního používání, tak i na zlepšení celého procesu výdeje, uchovávání, doplňování a objednávání léků. Součástí práce bude také osobní komunikace se zdravotnickým personálem, seznámení se s jejich profesními postupy a procesy, které musí dle legislativy dodržovat při jakékoliv manipulaci s léčivy.

Práce si klade za cíl navrhnout produkt a systém, který poskytne zdravotnickým pracovníkům intuitivní, snadný a rychlý způsob, jak nakládat s léky dle předepsaných postupů a předpisů.

1.2 Metodika práce a harmonogram

Vzhledem k charakteru a obsahu této práce je klíčové provést důkladnou analýzu, umožňující plně porozumět dané problematice a shromáždit dostatečný objem dat, na jejímž základě bude možné vytvořit kvalitní koncept.

Součástí práce bude získávání informací o všeobecném nakládání s léky ve zdravotnických zařízeních. Data budu shromažďovat z různých zdrojů, a to přímo od zdravotnických pracovníků, z odborných textů zabývajících se touto problematikou, z příslušné legislativy, týkající se dané problematiky, a dalších.

Časový harmonogram projektu se může v průběhu práce měnit, i když posloupnost jednotlivých částí zůstane konstantní. Nejdříve, během analytického procesu, shromáždím co nejvíce informací o problematice a oslovím potencionální konzultanty projektu. Během analýzy začnu, dle získaných informací, formovat předběžné vize toho, jak by mohl výsledný produkt vypadat a jak by s ním zdravotnický pracovník manipuloval. Výstupem analýzy bude definice vize systému, uživatelských scénářů a celého projektu. Dalším krokem bude navrhování řešení splňující všechny požadované funkce. Následně se budu věnovat tvoření prototypů a ověřování funkčnosti navržených řešení. Výsledky testování prototypů umožní definovat další kroky navrhování a ověření ergonomie návrhů. Závěrem práce bude finální návrh, jeho vizualizace a model v daném měřítku.

1.3 Motivace a osobní přístup k dané problematice

Bezpečnost pacientů ve zdravotnictví je klíčovým tématem, s dopady na veřejné zdraví a ekonomiku. Je nezbytné, aby zdravotnická zařízení dodržovala přísné standardy a postupy, které minimalizují riziko chyb a zlepšují kvalitu zdravotnické péče. Věnování pozornosti bezpečnostním protokolům a neustálému vzdělávání personálu může významně snížit výskyt nežádoucích událostí a přispět k celkovému zlepšení zdravotnických služeb. Efektivní bezpečnostní opatření mají rovněž potenciál snížit náklady spojené s lékařskými chybami a zlepšit spokojenost pacientů.

Zdravotnické pracovníky je však třeba nejen vzdělávat a kontrolovat, ale zároveň jim poskytovat takové postupy a standardy, které jsou pro jejich práci co nejintuitivnější a nejnadhodnější k řádnému plnění. Považuji za stěžejní se této problematice věnovat zejména v kontextu designu, který může poskytnout nový pohled na celý proces výdeje léků.

Vlastní motivací kvýběru tohoto tématu je i vlastní pracovní zkušenost na pozici pomocného zdravotnického pracovníka v Psychiatrické léčebně Bohnice na oddělení s lůžkovou péčí dlouhodobě nemocných pacientů. Z této zkušenosti jsem si odnesla mnoho poznatků nejen o tom, jak lůžková péče ve zdravotnických zařízeních funguje, ale zejména o tom, jak komplikované jsou mnohé procesy, které musí zdravotničtí pracovníci dodržovat. To mimo jiné vede k jejich nedodržování, k hrubým porušování postupů a ke snahám pracovníků si svou práci zjednodušit. I to jsem se snažila zohlednit ve své diplomové práci.

Obecně mým cílem bylo najít řešení které poskytuje rovnováhu mezi dodržováním postupů dle legislativy a komfortem zdravotních sester při jejich dodržování.

2. Analytická část

Nezbytnou součástí diplomového projektu zaměřeného na návrh nového zařízení je důkladné zpracování analytické části projektu. Analytická část je zaměřena zejména na získávání nezbytných informací o současné praxi vydávání, skladování a doplňování léčiv na nemocničních oddělení. Další důležitou součástí je zkoumání prostředí a uživatelů, kterých se návrh lékového automatu týká, a získání dostatečného množství informací o nezbytných legislativních předpisech, zahrnujících výdej léčiv na nemocničním oddělení. V této části projektu se také zaměřuji na průzkum trhu a seznámení se s existujícími řešeními lékových automatů a vozíků, a celkově výdeje léků ve zdravotnických zařízeních.

V následujících kapitolách jsou detailně popsány jednotlivé části provedené analýzy.

2.1 Vymezení základních pojmů souvisejících s podáváním léčivých přípravků ve zdravotnických zařízeních

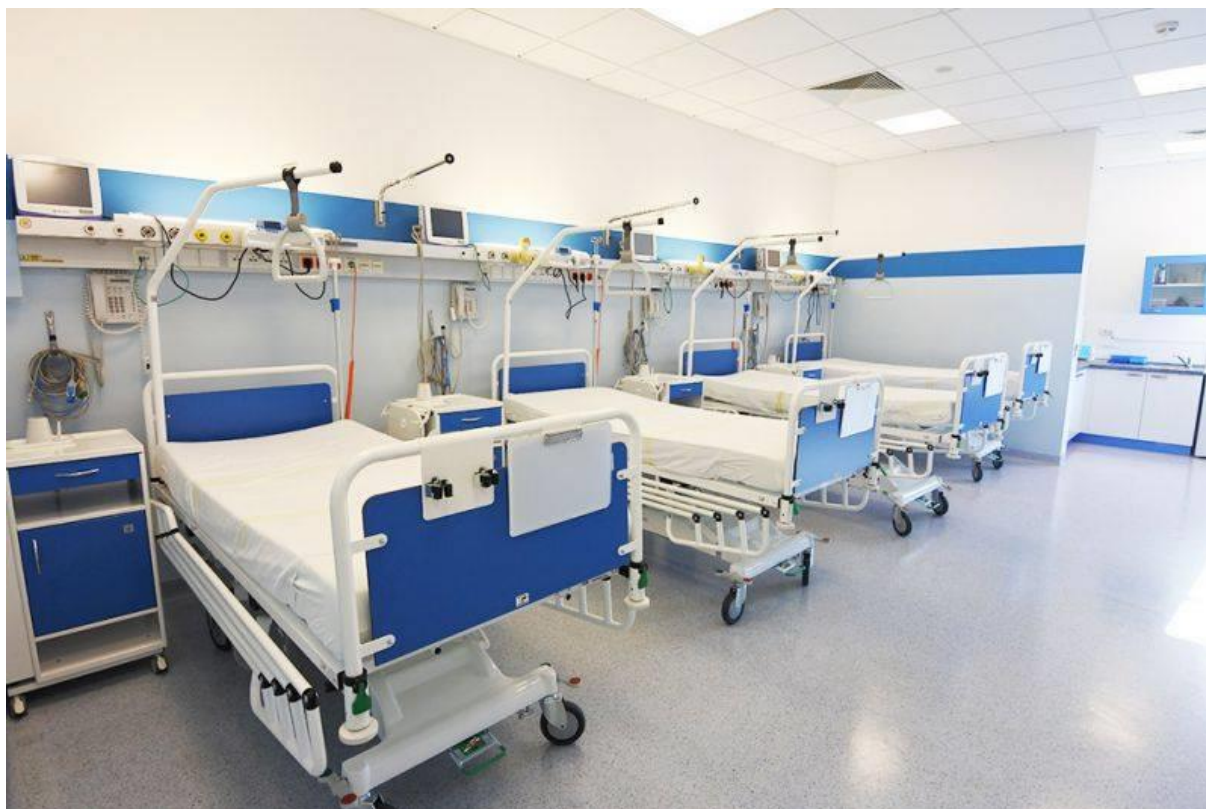
2.1.1 Lůžková péče

Pro účely této práce je důležité seznámit se jak s procesem výdeje léků, tak i s prostředím, kde takový proces probíhá. Prostředím použití lékového automatu jsou nemocniční oddělení s lůžkovou péčí.

Lůžková péče je zdravotní péčí, kterou nelze poskytnout ambulantně a pro její poskytnutí je nutná hospitalizace pacienta. Na jednotlivých odděleních s rozličným charakterem má lůžková péče jinou charakteristiku.¹

Lůžková péče se dělí na akutní lůžkovou péči intenzivní, která je poskytována pacientovi v případech náhlého selhávání nebo náhlého ohrožení základních životních funkcí, akutní lůžkovou péči standardní, která je poskytována pacientovi s náhlým onemocněním nebo náhlým zhoršením chronické nemoci, které vážně ohrožují jeho zdraví, ale nevedou bezprostředně k selhávání životních funkcí, následnou lůžkovou péči, která je poskytována pacientovi, u kterého došlo ke stabilizaci jeho zdravotního stavu a jehož zdravotní stav vyžaduje dlouhodobou lůžkovou péči, která je poskytována pacientovi, jehož zdravotní stav nelze léčebnou péčí podstatně zlepšit a bez soustavného poskytování ošetrovatelské péče se zhoršuje.²

Všechny typy lůžkové péče spojují pacienti odkázáni na lůžko, kde o ně zdravotničtí pracovníci krátkodobě nebo dlouhodobě pečují.³



obrázek 1 příklad lůžkové péče

2.1.2 Zdravotnický pracovník

Zdravotnickými pracovníky se rozumí lékaři a farmaceuti, jejichž způsobilost a výkon povolání je upraven zákonem č. 95/2004 Sb., a pracovníci způsobilí k výkonu nelékařských zdravotnických povolání, která jsou upravena zákonem č. 96/2004 Sb. Nelékařský zdravotnický pracovník je zdravotnický pracovník s přesně vymezenými činnostmi, které na základě dosažené kvalifikace může provádět samostatně bez indikace lékařem, na základě indikace nebo pod dohledem lékaře či dalších určených pracovníků. Na rozdíl od lékařských zdravotnických povolání se v případě nelékařských zdravotnických povolání jedná o skupinu s velmi variabilními požadavky na absolvované vzdělání. Patří sem mimo jiné i hlavní cílová skupina uživatelů výdejního automatu na léky pro zdravotnické zařízení, všeobecné a praktické sestry.^{4 5}

Všeobecné sestry (zdravotní sestry) jsou společně s dalším zdravotnickými pracovníky zodpovědné za ošetrovatelskou, léčebnou a následnou péči při akutních či chronických onemocněních a úrazech lidí, a to v široké škále zdravotnických zařízení. Obecně lze úlohu sester rozdělit na samostatnou činnost a péči bez indikace lékaře, a na činnost vykonávanou pod přímým vedením lékaře. Povolání všeobecné sestry je nutné oddělovat od praktické sestry, která vyžaduje pouze středoškolské vzdělání a má omezené kompetence. V České republice je pracovní činnost všeobecné a praktické sestry upravena vyhláškou č. 424/2004 Sb.⁶

Praktické sestry (zdravotnické asistentky) poskytují základní ošetrovatelskou péči na základě svých kompetencí, bez indikace lékaře a bez dohledu všeobecné sestry. Dále poskytují specializovanou ošetrovatelskou péči pod dohledem všeobecné sestry v rámci ošetrovatelského procesu, podílí se na získávání informací nutných k určení ošetrovatelských diagnóz a provádí specifické ošetrovatelské výkony.⁷

2.1.3 Kompetence zacházení s léčivy

Osoby, které jsou způsobilé zacházet s léčivy, jsou uvedeny v zákoně o léčivech č. 378/2007 Sb. Dle tohoto zákona mohou zacházet s léčivy pouze osoby starší 18 let, způsobilé k právním úkonům, bezúhonné, zdravotně a odborně způsobilé pro konkrétní druh činnosti. (Podmínka dovršení 18 let se nevztahuje na osoby, které zacházejí s léčivy při výuce nebo při zaškolování pod odborným dohledem.)

Kompetence všeobecných a praktických sester v oblasti zacházení s léčivy specifikuje Vyhláška č. 55/2011 Sb. o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. Všeobecná sestra může dle vyhlášky přejímat, kontrolovat, ukládat léčivé přípravky, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dostatečnou zásobu. Podle indikace lékaře může dále podávat léčivé přípravky.

Praktická sestra může dle vyhlášky vykonávat činnosti při přejímání, kontrole, manipulaci a uložení léčivých přípravků. Dle indikace lékaře může podávat léčivé přípravky s výjimkou podávání léčiv formou nitrožilní injekce, infuzí nebo aplikací do epidurálních katetrů.⁸

2.1.4 Léčivé přípravky

Pro účely této práce je vymezení pojmu léčivý přípravek klíčové. Dle zákona o léčivech č. 378/2007 Sb., jsou léčivé přípravky definovány jako jakákoli látka nebo kombinace látek, která je prezentovaná s tím, že má léčebné nebo preventivní vlastnosti v případě onemocnění lidí nebo zvířat. Léčivé přípravky také mohou sloužit ke stanovení diagnózy, úpravě nebo ovlivnění fyziologických funkcí člověka.

Lék je produktem získaným z léčiv a farmaceuticky pomocných látek. Výroba léků je prováděna průmyslově podle daného technologického předpisu. Na trh jsou léky uváděny pod zvláštním názvem a ve zvláštním obalu. Ještě před uvedením na trh musí být všechny hromadně vyráběné léčivé přípravky registrovány ve Státním ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL). Během registračního procesu se posuzuje dokumentace, indikace, kontraindikace, dávkování, příbalová informace a návrh obalu léčivého přípravku. V dokumentaci budoucí držitel registračního rozhodnutí prokazuje kvalitu, bezpečnost a účinnost přípravku. Hromadně

vyráběné léčivé přípravky musí obsahovat jejich název a účinné látky. Další povinná náležitost u takto získávaných léků je uvedení množství účinné látky, obsah balení, název a místo podniku, který lék vyrábí. Nesmí chybět datum expirace, šarže, doporučené skladování a příbalový leták v českém jazyce.⁹

Léčivé přípravky se řadí do kategorií podle různých kritérií. Jejich klasifikace je stěžejní pro určení optimálního způsobu podání léčiv, což je zásadní pro dosažení nejlepší účinnosti a bezpečnosti pro pacienta. Jednou z používaných klasifikací je dělení podle lékové formy. Taková klasifikace rozděluje léčiva do několika kategorií, jako jsou: pevné lékové formy (tablety, granuláty, tobolky, globule, kapsle a další), polotuhé lékové formy masti, pasty, gely a další) a kapalně lékové formy (roztoky, kapky, sirupy, kloktadla, spreje, pěny, injekce, infuze a další). Každá forma má své vlastní vlastnosti a výhody, které se hodí k dané situaci nebo potřebám pacienta. Dále se léčiva rozdělují podle způsobu přípravy, na léky připravené ve farmaceutických závodech a léky připravované lékárnách, které mají obvykle kratší dobu použitelnosti.¹⁰

Nejčastěji používaná kategorizace je dle způsobu podání léků. Tato kategorizace zahrnuje léky určené k perorálnímu podání (užití léku polknutím), parenterálnímu podání (injekční podání), topickému podání (lokální aplikace na kůži, sliznice, oči atd.) a sublingválnímu podání (aplikace pod jazyk, kde se lék nechá rozpustit).¹¹

V kontextu mé diplomové práce je stěžejní věnovat pozornost lékům podávaným perorálně a sublingválně. V návrhu lékového automatu se věnuji primárně léčivům pevné lékové formy, jelikož jsou nejzastoupenější kategorií léčivých přípravků vydávaných zdravotními pracovníky v lůžkové péči.

2.1.5 Aplikace léku perorálně (per os)

Podávání léčiv ústy je nejčastější a nejjednodušší způsob podání. Léky per os se nesmí podávat, jestliže pacient zvrací, není schopen polykat nebo jestliže pacient nesmí přijímat žádné látky per os. Ústy lze aplikovat léky různých forem (tablety, sirupy, kapky...), každý má jiný způsob podání.

Tablety lze obecně polykat celé, půlit, drtit, či nechat rozpustit např. ve vodě. Půlí se pomocí tzv. půliček, nebo ručně ve čtverečku buničité vaty. Při dělení tablet v půličky mohou zůstat reziduální zbytky tablety uvnitř půličky, z tohoto důvodu by se měla půlička po každém použití pečlivě očistit. Zbývající části tablety se vyhodí do speciálního odpadu (označené nádoby) a jsou určeny k likvidaci.

Tablety lze bezpečně půlit pouze v případě, že mají dělicí rýhu a jsou k tomu určeny. U některých přípravků ani dělicí rýha nezaručuje možnost rozdělení na více dávek, pouze

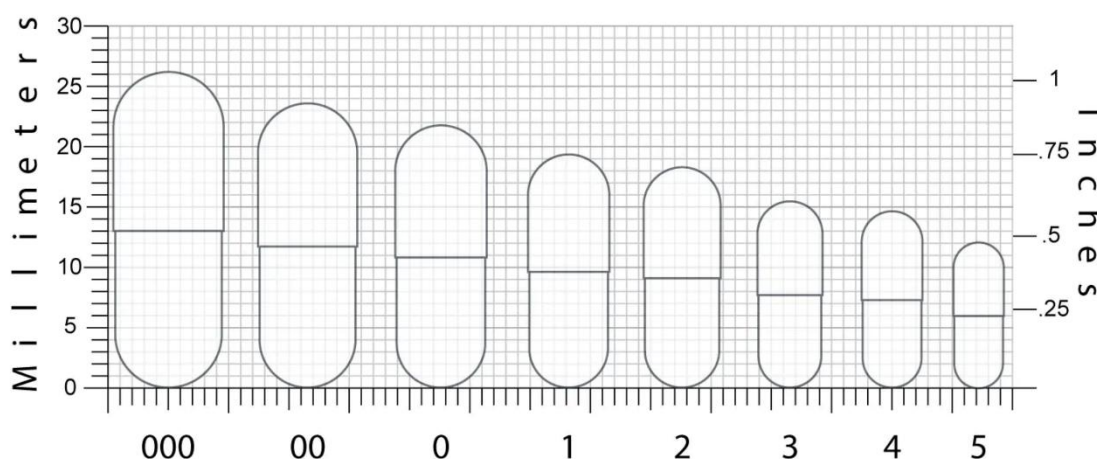
umožňuje pacientovi tabletu spolknout nadvakrát. Možnost dělení dávky je nutné ověřit v příbalové informaci léčiva. Tablety lze také drtit v třence s těrkou, nebo mezi dvěma lžičkami. U obalených tablet a kapslí není vhodné porušovat celistvost jejich obalu. Některé léky mohou být připravené k postupnému uvolňování, u těchto typů tablet je protichůdné jakékoliv dělení či půlení. Sirupy, roztoky a suspenze se aplikují pomocí odměrek, lžiček nebo stříkaček dle předpisu lékaře. Většina tekutých forem léčiv se musí před aplikací zamíchat.

Veškeré pomůcky, které byly použity k přípravě a výdeji léků, musí sestra ihned po použití očistit. Léky per os je třeba zapíjet dostatečným množstvím tekutin, aby se léčivá látka řádně vstřebala.¹²

2.1.6 Velikosti tablet a kapslí

V rámci navrhování lékového automatu je důležité seznámit se s možnými velikostmi léků pevných lékových forem. Tyto velikosti budou determinovat velikost obalů, do kterých budou uloženy, a tedy i velikost zásobníků na léky v lékovém automatu i jeho velikost celkově.

Existuje široká škála velikostí kapslí a tablet, které se používají k různým lékařským účelům. Tyto velikosti jsou označovány standardizovaným systémem označení, který se skládá z čísel a písmen. Pro tablety se běžně používají označení jako "00", "0", "1", "2", "3", atd., kde číslo označuje velikost, přičemž "00" je největší. Pro kapsle jsou často používány označení jako "0", "1", "2", "3", "4", atd., kde číslo opět označuje velikost, přičemž "0" je největší. Tyto označení pomáhají lékárníkům a lékařům snadno identifikovat a předepisovat pacientům správnou velikost léčiva.¹³



obrázek 2 velikost kapslí – schéma

Metronomie								
Velikost tobolek	Délka [± 0,4 mm]		Délka zavřeně kapsle [± 0,4mm]	Vnější průměr kapsle [± 0,03 mm]		Dvojitá tloušťka stěny [± 0,05mm]	Průměrná hmotnost kapsle [mg ± 7%]	Objem kapsle [ml]
	vičko	tělo		vičko	tělo			
000	12,9 (12,5-13,3)	21,9 (21,5-22,3)	26,0 (25,7-26,3)	9,94 (9,91-9,97)	9,55 (9,52-9,58)	0,20	158 ± 10 mg (148 - 168)	1,37
00	11,80 (11,4-12,2)	20,10 (19,7-20,5)	23,4 (23,1-23,9)	8,56 (8,53-8,59)	8,23 (8,2-8,26)	0,20	122 ± 8 mg (114 - 130)	0,95
0	10,8 (10,4-11,2)	18,5 (18,1-18,9)	21,4 (21,0-21,9)	7,65 (7,62-7,68)	7,35 (7,32-7,38)	0,20	98 ± 7 mg (91 - 105)	0,68
1	9,8 (9,4-10,2)	16,5 (16,1-16,9)	19,3 (18,9-19,7)	6,95 (6,92-6,98)	6,63 (6,6-6,66)	0,20	76 ± 5 mg (71 - 81)	0,50
2	8,9 (8,5-9,3)	15,2 (14,8-15,6)	17,7 (17,3-18,2)	6,38 (6,35-6,41)	6,10 (6,07-6,13)	0,20	62 ± 4,5 mg (57,5 - 66,5)	0,37
3	8,1 (7,7-8,5)	13,5 (13,1-13,9)	15,8 (15,4-16,2)	5,85 (5,82-5,88)	5,58 (5,55-6,01)	0,18	49 ± 3,5 mg (45,5 - 52,5)	0,30
4	7,2 (6,8-7,6)	12,2 (11,8-12,6)	14,4 (14,0-14,8)	5,33 (5,3-5,36)	5,07 (5,04-5,1)	0,18	38 ± 3 mg (35 - 41)	0,21

obrázek 3 velikost kapslí – tabulka velikostí

2.1.7 Obaly léků, blistry a technologie blistrování

Léčiva mají nejčastěji vnější a vnitřní obal. Vnější obal nepřichází do přímého styku s léčivem (například papírová krabička), vnitřní obal přichází přímo do styku s léčivým přípravkem (například blister, ve kterém jsou jednotlivé tablety).

Velikost blisterů, do kterých se léčivé tablety a kapsle balí, je obvykle přizpůsobena velikosti samotných léků. Blistrové obaly jsou tedy vyráběny ve velikostech, které se odvíjí od standartních velikostí tablet a kapslí na trhu.

Blistrování je technologie balení léků, která se používá kvůli své praktičnosti, hygieničnosti a ochraně léků. Blistry jsou obvykle vyrobeny z tenkého plastu nebo hliníku a jsou tvořeny jednotlivými vypouklými komorami, do kterých se léky umísťují. Tyto komory jsou pokryt fólií nebo hliníkovou fólií, která zajišťuje ochranu léku před vnějšími vlivy jako je vlhkost, světlo a vzduch, což může způsobit degradaci nebo znehodnocení účinných látek v léčivech.

Výroba blisterů probíhá v několika fázích. Nejprve se vyrobí plastový substrát, který je poté formován do požadovaného tvaru a velikosti dle velikosti léků, které bude uchovávat. Následně se na tento substrát aplikuje vrstva fólie, která tvoří horní část blistru a odděluje léky od vnějšího prostředí. Poté se léky ručně nebo automatizovaně umísťují do jednotlivých komor a celý blister se uzavře další vrstvou fólie, aby se léky uzavřely a byly tak chráněny.



obrázek 4 technologie blistrování

Tento způsob balení umožňuje snadnou manipulaci s léky, přesné dávkování a dlouhou trvanlivost. Díky transparentním blistrům je také možné snadno kontrolovat množství léků, které zbývají, což je užitečné zejména pro pacienty, kteří užívají léky pravidelně.¹⁴

2.2 Představení současné praxe bezpečného zacházení s léčivý

2.2.1 Označení léčiv

Nedílnou součástí správného a bezpečného zacházení s léčivý je znalost a dodržování zásad označení a uchovávání léčiv. Léky v nemocničním zařízení musí být uchovávány v originálních obalech a vnitřní obaly léčiv (blistry) v odpovídajících krabičkách. Při výdeji léčiv je nezbytně nutné, aby sestra podávala pacientům léčiva pouze z originálních obalů. Při podání musí vždy kontrolovat nejen údaj na vnějším obalu, ale i údaje na blistru s léky, aby předešla riziku záměny léčiv. Ve zdravotnické praxi je zakázáno přesypávat léky z jednoho lékového obalu do druhého, i když by se jednalo o stejný druh léčiva. Hrozí tak riziko smíchání různých léčiv a jejich následná záměna.

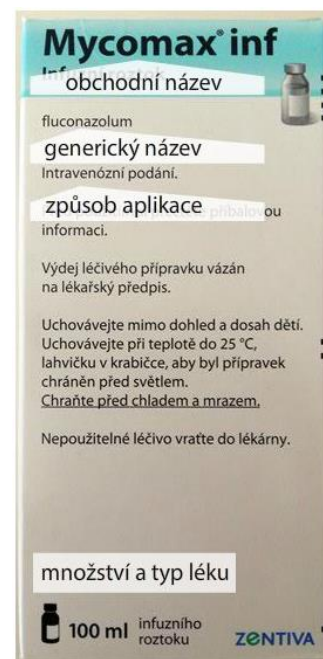
Na vnitřním obalu (blistru) musí být uveden název přípravku, síla (pokud se vyrábí ve více silách) jméno držitele registrace, expirace a číslo šarže. Případné rozstřihávání blisterů na menší části je nepřípustné, protože možná ztráta údajů o daném léku, znamená zvýšení pravděpodobnosti chyb při výdeji léčiv. Pokud je vhodné mít léčivé přípravky v menším formátu, objednají se takto již přímo z lékárny. Na vnějším obalu musí být uveden název přípravku, léková forma, obsah léčivých látek a jejich množství ve vztahu k jednotce, počet jednotek v obalu (tableta, mililitr, aj.), datum expirace, zda je lék vázán na lékařský předpis, číslo šarže a registrace, údaje o výrobcu a další doplňující údaje.

Léčiva mohou být speciálně označena: forte (silný), biforte (2x silný), mitte (slabý). Údaje o tom, komu je lék určen, se značí adultis (pro dospělé) nebo infantibus (pro dítě). Účinek léku může být označený slovem retard (prodloužený účinek) nebo duplex (dvojitý účinek).

V široké škále zdravotnických pracovišť je zvykem drobný nápis vyražený na obalu léčiv opisovat větším, snadno čitelným nápisem, což usnadní zdravotnickému pracovníkovi práci při hledání příslušného léku. Takové označení vede i k lepšímu přehledu o množství určitých léků na pracovišti.¹⁵



obrázek 6 ukázka označení léků – expirace



obrázek 6 ukázka označení léků

2.2.2 Objednávání, uložení a skladování léků

Léky z ústavní lékárny zdravotnického zařízení (například nemocniční lékárny) jsou objednávány v souladu s aktuálními potřebami oddělení. Zpravidla jsou léky objednávány odpovědným pracovníkem (nejčastěji staniční sestrou) prostřednictvím počítačového systému nebo papírové žádanky. Po obdržení dodávky jsou léky pečlivě zkontrolovány, aby byla ověřena jejich shoda s objednávkou, a následně jsou tříděny podle zvyklosti daného pracoviště. Jsou rozděleny do různých skupin podle druhu aplikace, poté jsou uspořádány abecedně a podle data expirace.¹⁶

Léky jsou uchovávány v příruční lékárně, která je uzamykatelná, čímž zamezuje přístup nepovolaným osobám. Pro zachování účinnosti léčiv a minimalizaci případných negativních vlivů na jejich stabilitu je zásadní, aby byly léky uloženy ve vhodných podmínkách, zejména aby byly skladovány na suchém místě, nebyly vystaveny přímému slunečnímu záření, uchovávaly se v dostatečné vzdálenosti od topných těles a nebyly skladovány v místnosti, kde teplota přesahuje 25 stupňů Celsia. V případě léků uložených v chladu je důležité, aby léčiva v mrazicích a chladicích zařízeních nebyla umístěna v bezprostřední blízkosti chladicích jednotek. Takový způsob skladování léků odpovídá směrnicím Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL) a dodržování těchto pokynů je nezbytné pro zajištění bezpečnosti a kvality léčby pacientů.

V prostorách, kde jsou uchovávány léky, probíhají pravidelné kontroly, které zajišťují dodržení stanovených skladovacích podmínek. Léky jsou uchovávány v souladu s podmínkami uvedenými v příbalové informaci daného léku, tedy striktně dle pokynů výrobce. Každý lék je skladován při specifické teplotě, přičemž podle stanovených teplotních rozmezí se rozlišuje uložení léčiv při pokojové teplotě (15 až 25 °C), v chladu (8 až 15 °C), v chladničce (2 až 8 °C) a v mrazicím boxu (- 15 °C a méně). Teplota v místnostech i v chladicích (mrazicích) zařízeních je každodenně monitorována a její hodnota je písemně zaznamenána v příslušných dokumentacích. V případě, že teplota neodpovídá stanoveným požadavkům, musí být léčiva okamžitě přemístěna do vhodných skladovacích podmínek.

Psychotropní a omamné látky, podléhající zákonu č. 167/1998 Sb., o návykových látkách, musí být uchovávány v souladu s příslušnými předpisy. Nejvhodnějším místem pro jejich uchovávání jsou pevně připevněné, nepřenosné příruční trezory. Tento typ léků zahrnuje například opiáty, které tlumí bolest a jsou obvykle silně návykové. Manipulace a podávání těchto léků je podrobena přísné evidenci.

Léčiva, které si pacient přinese do nemocnice, jsou označena a skladována v souladu s příslušnými vnitřními předpisy stanovenými nemocnicí. Takové léky jsou identifikovány jménem a rodným číslem pacienta a uloženy do lékárny odděleně od ostatních léků.

Za správné uložení léčiv odpovídá příslušný zodpovědný pracovník, nejčastěji staniční sestra. Ta je zároveň odpovědná za pravidelnou kontrolu a dodržování těchto zásad i ostatními pracovníky, kteří mají k lékům přístup.¹⁷

2.2.3 Zásady správného zabezpečení léčiv

Zabezpečení léčiv ve zdravotnickém zařízení je stěžejní pro prevenci jejich zneužití nebo nechtěného použití. Zahrnuje nejen správné skladování léků podle předepsaných podmínek, ale také jejich řádné zabezpečení. Je důležité, aby bylo zabezpečení léčiv ve zdravotnickém zařízení prováděno pečlivě a s ohledem na bezpečnost pacientů i personálu.

Léky v pohotovostní i příruční lékárně musí být vždy uzamčeny a klíč k lékům musí mít personál vždy při sobě. Uložení klíče na snadno dostupných nebo zdánlivě schovaných místech, není akceptovatelné.

Další úrovní zabezpečení je uzamčení sesterny nebo vyšetřovny v době nepřítomnosti personálu, což zajišťuje ochranu nejen léků, ale i dalších potenciálně nebezpečných zdravotnických pomůcek. Klíče od sesterny a lékárny může mít každý zdravotnický pracovník vlastní, nebo mohou být pod kontrolou vedoucí sestry.¹⁸

2.2.4 Likvidace léčiv

Likvidace léčiv je nedílnou součástí bezpečné manipulace s léčivými látkami. Proces likvidace léčiv vyžaduje dodržování přísných postupů a standardů dle právních norem upravujících problematiku likvidace nevyužitých léčiv. Cílem těchto postupů je prevence kontaminace životního prostředí, intoxikace osob a zneužití léků. Léčiva nesmí být vyhazována do běžného odpadu, ale musí být vyhozena do speciálních nádob. Tyto nádoby jsou následně předány specializovaným firmám, které mají oprávnění k likvidaci nebezpečného odpadu. Léky, které nejsou použity, se likvidují pomocí specializovaných technologií, jako je např. termické spalování. Zdravotnická zařízení mají povinnost zajistit správnou likvidaci nepoužitelných léčiv.¹⁹

2.2.5 Výdej léků

Podávání léčiv je jednou z nejdůležitějších a nejzodpovědnějších činností zdravotnických pracovníků. Jedná se o závislou činnost, při které pracovník podává lék na základě ordinace lékaře. Lékař vybírá pro každého pacienta co nejvhodnější léčebnou látku a nejvhodnější způsob aplikace, který je u této látky dostupný. Tato problematika je zároveň hlavním tématem návrhu mé diplomové práce.

Pacient může užívat v nemocnici vlastní léky, nebo léky ze zdravotnického zařízení. Je žádoucí, aby i pacientovi léky byly podávány zdravotnickým personálem nemocnice. Takové léky by měly být v původním originálním balení a řádně označeny a uzamčeny na sesterně. Podávání léčiv z dávkovače pacienta je značně rizikovou činností, jelikož nelze rozpoznat, jaká léčiva jsou v něm obsažena. Z tohoto důvodu nelze pacientovi podávat léčiva z vlastního dávkovače v průběhu hospitalizace.

Při podávání léčiv se zdravotnický personál řídí záznamem provedeným lékařem do dokumentace. Různá oddělení používají různé záznamové listy přizpůsobené specifikům pracoviště. Záznamy se liší zejména v závislosti na čase, kdy jsou léky podávány. Standardním režimem je podávání léků třikrát denně. Běžné je i individuální podávání antibiotik, kdy si sestra musí zaznamenat nebo pamatovat, kdy má pacient lék užít a následně mu ho, dle předpisu, podat.

Samotný postup podání perorálních léků začíná přípravou a dezinfekcí pomůcek, které zahrnují předepsaný lék, zdravotnickou dokumentaci, lékovku (kelímek na léky), drtič a půlič tablet, pinzetu a vhodnou tekutinu na zapití. Před výdejem léčiv si musí zdravotničtí pracovníci nasadit gumové rukavice a vydesinfikovat ruce. Ruce by si měli vydesinfikovat vždy mezi interakcemi s rozdílnými pacienty. K manipulaci s léky slouží pinzety, čímž se snižuje riziko přenosu nákaz.

Při samotném výdeji léků se zdravotničtí pracovníci řídí tzv. pěti zásadami správného podání léku:

- „správný pacient“,
- „správný lék“,
- „správná dávka“,
- „správný způsob“,
- „správný čas.“

Pracovník nejprve identifikuje pacienta, a to minimálně dvěma identifikátory (jméno a příjmení, datum narození, podle identifikačního náramku). Pacienta se musí vždy zeptat nezavádějícím způsobem bez sugescie odpovědi. Tyto údaje porovnává s dokumentací. Zdravotní pracovník by tímto způsobem měl ověřit pacientovu totožnost při každém podání léčiva.

Používání identifikačních náramků je levná, praktická a spolehlivá metoda k ověření totožnosti pacienta. Na náramku je uvedeno jméno, příjmení, datum narození a označení oddělení, na kterém je pacient hospitalizován. Užívání identifikačních náramků má za cíl minimalizovat rizika, která mohou ohrozit pacienty, a předejít jejich vzniku. Specifické požadavky na identifikaci pacienta jsou upraveny vnitřními předpisy konkrétních pracovišť.

Dále pracovník zkontroluje (minimálně 3x) název, dávku a způsob aplikace léku, který se pacientovi chystá podat, a údaje porovná s dokumentací. Označení léků vždy kontroluje jak na vnějším, tak i vnitřním obalu, aby nedošlo k záměně a medikačnímu pochybení. Pokud lék není správně označený, pracovník jej nesmí pacientovi podat. Je nepřijatelné, aby zdravotnický pracovník podával léky z lékovek předpřipravených na sesterně. Léky se vždy připravují a dávají dle předpisu v přítomnosti pacienta.

Následně pracovník podá pacientovi informace o léku (název, účinek, důvod podání apod.) Zdravotnický pracovník musí znát účinky všech léků, pacienta adekvátně poučit a být připraven na jeho možné dotazy.

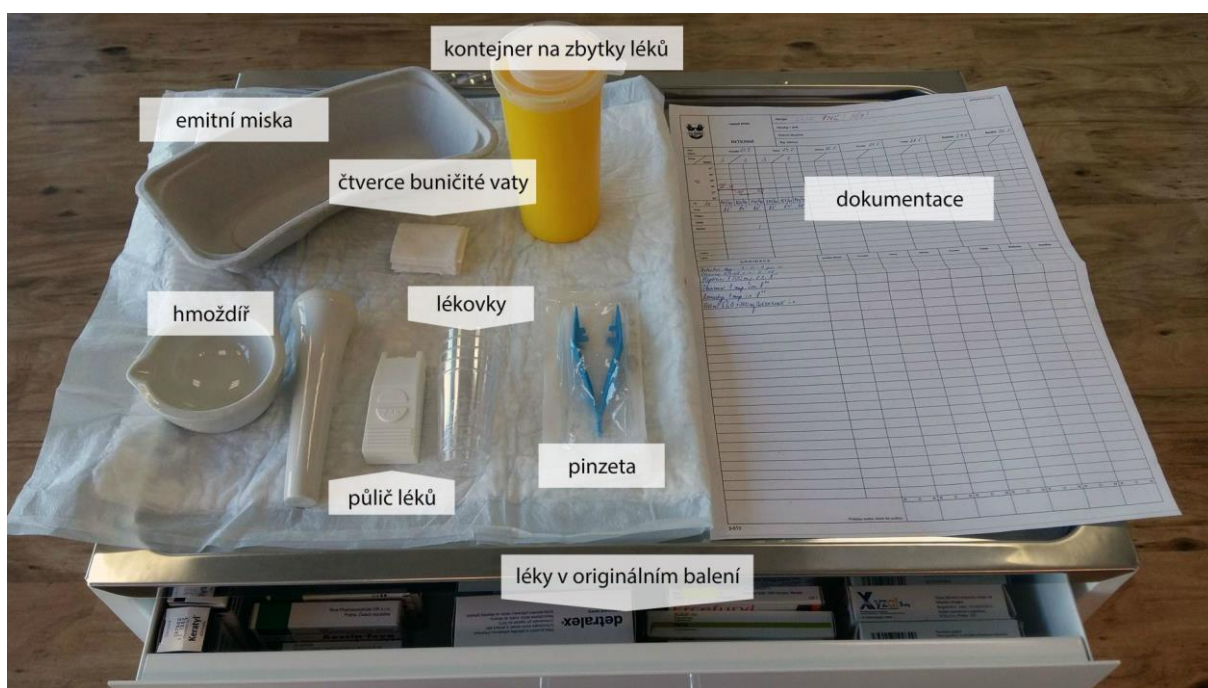
Dále pracovník zhodnotí pacientův stav a rozhodne, zda je schopen si léky vzít sám nebo pacientovi pomůže zaujmout správnou polohu k aplikaci léku. Léky zdravotní pracovník podává z lékových vozíků přímo na pokoji pacienta. Léky aplikuje správným způsobem, ve správný čas.

Následně zdravotnický pracovník kontroluje, zda pacient léky užil. Provádí kontrolu přímou (dohled nad pacientem při aplikaci léčiv) a nepřímou (kontroluje, jestli je pacientova lékovka prázdná, vyhodnocuje účinky léku pomocí měření vitálních funkcí pacienta atd.). Jestliže

pacient nějaký lék odmítne, postupují pracovníci dle standardů zdravotnického zařízení a vše nahlásí ošetřujícímu lékaři.

Po podání léků sledují možné nežádoucí účinky, včetně alergických reakcí. Do dokumentace precizně zaznamenají informace o podání léku (čas, název, dávku) a svým podpisem a razítkem stvrzují odpovědnost za podané léky. Zdravotnický pracovník nikdy nesmí zapsat lék do dokumentace dříve, než je podán. Po výdeji léků uklidí pomůcky a provede dezinfekci použitých pomůcek. Do pojezdné lékárny doplní chybějící léky a lékárnu uzamkne.

Tyto interní předpisy nemocnic hrají klíčovou roli při zajištění bezpečnosti a kvality péče poskytované pacientům. Dojde-li k chybě v procesu výdeje léků, zdravotnický pracovník je povinen chybu ihned nahlásit lékaři.²⁰²¹²²²³



obrázek 7 Pomůcky na podávání léků

V rámci navrhování lékového automatu bylo důležité seznámit se jak s celým procesem výdeje léků, i se všemi potřebnými pomůckami, které budou zahrnuty ve finálním návrhu.

2.3 Rizika a medikační pochybení

Rizika spojená s podáváním léků v nemocnici jsou významná a vyžadují pečlivou pozornost a dodržování bezpečnostních standardů. Jednou z klíčových bezpečnostních opatření je pět zásad správného podání léku (viz výše), které pomáhají snižovat riziko záměny léků nebo pacientů. Pracovníci provádějící podávání léků musí důsledně dodržovat správné zásady spojené s celým procesem výdejem léků. Záznamy o podávaných léčivech by měly být přesné,

čitelné a obsahovat veškeré potřebné informace, aby nedocházelo k nedorozuměním nebo chybám.

Personál by měl být dobře vyškolen a informován o bezpečnostních opatřeních. Sdílení informací a zkušeností mezi zdravotnickými pracovníky a systematické vyhodnocování chyb jsou nezbytné pro zlepšení bezpečnosti pacientů a snížení rizika medikačních pochybení.

Není přesně známo, kolik pochybení je hlášeno a řešeno, ale odhaduje se, že se jedná o 2-3 % všech pochybení. Největší podíl těchto chyb tvoří nesprávné diagnózy a léčby (40 %), následované medikačními omyly (28 %).

Existují tři základní kategorie pochybení: téměř pochybení, pochybení bez následků a pochybení s následky. Téměř pochybení se vyskytuje, když byla chyba téměř provedena, ale na poslední chvíli byla odhalena a zabráněna. Například: pracovník si před podáním léku všiml, že název léku na vnější krabičce nesouhlasí s názvem na vnitřním obalu. Pochybení bez následků nastává, když je chyba provedena, ale nedochází k poškození pacienta nebo majetku. Například: pracovník omylem podá nepředepsaný lék, ale díky podobnému složení tohoto léku nedojde k poškození pacienta. Pochybení s následky nastává, když chyba vede k poškození pacienta nebo majetku. Například: pracovník omylem podá nepředepsaný lék, což vede ke komplikacím v léčbě pacienta.

Příčiny vzniku medikačních pochybení jsou mnohostranné. Patří sem nedokonalosti systémů, jako je špatná organizace práce, nedostatek času pro odbornou práci nebo nedostatek informací o pacientovi. Také způsob balení a označení léčiv výrobcem může přispět k těmto chybám. Dále mohou chyby vzniknout kvůli špatně nastaveným procesům, nevhodným technologiím nebo selhání interakce mezi lidmi. Lidský faktor hraje velkou roli, protože lidské selhání často vede k poškození pacienta. Dalšími faktory může být použití nestandardních nebo vadných produktů, interakce mezi léky a potravou, špatně nastavené procedury nebo nedostatečná komunikace mezi členy zdravotnického týmu. Nedostatek spánku, únava a stres také mohou ovlivnit výkon zdravotnického personálu a zvýšit riziko chyb.

Dobrá komunikace mezi zdravotnickými pracovníky je hlavním předpokladem poskytování kvalitní zdravotní péče a může předejít mnoha chybám. Identifikace a analýza těchto chyb je také klíčová pro zlepšení bezpečnosti pacientů a prevenci podobných událostí v budoucnosti. Prvním krokem řešení medikačních omylů by tedy mělo být, jak uznání problému a informování ošetřujícího lékaře, tak zaměření se na chybu a vynaložení snahy podobným chybám předejít.

Je důležité, aby měla zdravotnická zařízení jasně definované postupy a standardy pro minimalizaci medikačních chyb. Kvalitní management ve zdravotnických zařízeních je klíčem k prevenci omylů.²⁴²⁵²⁶²⁷

2.4 Rozhovory s odborníky

V průběhu celého semestru jsem byla v kontaktu s odborníky z oblasti medicíny, výdeje léků i farmacie. Spolupráce s nimi byla velmi přínosná zejména v prvotních částech analytické fáze projektu a při ověřování tvořených řešení v průběhu navrhování.

V první řadě jsem se seznámila s procesem výdeje léků nejen teoreticky, ale i v praktické rovině. Díky upřímnosti a otevřenosti mnou dotazovaných jsem také měla šanci nahlédnout do problematiky zacházení s léky z hlediska individuálních zkušeností a dlouhodobé praxe. Tato část analytického procesu mi pomohla lépe pochopit, proč medikační pochybení v praxi často nastanou, a být tak k cílové skupině empatičtější. To mě mimo jiné motivovalo k tomu, snažit se navrhnout nejen funkční, bezpečný, ergonomický a demokratický produkt, ale i produkt, který jeho uživatelé budou používat s chutí a uvědoměním, že jim práci ulehčuje.



obrázek 8 nemocniční lékový vozík v provozu

Velkým přínosem pro mě také byly rozhovory se studenty medicíny, kteří v rámci studia absolvují praxe na rozličných oddělení zdravotnické péče a nejsou zatíženi „zvykovým“ přístupem dlouholetých zaměstnanců. Díky tomu mají mnoho zkušeností s rozdílnými praktikami, procesy a prostory různých zdravotnických zařízení a dovedou je velmi nezaujatě porovnávat. Rozhovory s nimi mi tak umožnily zmapovat řadu rozmanitých zdravotnických zařízení, vyhodnotit jejich specifika a získat ucelený pohled na problematiku a procesy výdeje léků obecně, aniž bych se zaměřila na konkrétní zdravotnické zařízení. Obecný pohled na problematiku pro mě byl stěžejní zejména z hlediska otázky množství druhů medikace, které se musí do lékového automatu vejít, z hlediska potřebných pomůcek k výdeji léků a podobných proměnných.

V dalších fázích projektu jsem komunikovala také s odborníky z oboru farmacie. To bylo zásadní hlavně v počátcích procesu navrhování, kdy jsem se věnovala tomu, jak bude automat léky vydávat, v jakých obalech mohou být léky uloženy a příslušné důvody těchto řešení. Tuto problematiku více popisuji v kapitole věnující se procesu navrhování.

2.5 Rešerše stávajících lékových automatů a systémů výdeje léčiv

2.5.1 Lékové vozíky a automaty

Existuje široká škála lékových vozíků a automatů, které se liší velikostí, funkcemi a konstrukcí. Většina z nich má však podobný základní design – jsou to jednoduché pojízdné skříňky vybavené přihrádkami na léky, které usnadňují zdravotnickému personálu organizaci a rychlou distribuci léčiv.

Výběr správného lékového vozíku závisí na konkrétních potřebách nemocničního oddělení a preferencích zdravotního personálu. Důležité je zvažovat nejen velikost a kapacitu vozíku, ale také jeho mobilitu a snadnost manipulace. Funkčnost, jako je dostupnost zásuvek, přihrádek a držáků, může mít významný dopad na efektivitu práce zdravotnických pracovníků. Některé vozíky jsou vybaveny integrovanými technologiemi, jako jsou elektronické zámky, které zvyšují bezpečnost a ochranu před neoprávněným přístupem k lékům. Další mohou být navrženy pro určité specializace, například pro intenzivní péči, pediatrii nebo geriatrii, a nabízet specifické funkce a přizpůsobení potřebám jednotlivých oddělení.

V tomto přehledu se zaměřím na různé druhy lékových vozíků, jejich vlastnosti a použití v nemocničních zařízeních.

Medical trolley JDEFY254D od čínského výrobce – Jingdong Technology

Rozměry lékového vozíku jsou 650 x 480 x 965 mm. Povrch horní desky je z ABS plastu, který je odolný proti oděru a korozi. Horní deska má vyvýšený okraj, aby zabránila pádu pomůcek na zem. Vozík je vybaven osmi zamykatelnými zásuvkami na léky, přičemž po odemknutí lze každou z nich vysunout a vyndat. Přihrádky a zásuvky na léky jsou díky tomu snadno čistitelné a vyměnitelné. Kolečka jsou tichá, protiskluzová a dvě jsou vybavena brzdou. Součástí vozíku jsou i dva odpadkové koše.²⁸



obrázek 9 Medical trolley JDEFY254D

8 – Tray Mobile Unit Dosage Trolley od Britské firmy Bristol Maid

Rozměry tohoto lékového vozíku jsou 820 x 579 x 1165 mm. Vozík je vybaven 32 přihrádkami na léky a stejně jako výše zmíněný model, je vozík opatřen čtyřmi kolečky, a bezpečnostním zámek. Součástí vozíku je opět také plastový odpadkový koš.²⁹



obrázek 10 Bristol Maid 8 – Tray Mobile Unit Dosage Trolley

Dispensing Tray Trolley with Double Doors od Britské firmy Bristol Maid

Vozík obsahuje 30 zásobníků, které jsou umístěny na nastavitelných a odnímatelných policích, což mimo jiné umožňuje skladování větších předmětů. Pro bezpečné uložení léků je vozík vybaven zámkem se dvěma klíči. Pro snadnou manipulaci má vozík tlačná madla na obou stranách. Rozměry vozíku jsou 670 x 530 x 1095 mm.³⁰



obrázek 11 Bristol Maid Dispensing Tray Trolley with Double Doors

Medical trolley TM-B 2030 od turecké firmy Turmed

Tento lékový vozík disponuje kovovým rámem a ABS vrchní deskou. Je vybaven kovovým tlačným madlem a průhlednými přihrádkami na léky, které pojmu až 30 druhů léků. Součástí vozíku je i odpadkový koš a kolečka s brzdami.³¹



obrázek 12 Medical trolley TM-B 2030

Hospital trolley FG-C-01 od čínského výrobce Fangge Medical

Tento lékový vozík má rozměry 783 x 504 x 995 mm a horní plochu velkou 695 x 485 mm. Pracovní plocha, zásuvky a lékové boxy jsou z ekologicky šetrného ABS. Zásuvky jsou připevněny na tichých kolejkách a díky variabilitě vnitřního rozvržení obsahují až 20 přihrádek na léky.³²



obrázek 14 Hospital trolley FG-C-01



obrázek 14 Hospital trolley FG-C-01 vnitřní rozvržení

Medical trolley 606 od španělského výrobce Insausti

Tento lékový vozík má specifické rozměry 640 x 480 mm s výškou 1645 mm. Je vyroben z monolitické konstrukce z nerezové oceli a obsahuje panely s úložným prostorem na léky.³³



obrázek 15 Medical trolley 606

Techi Butlers od americké firmy Techmetics

Mezi běžnými vozíky na trhu lze nalézt i několik netradičních, často plně automatizovaných, variant. Patří sem například robotické vozíky Techi Butlers. Tito doručovací roboti, zefektivňují distribuci jídel, léků a dalších služeb v nemocnicích, hotelech a dalších zařízeních. Bezobslužně zajišťují nejlepší možnou péči a služby pro pacienty a hosty, zatímco se personál může věnovat jiným nezbytným činnostem.

Vozíky zvládají doručit až 3 dávky léků za jednu cestu a pohybují se maximální rychlostí 5 kilometrů za hodinu. Pro efektivní doručení jsou vybaveny automatickým otevíráním a zavíráním dveří pro snadný přístup.³⁴



obrázek 16 Techi Butlers

Další plně automatické lékové vozíky

Přestože existuje mnoho konceptů těchto vozíků, většina z nich je stále v rané fázi vývoje a nejsou plně připraveny pro reálný provoz ve zdravotnických zařízeních. Svou roli hraje i vysoká cena, nedostatečná spolehlivost a obtížná integrace s ostatními zdravotnickými systémy.



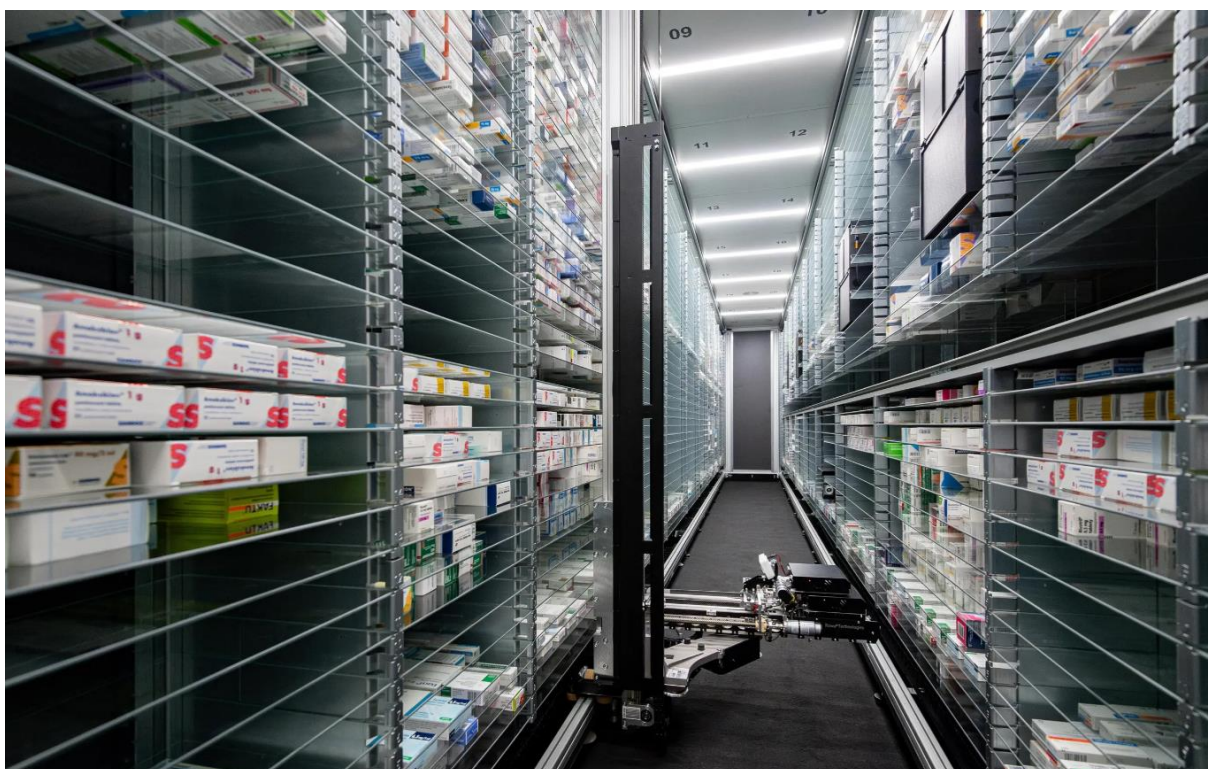
obrázek 17 robot Turing

2.5.1 Systémy pro výdej léčiv

Robotizace v oblasti medicíny se stává stále rozšířenějším fenoménem. Přináší inovace zejména v diagnostice a chirurgii, zlepšuje přesnost a rychlost lékařských zákroků a zkracuje dobu zotavení pacientů. Obecně také pomáhá automatizovat administrativní a logistické procesy, čímž přispívá k efektivnějšímu poskytování zdravotní péče.

Významnou oblastí, kterou robotizace ovlivňuje, je i výdej léčiv. Automatizované lékárny a roboti pro výdej léků jsou stále častějším jevem ve zdravotnických zařízeních. Tyto systémy jsou schopné přesně a rychle připravit a vydat léky podle předpisu, což snižuje riziko chyb a zlepšuje bezpečnost pacientů. Automatizovaný výdej léčiv také zvyšuje efektivitu práce lékárníků, kteří se tak mohou více zaměřit na konzultace s pacienty a přípravu léčiv.

Jedním z příkladů využití robotizace při výdeji léčiv je lékárna Agel v areálu nemocnice v Ostravě – Vítkovice. Hlavním přínosem integrace robota do skladu léčiv je v rychlejší a efektivnější dodávce léků do zdravotnických zařízení a ušetření času lékárníka, který se může plně věnovat výrobě léčiv nebo komunikaci se zákazníky. Výhoda integrace robotického systému spočívá mimo jiné i v tom, že robot může pracovat bez přestávky i přes noc a lékárna tak může distribuovat léčiva mnohonásobně rychleji.³⁵



obrázek 18 lékárenský robot, Vítkovice

Stále častěji se objevuje i další typ lékárenských robotů, který léky přímo skladuje a sám vydává. Patří sem například automatizované systémy od firmy Rowa.³⁶



obrázek 19 Automatizovaný systém pro výdej léčiv, Rowa Smart

V neposlední řadě je třeba zmínit firmu Omnicell a jejich produkty spojené s automatizací v medicínském průmyslu. Například XT Amplify, komplexní systém pro správu léčiv, který zvyšuje efektivitu a bezpečnost zdravotnických zařízení. Systém spravuje léčiva uložená v zásuvkách a v policích s průhlednými dvířky, což zlepšuje viditelnost inventáře a upozorňuje uživatele na množství a případný nedostatek zásob. Součástí úložných prostorů je část s integrovaným chlazením, která slouží k uložení léčiv vyžadujících skladování za specifických teplot. XT Amplify dále zajišťuje kontrolu jednotlivých léků, čímž snižuje plýtvání a nedostatky léků ve zdravotnických zařízeních.³⁷



obrázek 20 XT Amplify

Mnoho lékařských zařízení se snaží využívat robotické technologie k usnadnění práce zdravotnického personálu. Automatické systémy jsou čím dál častěji zaváděny pro různé úkony, jako je sledování zásob léků, manipulace s léčivy nebo správa patientských záznamů. Výhodou těchto systémů je zvýšení efektivity a snížení chybovosti, což přispívá k lepší péči o pacienty. Za předpokladu, že se budou technologie nadále vyvíjet, je pravděpodobné, že robotické vozíky na léky budou hrát v budoucnosti velkou roli v chodu zdravotnických zařízení.³⁸³⁹

3. Výstup analýzy a formulace vize

Zpracování rešerše a provedení rozsáhlé analýzy mi poskytlo komplexní přehled o procesu manipulace s léky v nemocničních zařízeních. Podařilo se mi získat ucelený obraz o různých typech lékových vozíků, automatů a distribučních přístrojů, které jsou na trhu dostupné. Rozhovory se zdravotnickými pracovníky mi mimo jiné ukázaly, jak náročné pro ně může být dodržování stanovených postupů a jak často mohou čelit komplikacím v důsledku těchto nároků. Pracují v hektickém prostředí, kde je nutné sledovat lékařské pokyny, reagovat na potřeby pacientů, spolupracovat s kolegy a sdílet odpovědnost za jakýkoliv vzniklý problém. Zároveň nesou velkou zodpovědnost za zdraví pacientů a pracují pod značným tlakem. Návrhem své diplomové práce bych chtěla tyto poznatky reflektovat a pokusit se najít řešení, jak tlak na zdravotnický personál zmírnit a přispět ke zlepšení jejich pracovního prostředí.

3.1 Výstup analýzy

V nemocničních zařízeních je zásadní pečlivě zohlednit několik klíčových aspektů pro zlepšení efektivity a bezpečnosti ve zdravotnickém prostředí. Jedním z hlavních cílů je snížení chybovosti při podávání léků, čehož lze dosáhnout přesným označením léků, zavedením automatizovaných kontrolních procesů a několika úrovněmi kontrol při výdeji léčiv. Automatizace procesu podávání léků pomáhá eliminovat lidské chyby, protože zahrnuje ověření správného léku, dávky a způsobu podání pro každého pacienta, což zvyšuje bezpečnost pacientů a minimalizuje rizika spojená s nesprávným podáním léků.

Bezpečné ukládání a uzamčení léčiv je další zásadní aspekt, který musí být ve zdravotnickém zařízení, které podává léčiva, zajištěn. Léčiva musí být chráněna před neoprávněným přístupem, což vyžaduje spolehlivé zamykací mechanismy a kontrolovaný přístup pro oprávněný personál.

Další cestou k optimalizaci výdeje léčiv ve zdravotnických zařízeních je efektivní uspořádání úložných prostor a správné označování léčiv. To může značně zjednodušit a zrychlit proces výdeje léků a umožnit rychlé a snadné vyhledávání léčiv. Je důležité sledovat expirační data léčiv a věnovat pozornost těm, která se blíží expiraci. Tím se zabrání podávání léčiv s prošlou dobou použitelnosti, což je zásadní pro udržení bezpečnosti a kvality zdravotní péče.

Také je důležité zdůraznit, že zdravotničtí pracovníci musí splňovat všechny platné zákony a standardy týkající se nakládání s léčivy. To zahrnuje pravidla pro skladování, manipulaci a likvidaci léčiv, která zajišťují maximální bezpečnost a dodržení regulací ve zdravotnickém prostředí. Dodržování těchto norem nejen chrání pacienty, ale také podporuje efektivní práci zdravotnického personálu a zvyšuje celkovou kvalitu poskytované zdravotní péče.

3.2 Formulace vize

3.2.1 Cílová skupina

Cílovou skupinou mého projektu jsou všichni zdravotničtí pracovníci, kteří manipulují s léky při výdeji, distribuci a doplňování léků ve zdravotnickém zařízení. Jakákoliv manipulace s léčivou musí být, v kontextu lékového automatu, intuitivní, snadná a předcházet chybám.

Další cílovou skupinou jsou pacienti, kterým budou z lékového automatu léky podávány. Lékový automat by na ně měl působit příjemně a navozovat pocit bezpečí spojeného s automatizací celého procesu. Ideálně by měli pocítit, že se jim zdravotní sestry, díky automatizaci části jejich úkolů, mohou více věnovat, a poskytnout jim tak, z dlouhodobého hlediska, kvalitnější ošetrovatelskou péči.

V neposlední řadě sem nepřímo patří i pracovníci z oblasti farmacie. Sice nepřijdou do přímého kontaktu s produktem jako takovým, jsou však součástí širšího kontextu celého systému. Zejména odpovídají za správné označování a zpracování léčiv, jejich distribuci a správné dodání léků, což je stěžejní pro správnou funkci celého systému lékového automatu.

3.2.2 Cílové prostředí

Cílovým prostředím je zdravotnické zařízení s lůžkovou péčí. Například sem patří nemocnice, psychiatrické léčebny, hospice, rehabilitační centra a další. Taková prostředí bývají často strohá, chladná až nesympatická. Většina existujících automatů na léky a lékových vozíků sleduje podobný vizuální trend. Prostředí i samotný automat by měl být v neutrálních barvách a světlých odstínech evokujících čistotu a sterilitu. Neměl by v prostředí působit příliš rušivě, proto by měl ideálně sledovat vizuální tendence interiérů zdravotnických zařízení a zároveň působit příjemně.

V prostředí zdravotnických zařízení je třeba dbát v první řadě na hygienu. Přístroj proto musí být navržen tak, aby byl bezpečný, snadno čistitelný a dezinfikovatelný.

3.2.3 Požadované vlastnosti a funkce

Po provedení rešerše dostupných vozíků na distribuci léků a jiných lékových automatů, a seznámení se s procesem výdeje a doplňování léků jsem si zformulovala několik požadavků na mnou navrhovaný lékový automat. Mezi hlavní požadavky na systém vydávání a doplňování léků patří:

Snížení chybovosti: Automatizace procesu podávání léků pomůže předejít chybám a lidským selháním. Automatizované systémy mohou zahrnovat kontrolu správného léku, dávky a způsobu podání pro každého pacienta.

Bezpečné uložení a uzamčení léčiv: Automat musí zajistit bezpečné ukládání léčiv, včetně zabezpečení proti neoprávněnému přístupu a ztrátám. Zamykací mechanismy a kontrolovaný přístup pro personál jsou klíčové pro správnou manipulaci s léčivými v nemocničním zařízení.

Urychlení práce sester: Zjednodušení a zrychlení procesu výdeje léků pro zdravotní sestry je důležité pro zlepšení efektivity práce. Automat by měl léky rychle a snadno vyhledat a dávkovat dle požadavků zadaných v systému.

Ověření totožnosti pacientů přes identifikační náramky: Systém je propojen s patientskými identifikačními náramky, aby bylo zajištěno správné přiřazení léků k jednotlivým pacientům.

Kontrola expiračních dat: Automat by měl mít možnost sledovat expirační data léčiv a upozorňovat na léčiva, která se blíží expiraci. Tím se zabrání podávání léků s prošlou dobou použitelnosti.

Dodržování zákonných a bezpečnostních standardů: Celý systém musí splňovat všechny platné zákony a standardy týkající se manipulace s léčivými, včetně pravidel pro skladování a likvidaci léčiv, aby byla zajištěna maximální bezpečnost a dodržení regulací.

Co se týče výsledného produktu, tedy lékového automatu, mezi stěžejní požadavky patří:

Ergonomické provedení tvaru: Automat musí pracovat s rozměry prostorů, ve kterých se bude používat. Zároveň musí vycházet z ergonomie zdravotnických pracovníků, aby ho mohli snadno obsluhovat. Tvarování hran celého automatu by mělo být navrženo ergonomicky a umožnit zdravotnickým pacientům plynulý a rychlý pohyb během procesu výdeje léků.

Stabilita a subtilnost: Automat musí být na první pohled stabilní zároveň však musí být lehce uveden do pohybu.

Snadná manipulovatelnost: Zdravotničtí pracovníci budou s automatem manipulovat minimálně třikrát denně. Je tedy důležité, aby manipulace s ním byla snadná, intuitivní a práci opravdu usnadňovala.

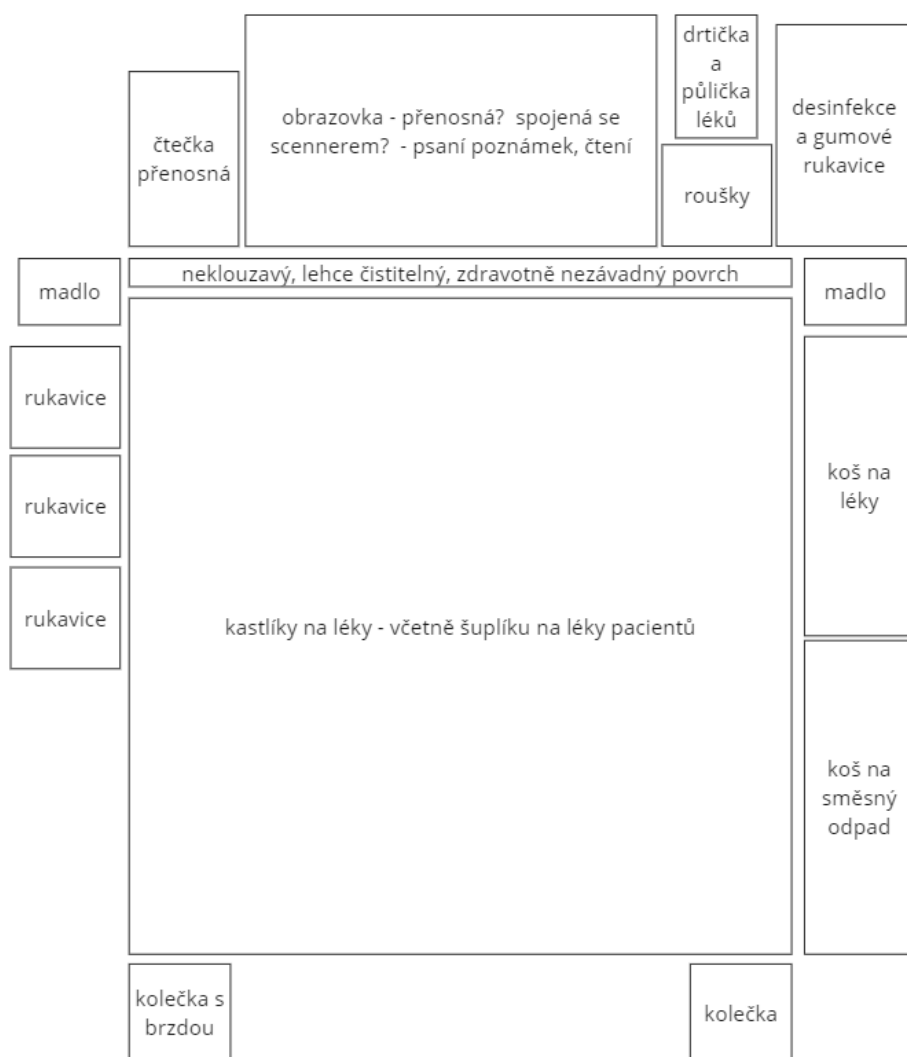
Umístění potřebných pomůcek: Výsledný produkt by měl zohledňovat všechny potřebné pomůcky, které zdravotnický pracovník při výdeji léků využívá. Sem patří zejména: gumové rukavice ve velikostech S, M, L, nemocniční roušky, dezinfekce, drtič a půlič tablet, pinzeta pro manipulaci s tabletami, které je třeba rozdrtit nebo rozpůlit, odpadkový koš na směsný odpad,

odpadkový koš na zbytky léků a léky po expirační době, čtečku identifikačních náramků a nastavitelnou obrazovku.

Integrace šuplíku: Návrh by měl také obsahovat šuplík na léky, které si do nemocnice přinesou jednotliví pacienti. Tyto léky se nesmí ukládat spolu s léky vlastněnými zdravotnickým zařízením.

Povrch: Pracovní plocha by měla být neklouzavá s vyvýšeným okrajem. Celý automat by měl mít hladký, snadno dezinfikovatelný povrch.

Pro snadnější vizualizaci všech potřebných požadavků na produkt jsem si vytvořila schématickou skicu. Schéma zahrnuje základní funkce, které by měl výsledný produkt mít. Je stěžejní se k tomuto konceptu během procesu navrhování neustále vracet a mít požadavky na výsledek neustále v živé paměti.



obrázek 21 schéma konceptu

4. Proces navrhování

Během procesu navrhování jsem vycházela v informací, které jsem zjistila v analytické části navrhování. Analytická fáze byla klíčovou pro pochopení celé problematiky manipulace s léky ve zdravotnických zařízeních a poskytla mi dostatečné znalosti v dané oblasti k tomu, abych se mohla začít věnovat fázi navrhování.

Proces navrhování se v této kapitole pokusím popsat co nejsrozumitelněji a nejautentičtěji. Proces samotný byl často nelineární, protože bylo třeba pracovat na několika částech projektu najednou. Často jsem také musela řešit problémy, které ovlivňovaly zbytek celého mého návrhu. To vedlo ke změnám částí produktu, které už jsme, i spolu s mými vedoucími projektu považovali za vyřešené. Neustále jsem se vracela k seznamu požadovaných vlastností produktu a ověřovala funkčnost mnou zvolených řešení se členy své cílové skupiny a ostatními konzultanty, pomocí tvorby a testování prototypů. Celý proces se tak často odehrával spíše v několika protínajících se kruzích než na jedné lineární přímce. I to ale k celému procesu navrhování patří. Pomohlo mi to prověřit množství nefunkčních variant, a považovala bych za neautentické popisovat tento proces, aniž bych takové kroky zmínila.

Jedním z důvodů potřeby neustálého ověřování mých řešení je i fakt, že produkt, podobný tomu, který jsem se rozhodla navrhnout, na trhu v podstatě neexistuje. Jak už je z rešerše lékových vozíků na trhu patrné, většinou se jedná o prosté převozní skříně a výjimečně o plně automatické robotické vozíky, které jsou, stále pouze koncepčními řešeními. Při navrhování jsem tedy často vycházela z konstrukčních řešeních použitých v jiných produktech a z vytváření prototypů, které mi pomáhaly mé řešení ověřit.

4.1 Případy užití

V prvních částech navrhování jsem se tedy především snažila pochopit potřeby své cílové skupiny a nalézt způsob, kterým bych mohla propojit všechny požadované vlastnosti produktu.

Stěžejní pro mě bylo pečlivě si zmapovat, jak budou všechny cílové skupiny mého produktu s produktem interagovat, a snažit se tyto procesy udělat co nejintuitivnější. Při mapování a navrhování těchto interakcí bylo zásadní najít rovnováhu mezi rychlostí procesu výdeje léků a dostatečné bezpečnosti tohoto procesu. Při mapování těchto případů užití mnou navrženého produktu a systému jsem řešení neustále konzultovala s členy mé cílové skupiny a byla jsem tak schopná eliminovat přebytečné kroky, které by museli podstoupit během procesu používání mého produktu.

V rámci navrhování systému jsem se soustředila zejména na dvě situace, při kterých budou zdravotní pracovníci s vozíkem manipulovat, na proces výdeje léků a doplňování léků do vozíku. Zde bylo důležité dodržet všechny předpisy, se kterými jsem se seznámila v rámci analytické části a zároveň navrhnout systém, se kterým se bude zdravotnickým pracovníkům pracovat dobře a rychle.

4.1.1 Proces distribuce, doplňování a objednávání léků

Mým prvotním záměrem bylo se v této práci věnovat i ekologické otázce balení léků. Navrhovala jsem tedy systém, kde by mohly být léky distribuovány přímo od výrobce v unifikovaných plastových krabičkách, krabičky distribuovány do lékáren zdravotnických zařízení a dále na jednotlivá oddělení. V krabičkách by byly tablety, pilulky nebo kapsle volně, bez vnitřních obalů. Na každé krabičce by byl QR kód, který sestra během zásobování vozíku naskenuje, systém ho přečte a zaznamená všechna potřebná data o lécích, jako jejich název, množství pilulek v balení, datum spotřeby a tak dále. Po použití všech léků z krabičky by sestra prázdnou krabičku z lékového automatu vyjmula a nahradila ji novou, plnou krabičkou (také naskenovanou systémem). Prázdnou krabičku by však nevyhodila, ale umístila do krabice spolu s dalšími prázdnými krabičkami. Ty by se dále odeslaly nebo odnesly na nemocniční lékárnou, nebo přímo k distributorovi léků. Poté by proběhla sterilizace těchto boxů a jejich opakované použití.

Po konzultaci s farmaceutem jsem však musela tento aspekt práce vynechat. Dozvěděla jsem se totiž, že ne všechny léky mohou být uloženy volně v krabičce, jelikož takto uložené léky nejsou v samostatné ochranné atmosféře, nejsou tak chráněny proti vlivům vlhkosti a vzduchu, jako je tomu třeba u blistrových obalů.

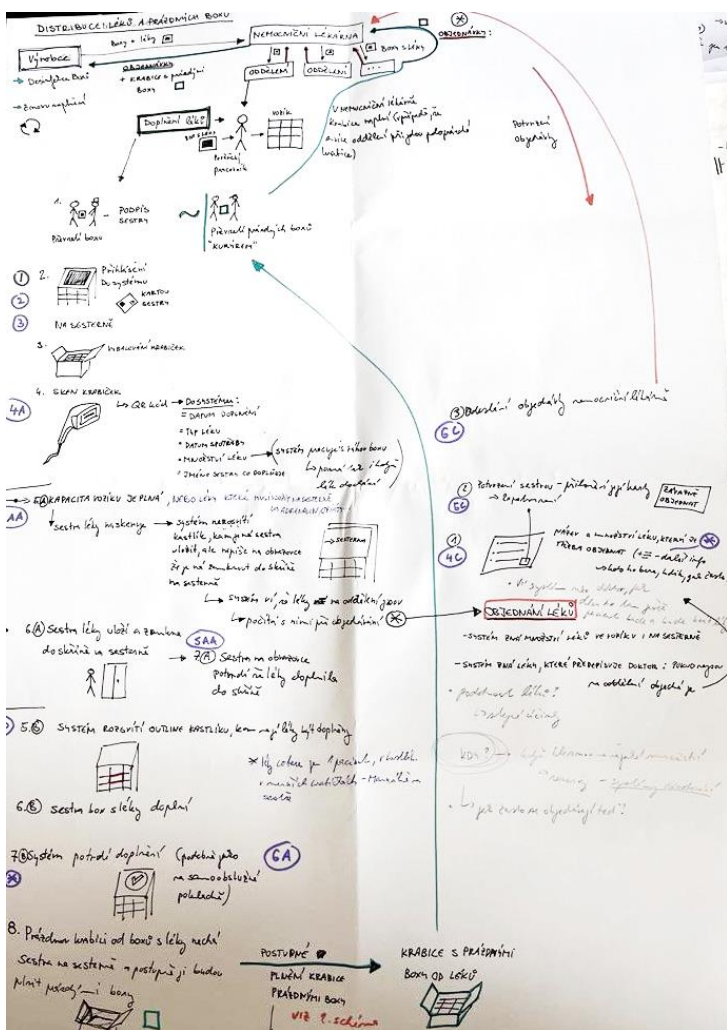
Další variantou bylo tedy pracování s unifikovanými blistrovými obaly. Doufala jsem, že i nadále budu moct pracovat s variantou znovu použitelných blistrů, například ze silikonu zatavenými ve vodě rozpustným škrobem. Po konzultaci se svými vedoucími projektu jsme se však shodli, že by byl proces navrhování takových blistrů a systémů s nimi spojenými nad rámec mé diplomové práce. Nakonec jsem tedy zvolila použití unifikovaných blistrů na jedno použití.

Proces distribuce léků však nebyl těmito změnami příliš ovlivněn. Léky by stále byly distribuovány na jednotlivá oddělení zdravotnických zařízení prostřednictvím příslušných lékáren a distributorů. Po přijetí léků příslušným oddělením zdravotnický pracovník zapne systém, přihlásí se do systému pomocí své identifikační karty/čipu/čísla (dle systému příslušného zařízení), a zvolí možnost „DOPLŇOVÁNÍ LÉKŮ“. Poté postupně naskenuje přijaté léky a řídí se pokyny systému. Systém vyhodnotí, zda je třeba léky doplnit přímo do lékového automatu (v takovém případě otevře dvířka přístupu k zásobování a rozsvítí příslušný

zásobník) nebo do zamykatelné lékárny na sesterně, pokud jsou příslušné léky v lékovém automatu plně doplněny.

Skenování všech léků přijatých oddělením poskytuje přehled toho, jaké léky se na daném oddělení vyskytují, aniž by zdravotničtí pracovníci museli provádět inventuru. To jim usnadňuje práci a poskytuje více času věnovat se jiným úkonům, zároveň to předchází chybovosti. Takový systém by také měl zabránit problematice krádeží léčiv ve zdravotnických zařízeních.

Je-li třeba na příslušné oddělení objednat léky, systém upozorní příslušné pracovníky. Sám vyhodnotí, které léky je třeba objednat, podle zaznamenaných dat z naskenovaných QR kódů (expiračních dob, množství léků na oddělení atd.). Systém také sleduje předpisy ošetřujících lékařů v kartách pacientů na daném oddělení, může tedy objednávat i léčiva, která na oddělení chybí. Zdravotnický pracovník je tedy na potřebu objednání léků upozorněn tzv. vyskakovacím oknem, ideálně po skočení procesu výdeje léků na oddělení. Po kliknutí na upozornění se zobrazí seznam léčiv k objednání. Zdravotnický pracovník objednávku odsouhlasí a potvrdí naskenováním své identifikační karty, čipu nebo svým identifikačním kódem.



obrázek 22 schématické skici distribuce a doplňování léků

4.1.2 Proces výdeje léků

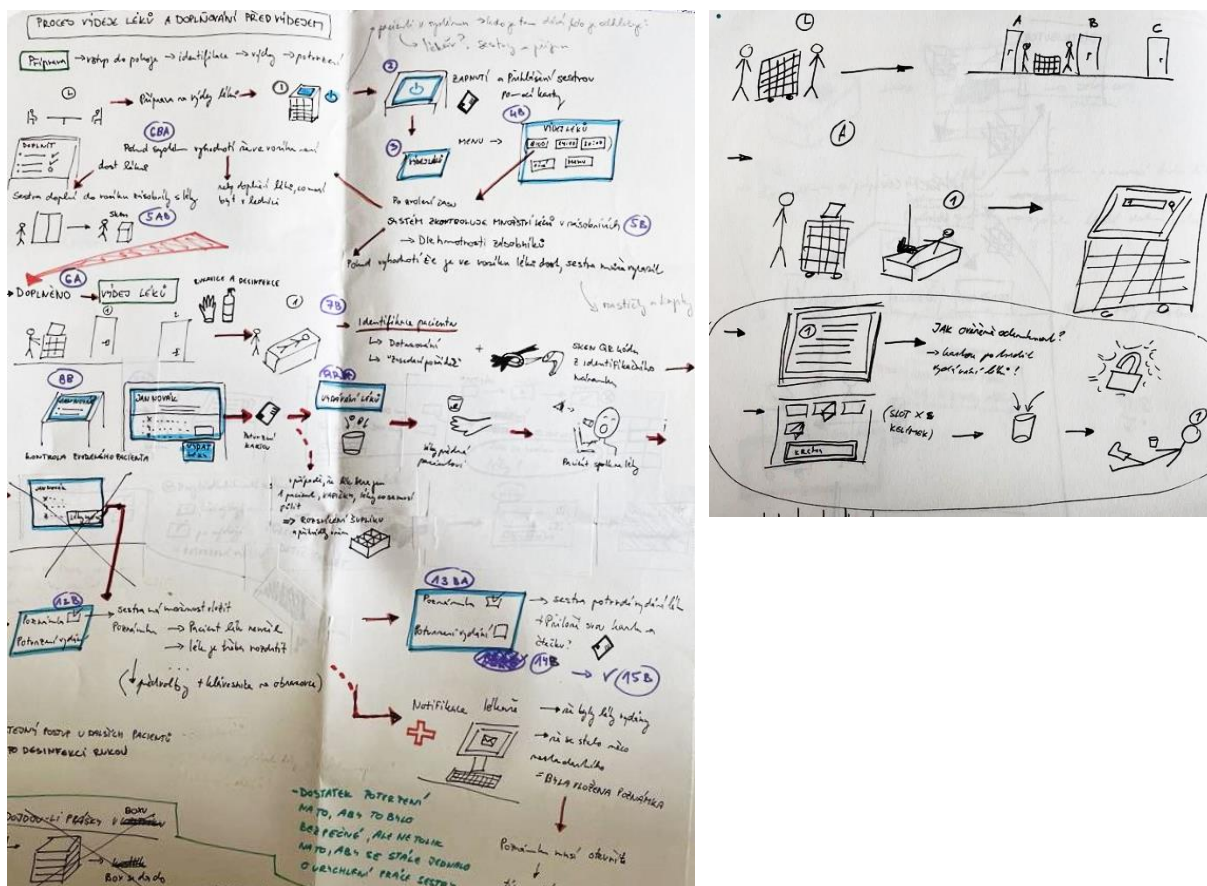
Při navrhování systému jsem se snažila najít intuitivní, rychlý a bezpečný způsob výdeje léků. Stěžejní bylo seznámit se se současnou praxí výdeje léků a s předpisy, které musí zdravotní sestry dodržovat. Z rozhovorů s odborníky a z vlastní zkušenosti mé, i mých blízkých bylo zřejmé, že reálná praxe a postupy zdravotnických pracovníků se od předepsaných postupů často značně liší. V mnohých případech se jedná o zásadní rozdíly, které mohou vést k medikačním pochybením a potenciálního ohrožení pacienta.

Jedná se například o chybovost spojenou s identifikací pacienta při podávání léků. Při navrhování pro mě bylo zásadní tento krok procesu výdeje léků řešit. Abych docílila větší bezpečnosti a zároveň jednoduchosti a rychlosti, rozhodla jsem se k identifikaci využívat identifikační náramky, které již jsou v řadě zdravotnických zařízení součástí běžné praxe. Tyto náramky jsou v rámci mého systému (a řady již existujících systémů) opatřeny čárovým nebo QR kódem. Zdravotnický pracovník tedy pomocí čtečky umístěné na vozíku načte QR kód na náramku pacienta a identifikuje ho tak. Systém následně na obrazovce zobrazí kartu pacienta s tlačítkem „VYDAT LÉKY“. Zdravotnický pracovník v dalším kroku tlačítko zmáčkne a svojí identifikační kartou potvrdí že chce léky vydat. Při navrhování pro mě bylo stěžejní navrhnout systém, který bude dostatečně bezpečný a zároveň nebude proces výdeje léků zpomalovat. Postupně jsem procházela několik ideálních postupů výdeje léků, které by byly jak bezpečné, tak rychlé. V prvních konceptech jsem pracovala s variantou výdeje léků postupně dle jednotlivých druhů léků a potvrzení výdeje pracovníkem po každém druhu zvlášť. Takový postup byl však tak zdlouhavý, že by šel proti celé myšlence mého návrhu.

Po potvrzení výdeje identifikací pracovníka, který tak částečně ručí za správné vydání léků pacientovi v daný čas, se dá vnitřek automatu do pohybu. Postupně do lékovky dávkuje předepsané léky a následně lékovku z vozíku vysune podobně jako tomu je například u automatu na pití. Lékovka je v této fázi připravena na výdej. Zdravotnický pracovník ji tedy předá příslušnému pacientovi a zkontroluje, zdali pacient léky v pořádku požil.

Po výdeji lékovky pacientovi se na obrazovce zobrazí možnost „POTVRZENÍ VYDÁNÍ“ nebo „VLOŽENÍ POZNÁMKY“. Pokud výdej léku pacientovi proběhne bez problémů, pracovník pouze potvrdí výdej stisknutím příslušného tlačítka a pokračuje výdejem léků dalším pacientům. V případě, že nastane jakákoliv nestandardní situace nebo komplikace (pacient léky odmítne, tablety je třeba rozdrtit, jelikož jsou pro pacienta příliš velké apod.) pracovník vloží do systému poznámku, která se automaticky odešle ošetřujícímu lékaři příslušného pacienta. Lékař musí tuto poznámku otevřít ve vlastním počítači, tím jí bere na vědomí a může na ní příslušně zareagovat (změnit medikaci, předepsat jinou lékovou formu léčiva) přímo, aniž by musel pracovníky informovat osobně. Poznámka se také uloží do karty pacienta, aby byly případné specifické požadavky na výdej léků zřejmé při příštím výdeji.

Stejný proces výdeje léků pracovník provede u každého pacienta. Po výdeji léků všem pacientům, odvezou zdravotničtí pracovníci lékový automat zpět na sesterský pokoj nebo jiné, předem určené místo v zázemí zdravotnických pacientů, a zapojí ho do napájení.



obrázek 23 schématické skici výdeje léků

Celý systém je navržený tak, aby během výdeje léků nedošlo k situaci, že nějakého léku nebude dostatek. Před každým výdejem léků (které na většině zdravotnických zařízeních probíhají čtyřikrát denně – ráno, v poledne, večer a na noc) systém upozorní, že je čas výdeje léků a zároveň spočítá, jestli má dostatek léků k výdeji všem pacientům. Pokud je v lékovém automatu dostatek léků, pracovník odpojí automat z napájení, vyjede s vozíkem na chodbu a následně do jednotlivých pokojů zdravotnického zařízení a začne s procesem výdeje. Pokud v lékovém automatu nějaké léky chybí, systém na obrazovce zobrazí názvy léků, a pracovník příslušné blistry postupně naskenuje a před výdejem doplní.

Specifickou situací spojenou s výdejem léků je výdej antibiotik, nebo jiných léků, které musí pacient brát ve specifický čas. V současné praxi si v takových situacích musí zdravotničtí pracovníci pamatovat, který pacient kdy bere jaký lék. Dle informací získaných od mé cílové skupiny si v takových situacích pracovníci raději sami nastaví budíky na svých mobilních zařízeních. Systém byl tedy navržen tak, aby na takové pacienty sám upozornil a pracovníka k pacientovi sám navigoval (zobrazil na obrazovce číslo pokoje, číslo lůžka a jméno pacienta). Zdravotnický pracovník následně vydá lék podobně jako by vydal léky při běžném výdeji.

Další specifickou situací je, když si pacient do zdravotnického zařízení přinese vlastní léky, které musí užívat. V takovém případě musí být léky podávány individuálně, zdravotnickým pracovníkem, tak jako je tomu v současné praxi. Léky jsou čitelně označeny a uloženy mimo léky patřící zdravotnickému zařízení.

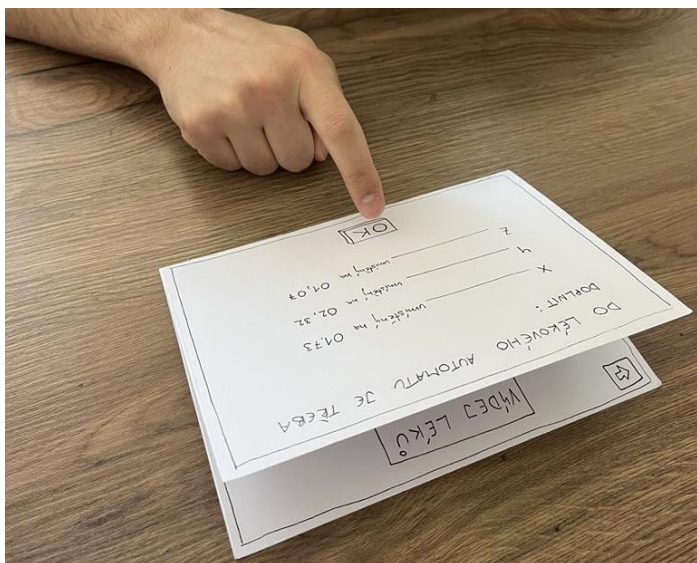
Při mapování situací a procesů, spojených s lékovým automatem, jsem často narazila na problémy, které z počátku působily jako velké komplikace. Jedním z nich byla například problematika půlení a čtvrcení léků. Z rozhovorů se členy cílové skupiny jsem se totiž dozvěděla, že pokud bere pacient půlku tablety, druhá půlka tablety se vrátí do příslušného blistru a vydá se pacientovi při příštím výdeji. Takovou informaci jsem se dozvěděla z několika zdrojů a dlouho jsem přemýšlela nad tím, jak se budou půlky tablet do automatu vracet, jak bude sám automat léky půlit, jak bude kontrolovat dávku prášku dle váhy a podobné postupy. Po rozsáhlejší analýze předpisů a daných postupů jsem se však dozvěděla, že tyto zbytkové dávky léků se do blistrů vracet nemohou, protože by mohla nastat záměna léků a podobné rizikové situace. Zbytky léků se musí neprodleně vyhodit do nádoby, určené k vyhazování zbytků léčiv, která je následně předána lékárně. V takových a podobných situacích, kdy se liší předpisy od reálné praxe, pro mě bylo důležité pochopit, proč tomu tak je, a jak zprostředkovat předepsaný postup, tak, aby byl bezproblémově dodržován.

4.1.3 Uživatelský scénář

V rámci navrhování systému jsem si neustále tvořila schémata, která mi pomáhala vizualizovat procesy, kterými musí zdravotnický pracovník, při procesu výdeje a doplňování léků, projít. Podobné schémata jsem si tvořila i v kontextu toho, s čím budou uživatelé interagovat na obrazovce. K takovým úkonům jsem používala tzv. uživatelské scénáře, představující cestu uživatele v aplikaci, která vede ke splnění určitého cíle. Tento nástroj mi pomohl s lepší orientací v systému a s tvorbou co nejkratších cest ke splnění úkolů, jako výdej léků, potvrzení výdeje léků apod.

V dalších krocích navrhování systému jsem vytvořila papírový prototyp, který imitoval obrazovku lékového automatu. Prototyp mi sloužil k vizualizaci systémového softwaru a návaznosti jednotlivých kroků vedoucích k výdeji nebo doplnění léků v lékovém automatu. Prototypy jsem následně testovala a sledovala, jak intuitivní je schématické uživatelské rozhraní systému výdeje léků.

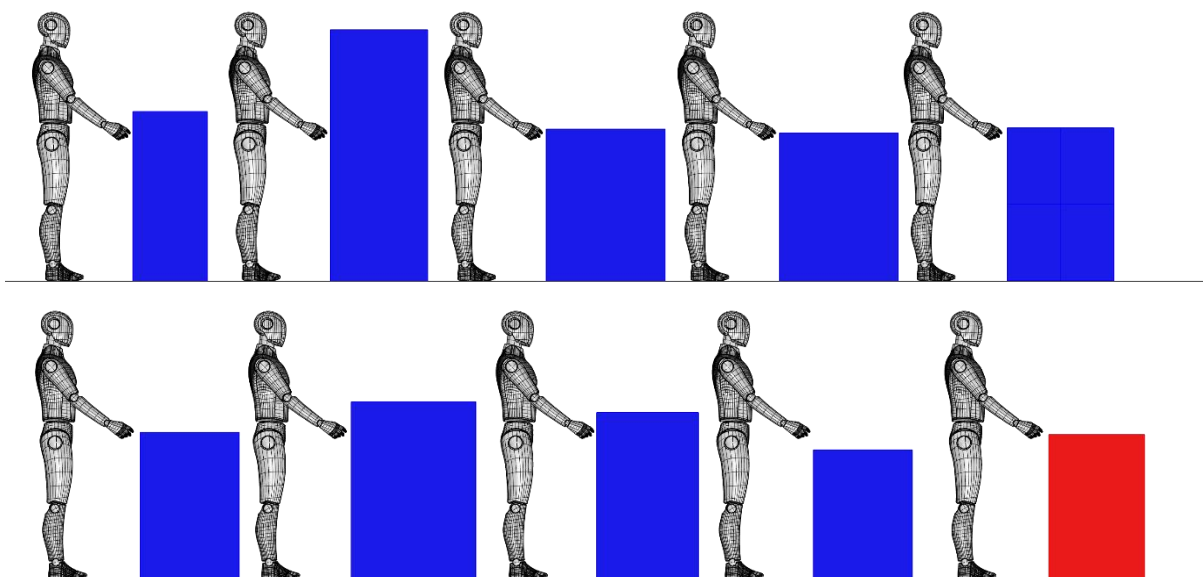
Navrhování systému spojeného s lékovým automatem bylo zásadní fází celého mého projektu. Bez návrhu funkčního systému a intuitivních interakcí uživatelů s lékovým vozíkem by produkt samotný nemusel správně fungovat. Zmapování situací použití lékového automatu mi poskytlo přehled o tom, jak se výsledný produkt bude správně používat, a tedy i o všech potřebných vlastnostech výsledného produktu.



obrázek 24 testování lofi prototypu systému

4.2 Rozměry produktu

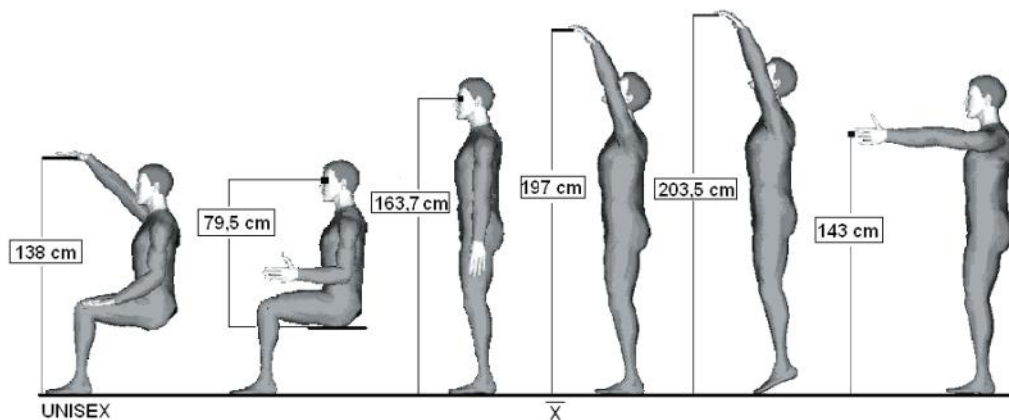
Při navrhování produktu pro mě bylo zásadní si definovat ideální rozměry dle prostředí do kterého produkt navrhují a ergonomie uživatelů. V prvních fázích jsem si vymodelovala několik z existujících lékových vozíků a porovnávala jejich velikostí s velikostí lidské postavy. Původně jsem pracovala s měřítkem postavy o výšce 170 cm, což odpovídá střední hodnotě mezi průměrnou výškou muže a ženy. Během procesu navrhování, prototypování a testování modelů 1:1 jsem však začala pracovat s výškou 165 cm, tedy s výškou průměrné ženy. Důvodem k tomuto rozhodnutí bylo, že přesto, že je lékový vozík navržený pro všechny zdravotnické pracovníky, faktem je, že muži tvoří jen jednu pětinu cílové skupiny.⁴⁰ Tato změna



obrázek 25 rozměry existujících lékových vozíků v ergonomickém kontextu

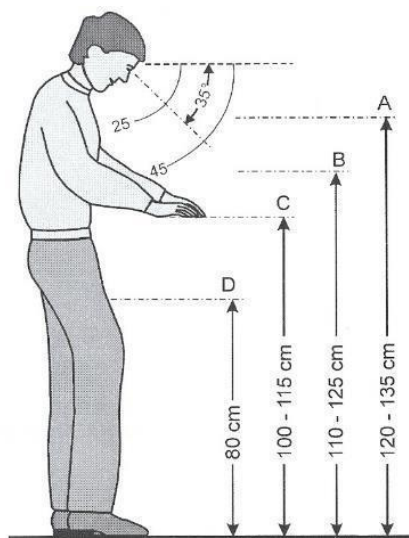
je však při navrhování velikosti celého lékového automatu takřka zanedbatelná a její důležitost se projevila až při navrhování jednotlivých částí lékového automatu.

S ohledem na ergonomii jsem se zaměřila na polohy lidského těla ve stoje, při kterých

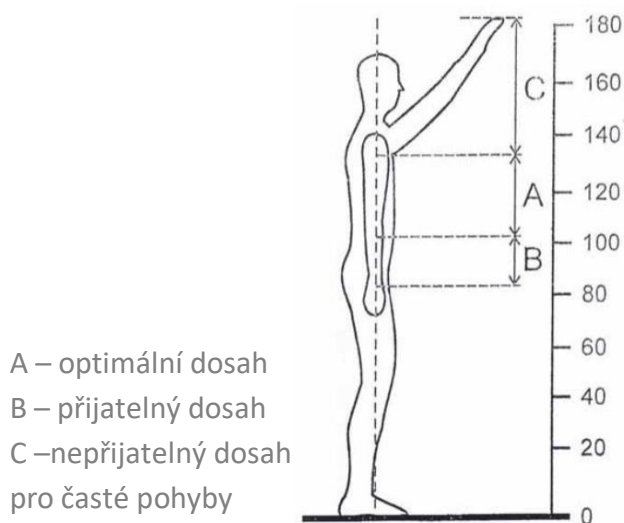


obrázek 26 ergonomie lidské postavy

budou zdravotničtí pracovníci s lékovým automatem pracovat. Bylo nutné se zaměřit především na výšku pracovní desky lékového automatu, madla, úhel a umístění obrazovky a pracovat také s různými zónami dosahu lidského těla při práci ve stoje.



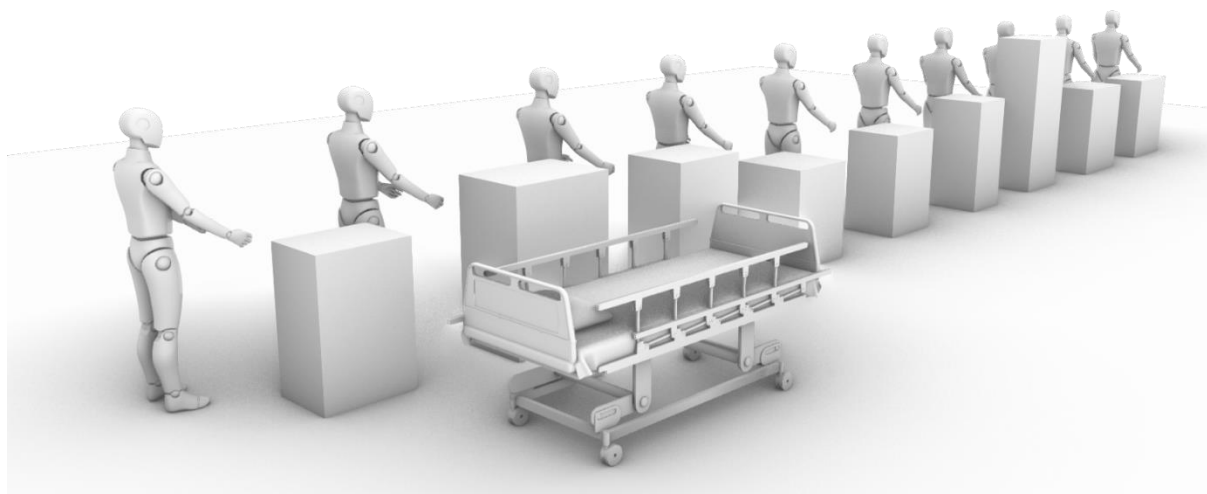
obrázek 27 ergonomie lidské postavy při práci ve stoje



obrázek 28 dosahy lidské postavy ve stoje

Z hlediska prostředí bylo důležité, aby se s lékovým automatem dobře manipulovalo a aby se pohodlně vešel do zdravotnického pokoje. Zde jsem se řídila i velikostí nemocničních lůžek. Pokoje zdravotnických zařízení s lůžkovou péčí jsou navržena tak, aby se v nich lůžko jednoduše otočilo, vešlo se do dveří a bez problému se s ním, jakkoliv manipulovalo. V rámci procesu výdeje léků mi schémata srovnání velikosti lékového automatu s nemocničním

lůžkem také pomohla představit si, jak se bude zdravotnický pracovník kolem automatu pohybovat a jak s ním bude na nemocničním pokoji manipulovat.



obrázek 29 schémata srovnání velikosti lékového automatu s nemocničním lůžkem

4.2.1 Vnitřní rozvržení zásobníků

Při hledání správných rozměrů jsem se snažila navrhnout co nejkompaktnější produkt, do kterého by se vešel stanovený počet druhů léků – 30 až 40. Toto množství vycházelo jak z počtu druhů léků, které pojmu existující lékové vozíky, tak z rozhovorů s odborníky ze zdravotnické praxe, kterých jsem se ptala na sortiment léků, který je na oddělení zdravotnického zařízení obvyklý.

Je důležité zmínit, že v rámci navrhování jsem se věnovala výdejnímu automatu léků pevné formy k perorálnímu podání. Jedná se tedy zejména o tablety, kapsle a pilulky. V prvních fázích navrhování jsem uvažovala o systémech výdeje i jiných lékových forem a pracovala i s kapkami, sirupy, roztoky a mastmi. Po rozhovorech se členy cílové skupiny jsem však zjistila, že masti se nejčastěji používají při převazování ran, což je proces, který na většině zdravotnických oddělení neprobíhá současně s výdejem ostatních léků. Kapky, sirupy a roztoky jsem z návrhu vyloučila, jelikož se podávají převážně při specifických potřebách pacientů. Důvodem zaměření pouze na pevné lékové formy je také fakt, že se jedná o nejčastěji podávanou lékovou formu ve zdravotnických zařízeních obecně. V kontextu pevných lékových forem také platí, že mohou být skladovány při běžné pokojové teplotě. Lékový automat tak nemusí pracovat s integrovaným chlazením, které by ručilo za správné skladování léčiv.

Jak už jsem uvedla výše v textu, prvotním konceptem byly opakovaně využitelné krabičky na léky, které by distribuoval a dezinfikoval přímo výrobce léků. Tuto variantu jsem však musela po konzultaci s farmaceutem zamítnout, jelikož nespĺňovala požadavky správného

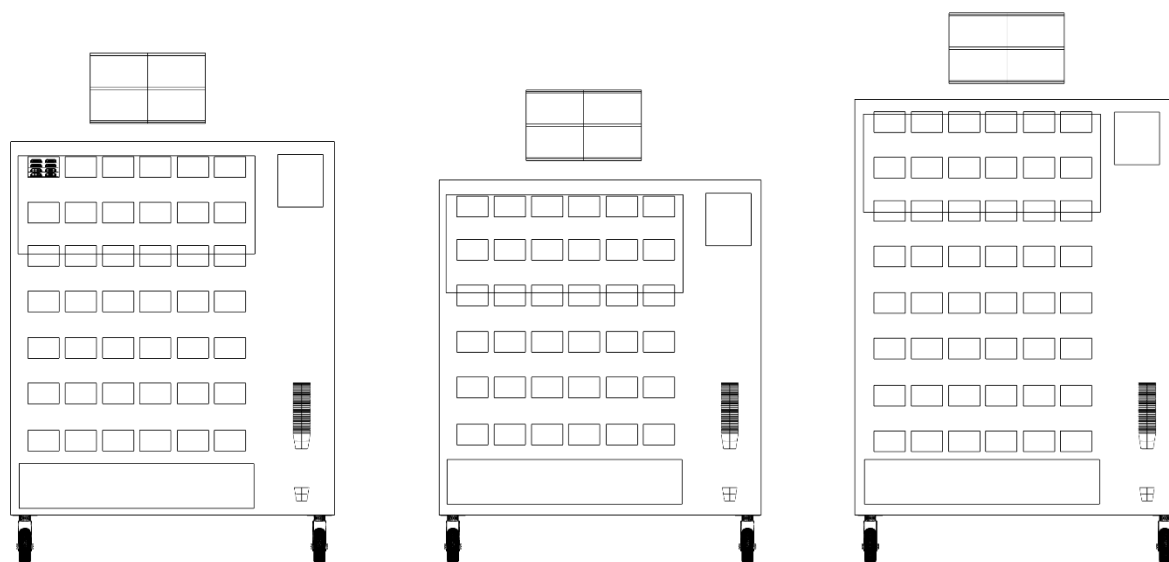
skladování a nakládání s léky. Dále jsem se věnovala myšlence znovupoužitelných blistrových obalů, nakonec jsem ale zvolila variantu unifikované velikosti blisterů na jedno použití.

Velikost těchto blisterů vychází ze standardizovaných velikostí tablet a kapslí, se kterými jsem se seznámila v analytické fázi tohoto projektu. Velikost blisteru je dimenzovaná na největší možné vyráběné kapsle, velikosti označené 000, která má délku 26 mm. Z tohoto rozměru jsem dále vypočítala velikost jednoho blisteru, na který by se vešlo 10 tablet. Původně jsem chtěla pracovat s variantou větších zásobníků, aby nemusel zdravotnický pracovník léky tak často doplňovat. V případě velkých zásobníků by však mohlo docházet k nežádoucím situacím, kdy by mohly léky v zásobníku během výdeje léků dojít, nebo by docházelo k plýtvání velkým množstvím léků, které v zásobníku přesáhnou expirační dobu. Zvolila jsem tedy variantu, využívající větší počet blisterů na menší počet tablet, která takovým nežádoucím situacím předejde.



obrázek 30detail zásobníku

Zásobníky v lékovém automatu jsou dimenzovány na počet druhů léků v rozmezí 30-40 a do každého zásobníku se vejdu 4 blistry stejného druhu léku. Každý blister obsahuje 10 tablet.



obrázek 31 první varianty vnitřního rozvržení lékového automatu

Při prvních variantách navrhování vnitřního rozvržení lékového automatu jsem pracovala s tvary jednoduchých kvádrů s kolečky a schematicky zobrazenou obrazovkou. Původně jsem zamýšlela integrovat i koš na prázdné blistry, které by pracovník při doplňování nemusel vybírat z jednotlivých kastlíků, později jsem ale od varianty ustoupila, abych maximalizovala

využití prostoru automatu. Mezi řadami kastlíků je schematicky navržena mezera pro kolejnice, po kterých se bude pohybovat robotické rameno s lékovkou při procesu výdeje léků. Další součástí vnitřního rozvržení je zásobník lékových a výdejní okýnko lékovky s léky.

Při tvoření prvních schémat jsem se inspirovala interním i externím rozvržením jiných automatů. V těchto fázích jsem pracovala i s podobnými uživatelskými scénáři a přístupy ke strojům. Automat by se tedy v této variantě celý otevřel (podobně jako je tomu při doplňování automatů na jídlo) a při výdeji by kelímek dopravil do výdejního okénka v rohu automatu.



obrázek 32 vnitřní rozvržení model

V této variantě však musel být lékový automat dlouhý v jednom směru, což je patrné z obrázku níže, jelikož všechny zásobníky ležely v jedné rovině. Značná část vnitřních prostor tak nemohla být efektivně využita a řešení tak bylo neekonomické a tudíž nežádoucí.

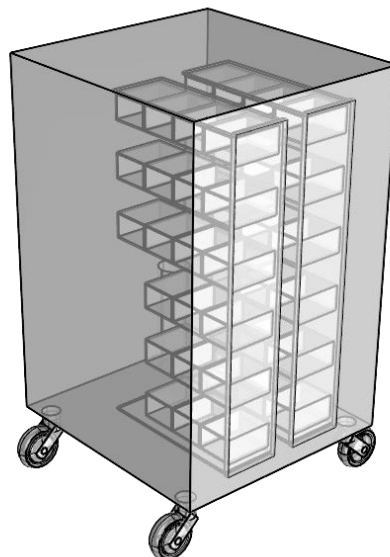


obrázek 33 vnitřní rozvržení zásobníků

V průběhu navrhování dalších konceptů, tvarů a způsobů vnitřního rozvržení zásobníků jsem vytvořila variantu, při které jsem umístila zásobníky do dvou rovin za sebou. Léky se v této variantě nedoplňují pomocí otevření stěny celého produktu, uživatel pouze vysune zásobníky a léky do nich doplní.



obrázek 34 kompaktní vnitřní rozvržení



obrázek 35 kompaktní vnitřní rozvržení

Tato varianta vnitřního rozvržení zásobníků mi umožnila navrhnout kompaktnější tvar, se kterým se při pracovním procesu bude lépe manipulovat.

4.2.2 Rozměry pracovní plochy

Během navrhování prvních konceptů a definování rozměrů celého produktu bylo důležité se zaměřit nejen na vnitřní rozvržení vozíku, ale také na rozměry pracovní plochy.

V první řadě bylo třeba definovat všechny potřebné pomůcky používané při výdeji a doplňování léků. V tomto kroku jsem vycházela z předepsaných postupů a z potřeb mnou navrženého systému lékového automatu. Z hlediska procesu výdeje léků sem patří pomůcky, které jsem již zmiňovala v analytické části této práce v popisu současné praxe: pinzeta, půlička a drtička léků, nádoba na zbytky léčiv a dokumentace. Z hlediska mnou navrženého systému je tato dokumentace dostupná v digitální formě, součástí lékového automatu tedy musí být i obrazovka, která dokumentaci zprostředkovává, a bezdrátová čtečka, kterou zdravotničtí pracovníci budou využívat k identifikaci pacientů dle jejich identifikačních náramků a ke skenování léků při doplňování.

V rámci definování všech pomůcek, které zdravotničtí pracovníci využívají při výdeji léků, jsem se však řídila nejen předepsanými předpisy a požadavky mnou navrženého systému, ale

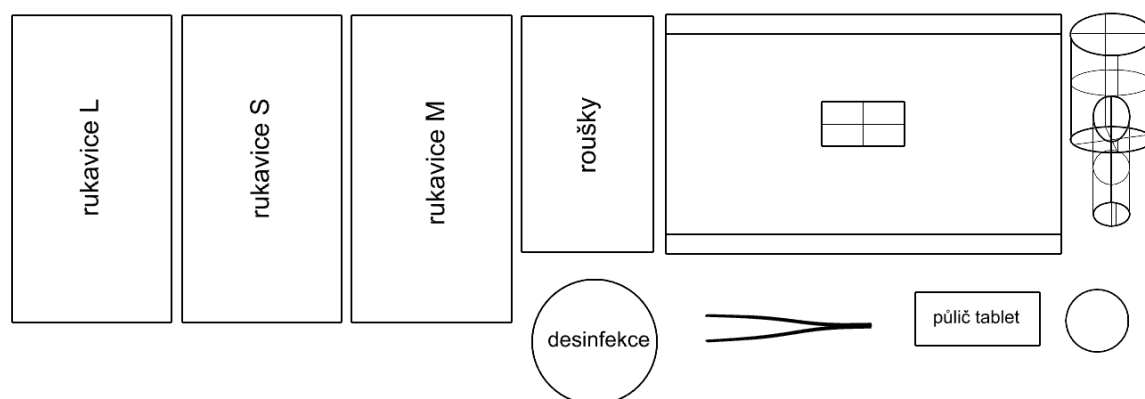
i zkušenostmi pracovníků samotných. Při dotazování této cílové skupiny se seznam pomůcek, které při výdeji využívají rozrostl o univerzální dezinfekci a medicínské gumové rukavice na jedno použití. Gumové rukavice bývají na zdravotnickém oddělení nejčastěji dostupné v zázemí pracovníků, nebo na medicínském vozíku. Obvykle se používají ve třech velikostech, S, M a L, aby si mohl pracovník zvolit variantu, která mu nejlépe sedí.

Při dotazování na další potřebné pomůcky jsem zjistila, že sem mohou patřit i zdravotnické roušky. Ty se vzhledem k procesu výdeje léků, používají ve většině případů pouze na pokojích, které jsou označeny jako infekční. Takové pokoje mají často před vstupem zásobu roušek či respirátorů, není to však podmínkou. Rozhodla jsem se tedy zapracovat do návrhu lékového automatu i zásobník s rouškami.

Mezi všechny potřebné pomůcky, které jsou součástí mého návrhu tedy patří: pinzeta, drtička a půlička léků, nádoba na zbytky léků potřebná dokumentace zprostředkovaná dotykovou obrazovkou, bezdrátová čtečka, univerzální dezinfekce, zásobníky medicínských rukavic ve velikostech S, M a L a zásobník roušek.

Asi nejdůležitější částí celého návrhu, místo, kde se z perspektivy uživatele děje nejdůležitější proces celého systému, je místo výdeje lékovky s léky. Původně jsem pracovala s návrhy umístění výdeje z boku, podobně jako tomu je u výdejních automatů na kávu. Chtěla jsem však tomuto místu dát více pozornosti a zároveň ho umístit na lépe dostupné místo z hlediska ergonomie. Proto jsem ho také umístita na horní plochu lékového automatu.

V následujícím kroku navrhování jsem provedla rešerši všech potřebných pomůcek, jejich tvarů a jejich rozměrů. Pinzet, drtiček a půliček léků existuje mnoho druhů, při navrhování jsem tedy počítala s průměrnými velikostmi.



obrázek 36 potřebné pomůcky a jejich velikost – 3d model

Zásobníky rukavic a roušek pro zdravotnická zařízení mají unifikovanou velikost, se kterou jsem při navrhování pracovala. Při navrhování jejich umístění jsem se inspirovala existujícími řešeními.



obrázek 37 zásobníky rukavic dostupné na trhu



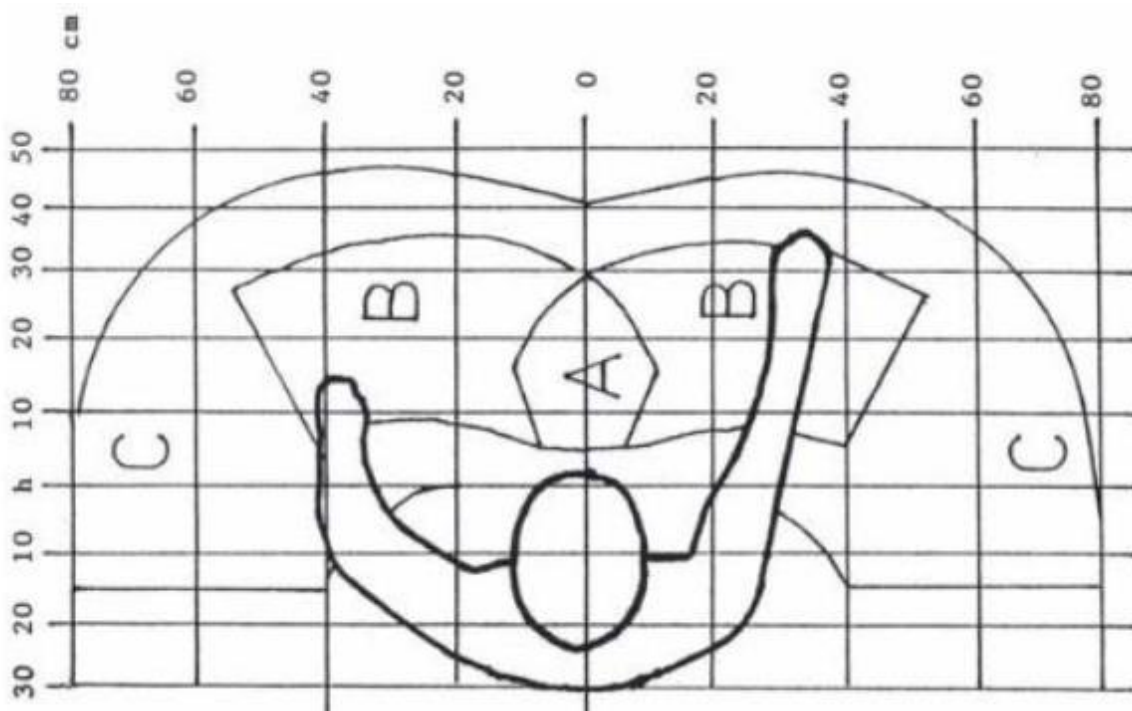
obrázek 38 zásobníky roušek dostupné na trhu

V rámci navrhování pracovní plochy jsem si vytvořila prototyp s potřebnými pomůckami. Pomocí tohoto prototypu jsem si poté přehrávala situace a procesy výdeje léků v roli zdravotnického pracovníka.



obrázek 39 model 1:1 pracovní plochy lékového automatu s improvizovanými pomůckami představujícími zdravotnické pomůcky

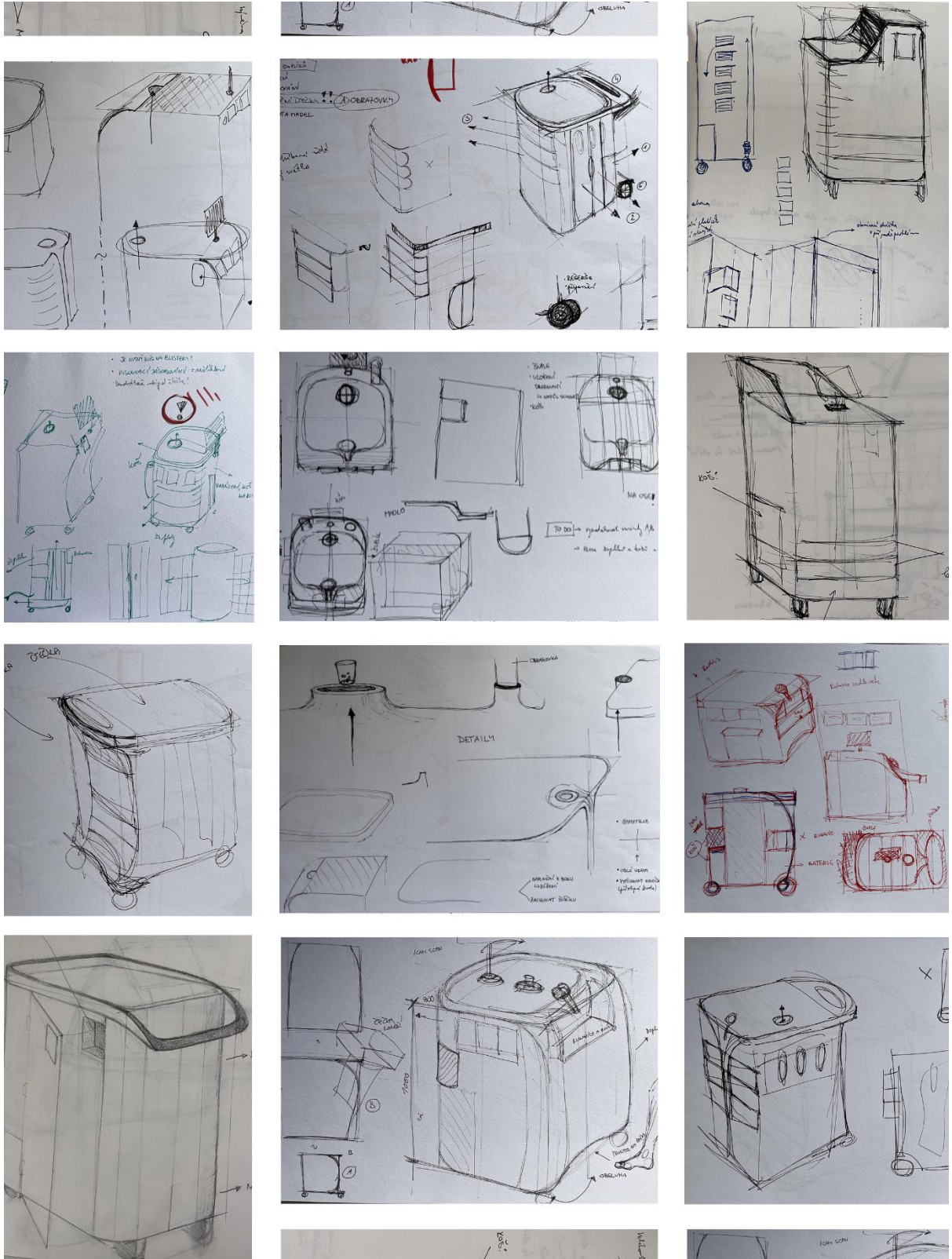
Díky těmto modelům a pokusům jsem zjistila, že můžu potřebné pomůcky rozdělit do tří základních skupin dle frekvence používání. Gumové rukavice tvoří skupinu pomůcek, které zdravotnický pracovník použije pouze jednou v průběhu procesu výdeje léků, použije je však vždy. Dezinfekce, čtečka a obrazovka spadají do druhé skupiny, pomůcek, které zdravotnický pracovník použije během výdeje léků několikrát. (Dle předepsaných postupů by si měli zdravotničtí pracovníci vydesinfikovat ruce před každou interakcí s individuálními pacienty.) Poslední skupina sestává z všech ostatních pomůcek. Jedná se o pomůcky, které pracovníci používají jen občas, při specifických potřebách, například, když potřebují rozpůlit tabletu a následně druhou půlku vyhodit, nebo provádí výdej léků na infekčním pokoji a potřebují roušku. Toto rozdělení mi pomohlo lépe si zmapovat, kam je třeba jednotlivé pomůcky umístit z hlediska ergonomie a plynulosti pohybu výdeje léků.



obrázek 40 ergonomie pracovní plochy – ideální dosahy

4.3 Tvarování

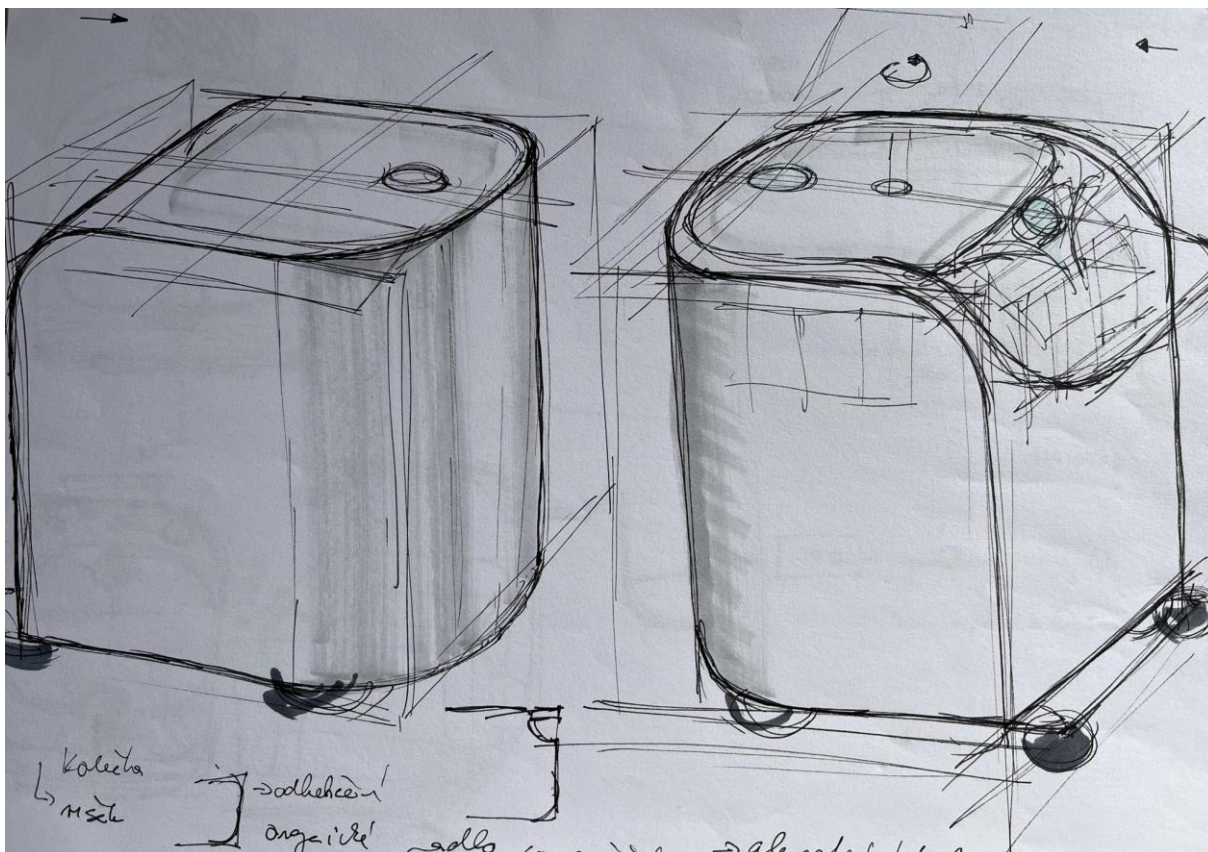
Současně s navrhováním vnitřního rozvržení lékového automatu jsem se věnovala tvorbě prvních skic a modelů.



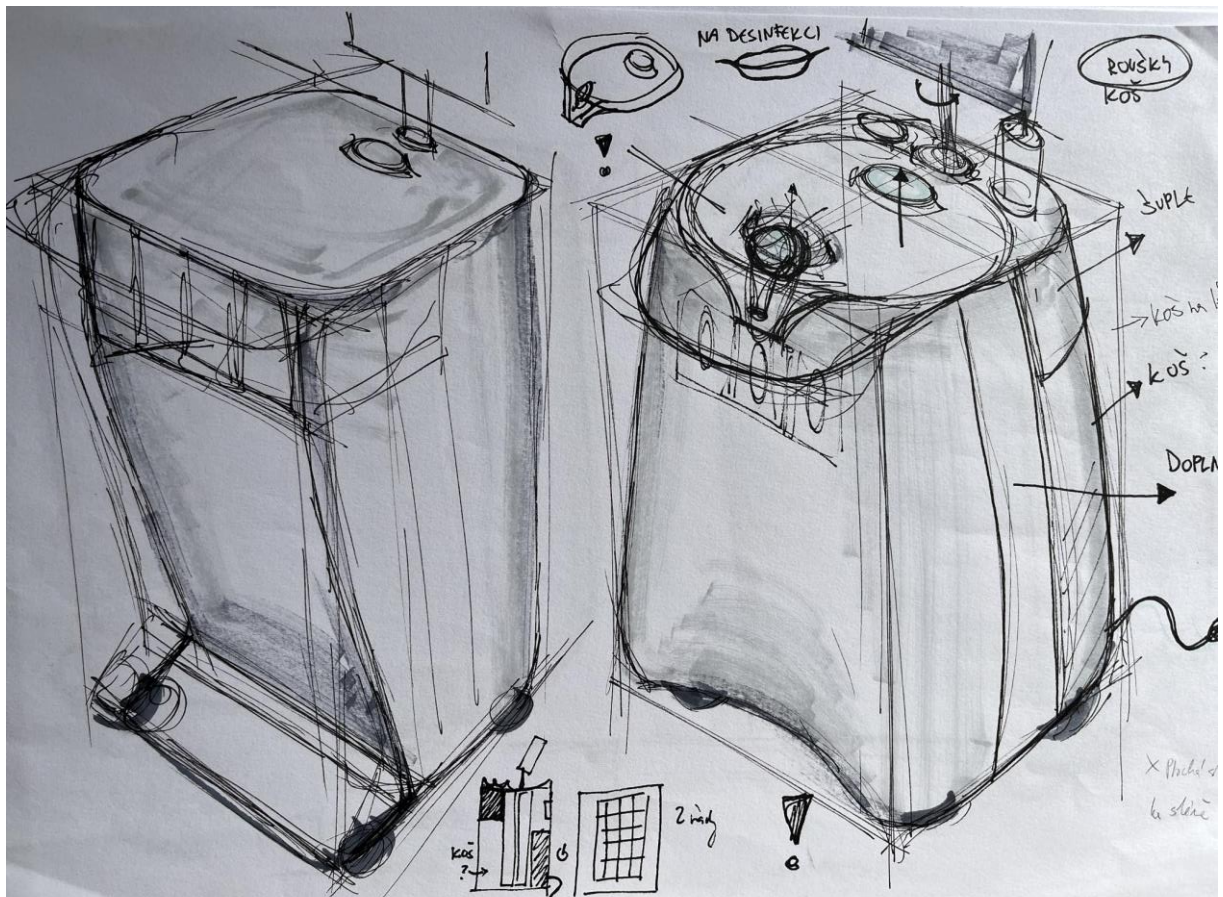
obrázek 41 skici

Tvar produktu vychází převážně z vnitřního rozvržení, ergonomie používání a všech dalších nezbytných součástí lékového automatu. Tvarovou inspirací mi byly převážně existující medicínská zařízení podobného typu. Výraz lékového automatu jsem navrhovala neutrální, aby se hodil do jakéhokoliv zdravotnického zařízení.

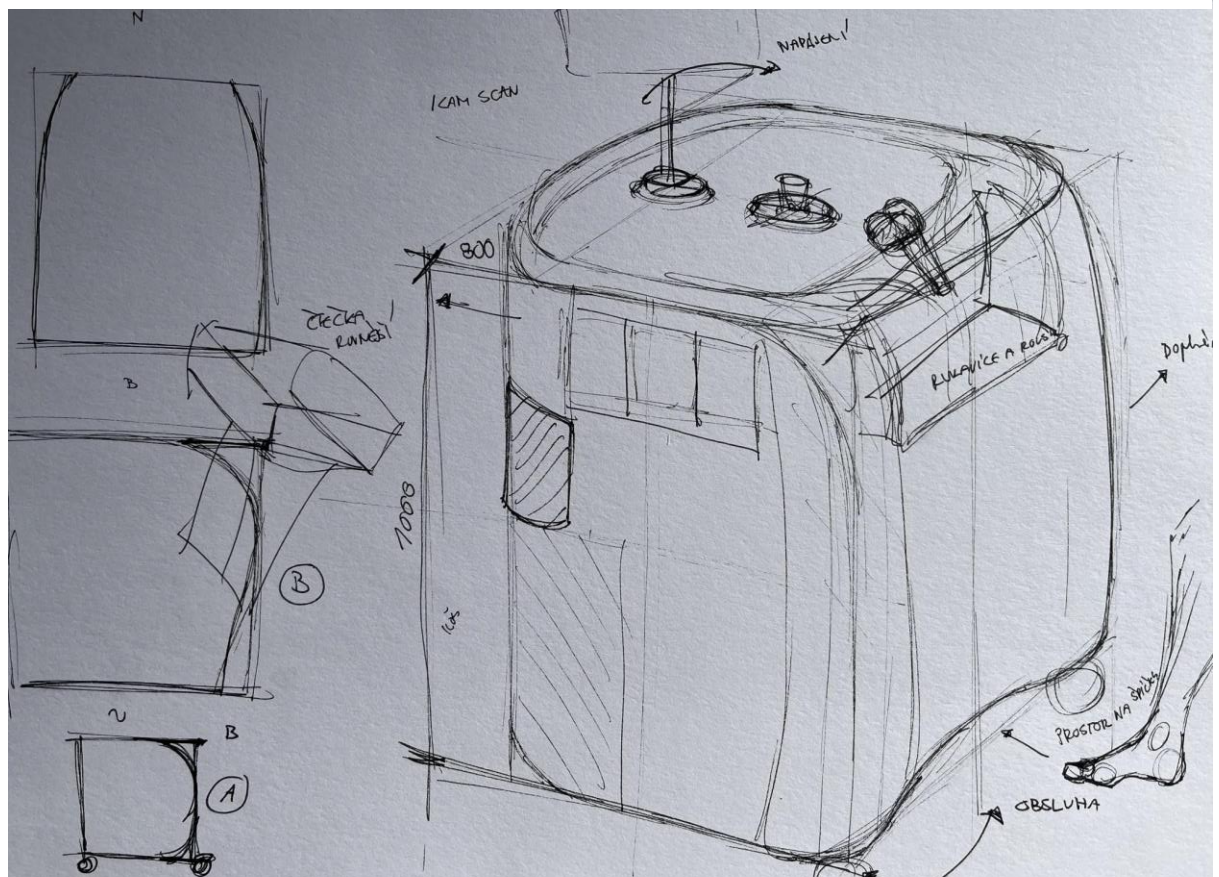
Navrhování bylo výrazně ovlivněno konceptem jemných, měkkých, organických tvarů. Tato volba designu byla podnícena třemi klíčovými faktory, jež jsem chtěla v rámci projektu dosáhnout. Za prvé, oblý design přináší výhody v oblasti snadné údržby, protože zaoblené hrany se lépe čistí a jsou méně náchylné k usazování nečistot. Tento aspekt jsem považovala za zásadní. Inspirací mi zde mimo jiné byla i architektura zdravotnických zařízení, například interiéry sanatoria v Paimu od architekta Alvara Aalta, která klade důraz na podobné prvky. Druhým významným důvodem pro volbu jemných organických tvarů byl dopad designu na psychiku pacienta. Chtěla jsem, aby navržený produkt působil klidně a příjemně, a tím přispíval ke snížení stresu a úzkosti u pacientů. Vědomí, že prostředí kolem pacienta může ovlivnit jeho duševní stav, mě vedlo k tomu, abych upřednostnila měkké linie a oblé tvary. Třetí hlavní motivací pro použití organických tvarů bylo zajištění komfortního pohybu zdravotnického personálu kolem navrhovaného lékového automatu. Cílem bylo usnadnit jejich práci a eliminovat riziko zranění nebo neefektivnosti při manipulaci se zařízením. Plynulé a bezproblémové přechody kolem automatu jsou zásadní pro efektivní provádění zdravotnických úkonů. Zároveň jsem musela zohlednit požadavek toho, aby produkt obsahoval rovné hrany pro integraci zásobníků na rukavice a výsuvných částí, které vyžadují přesnost a správnou funkčnost.



obrázek 42 skici



obrázek 43 skici



obrázek 44 skici

5. Prototypování a testování

Jak je i z předešlé kapitoly zřejmé, proces navrhování a prototypování jsou dvě etapy navrhování, které probíhají současně. Je důležité již během procesu navrhování testovat funkčnost svých navržených řešení, tvořit prototypy a testovat jejich funkčnost.

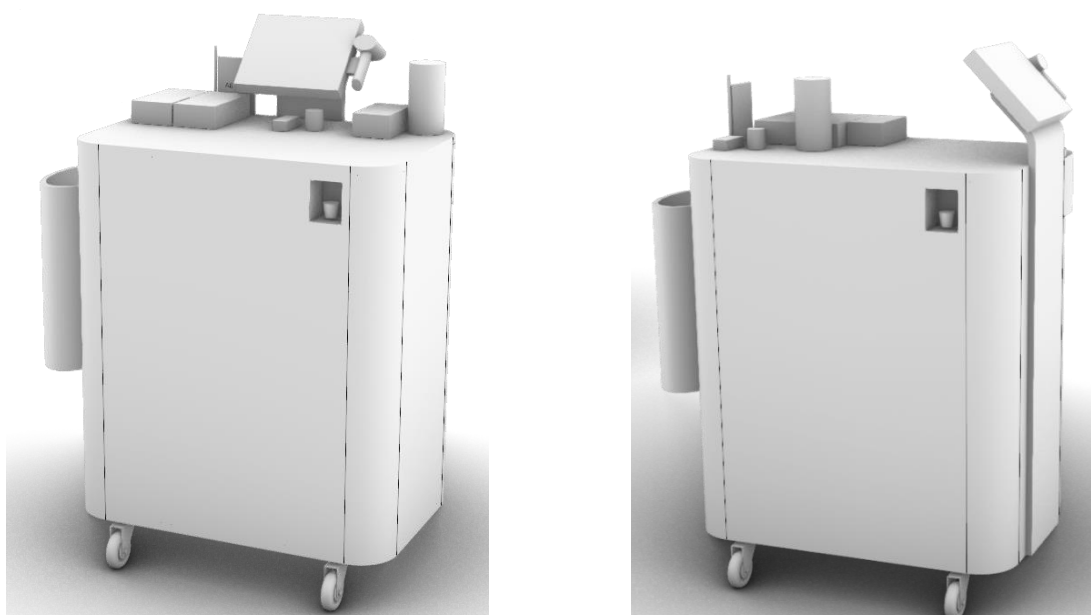
V této kapitole tedy navážu na předchozí část textu a představím část navrhovacího procesu, která se zabývá převážně hledáním spojení mezi funkcí a formou. Tedy spojení mezi funkčními částmi vnitřního rozvržení lékového automatu, umístěním všech potřebných pomůcek, dodržováním předepsaných postupů a příjemnou, organickou formou.

5.1 Varianty tvaru lékového automatu

Během procesu návrhu lékového automatu jsem se intenzivně věnovala prototypování pomocí 3D modelů. Zpočátku jsem pečlivě přenášela své skici do prostoru, ale brzy jsem si uvědomila, že přestože tyto modely odpovídaly požadované formě estetické, nedokázaly efektivně zohlednit potřebné vnitřní rozložení produktu a umístění pomůcek pro výdej léčiv. Často jsem se ocitla v situaci, kdy jsem musela opustit tvar, který jsem tak detailně modelovala, protože se ukázalo, že není vhodný z hlediska funkcionality.

3d modely – moc velké omezování plochy ty zakulacené

V dalších částech této kapitoly se zaměřím na popis alternativních tvarových variant, které jsem zvažovala v procesu návrhu lékového automatu. Tyto varianty budou analyzovány z hlediska jejich schopnosti odpovídat požadavkům vnitřního uspořádání a umístění potřebných pomůcek pro výdej léků.

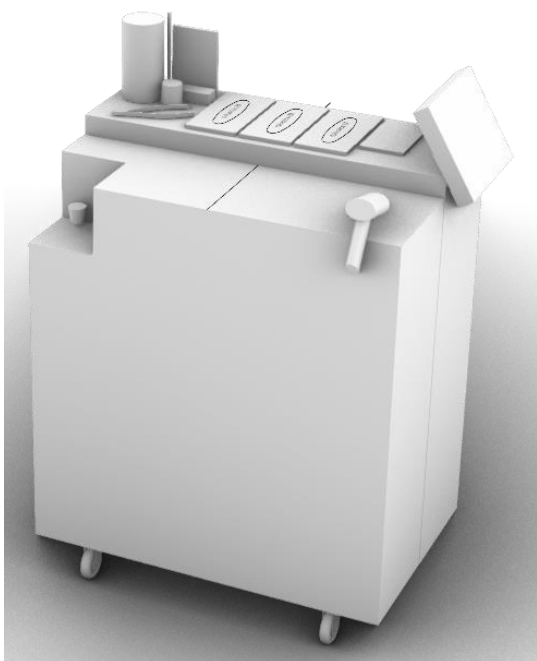


obrázek 45 první varianta tvaru – varianty umístění obrazovky

Při tvorbě prvních variant jsem vycházela z jednoduchých tvarů kvádrů. V těchto konceptech byl výdej léků umístěn po straně lékového automatu, čímž byl zachován koncept, který je použitý u automatů na kávu, jež mi částečně sloužily jako inspirace pro vnitřní uspořádání zařízení. Dalším aspektem, který jsem v těchto fázích navrhování zohledňovala, bylo využití horní plochy zařízení, správná orientace a umístění obrazovky, aby byla co nejvíce přístupná a snadno čitelná pro uživatele.

V tomto návrhu jsem identifikovala řadu nevýhod. První z nich byla nepohyblivá obrazovka, což bylo značně omezující pro uživatele. Zjištění této nevýhody mi pomohlo lépe definovat potřebu pohyblivé obrazovky, která by uživatelům poskytovala větší flexibilitu a lepší přístupnost k informacím. To by zlepšilo uživatelský komfort a efektivitu používání zařízení. Další nevýhodou bylo umístění výdeje léků na boku zařízení. Toto řešení zhoršovalo přístupnost výdeje léků a komplikovalo uživateli výdej přesně lokalizovat.

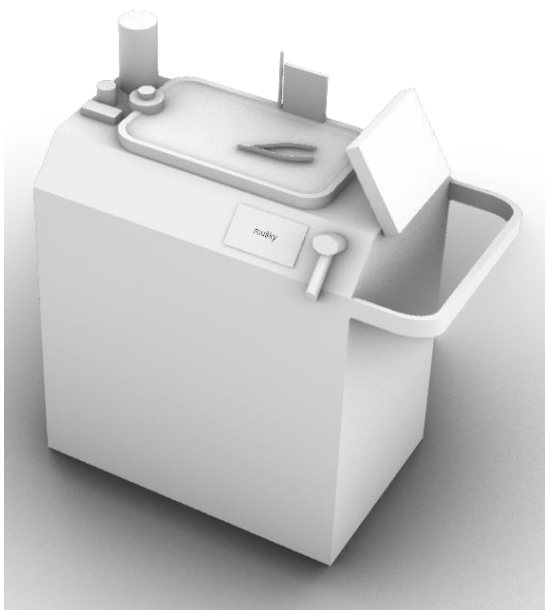
Na druhou stranu, výška pracovní plochy a přibližná velikost lékového automatu byly považovány za pozitivní aspekty tohoto prototypu.



obrázek 46 druhá varianta tvaru

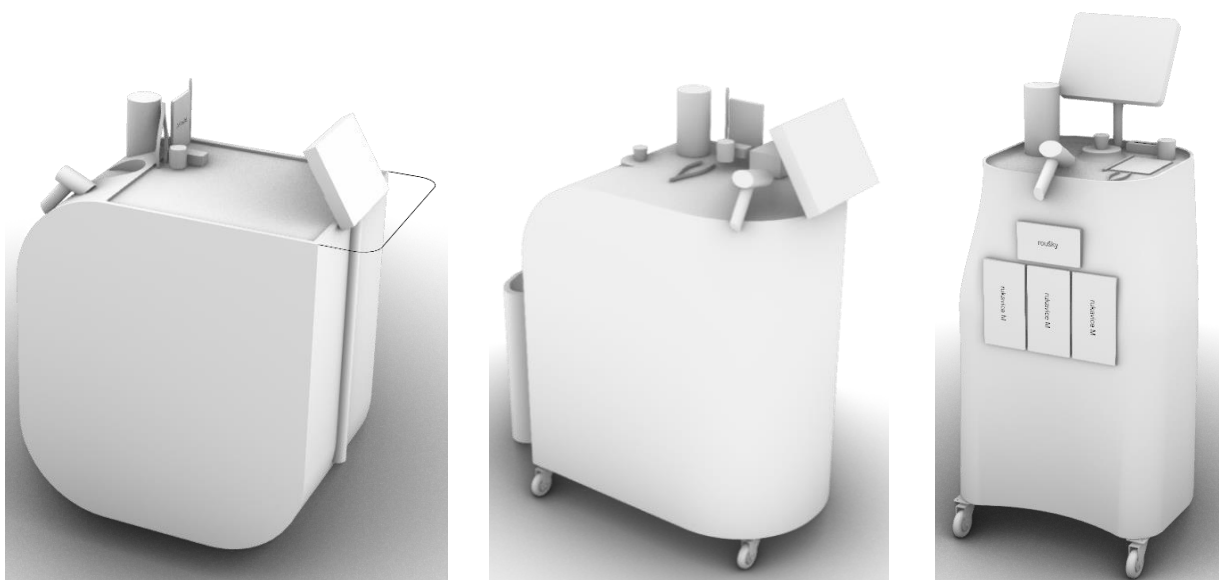
Další variantou bylo umístit výdej léků do rohu lékového automatu. V této variantě jsem umístila potřebné pomůcky na hlavní horní pracovní plochu. Tento koncept měl za cíl optimalizovat prostor a zlepšit organizaci a přístupnost předmětů potřebných k výdeji léků.

Nevýhodou této varianty bylo značné zmenšení pracovní plochy a omezení přístupu k lékovému automatu a k jeho pracovní ploše pouze z jedné strany. Tato omezení snižují efektivitu používání zařízení a negativně ovlivňují uživatelskou zkušenost.



obrázek 47 třetí varianta tvaru

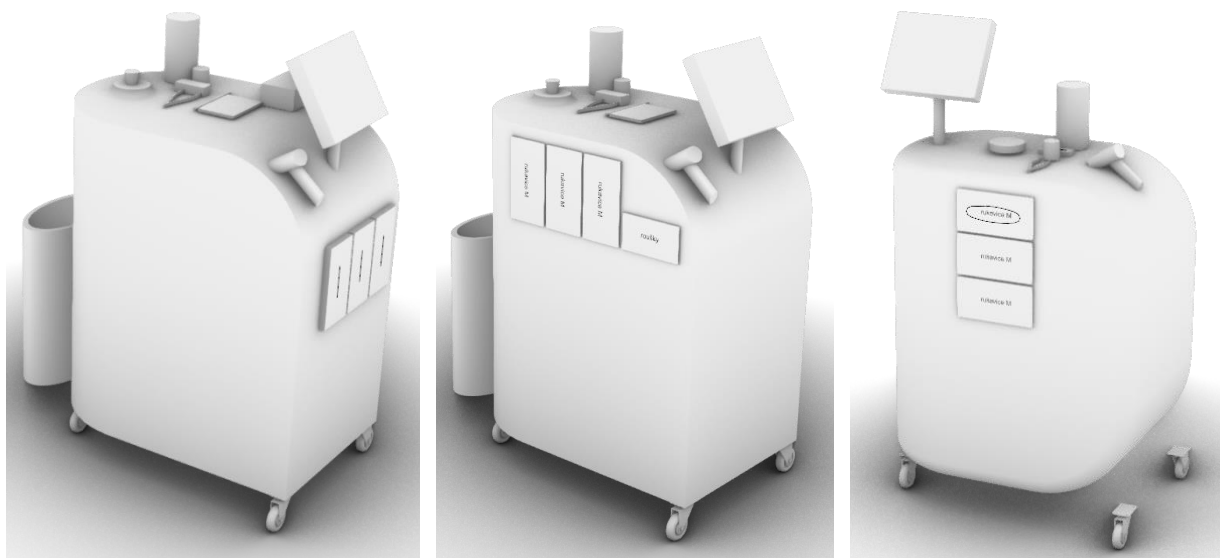
V další variantě jsem zvažila umístění rukavic na šikmou plochu, což přispívalo k ergonomii a estetickému dojmu zařízení. Nicméně, tato úprava měla několik nevýhod. Hlavní z nich bylo opět zmenšení pracovní plochy a její oddálení od uživatele, což by mohlo způsobit obtíže při obsluze lékového automatu.



obrázek 48 organické varianty tvaru

V dalších variantách jsem více pracovala s organickými tvary a zaoblením, které by naznačovaly směr pohybu lékového automatu. Tato úprava cílila na zlepšení uživatelské zkušenosti a také respektovala estetické parametry a požadavky na výrobek.

Rozvíjela jsem tyto koncepty dál, protože jejich estetický design splňoval požadavky na příjemný vzhled. Nicméně, i přes jejich estetické kvality jsem zjistila, že oblé tvary ne vždy plnily požadovanou funkčnost. Opět se zde projevilo zmenšení horní plochy zařízení a tím i omezení prostoru pro práci uživatele. Použití organických forem také omezovalo dostupné rovné plochy pro umístění zásuvek, rukavic a výsuvných zásobníků na léky. Tento nedostatek byl důležitým faktorem, protože vnitřní organizace a uspořádání komponentů bylo klíčové pro efektivní fungování zařízení. To mě přimělo dále hledat alternativní řešení, které by spojovalo estetiku s praktičností a funkčností.

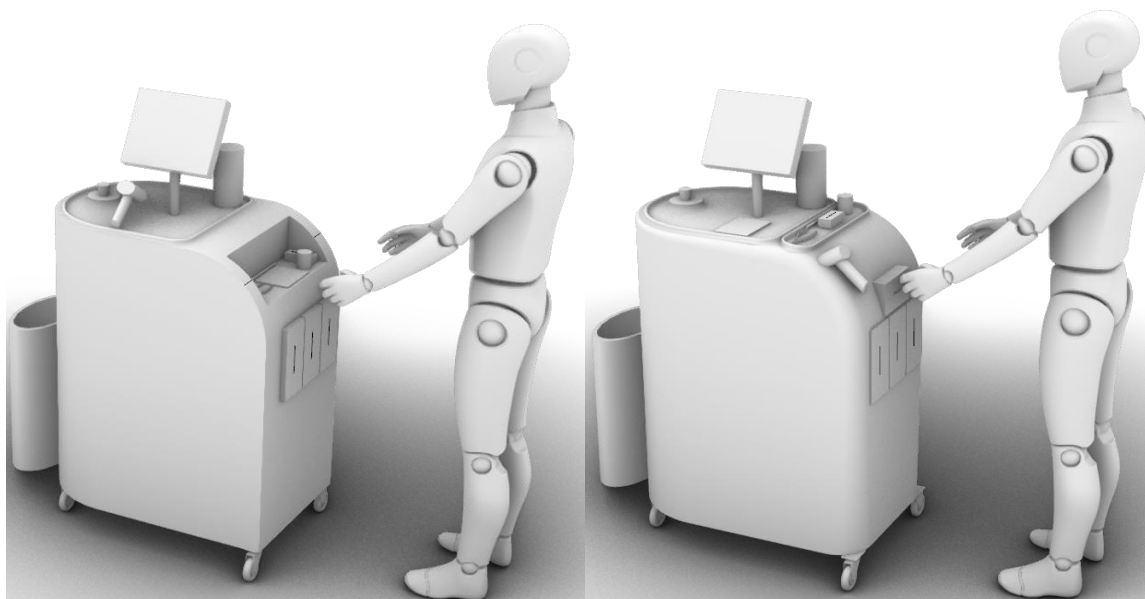


obrázek 49 varianty uspořádání komponentů



obrázek 50 varianty uložení potřebných pomůcek k výdeji léků

V těchto variantách jsem řešila, kam umístit potřebné pomůcky pro výdej léků. Experimentovala jsem s návrhy polic nebo přihrádek. Cílem bylo optimalizovat prostor a uspořádat předměty tak, aby byly snadno dostupné a současně udržovaly pracovní plochu čistou a organizovanou.

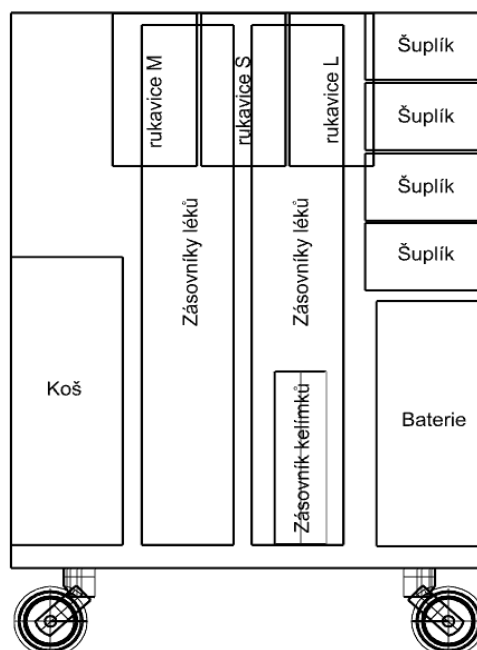


obrázek 51 varianty uložení potřebných pomůcek k výdeji léků

Organické tvary a zaoblení byly dobrou cestou z hlediska psychiky, avšak při jejich použití vznikalo mnoho částí, které jsem kvůli velkému organickému tvarování nemohla řádně využít. Tento přístup se zdál být spíše zbytečným estetickým zdobením než praktickým řešením. Proto jsem se znovu zaměřila na vnitřní rozvržení tvaru a umístila jsem všechny potřebné části lékového automatu co nejkompaktněji. Zároveň jsem se snažila zachovat organické tvarování a nalézt tvar, který by mi poskytl dostatek rovných stěn pro umístění potřebných komponentů a zároveň splňoval psychologické požadavky tvarování.



obrázek 52 vnitřní rozložení lékového automatu



Tento koncept vnitřního uspořádání lékového automatu nabízí optimální rozvržení, které umožňuje umístění všech potřebných částí, včetně požadovaného množství léků.



obrázek 53 kompaktní, finální varianta tvaru lékového automatu

5.2 Části produktu

Při navrhování a prototypování tvaru lékového automatu bylo zásadní, jak už je z předešlých kapitol zřejmé, především to, aby lékový automat pojal požadované množství léků a aby obsahoval všechny požadované pomůcky. Po rozdělení potřebných pomůcek do kategorií dle frekvence používání bylo třeba navrhnout produkt tak, aby tomuto rozdělení odpovídal.

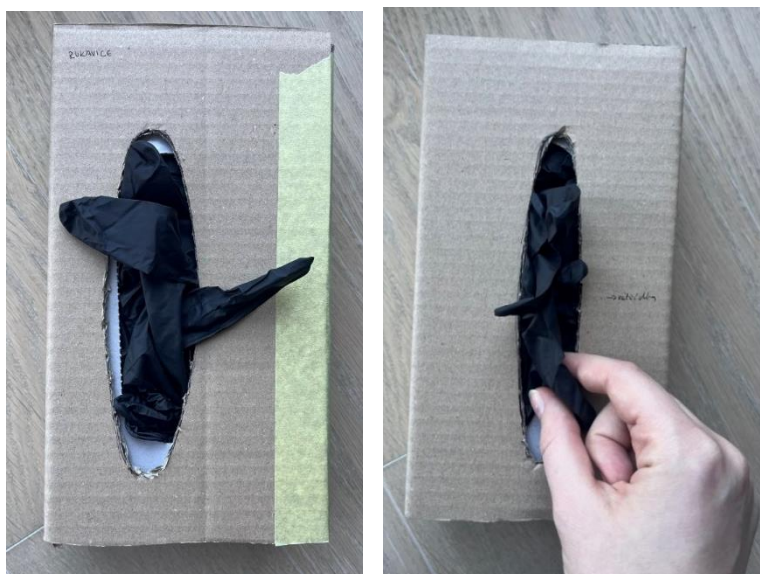
Abych zajistila efektivní uspořádání potřebných pomůcek, pracovala jsem nejen s pracovní plochou stolu, ale také s bočními stěnami. Navrhla jsem tedy zásuvku, která slouží k uložení pomůcek, jež jsou potřebné pouze občas nebo při specifických situacích. Toto řešení umožňuje snadný přístup k pomůckám, aniž by zbytečně zabíraly prostor na pracovní ploše lékového automatu.

Kromě zmíněné zásuvky určené k uložení pomůcek jsou součástí automatu také další zásuvky, určené k uložení léků vlastněných pacienty nebo léků které berou pacienti individuálně, např. antibiotika.



obrázek 54 prototyp šuplíku na léky a testování výšky umístění na polohovacím stole

Balení rukavic jsem umístila na bok lékového automatu, aby byla snadno přístupná, aniž by zabírala cenný prostor na pracovní ploše. Pro ověření ergonomie velikosti otvoru určeného k vytahování rukavic jsem provedla testování na modelu z kartonu. Tímto způsobem jsem zajistila, že otvor má optimální velikost a umístění pro pohodlné vytahování rukavic bez zbytečné námahy.



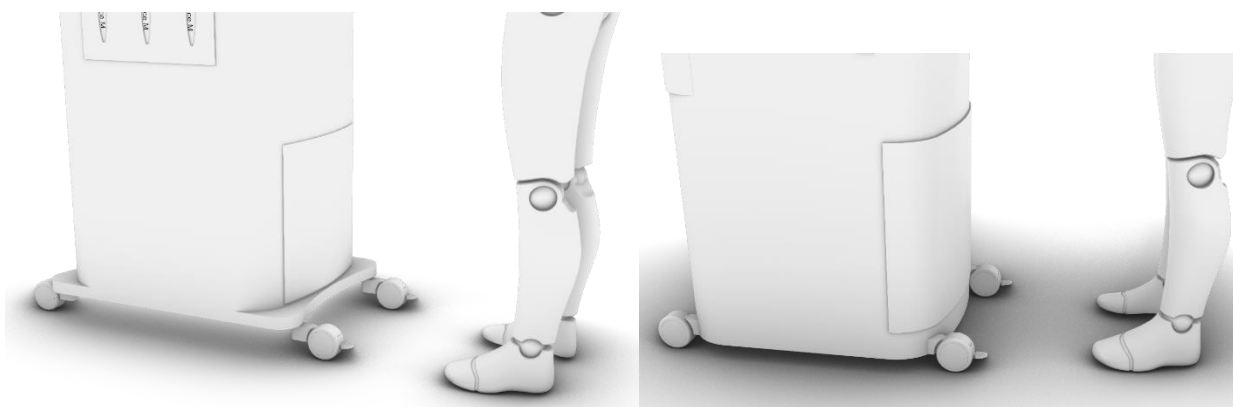
obrázek 55 prototyp zásobníků na gumové rukavice

Další důležitou součástí vnitřního vybavení lékového automatu je odpadkový koš, nádoba na zbytky léků a baterie. Odpadkový koš je určen k vyhazování prázdných lékovek, lékových obalů, použitých rukavic, případných ubrousků a podobných odpadů. Jeho účelem je udržovat prostor kolem automatu čistý a usnadnit likvidaci těchto materiálů. Do koše je vložen plastový pytel, do kterého se tyto odpady vhazují, a po naplnění se pytel vymění za nový. Součástí lékového automatu je také nádoba na zbytky léků, které se nesmí vyhazovat do běžného

odpadu. Tato nádoba je určena k umístění léků po expiraci, zbylých půlek léků nebo léků, které pacient již nepotřebuje. Po naplnění je tato nádoba z automatu vyjmuta a odeslána do lékárny, kde jsou zbytky léčiv řádně zlikvidovány v souladu s příslušnými zákony a předpisy.

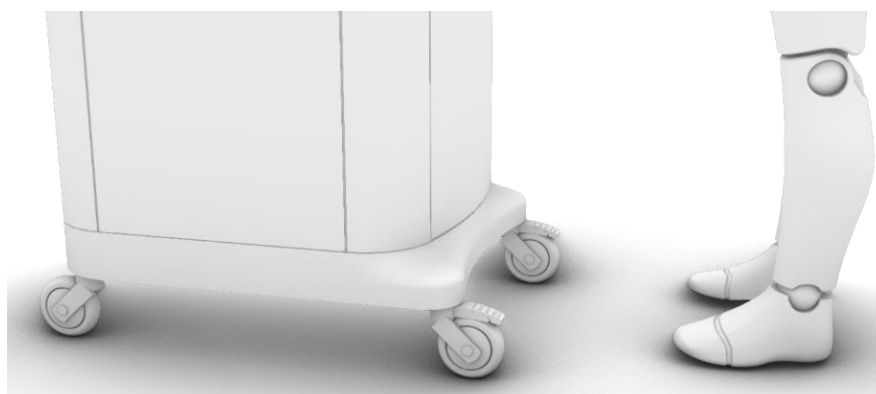
Po důkladném prozkoumání vnitřního uspořádání lékového vozíku je nutné zaměřit se i na další části celého produktu. Vnější části vozíku jsou důležité zejména z hlediska funkčnosti v kontextu s ergonomií a uživatelským komfortem. Během dalšího vývoje a návrhu jsem se proto soustředila na různé varianty jejich funkčnosti a formy.

Pro zajištění jednoduché manipulace s lékovým vozíkem bylo nutné vybrat vhodná kolečka s optimální velikostí a tvarem, která umožní snadný pohyb, překonání překážek a případný přesun vozíku do výtahu. Nezbytné byla rovněž integrace funkční brzdy, která by zajistila bezpečné zastavení vozíku vždy, když je prováděn výdej léků, a zároveň bývá součástí všech zdravotnických vozíků.



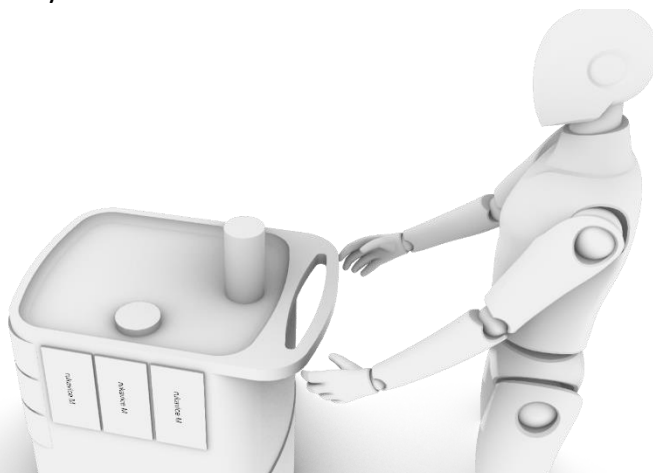
obrázek 56 první varianty umístění koleček

Během navrhování jsem hledala řešení, při němž kolečka dostatečně vystupují tak, aby jejich brzdy byly snadno dostupné a zároveň nebrání pohodlné manipulaci s vozíkem. Pracovala jsem tedy s variantou, kdy z půdorysu vozíku vystupují pouze kolečka s brzdou umístěna pod madlem. Kolečka umístěna vpředu vozíku z půdorysu nevystupují, což minimalizuje riziko poškození při manipulaci s vozíkem a zároveň předchází úrazům pracovníků, kterým by mohla kolečka při procesu výdeje léků překážet.



obrázek 57 finální varianta umístění koleček z hlediska ergonomických potřeb uživatelů

Při navrhování madla jsem vycházela z křivky, která kopíruje půdorysný tvar lékového automatu. Madlo bylo koncipováno s ohledem na oblé tvary lékového automatu. Současně s tvarováním madla samotného bylo stěžejní uvážit správnou výšku madla, která by splňovala potřeby cílové skupiny uživatelů. Tím jsem chtěla zajistit, že madlo bude pohodlné a snadno ovladatelné pro všechny uživatele.



obrázek 58 první návrh madla

První varianty madla příliš omezovala velikost pracovní plochy, aniž by využívala celou plochu k úchopu. Vytvořila jsem tedy další varianty madel a z nich zvolila nejvhodnější pro dané potřeby. Vytvořené prototypy jsem vždy testovala v kontextu lidské postavy ve výšce průměrného uživatele.



obrázek 59 další varianty návrhu madla



obrázek 60 model madla v měřítku 1:1 – varianty tloušťky



obrázek 61 finální varianta návrhu madla

Dále jsem se zaměřila na prototypování obrazovky, která v návrhu slouží jako hlavní uživatelské rozhraní a zprostředkovává samotný vstup do systému a řadu interakcí s ním. Obrazovka je dotyková s optimální velikostí pro snadné čtení a ovládání, která zároveň splňuje požadavek na kompaktnost a lehkost.

Při zvažování umístění obrazovky jsem pracovala s několika variantami. Z prvních prototypů bylo zřejmé, že obrazovka bude klíčovou součástí horní pracovní plochy lékového automatu, což ztížilo její správné umístění. Po vytvoření prototypu pracovní plochy lékového automatu a sehrávání scénářů spojených s výdejem léků (viz výše) jsem se rozhodla, umístit obrazovku na pohyblivé rameno, aby si ji uživatelé mohli libovolně nastavit a posunout podle svých potřeb. Přesto jsem dbala na to, aby návrh zůstal kompaktní a aby obrazovka v neaktivní pozici nepřesahovala z půdorysu automatu, což by mohlo při manipulaci s automatem vést k poškození.



obrázek 62 varianty návrhu umístění obrazovky

Při rozhodování o umístění obrazovky jsem zvažovala, zda ji umístit do rohu pracovní plochy nebo na středovou osu. Obě možnosti přinášejí své vlastní výhody a nevýhody. Umístění do rohu by mohlo působit nestabilně a existovalo by větší riziko, že obrazovka přesáhne přes půdorys vozíku, což by mohlo vést k jejímu poškození. Druhá varianta naopak zdánlivě zabírá více místa na pracovní ploše lékového automatu. Nakonec jsem se rozhodla pro druhou možnost, tedy umístění na středovou osu, abych zajistila stabilitu a minimalizovala riziko poškození obrazovky.

6. Výsledný návrh

6.1 Výdejní automat na léky pro zdravotnická zařízení

Lékový automat je navržen s ohledem na bezpečný proces výdeje léků. Zároveň urychluje proces výdeje léků a optimalizuje práci zdravotnickým pracovníkům, kteří se mohou věnovat jiným potřebným úkonům. Vozík poskytuje řešení problémů spojených s výdejem léků, zejména má potenciál značně snížit chybovost zdravotnického personálu a tím zvýšit bezpečnost pacientů.

Lékový automat má potenciál se stát nepostradatelným pomocníkem ve zdravotnických zařízeních, protože přináší řadu zásadních inovací. Zajišťuje bezpečnější postupy při výdeji léků díky systému, který vyžaduje rozsáhlé ověřování a zároveň poskytuje automatizaci široké škály repetitivních procesů. Celý systém je zároveň kompaktně integrován do lékového automatu, s nímž lze snadno manipulovat po celém zdravotnickém zařízení, a mít tak všechny informace a potřebné pomůcky neustále po ruce.

Systém poskytuje rychlý přehled o množství léků na oddělení. Tím usnadňuje zdravotníkům práci a šetří čas, protože inventura léků je prováděna systémem. Automaticky zaznamenává a ukládá dokumentaci o všech vydaných lécích, což umožňuje přesnou kontrolu. Vozík také poskytuje důležitá data o pacientech, která jsou zdravotnickým pracovníkům okamžitě k dispozici. Dále usnadňuje komunikaci mezi zdravotnickými subjekty, primárně mezi lékaři a zdravotními sestrami či jinými pracovníky odpovědnými za výdej léků, a sekundárně mezi jednotlivými odděleními zdravotnického zařízení a nemocniční lékárnou. Systém sám zpracovává a odesílá objednávky potřebných léčiv. Tím optimalizuje zásobování a redukuje medicínský odpad a plýtvání léky. Tento proces nejen snižuje výdaje, ale také má pozitivní vliv na ekologii. Optimalizací zásobování a snížením plýtvání léky dochází k menšímu množství odpadu, což příznivě ovlivňuje životní prostředí.

Interakce se systémem a lékovým automatem samotným je intuitivní, bezpečná a rychlá. Lékový automat celkově poskytuje zkvalitnění ošetrovatelské péče zejména s ohledem na bezpečnost pacientů a uživatelský komfort zdravotnických pracovníků.

Tvarování produktu bylo ovlivněno konceptem jemných, měkkých organických tvarů. Tuto volbu jsem učinila z několika zásadních důvodů. První z nich se týkal snadné údržby, protože oblé tvary se lépe čistí a minimalizují usazování nečistot, což je stěžejním požadavkem prostředí, do kterého lékový automat navrhuji.

Dalším významným důvodem byla příznivá reakce pacienta na design. Chtěla jsem, aby produkt působil klidně a příjemně, čímž přispíval k redukcí stresu a úzkosti, se kterými se většina pacientů ve zdravotnických zařízeních běžně setkává. Zvolila jsem proto měkké linie

a oblé tvary. Dále jsem volila světlé barvy, které navozují pocit čistoty a sterility a rovněž přispívají k pozitivnímu vlivu na psychiku pacienta.

Třetím důvodem pro použití organických tvarů bylo zajištění plynulého pohybu uživatelů kolem lékového automatu. Cílem bylo usnadnit jejich práci a eliminovat riziko zranění.

Bylo důležité najít rovnováhu mezi organickými tvary a praktickými požadavky na design. Při navrhování tvaru jsem totiž musela zohlednit i potřebu rovných hrany a stěn produktu pro integraci zásobníků na rukavice a výsuvných zásobníků na léky.

Velký vliv na tvar a vnější vzhled produktu mělo především i vnitřní rozvržení automatu a všech potřebných součástí. Rozměry lékového automatu tedy vycházejí převážně z těchto potřebných parametrů a ergonomie uživatelů.

Hlavním cílem návrhu tvaru lékového automatu bylo maximalizovat využitelnost prostoru a zároveň udržet kompaktní rozměry. Díky tomuto řešení se s lékovým automatem dobře manipuluje a všechny jeho části jsou snadno přístupné. Pracovní plocha je optimálně vysoká z hlediska ergonomie a všechny potřebné části a pomůcky, jsou umístěny podle frekvence použití, což maximalizuje efektivitu a pohodlí při práci s automatem.

6.1.1 Vizualizace



Obrázek 63 vizualizace



Obrázek 64 vizualizace



Obrázek 65 vizualizace



Obrázek 66 vizualizace v interakci s uživatelem



Obrázek 67 vizualizace v cílovém prostředí



Obrázek 68 vizualizace v interiéru zdravotnického zařízení

6.1.2 Části produktu

Celá pracovní plocha lékového automatu je ohraničena zvýšeným okrajem. Toto opatření je primárně zavedeno proto, aby se při pohybu lékového automatu nebo při interakcích s ním zabránilo pádu pomůcek nebo vysypávání obsahu pracovní plochy na zem. Zaoblené hrany přispívají ke správné ergonomii, hygieně a snadné údržbě, čímž také naplňují filozofii měkkého tvarování, která má pozitivní vliv na psychiku uživatelů. Dále tvarování pracovní plochy preventivně řeší problém s ukládáním nechtěných předmětů na horní plochu lékového automatu a zamezuje tvorbě nežádoucího nepořádku. Pracovní plocha zároveň poskytuje dostatek místa pro činnosti jako je půlení nebo drcení léků, a další práci s lékovým automatem.

Na horní ploše se nachází výdejní místo pro léky, které je barevně odlišeno od zbytku pracovní plochy, aby bylo zřetelně viditelné jako klíčový prvek návrhu. Toto místo je vyvýšené, aby se minimalizovalo riziko, že na něj uživatelé budou odkládat jiné předměty. Výdejní místo je centrálně řízeno systémem, který jej automaticky otevírá a vydává lékovky s léky z automatu.

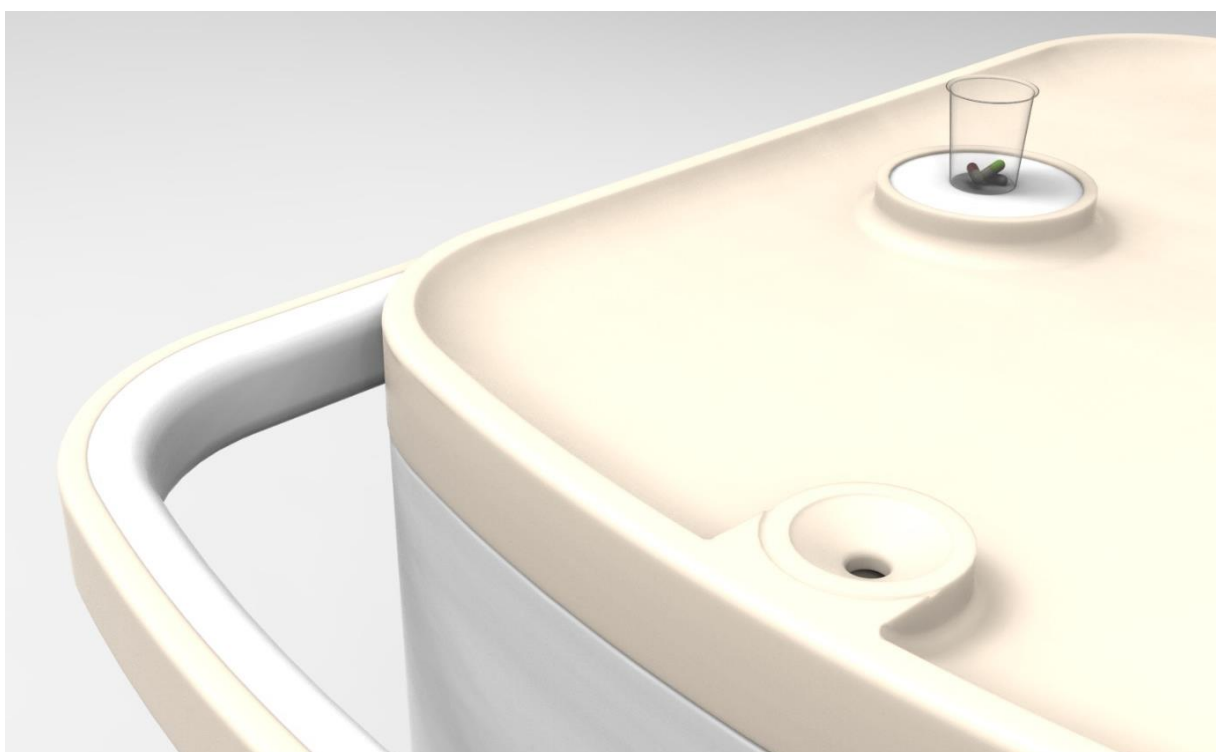


obrázek 69 Vizualizace horní plochy lékového automatu s připravenou lékovkou a dezinfekcí

Dezinfekce, která je nezbytným nástrojem při interakcích mezi zdravotnickými pracovníky a pacienty, je v návrhu umístěna volně na pracovní ploše. Důvodem je skutečnost, že dezinfekce nemá jednotnou velikost a každé zdravotnické zařízení používá jiný typ, přičemž mnohá zařízení preferují dezinfekční vlhčené ubrousky.



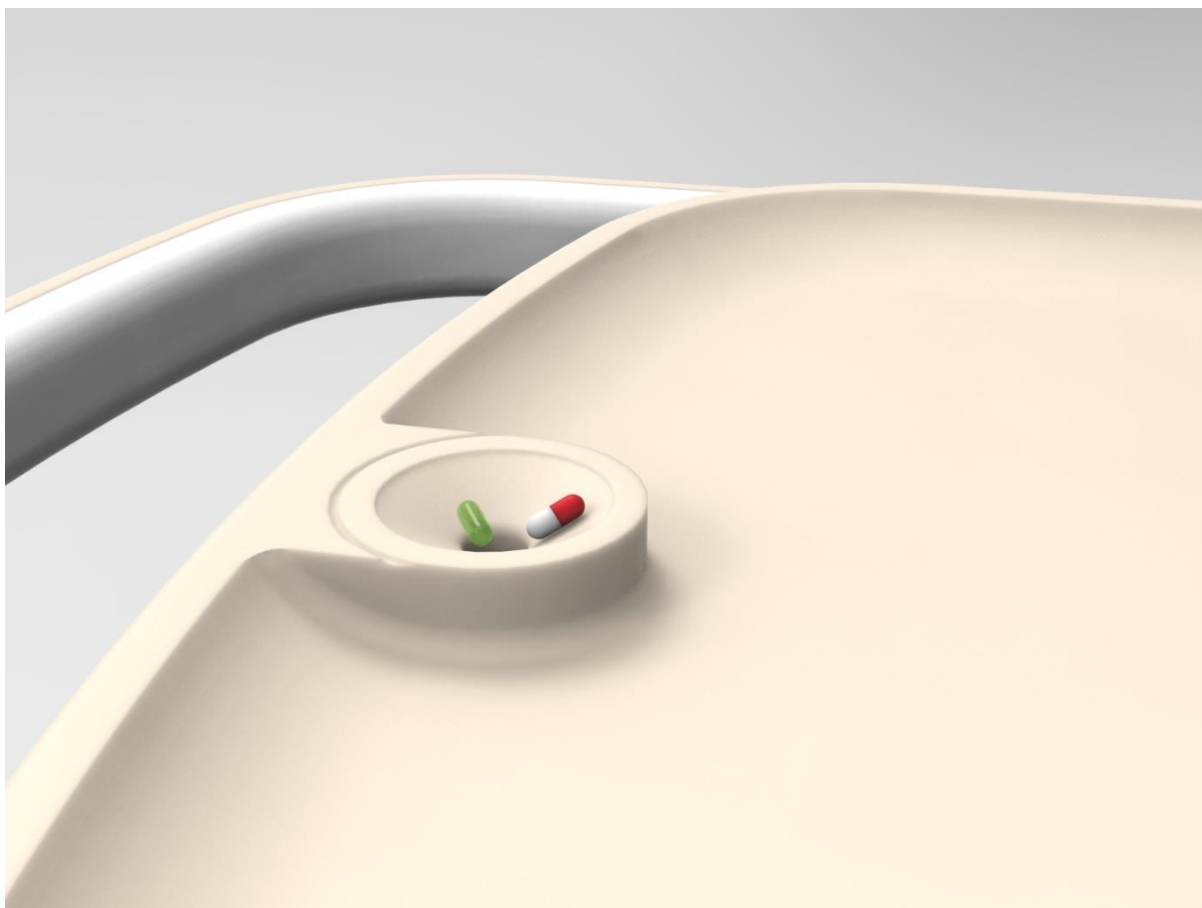
obrázek 70 vizualizace interakce uživatele se systémem – uživatel bere do ruky připravenou lékovku



obrázek 71 detail horní plochy lékového automatu a madla

Nádoba na zbytky a nepoužité léky má válcový tvar. Vstupní otvor je zúžený směrem dolů, což usnadňuje vhazování léků a zároveň zabraňuje vhození nebo spadnutí předmětů, které do nádoby nepatří. Otvor do nádoby je umístěn na horní ploše lékového automatu, aby byl snadno viditelný a pracovníci jej nemuseli hledat. Otvor je také vyvýšen, což zabraňuje tomu, aby do něj spadly nežádoucí předměty. Celá nádoba je upevněna bajonetovým uzávěrem na horní ploše vozíku, což umožňuje snadné vyjmutí, vyprázdnění nebo výměnu za prázdnou nádobu.

Půlení prášků, jak vyplývá z analytické fáze tohoto projektu, je nežádoucí událostí. Je možné jej preventivně řešit ve spolupráci s výrobcí léků, kteří by na základě požadavků nemocničních oddělení měli vyrábět poloviční dávky požadovaných léčiv. Nicméně, je důležité nezanedbat skutečnost půlení léků. Tuto problematiku je nezbytné zohlednit ve finálním návrhu, i když lze předpokládat, že při ideální funkčnosti systému lékového automatu a efektivní komunikaci mezi výrobcí léků, distributory a zdravotnickými zařízeními by k situacím, kdy pracovníci musí léky pūlit nebo mají velké přebytky nepoužitých léčiv, nedocházelo.



obrázek 72 detail zapuštěného vstupního otvoru nádoby na nepoužité léky

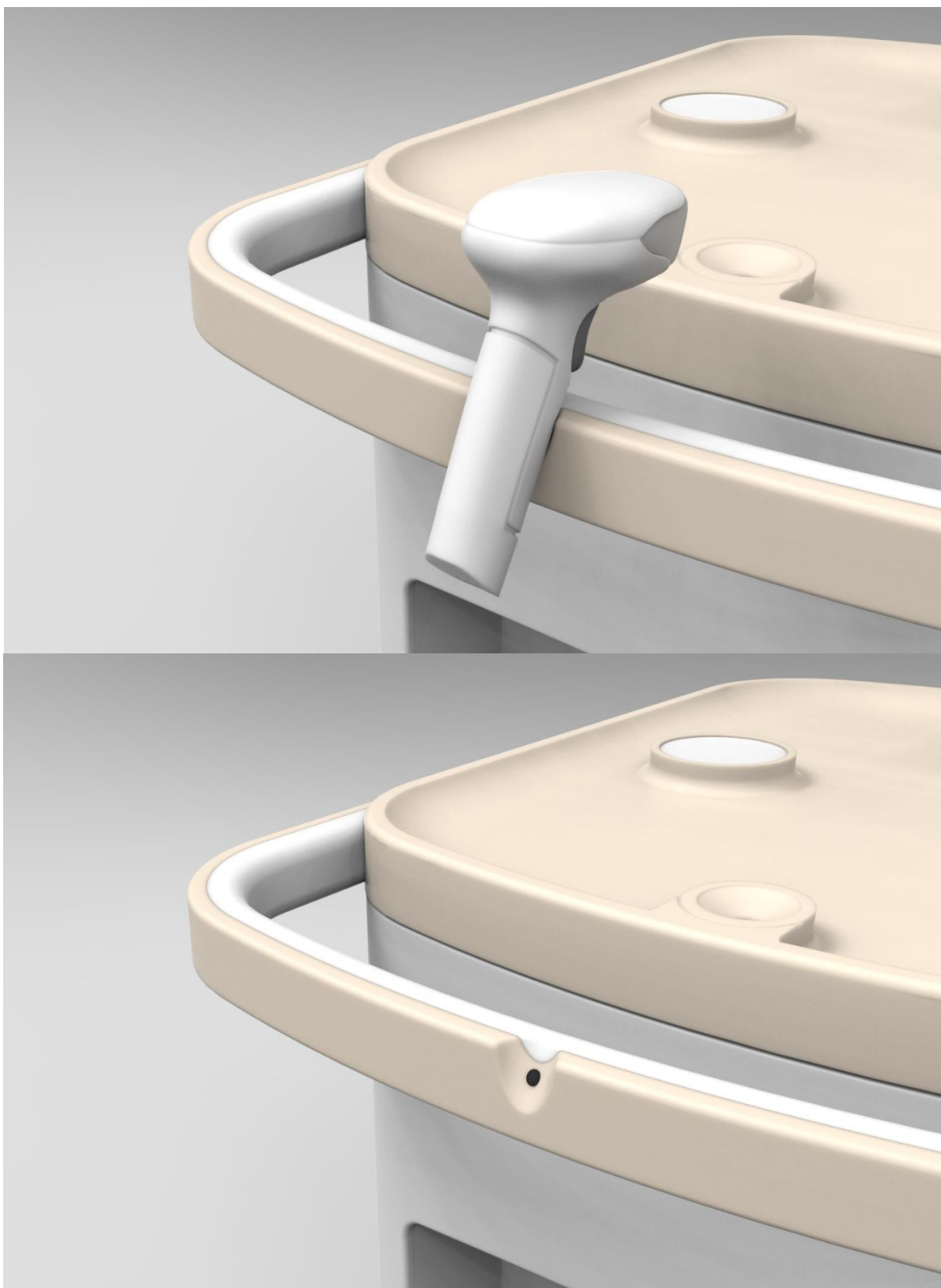
Součástí lékového automatu je čtrnáctipalcová obrazovka s dotykovým TFT displejem, který lze ovládat i v rukavicích. Velikost displeje je dostatečná pro zobrazení potřebných informací čitelně a zřetelně, zároveň poskytuje prostor pro psaní poznámek na klávesnici na obrazovce. Displej je opatřen anti-glare fólií, která ztmavuje obraz při pohledu z boku a činí jej nečitelným. Toto opatření bylo implementováno k ochraně osobních údajů pacientů před ostatními pacienty, jelikož pacienti jsou v pokojích zdravotnického zařízení málokdy sami.

Na spodním okraji obrazovky se nachází logo a zapínací tlačítko, které slouží k případnému restartování systému. Obrazovka je umístěna na pohyblivém rameni, což uživatelům umožňuje nastavit ji podle svých potřeb.



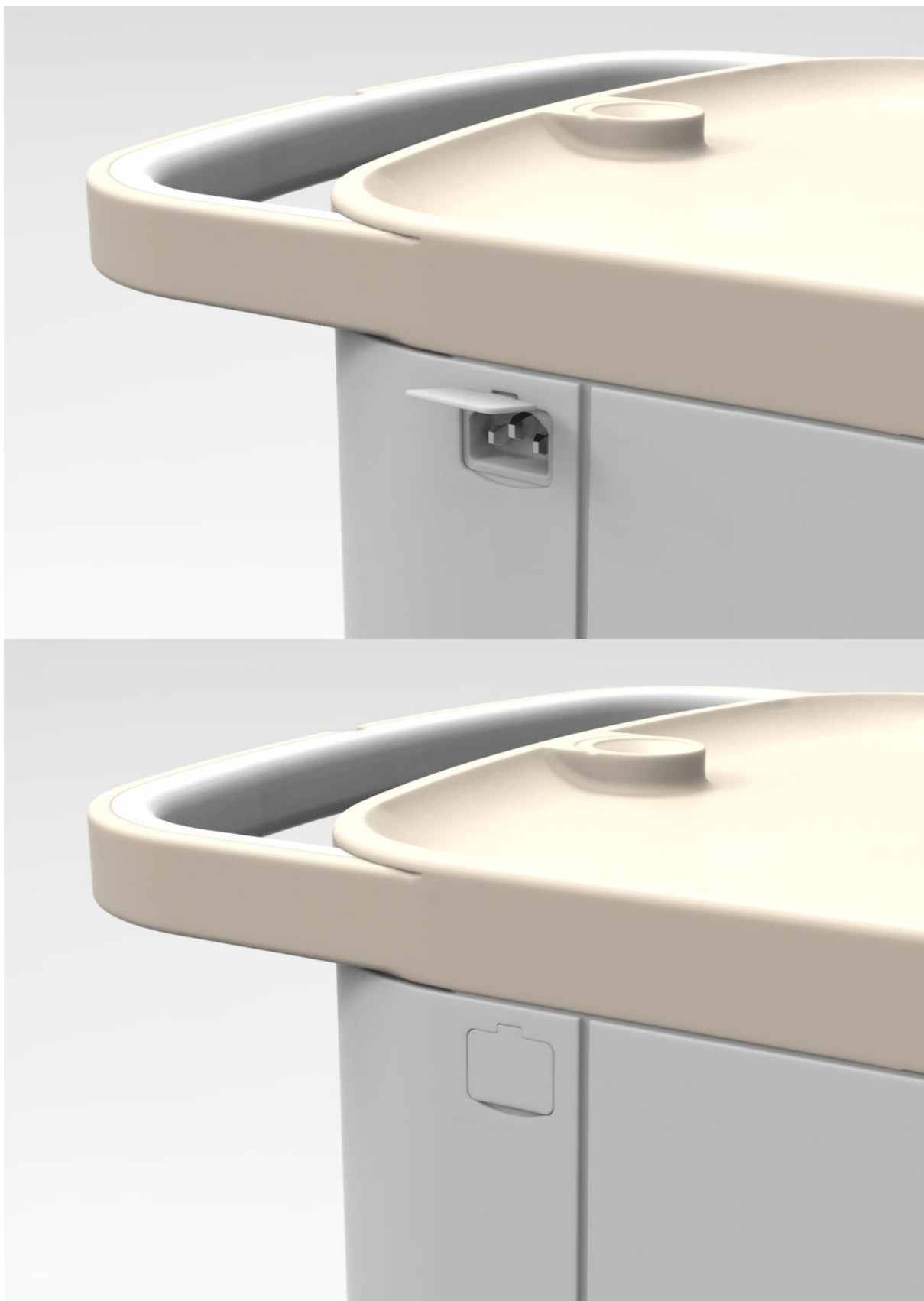
obrázek 73 vizualizace obrazovky, loga a tlačítek

Čtečku QR kódů jsem vybrala z dostupných existujících variant, protože její návrh nebyl součástí mého zadání. Její umístění zajišťuje neustálou dostupnost a vychází ze scénářů použití a testování prototypů. Čtečka je bezdrátová, s bezdrátovým napájením, a je připevněna pomocí magnetu.



obrázek 74 detail umístění a připevnění čtečky QR kódů

Napájení lékového automatu je umístěno u madla. Toto umístění jsem zvolila z důvodu snadné přístupnosti při manipulaci s vozíkem. Zástrčka je zabezpečena plastovou krytkou za účelem zajištění bezpečnosti uživatelů.

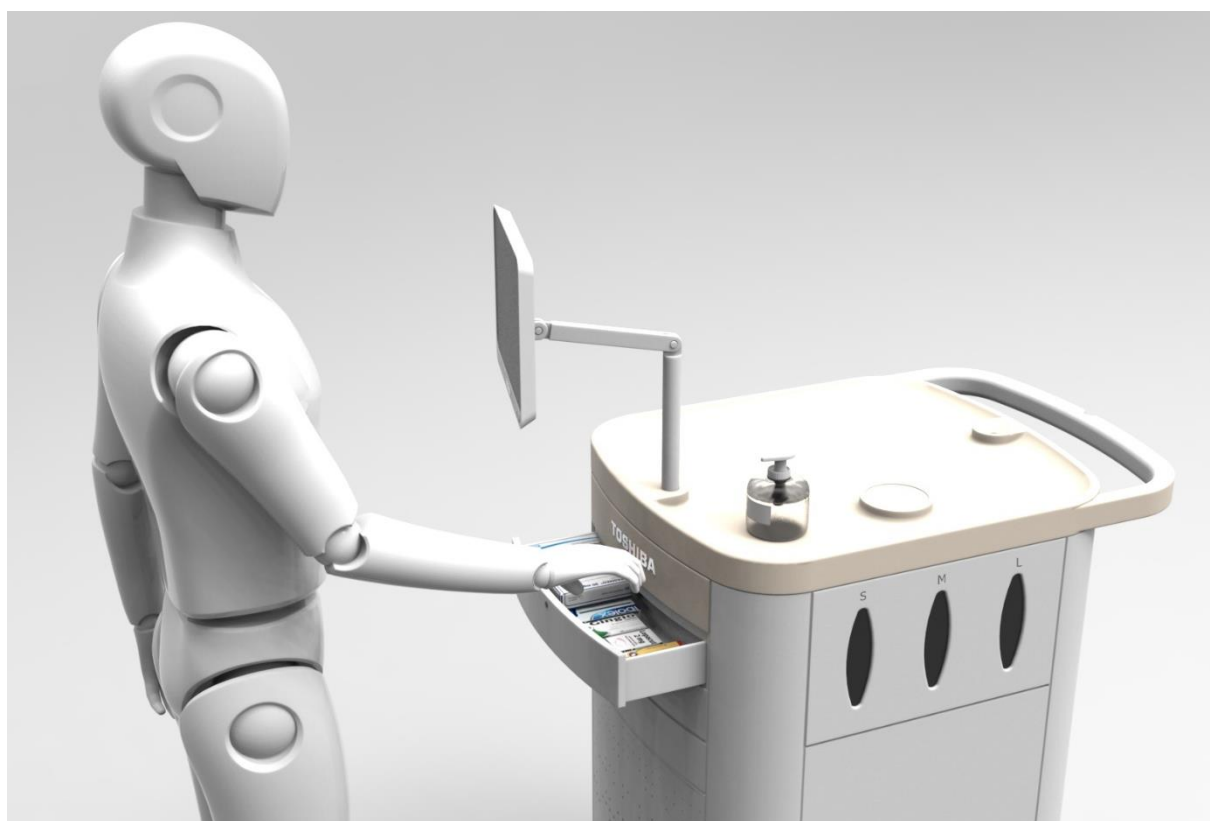


obrázek 75 detail napájení s odklopenou a zaklopenou krytkou

Součástí návrhu jsou také zásuvky. První z nich, barevně odlišená, se svým obsahem a interakcemi liší od ostatních. Slouží k uložení potřebných pomůcek pro výdej léků, jako jsou balení roušek, pinzety, půličky a drtičky na léky či jiné pomůcky. Vnitřní uspořádání zahrnuje přesně dimenzované místo pro běžné balení roušek používaných ve zdravotnických zařízeních. Tato zásuvka není uzamykatelná a lze ji kdykoliv otevřít pomocí mechanismu "push to open".



obrázek 76 vizualizace první zásuvky s balením roušek



obrázek 77 Vizualizace interakce uživatele s první zásuvkou

Další tři zásuvky slouží k uložení léčiv vlastněných pacienty nebo léků, které se na oddělení používají v malém množství. Tyto zásuvky jsou zamykatelné systémem, odemykají se při doplňování a výdeji léků a jejich odemčení je indikováno rozsvícením diody. Pokud by bylo nutné umístit do lékového automatu i léčiva tekuté lékové formy (výše zmíněné kapky, sirupy apod.), mohou je zdravotničtí pracovníci umístit do těchto zásuvek a dávkovat ručně, dle pokynů ošetřujícího lékaře zaznamenaných v systému, a to pouze v případě, že nebudou muset být uloženy při specifické teplotě.



obrázek 79 Detail zásuvek lékového automatu s rozsvícenou diodou



obrázek 78 vizualizace zásuvky s léky v původních obalech

Stěžejní částí lékového automatu jsou zásobníky na léky, které pojmu celkem 45 druhů léků. Zásobníky jsou dimenzovány na tři blistrové obaly, jejichž velikost se odvíjí od velikosti deseti tablet největší dostupné velikosti. Zásobníky jsou rozděleny do dvou výsuvných panelů, které jsou uzamykatelné a otevírají se pouze při procesu doplňování léků. V takovém případě systém automaticky otevře příslušný panel a světelně zvýrazní zásobník, kde je třeba léky v blistrech doplnit. Integrace LED světelné signalizace pomáhá předejít chybám a naviguje uživatele, aby léky uložil na správné místo.

Součástí panelů je také zásobník na lékovky (plastové kelímky na léky). Systém monitoruje množství lékovek stejně jako množství léků v zásobnících a upozorní zdravotnické pracovníky na jejich nedostatek před výdejem léků.

Lékový automat neslouží k uchování léčiv, které zdravotničtí pracovníci potřebují v krizových situacích. Takové léky jsou nejčastěji zamčeny ve skříni v zázemí zdravotnických pracovníků. Léky, uložené v lékovém automatu, se vydávají pouze dle předpisů ošetřujících lékařů.



obrázek 80 vizualizace vysunutých panelů se zásobníky na léky



obrázek 81 vizualizace zásobníků a detail světelného zvýraznění zásobníku



obrázek 82 uživatel doplňující zásobníky se čtečkou QR kódů v ruce

Zásobník na rukavice jsem umístila na bok lékového automatu, aby byly rukavice snadno a rychle dostupné a nezabíraly prostor na pracovní ploše. Zásobník pojme tři balení rukavic, což umožňuje uložení tří nejběžněji používaných velikostí – S, M a L. Jejich velikosti jsou vyznačené na zásobníku, aby při vybírání velikosti nedošlo ke zmatení. Dvířka zásobníku jsou výklopná a otevírají se systémem „push to open“.

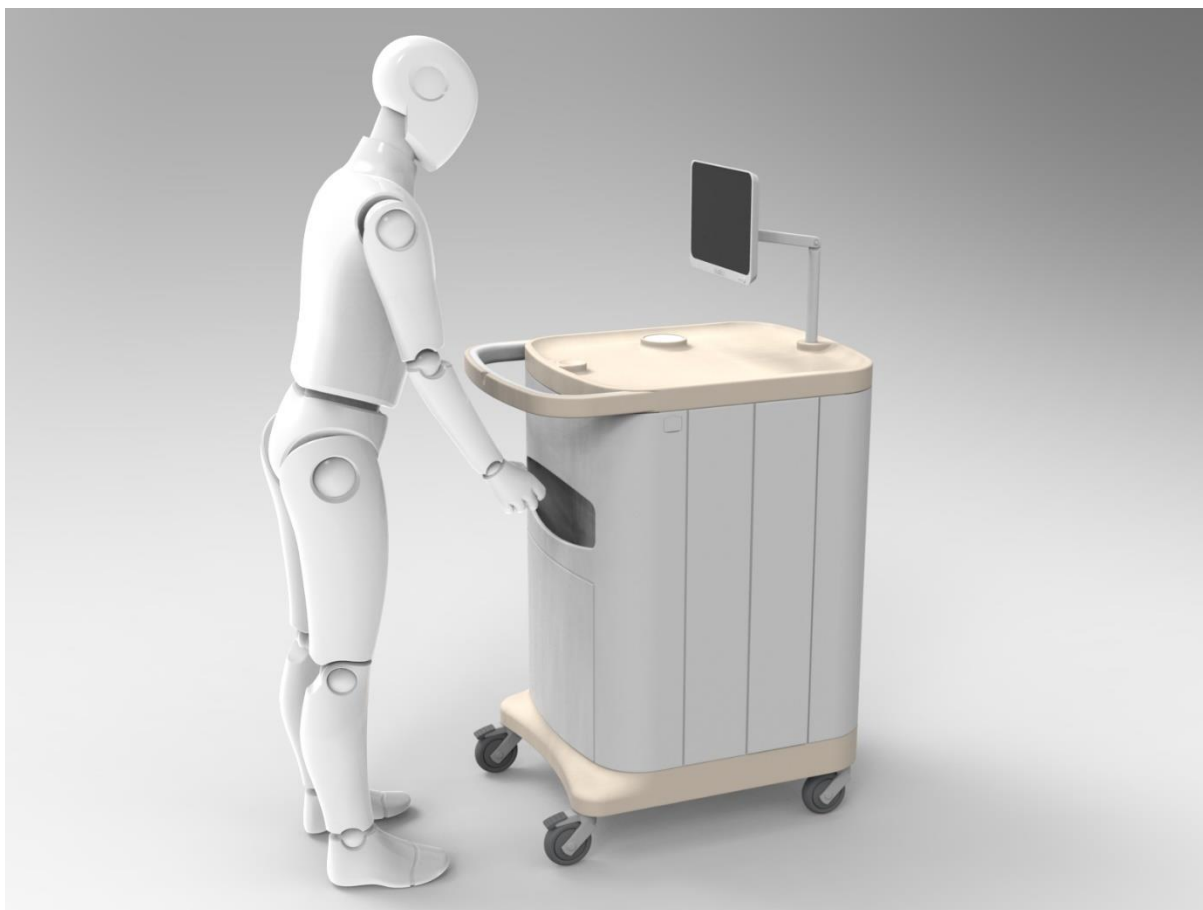


obrázek 83 detail otevírajícího se zásobníku na rukavice

Integrovaný odpadkový koš je umístěn uvnitř těla produktu, aniž by přesahoval jeho půdorys, což zachovává kompaktnost vozíku. Koš má objem 14 litrů a slouží k vyhazování rukavic, kapesníků, použitých lékových a jiného směsného odpadu. Otvor koše je dostatečně velký, aby usnadnil vhazování odpadu, a je bez krytu pro rychlé vyhození. Z hlediska hygieny to není problém, protože odpadkové pytle se budou často vyměňovat a v existujících řešeních se často používá jen obruč s igelitovým pytle. Pro vyměnění odpadkového pytle se koš jednoduše otevře pomocí systému „push to open“.



obrázek 84 vizualizace lékového automatu s vysunutým košem



obrázek 85 vizualizace uživatele vyhazujícího odpad do odpadkového koše

Kolečka lékového automatu musí splňovat požadavky dané prostředím, ve kterém se bude s lékovým automatem manipulovat. Je nezbytné, aby manipulace s produktem probíhala snadno a bez překážek, a zároveň aby bylo možné překonat případné překážky jako jsou prahy nebo vstup do výtahu.

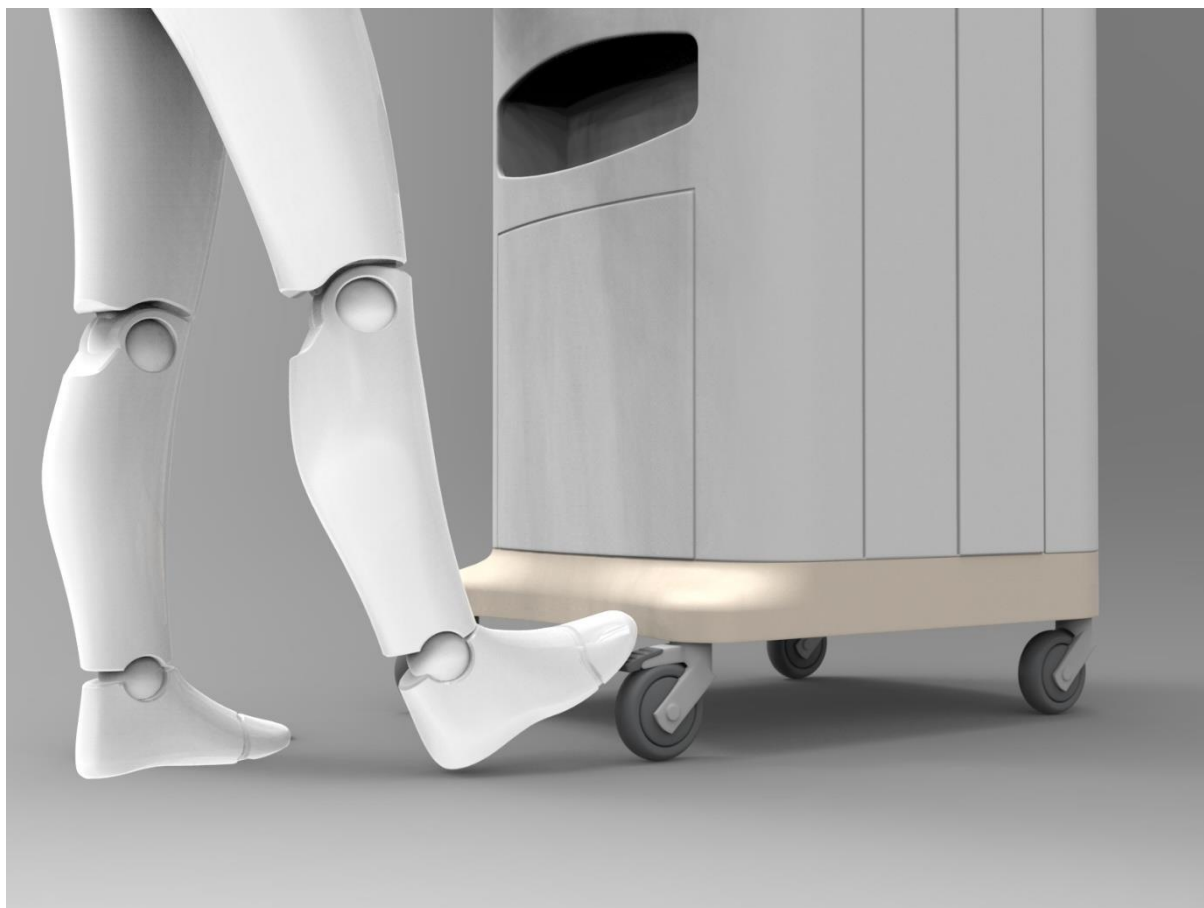
Při výběru koleček bylo také důležité zohlednit odhadovanou celkovou hmotnost produktu. Vzhledem k navrženým rozměrům lékového automatu, použitým materiálům a všem integrovaným součástem, včetně baterie, se předpokládá, že hmotnost lékového automatu by se pohybovala kolem 40 kg. (Běžně používané zdravotnické vozíky obvykle váží mezi 30 a 50 kg.)⁴¹. Tato hmotnost je optimální pro zajištění stability i pro snadnou manipulaci v prostředí zdravotnických zařízení. Předpokládanou váhu lékového automatu je třeba rozdělit třemi, abychom získali zátěž na jedno kolečko. Jedno kolečko se odečte z celkového počtu, aby se zajistila dostatečná nosnost i v případě, že je jedno kolo ve vzduchu kvůli nerovnosti povrchu podlahy.⁴² Dle tohoto výpočtu lze odvodit požadovanou nosnost jednoho kolečka, kterou je třeba uvážit při jejich výběru.

Důležitým požadavkem při výběru koleček byla také integrace brzdy. Kolečka s brzdou jsou umístěna pod madlem tak, aby byla jejich brzda snadno dostupná a zároveň aby nebránily pohodlné manipulaci s lékovým automatem. Jsou umístěna pod madlem, zatímco kolečka bez

brzdy jsou schovaná v rozměrech půdorysu vozíku, což minimalizuje riziko jejich poškození a předchází úrazům pracovníků během výdeje léků.



obrázek 87 zvolené přístrojové kolo hygienické 100 s brzdou



obrázek 86 vizualizace uživatele brzdícího lékového automat

Pod zásuvkami uvnitř lékového automatu je uložena baterie, která se během práce zahřívá, proto je nezbytné zařadit do návrhu větrací mřížku. Při navrhování jsem zvážila několik variant perforací a vybrala variantu, která se nejlépe hodila k celkovému výraz lékového automatu. Za perforací je umístěný filtr, který chrání systém před prachovými částmi a jinými nečistotami.



obrázek 88 vizualizace perforace

V konečných fázích navrhování jsem uvažovala nad vhodným umístěním loga. Vybrala jsem si společnost Toshiba kvůli jejich kompetencím a předchozím zkušenostem v návrhu podobných produktů. Díky svým technologickým znalostem a zkušenostem v oblasti zdravotnických zařízení, by mohla být Toshiba ideálním dodavatelem lékových automatů.

U barevných variant produktu jsem vycházela z odstínů Pantone používaných na plastové produkty. Všechny zvolené odstíny mají za cíl působit příjemně a nerušivě v prostředí zdravotnického zařízení a zachovat světlý a pocitově čistý povrch lékového automatu.



obrázek 92 vizualizace lékového automatu v odstínu 9022 C



obrázek 91 vizualizace lékového automatu v odstínu 9423 C



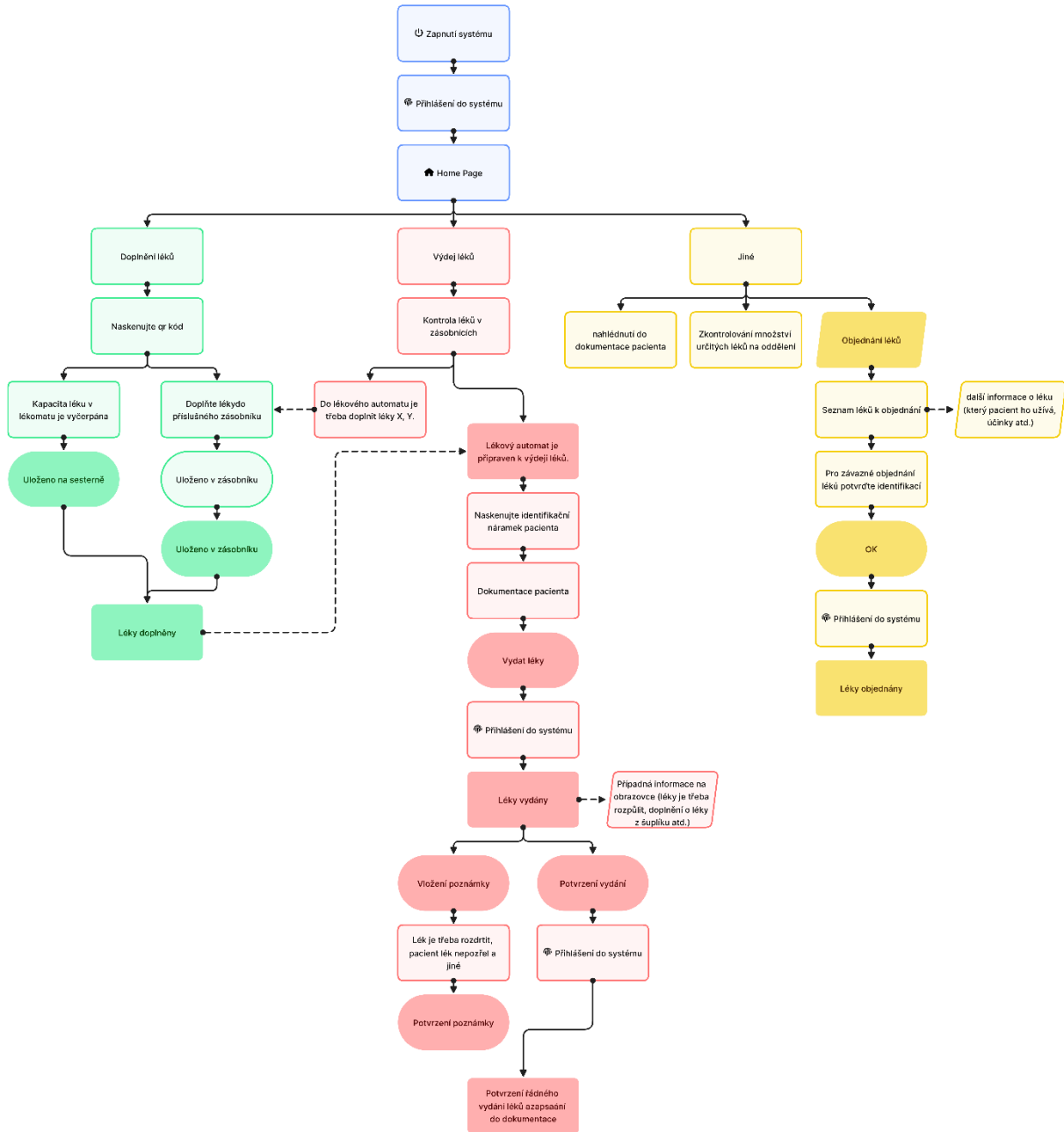
obrázek 89 vizualizace lékového automatu v odstínu 9562 C



obrázek 90 vizualizace lékového automatu v odstínu 9182 C

6.1.3 Případy užití

Důležitou částí finálního návrhu je také systém, který zaručuje správnou funkci lékového automatu a bezpečnou manipulaci s léčivými v příslušném zdravotnickém oddělení. Systém je zprostředkován dotykovou obrazovkou lékového automatu.

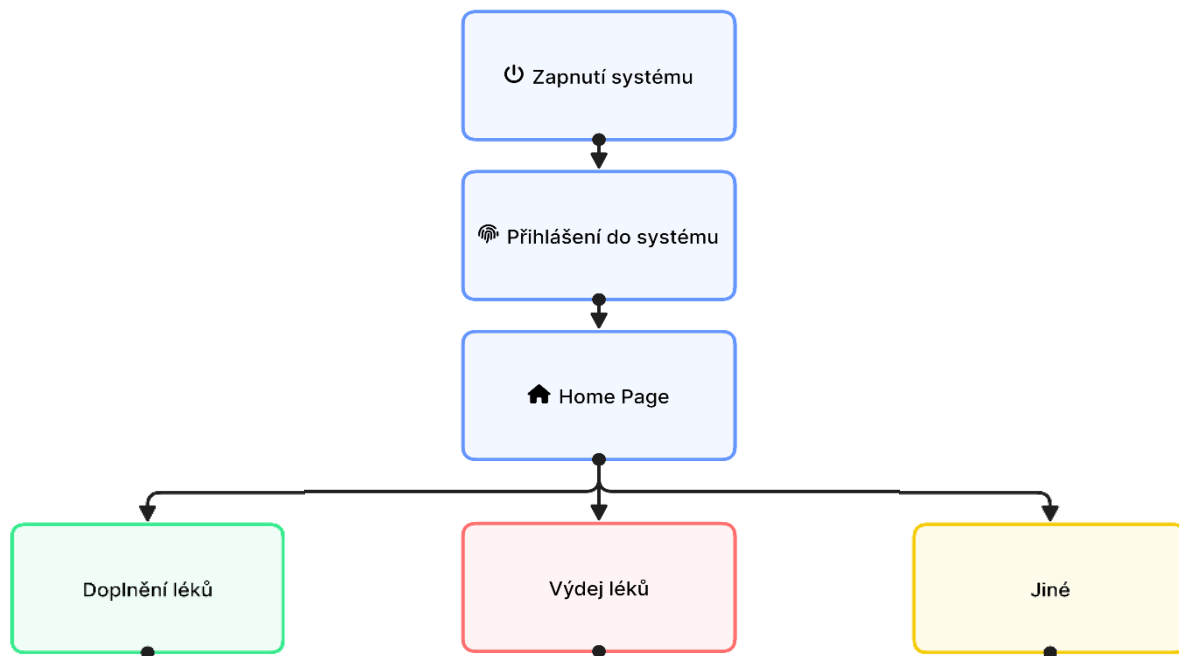


obrázek 93 user flow graf celý

Všechny interakce spojené se systémem lékového vozíku začínají jeho zapnutím. Následně je třeba, aby se interagující uživatel přihlásil do systému. To může učinit pomocí své identifikační karty, kterou naskenuje čtečkou QR kódů, přes uživatelské jméno a heslo, přes identifikační kód, nebo jiným způsobem obvyklým v daném zdravotnickém zařízení. Přihlášení je zásadním krokem z hlediska zodpovědnosti za provedené úkony a oprávněním tyto úkony

plnit. V rámci systému je také možnost omezit jisté úkony pouze na určité uživatele, v případě, že někteří pracovníci mají legálně omezenou pravomoc v kontextu zacházení s léčivý.

Po přihlášení se uživatel dostane na domovskou stránku. Tato stránka zobrazí menu, kde si uživatel může podle potřeby vybrat ze tří možností: „Doplnění léků“, „Výdej léků“ nebo „Jiné“.



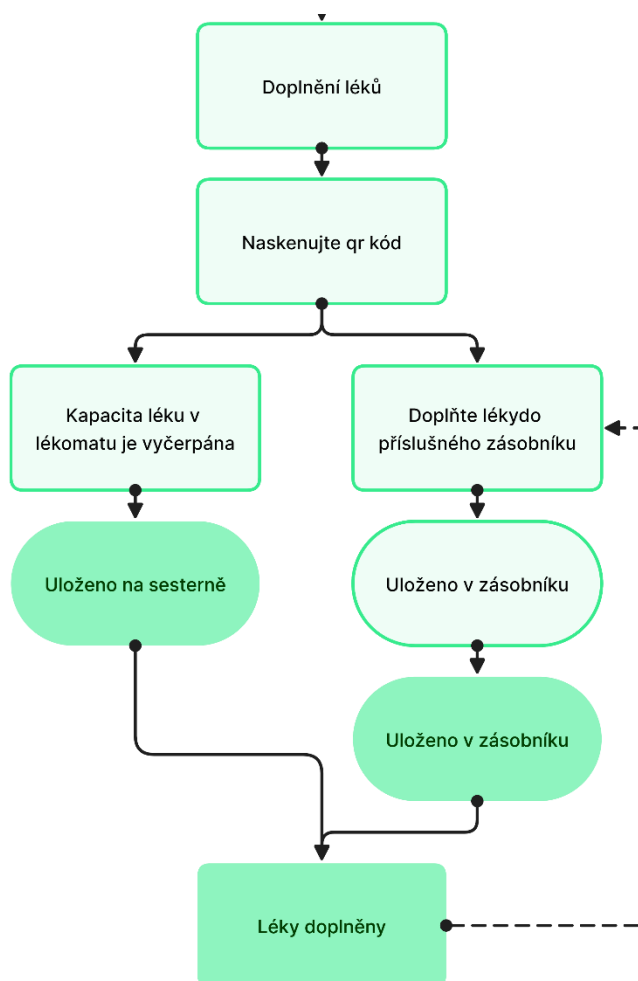
obrázek 94 user flow detail počáteční interakce se systémem

Při výběru možnosti „Doplnění léků“ je předpokladem, že do zdravotnického zařízení dorazila objednávka léčiv a uživatel ji musí pomocí systému zaevidovat a léčivo řádně uložit na příslušná místa. K tomu mu pomůže systém lékového automatu. V dalším kroku tohoto scénáře uživatel dostane prostřednictvím displeje pokyn naskenovat QR kódy léků, které je třeba doplnit. Po naskenování krabičky léků systém zpracuje a uloží všechny potřebné informace (název léku, datum expirace, množství léků v balení apod.). Tyto informace dále vyhodnotí a zvolí jednu ze dvou možností. V případě, že je kapacita daného léku v lékovém automatu vyčerpána, systém obeznámí uživatele a dále ho naviguje, aby léky uložil do zamykatelné skříně na léky na sesterně. Poté čeká na potvrzení uživatelem a následně vede uživatele ke skenu dalších léků, které je třeba uložit. V případě, že kapacita léku v lékovém automatu není vyčerpána, systém odemkne příslušný panel nebo zásuvku, kde je daný lék uložen. Uživatel panel otevře a díky rozsvícené signalizaci identifikuje příslušný zásobník, kde je třeba léky doplnit a vyhodit případné prázdné blistry. Podobně postupuje i v situaci, že je daný lék uložený v zásuvce. Organizace léků v dané zásuvce je v režii uživatelů, systém pouze určuje, ve které zásuvce je lék uložen.

Po řádném uložení uživatel zásobník zavře a na obrazovce potvrdí uložení léků v zásobníku. V případě chyby může uživatel kdykoliv proces zastavit a kterýkoliv krok opravit. Stejný scénář se opakuje, dokud zdravotnický pracovník nenaskenuje a neuloží všechny nově přijaté léky.

System by měl mít přehled o všech objednaných léčivech, jelikož také zprostředkovává systém objednávek. Je tedy možné, že v případě chyby uživatele po procesu doplňování léků upozorní, že některé léky z objednávky chybí v naskenované databázi. V takovém případě je uživatel upozorněn, že objednávka nesouhlasí s přijatým zbožím a kontaktuje odesílatele.

Díky integraci skenování léčiv při jejich uschování a centrálně řízenému systému ukládání léčiv lze předpokládat, že dojde ke značnému snížení chybovosti spojené s chybným ukládáním a označováním léčiv, podáváním léčiv po expirační době a plýtváním léčiv. System rovněž automaticky provádí inventuru léčiv na oddělení, čímž usnadňuje práci zdravotnickému personálu a zároveň předchází jejich možné chybovosti. Díky těmto opatřením systém poskytuje přesný, snadno dostupný a zcela transparentní přehled o léčivech uložených na daném oddělení.



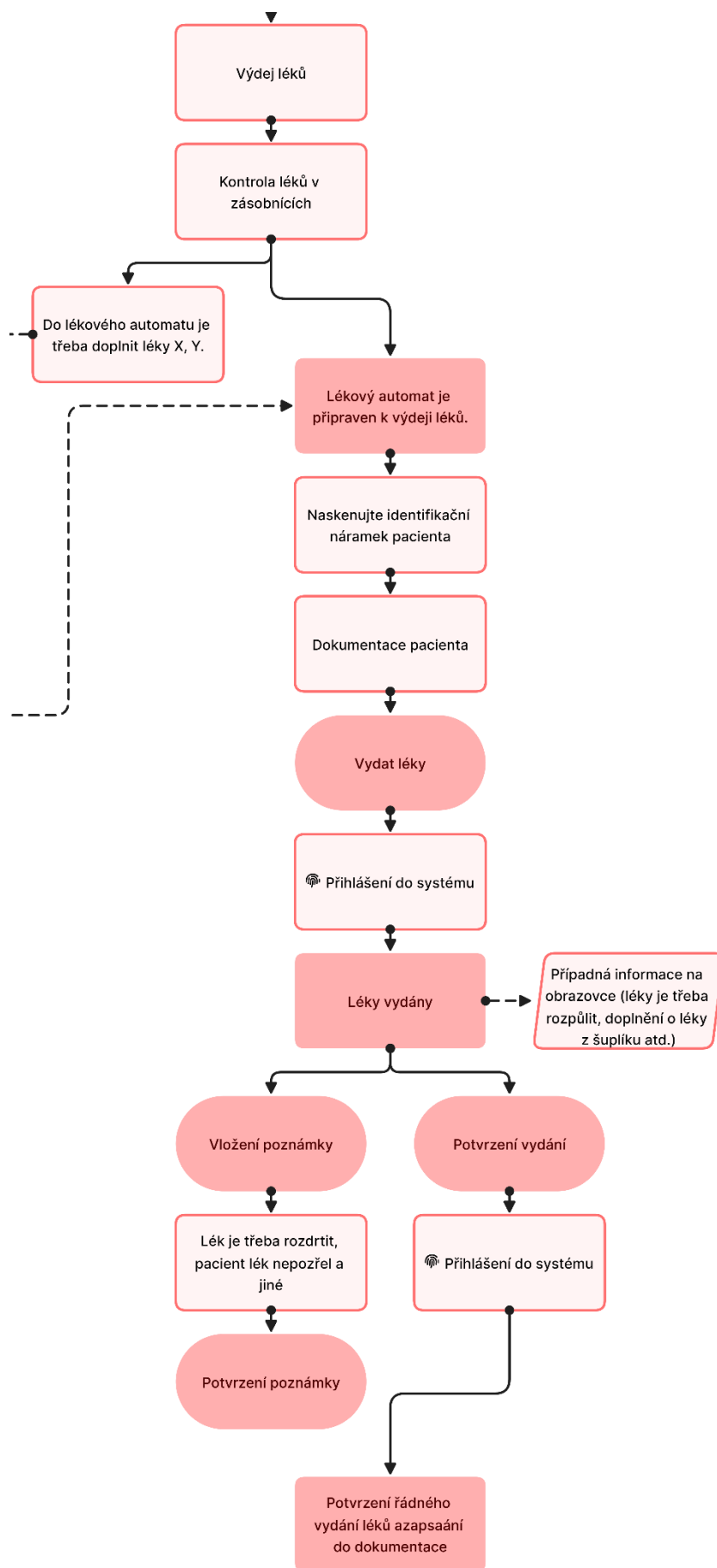
obrázek 95 detail user flow – doplňování léků

Při zvolení možnosti „Výdej léků“ se předpokládá, že se zdravotničtí pracovníci připravují na výdej léků pacientům na oddělení. System na tento pokyn reaguje automatickou kontrolou množství léků v zásobnících a zásuvkách. Díky tomu, že systém zná údaje o předepsaných léčích pacientů na daném oddělení a množství léků v zásobnících lékového automatu, snadno vyhodnotí, zdali lékový automat obsahuje dostatek léků k tomu, aby výdej léků proběhl plynule a řádně. V případě, že je v lékovém automatu dostatek léků, systém upozorní

uživatelé, že lékový automat je připraven k výdeji léků. V případě, že některé léky automatu chybí, systém uživatele upozorní, které léky to jsou a naviguje ho k jejich doplnění ze zásob uložených v zamykatelné skříni. Po doplnění léků systém uživatele upozorní, že je lékový automat připraven k výdeji. Následně uživatelé odpojí lékový automat z napájení a postupně procházejí pokoje zdravotnického zařízení, kde je třeba vydat léky.

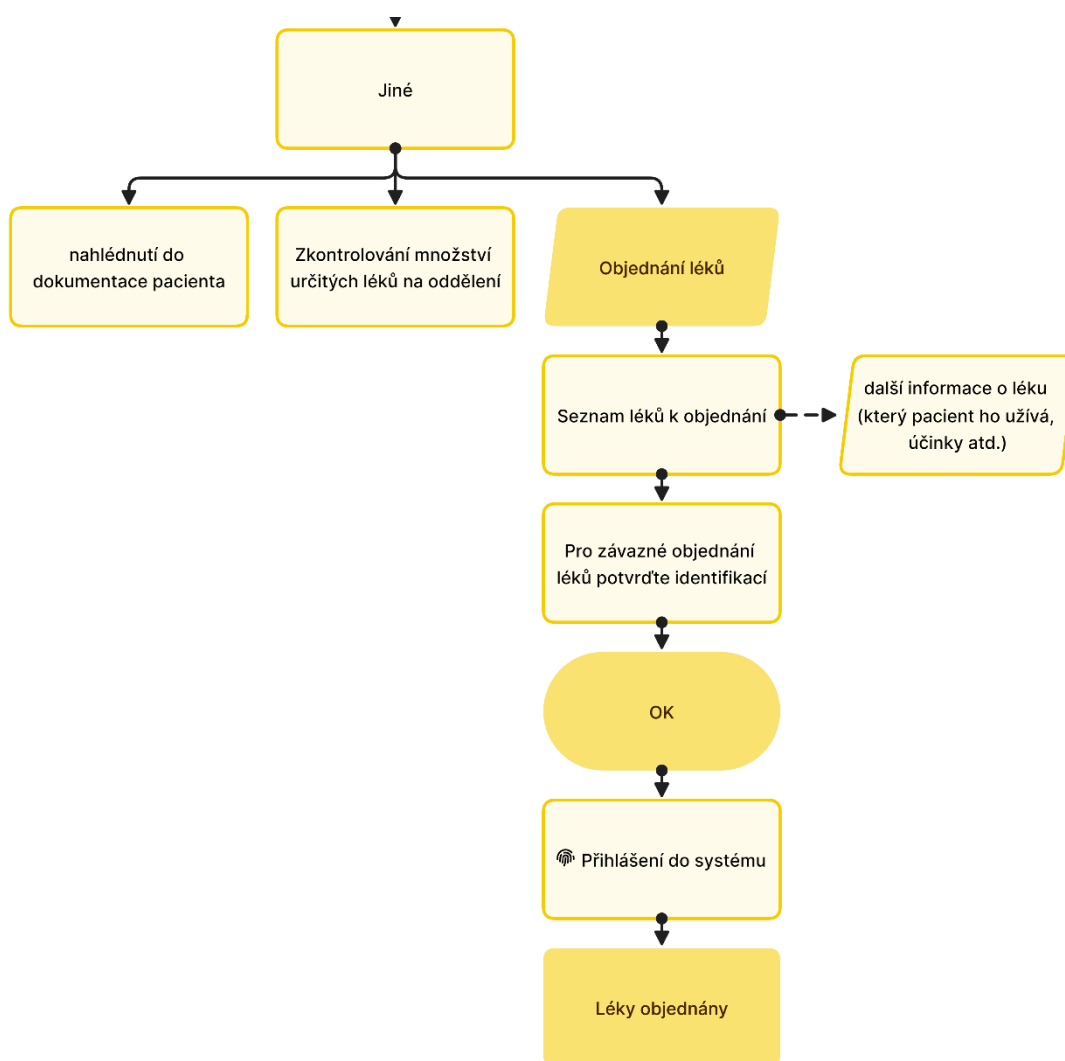
Výdej léčiv začíná, stejně jako je tomu v současné praxi a předepsaných postupech, identifikací pacienta. Pro snížení chybovosti i v této fázi výdeje léků, zdravotničtí pracovníci naskenují identifikační náramek pacienta. Na to systém reaguje zobrazením dokumentace pacienta na obrazovce, včetně předepsané medikace a tlačítka „vydat léky“. Po stisknutí tohoto tlačítka je zdravotnický pracovník vyzván k identifikaci. Tento krok předchází chybovosti a zaručuje, že léky vydává kompetentní osoba. Po identifikaci se aktivuje vnitřní systém automatu a postupně nadávkuje potřebné léky do lékovky, která následně, připravená k předání pacientovi, vyjede z horní plochy lékového automatu. V případě, že je třeba pacientovi léky podat konkrétním způsobem (například rozpůlit nebo rozdrtit tablety), tyto informace se zobrazí na displeji během výdeje. Jestliže pacient užívá některý z léků uložených v zásuvkách, systém tyto informace také zobrazí na obrazovce a příslušnou zásuvku odemkne.

Po vydání léku pacientovi zdravotnický pracovník zkontroluje, zdali léky řádně užil. Následně má možnost vložit do systému poznámku, která se může týkat potřebných požadavků na výdej léku konkrétnímu pacientovi, problému výdeje nebo jiných specifických situací. Poznámku může uživatel zvolit z daných předvoleb, nebo ji napsat sám. Po vložení poznámky do systému se tato informace automaticky uloží do dokumentace pacienta, zároveň se odešle ošetřujícímu lékaři, který na ni může přímo reagovat, například změnit medikaci nebo lékovou formu léčiva. Po zadání a uložení poznámky uživatel potvrdí výdej svou identifikací a pokračuje stejným postupem u ostatních pacientů. V případě, že není potřeba zadat poznámku, uživatel může výdej potvrdit hned. Díky tomuto potvrzení je přesně zdokumentované, kdy pacient léky užil a který pracovník byl přítomen, aniž by zdravotničtí pracovníci museli provádět záznam výdeje léků do příslušné dokumentace ručně.



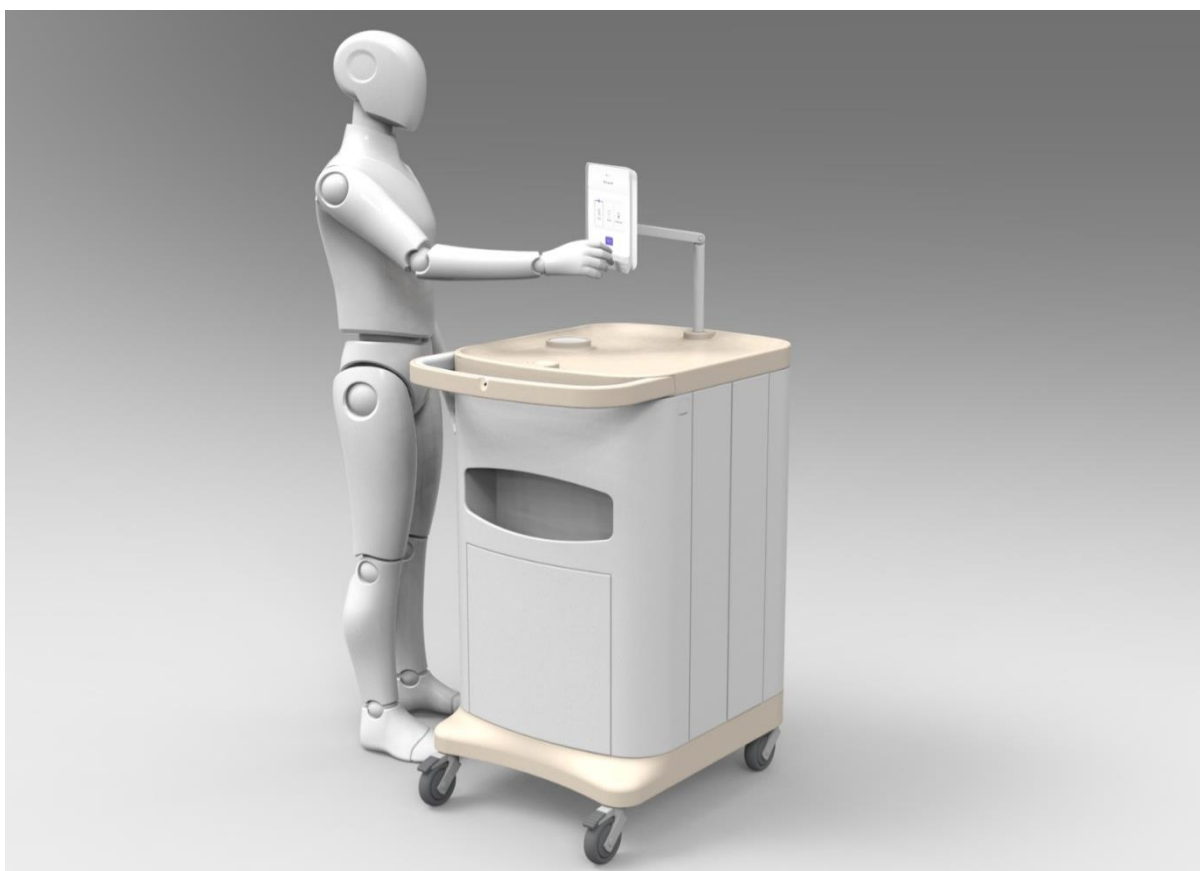
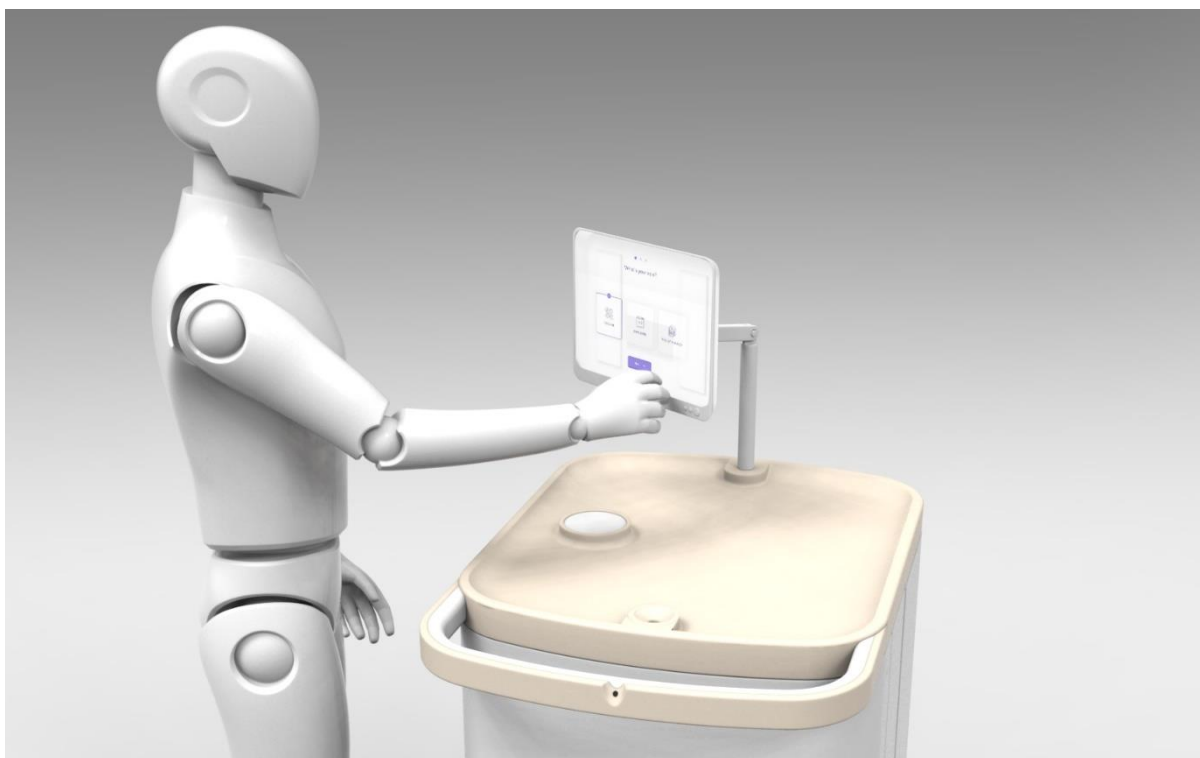
obrázek 96 detail user flow – výdej léků

V případě, že uživatel zvolí v hlavním menu variantu „Jiné“, otevře se mu další menu s možnostmi. První možností je „Nahlédnutí do dokumentace pacienta“. Při volbě této možnosti může povolovaný zdravotnický pracovník nahlédnout do karet pacientů. Další možností je „Kontrola množství léků“, kdy může uživatel nahlédnout do seznamu zaznamenaných léků na oddělení a údajů o nich. Poslední možností je „Objednání léků“. Tato možnost se však ve většině případů užití objeví jako tzv. vyskakovací okno, v případě, že je po procesu výdeje léků třeba objednat léky. V případě, že chce uživatel objednat léky na oddělení, klikne na tlačítko „objednat“. Následně se mu na obrazovce objeví seznam léků k objednání. U každého léku se může uživatel podívat na detailnější informace nejen o účincích léku, ale i o pacientech, kteří daný lék užívají. Pro závazné objednání léků se musí uživatel opět identifikovat, k čemuž ho systém naviguje pomocí instrukcí na displeji. Po identifikaci jsou léky objednány a informace se automaticky odešle do systému příslušné lékárny.



obrázek 97 detail user flow – jiné, objednání léků

Uživatelské rozhraní systému je jednoduché a nabízí intuitivní interakce, což umožňuje rychlou práci a snadné zaškolení pracovníků v používání zařízení.

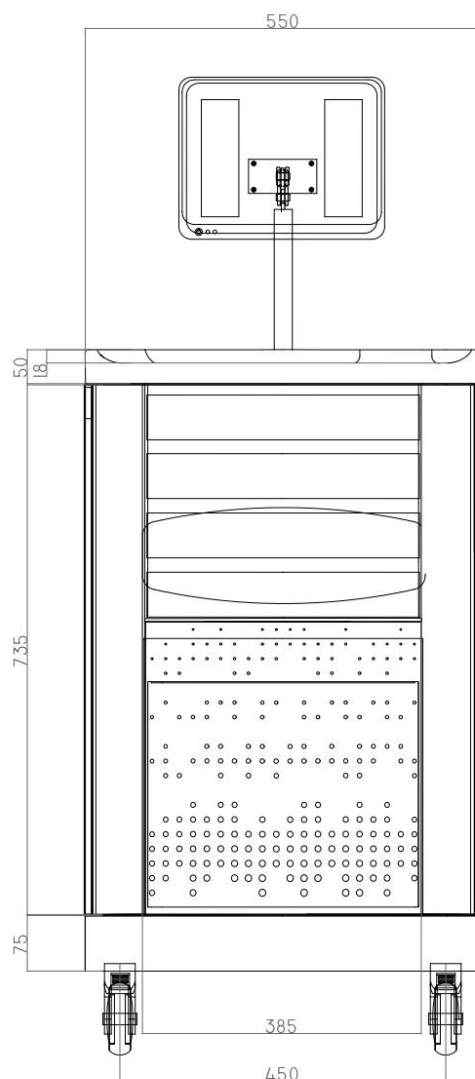


obrázek 98 vizualizace interakce uživatele se systémem prostřednictvím pohyblivé obrazovky

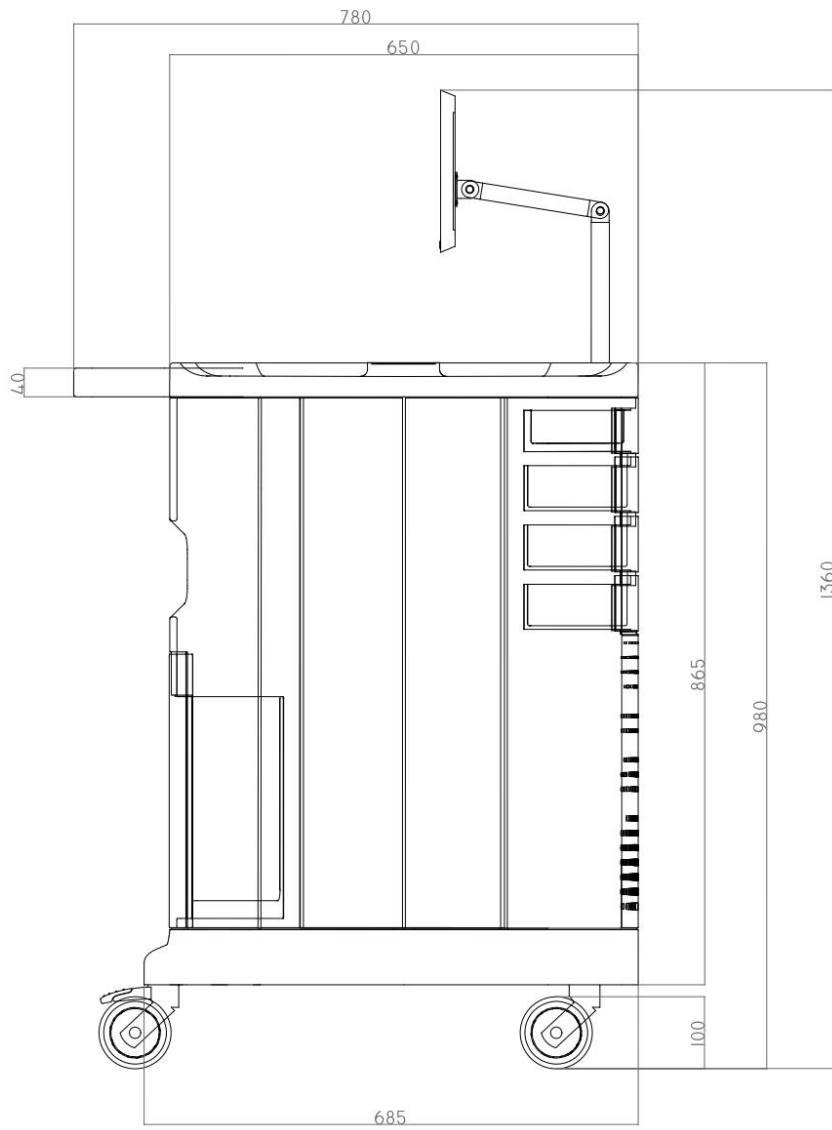
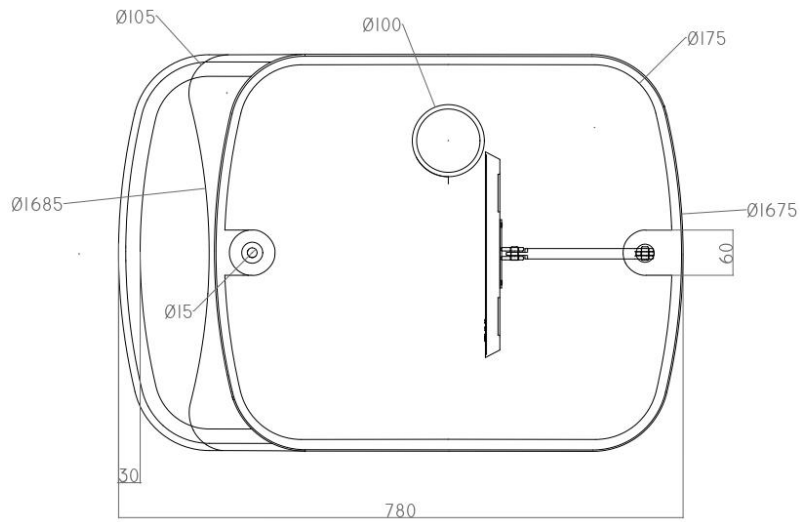
7. Technická dokumentace

7.1 Technické výkresy v měřítku

7.1.1 Lékový automat

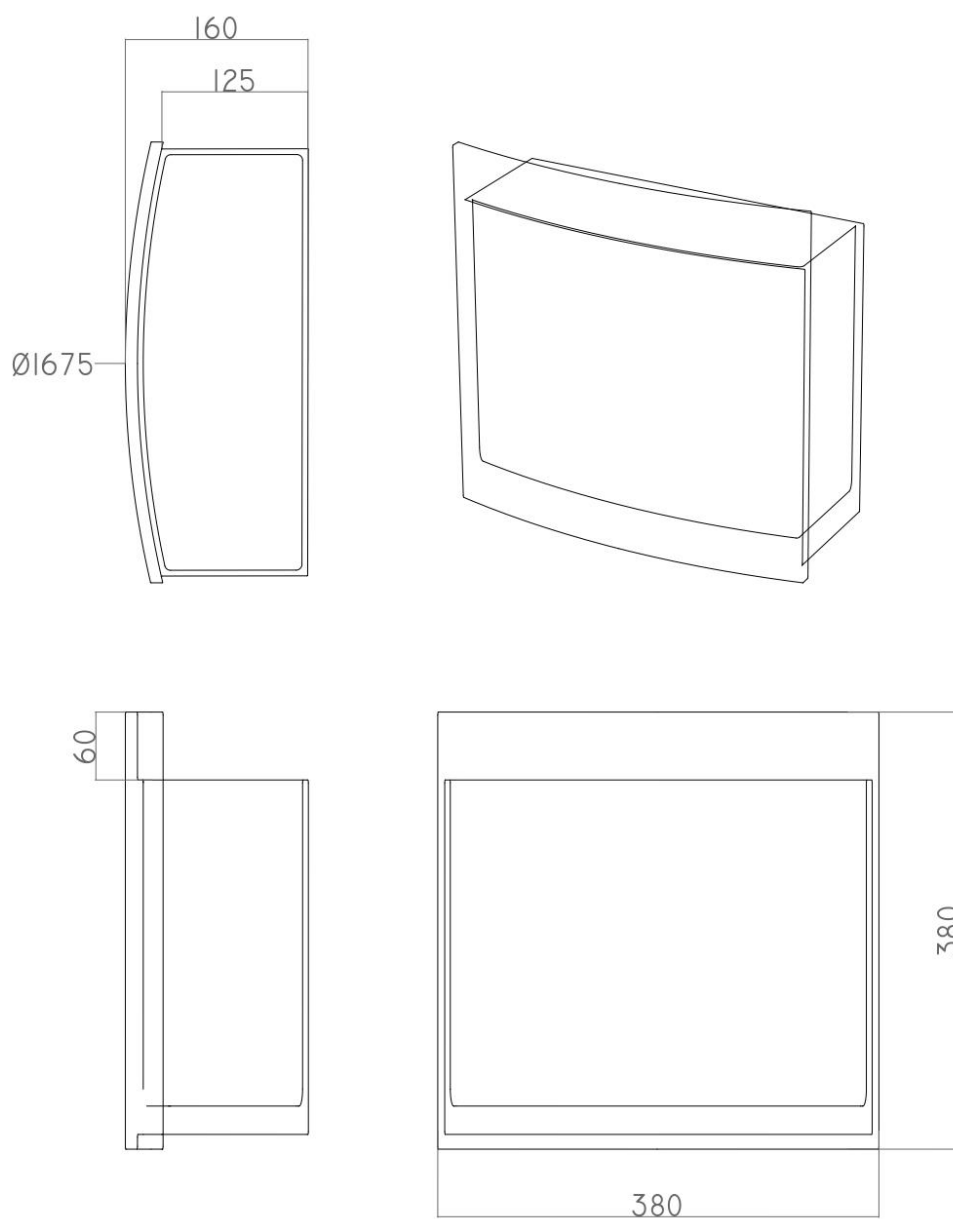


1:8



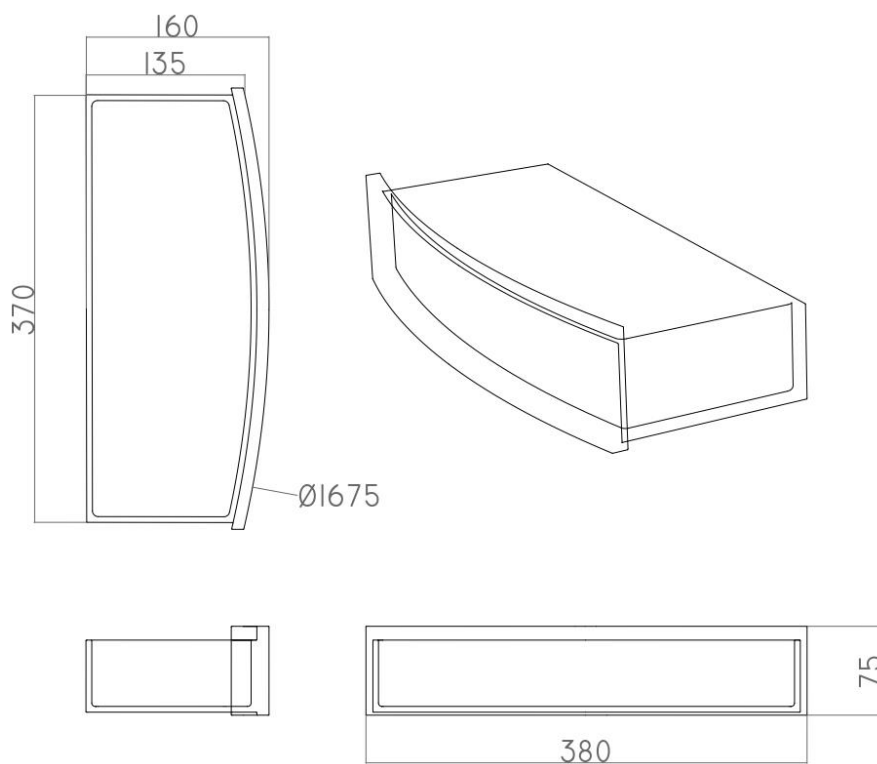
1:8

7.1.2 Odpadkový koš



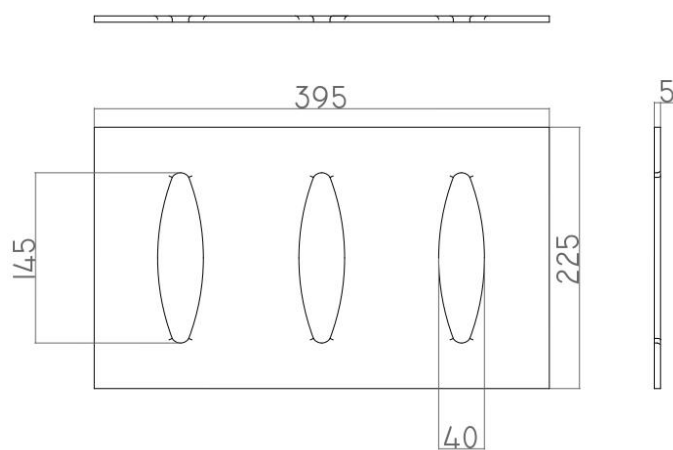
1:5

7.1.3 Zásuvka



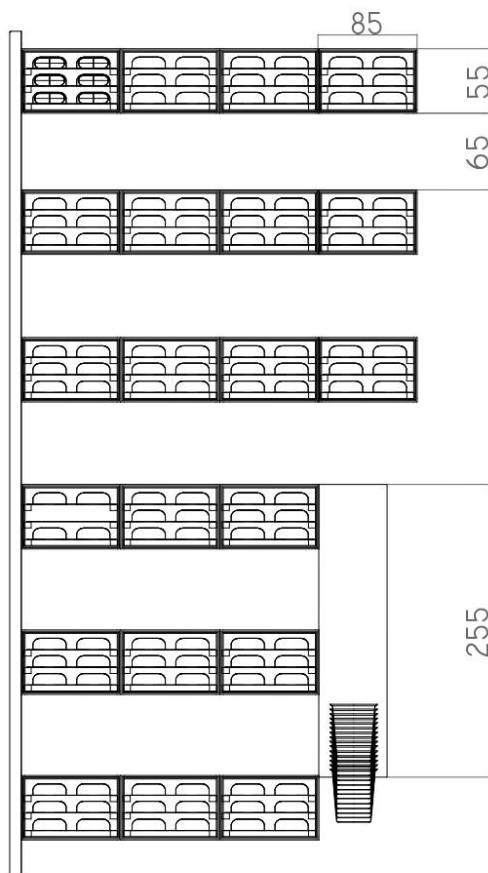
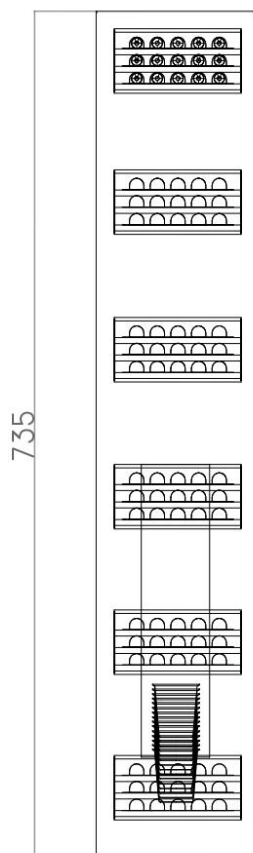
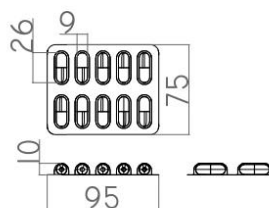
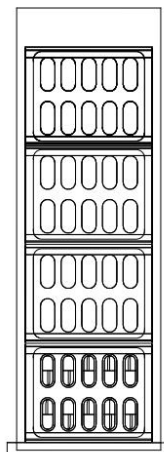
1:5

7.1.4 Organizér na rukavice



1:5

7.1.5 Zásobníky a blistr



1:5

7.2 Výroba

Technologie výroby bude předmětem konzultace s konstruktéry, potenciálními výrobci a technology. Plánovaný technologický proces výroby zahrnuje vstřikování nebo lisování jednotlivých plastových dílů lékového automatu. Navrhované rozdělení komponentů automatu bude předmětem diskuse s odborníky, přičemž je velmi pravděpodobné, že dojde k úpravám ve struktuře dílů a celkovém designu přístroje. Další konzultace s příslušnými odborníky budou zapotřebí ohledně vnitřního uspořádání vozíku. Bude také nutné diskutovat s odpovědnou osobou o velikosti baterie a její dostatečné kapacitě pro provoz, případně provést úpravy v návrhu. Tyto konzultace pravděpodobně také povedou ke drobným změnám v návrhu a vnitřním uspořádání lékového automatu.

8. Závěr

Téma diplomové práce jsem zvolila zejména se záměrem návrhu produktu do prostředí zdravotnických zařízení. Mým cílem bylo navrhnout produkt, který by přinesl inovaci nejen estetickou, ale i funkční a koncepční. Zabývat se nejen samotným návrhem produktu, ale i jeho interakcí s uživateli, existujícími předpisy a zažitými procesy, se objevuje napříč všemi mými designerskými pracemi. Zabývala jsem se návrhem senzoru čistoty vzduchu určeného k umístění na kočárek, interiérového kompostéru využívající bokashi metodu kompostování, a v rámci Erasmu na Belgické univerzitě v Antverpách jsem navrhovala komunikátor, který měl za cíl pomoci studentům navázat vztahy se svými spolužáky. Především tato zkušenost, a nahlédnutí do jiných způsobů výuky, mě motivovalo ke změně mého přístupu k navrhování produktu. Proto jsem při výběru tématu mé diplomové práce hledala problém, který bych chtěla vyřešit a ne produkt, který bych chtěla navrhnout.

V rámci mé diplomové práce jsem se tedy zaměřila na návrh produktu a systému s cílem zvýšit efektivitu a pohodlí, snížit chybovost zdravotnického personálu a zvýšit bezpečnost a psychologický komfort pacientů. V rámci tohoto cíle jsem se zabývala analýzou současných postupů dle dostupných textových a internetových zdrojů, rozhovorů se zdravotnickým personálem, studenty medicíny a farmaceuty. Výzkum a analýza potvrdily závažnost řešeného problému. Podávání léků je jednou z nejdůležitějších součástí ošetrovatelské péče a práce zdravotních sester, přičemž i malá chyba může mít fatální následky na zdraví pacienta.

Z provedené analýzy vyplynula potřeba inovativního řešení, které by minimalizovalo rizika, zároveň usnadnilo práci zdravotního personálu a celkově zvýšilo kvalitu ošetrovatelské péče. V dalších krocích procesu navrhování jsem se snažila takové řešení najít a navrhnout produkt, který řešení zprostředkovává.

Během procesu navrhování jsem kladla důraz zejména na bezpečnost uživatelů, snadnou manipulovatelnost automatu a adekvátní umístění potřebných zdravotnických pomůcek. V kontextu bezpečnosti jsem se zaměřila především na adekvátní zabezpečení léčiv, ergonomii lékového automatu a návrh snadno čistitelného povrchu zařízení, který by zajistil zdravotně bezpečné prostředí potřebné k procesu výdeje léků.

Výsledkem této práce je prototyp lékového automatu, který splňuje požadavky na bezpečnost, efektivitu a uživatelskou přívětivost. Lékový automat a s ním spojený systém má potenciál zlepšit kvalitu péče o pacienty a snížit riziko chyb spojených s procesem výdeje léků.

9. Reflexe

Pokud bych měla možnost dál pracovat na projektu a rozvíjet ho, prioritně bych se zaměřila na detailní testování. Mým cílem by bylo ověřit nejen funkčnost lékového automatu a s ním spojeného systému, ale hlavně jeho využitelnost v reálných podmínkách. Testování s uživateli na pracovišti a následné dotazování na jejich zkušenosti s používáním lékového automatu by bylo klíčové.

Kdybych měla k dispozici více času, mohla bych se podrobněji věnovat konstrukčním aspektům lékového automatu a konzultovat je s příslušnými odborníky a konstruktéry. Diskuse by zahrnovala zejména optimální velikost baterie, vhodné způsoby napájení, vnitřní rozložení zásobníků, způsoby navigace lékovky uvnitř lékového automatu. Je pravděpodobné že tyto podněty by ovlivnily vnitřní uspořádání automatu, což by mělo vliv i na jeho vzhled. Dalším důležitým bodem, který by bylo vhodné prodiskutovat s odborníky, jsou možnosti výroby a zhodnocení příslušných nákladů.

Více času na zpracování návrhů by mi také umožnilo vytvářet a testovat větší množství alternativních řešení. Prověřila bych například více variant umístění obrazovky na lékový automat, například použití magnetu nebo jiného snadno odpojitelného systému. Také bych testovala varianty, kde by byla použita zcela odnímatelná obrazovka, jejíž součástí by byla i čtečka QR kódů, čímž by se redukoval počet potřebných pomůcek umístěných na lékový automat. Při více času na diplomový projekt bych se také věnovala návrhu samotné čtečky QR kódů. To by však výrazně rozšířilo rozsah mé diplomové práce. Díky tomu, že jsem převzala existující návrh obrazovky a čtečky, jsem se mohla po dobu semestru důkladněji soustředit na návrh lékového automatu samotnému.

V dalších fázích projektu by byla klíčová i spolupráce se software developery a UX/UI designery, kteří by mi pomohli navrhnout intuitivní uživatelské rozhraní a doplnili ho adekvátním grafickým zpracováním.

I přes všechny výše zmíněné nedostatky, hodnotím výsledky této práce velmi kladně. Po dobu semestru, dedikovanému diplomové práci, jsem odvdala velké množství práce. Vyvíjet produkt a systém, který dosud neexistuje, bylo velmi náročné, a proto jsem udělala rozsáhlou rešerši a konzultovala s odborníky, což mi poskytlo pevnou oporu při vývoji. Kvůli omezenému času a zdrojům byla spolupráce s odborníky klíčová pro úspěch projektu. Během provádění analýzy jsem dále zjistila řadu nových poznatků o současné praxi nakládání s léčivy, i jak se předepsané postupy mohou lišit od skutečné praxe. Při formulaci vize jsem postupovala systematicky a uvážila jsem jak všechny potřeby potencionálních uživatelů, tak formální předpisy spojené s procesy nakládání s léčivy. Při procesu navrhování jsem postupně prověřovala všechny varianty a možnosti řešení problematiky, které by byly v souladu

s požadavky vyplývajícími z analytické části práce. V průběhu navrhování jsem dále vytvářela řadu prototypů pro ověření funkčnosti navrhovaných řešení.

Výsledek mojí práce má přinést řešení problematiky spojené s procesy nakládání s léčivými ve zdravotnických zařízeních. Klíčovými vlastnostmi finálního řešení je zvýšení bezpečnosti uložení léků, minimalizace chybovosti při výdeji léků, urychlení celého procesu výdeje, inventury a doplňování léků, a tím i efektivní ušetření času personálu ve zdravotnických zařízeních. Výsledkem mé diplomové práce je konkrétní model lékového automatu v reálné velikosti 1:1, který splňuje všechny stanovené parametry a disponuje veškerými nezbytnými funkcemi. Účelem celé mé diplomové práce je však nejen tyto problémy vyřešit, ale také na závažnost problematiky upozornit a podnítit k zamyšlení nad ní.

Návrh lékového automatu pro mě byl velkou výzvou, zároveň však i nekonečnou inspirací pro další profesní růst.

10. Seznam obrázků

obrázek 1 příklad lůžkové péče	12
obrázek 2 velikost kapslí – schéma	15
obrázek 3 velikost kapslí – tabulka velikostí	16
obrázek 4 technologie blistrování	17
obrázek 6 ukázka označení léků – expirace	18
obrázek 6 ukázka označení léků	18
obrázek 7 Pomůcky na podávání léků.....	22
obrázek 8 nemocniční lékový vozík v provozu	24
obrázek 9 Medical trolley JDEFY254D.....	26
obrázek 10 Bristol Maid 8 – Tray Mobile Unit Dosage Trolley	26
obrázek 11 Bristol Maid Dispensing Tray Trolley with Double Doors	27
obrázek 12 Medical trolley TM-B 2030	27
obrázek 14 Hospital trolley FG-C-01	28
obrázek 14 Hospital trolley FG-C-01 vnitřní rozvržení.....	28
obrázek 15 Medical trolley 606	28
obrázek 16 Techi Butlers	29
obrázek 17 robot Turing.....	29
obrázek 18 lékárenský robot, Vítkovice	30
obrázek 19 Automatizovaný systém pro výdej léčiv, Rowa Smart.....	31
obrázek 20 XT Amplify.....	31
obrázek 21 schéma konceptu	36
obrázek 22 schématické skici distribuce a doplňování léků	39
obrázek 23 schématické skici výdeje léků	41
obrázek 24 testování lofi prototypu systému	43
obrázek 25 rozměry existujících lékových vozíků v ergonomickém kontextu	43
obrázek 26 ergonomie lidské postavy	44
obrázek 27 ergonomie lidské postavy při práci ve stoje	44
obrázek 28 dosahy lidské postavy ve stoje	44
obrázek 29 schémata srovnání velikosti lékového automatu s nemocničním lůžkem	45
obrázek 30 detail zásobníku.....	46
obrázek 31 první varianty vnitřního rozvržení lékového automatu	46
obrázek 32 vnitřní rozvržení model	47
obrázek 33 vnitřní rozvržení zásobníků	47
obrázek 34 kompaktní vnitřní rozvržení	48
obrázek 35 kompaktní vnitřní rozvržení	48
obrázek 36 potřebné pomůcky a jejich velikost – 3d model.....	49
obrázek 37 zásobníky rukavic dostupné na trhu	50
obrázek 38 zásobníky roušek dostupné na trhu.....	50
obrázek 39 model 1:1 pracovní plochy lékového automatu s improvizovanými pomůckami představujícími zdravotnické pomůcky	50

obrázek 40 ergonomie pracovní plochy – ideální dosahy.....	51
obrázek 41 skici.....	52
obrázek 42 skici.....	53
obrázek 43 skici.....	54
obrázek 44 skici.....	54
obrázek 45 první varianta tvaru – varianty umístění obrazovky	55
obrázek 46 druhá varianta tvaru	56
obrázek 47 třetí varianta tvaru.....	57
obrázek 48 organické varianty tvaru	57
obrázek 49 varianty uspořádání komponentů	58
obrázek 50 varianty uložení potřebných pomůcek k výdeji léků	58
obrázek 51 varianty uložení potřebných pomůcek k výdeji léků	59
obrázek 52 vnitřní rozložení lékového automatu.....	59
obrázek 53 kompaktní, finální varianta tvaru lékového automatu	60
obrázek 54 prototyp šuplíku na léky a testování výšky umístění na polohovacím stole.....	61
obrázek 55 prototyp zásobníků na gumové rukavice	61
obrázek 56 první varianty umístění koleček.....	62
obrázek 57 finální varianta umístění koleček z hlediska ergonomických potřeb uživatelů	62
obrázek 58 první návrh madla	63
obrázek 59 další varianty návrhu madla	63
obrázek 60 model madla v měřítku 1:1 – varianty tloušťky.....	63
obrázek 61 finální varianta návrhu madla.....	64
obrázek 62 varianty návrhu umístění obrazovky	64
Obrázek 63 vizualizace	68
Obrázek 64 vizualizace	69
Obrázek 65 vizualizace	70
Obrázek 66 vizualizace v interakci s uživatelem.....	71
Obrázek 67 vizualizace v cílovém prostředí	72
Obrázek 68 vizualizace v interiéru zdravotnického zařízení	73
obrázek 69 Vizualizace horní plochy lékového automatu s připravenou lékovkou a dezinfekcí	74
obrázek 70 vizualizace interakce uživatele se systémem – uživatel bere do ruky připravenou lékovku	75
obrázek 71 detail horní plochy lékového automatu a madla	75
obrázek 72 detail zapuštěného vstupního otvoru nádoby na nepoužité léky	76
obrázek 73 vizualizace obrazovky, loga a tlačítek	77
obrázek 74 detail umístění a připevnění čtečky QR kódů.....	78
obrázek 75 detail napájení s odklopenou a zaklopenou krytkou	79
obrázek 76 vizualizace první zásuvky s balením roušek	80
obrázek 77 Vizualizace interakce uživatele s první zásuvkou	80
obrázek 78 vizualizace zásuvky s léky v původních obalech	81
obrázek 79 Detail zásuvek lékového automatu s rozsvícenou diodou	81

obrázek 80 vizualizace vysunutých panelů se zásobníky na léky	82
obrázek 81 vizualizace zásobníků a detail světelného zvýraznění zásobníku	83
obrázek 82 uživatel doplňující zásobníky se čtečkou QR kódů v ruce	84
obrázek 83 detail otevírajícího se zásobníku na rukavice.....	84
obrázek 84 vizualizace lékového automatu s vysunutým košem.....	85
obrázek 85 vizualizace uživatele vyhazujícího odpad do odpadkového koše	86
obrázek 86 vizualizace uživatele brzdícího lékový automat	87
obrázek 87 zvolené přístrojové kolo hygienické 100 s brzdou	87
obrázek 88 vizualizace perforace.....	88
obrázek 89 vizualizace lékového automatu v odstínu 9562 C	89
obrázek 90 vizualizace lékového automatu v odstínu 9182 C	89
obrázek 91 vizualizace lékového automatu v odstínu 9423 C	89
obrázek 92 vizualizace lékového automatu v odstínu 9022 C	89
obrázek 93 user flow graf celý.....	90
obrázek 94 user flow detail počáteční interakce se systémem	91
obrázek 95 detail user flow – doplňování léků.....	92
obrázek 96 detail user flow – výdej léků.....	94
obrázek 97 detail user flow – jiné, objednání léků.....	95
obrázek 98 vizualizace interakce uživatele se systémem prostřednictvím pohyblivé obrazovky	96

11. Zdroje

- ¹ Národní zdravotnický informační portál, lůžková péče [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/23>
- ² Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Druhy zdravotní péče [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://mzd.gov.cz/druhy-zdravotni-pece/>
- ³ Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky, Následná a dlouhodobá lůžková péče [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.vzp.cz/pojistenci/zdravotnicka-zarizeni-a-specializovana-centra/nasledna-a-dlouhodobost-luzkova-pece>
- ⁴ Národní zdravotnický informační portál, zdravotnický pracovník [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/974>
- ⁵ Zákony pro lidi, Zákon č. 95/2004 Sb. [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-95>
- ⁶ Wikipedie, Všeobecná sestra [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C5%A1eobecn%C3%A1_sestra#%C4%8Cesk%C3%A1_republika
- ⁷ Autorský kolektiv: PROŠKOVÁ, E., MARKOVÁ, E., MARSOVÁ, J., STRNADOVÁ, A., HOŠŤÁLKOVÁ, M., HECZKOVÁ, J., Podávání léčivých přípravků v lůžkové péči, 2014, strana 11
- ⁸ Zákony pro lidi, Zákon č. 378/2007 Sb. [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-95>
- ⁹ Státní ústav pro kontrolu léčiv, Základní informace pro žadatele o registraci léčivého přípravku [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.sukl.cz/leciva/informace-pro-zadatele-o-registraci>
- ¹⁰ Gigaléárna, Lékové formy [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.gigalekarna.cz/blog/lekove-formy/>
- ¹¹ O lécích, Co he to léková forma a jaké druhy jsou? [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.olecich.cz/encyklopedie/co-je-to-lekova-forma-a-jake-druhy-jsou>
- ¹² SEDLÁČKOVÁ, Eva, Příprava a podání léků nelékařským zdravotnickým personálem, Univerzita Pardubice, fakulta zdravotnických studií, 2012
- ¹³ LFA capsule fillers, Capsule size guide, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.lfacapsulefillers.com/capsule-size-chart>
- ¹⁴ CorpoSan, Blistrování [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <http://www.corposan.cz/blistrovani/>
- ¹⁵ MUSILOVÁ, Marie. Bezpečná manipulace s léčivými ve zdravotnickém zařízení, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2011
- ¹⁶ KUBÍKOVÁ, Nikola, Prevence pochybení během podávání léků sestrou, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, Katedra ošetřovatelství a porodní asistence, 2016, strana 20
- ¹⁷ PAPEŽOVÁ, Hana. Dodržování zásad bezpečného podávání léků jako prevence nežádoucí události, Vysoká škola polytechnická Jihlava, Katedra zdravotnických studií, 2013,
- ¹⁸ MUSILOVÁ, Marie. Bezpečná manipulace s léčivými ve zdravotnickém zařízení, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2011, strana 8
- ¹⁹ KUBÍKOVÁ, Nikola, Prevence pochybení během podávání léků sestrou, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, Katedra ošetřovatelství a porodní asistence, 2016, strana 36
- ²⁰ SEDLÁČKOVÁ, Eva, Příprava a podání léků nelékařským zdravotnickým personálem, Univerzita Pardubice, fakulta zdravotnických studií, 2012, strana 14
- ²¹ POHANKOVÁ, Zdenka. Podávání léčiv ve zdravotnickém zařízení, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra ošetřovatelství a porodní asistence, 2020, strana 14
- ²² PAPEŽOVÁ, Hana. Dodržování zásad bezpečného podávání léků jako prevence nežádoucí události, Vysoká škola polytechnická Jihlava, Katedra zdravotnických studií, 2013, strana 16
- ²³ Archiv Masarykovy univerzity, Základy ošetřovatelských postupů a intervencí, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrotavelske_postupy/web/pages/04-leky.html
- ²⁴ PAPEŽOVÁ, Hana. Dodržování zásad bezpečného podávání léků jako prevence nežádoucí události, Vysoká škola polytechnická Jihlava, Katedra zdravotnických studií, 2013, strana 14
- ²⁵ SEDLÁČKOVÁ, Eva, Příprava a podání léků nelékařským zdravotnickým personálem, Univerzita Pardubice, fakulta zdravotnických studií, 2012, strana 17
- ²⁶ KUBÍKOVÁ, Nikola, Prevence pochybení během podávání léků sestrou, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, Katedra ošetřovatelství a porodní asistence, 2016, strana 38

-
- ²⁷ BÍLEK, Tomáš. Podávání léků jako ošetrovatelská činnost, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2020
- ²⁸ Medical expo, Medical trolley JDEFY254D, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicaexpo.com/prod/jingdong-technology/product-94245-1124969.html>
- ²⁹ Medical Supplies, Bristol Maid 8 – Tray Mobile Unit Dosage Trolley, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicalsupplies.co.uk/bristol-maid-8-tray-mobile-unit-dosage-trolley.html>
- ³⁰ Medical Supplies, Bristol Maid Dispensing Tray Trolley with Double Doors, A and C Trays and Bolt Lock, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicalsupplies.co.uk/bristol-maid-dispensing-tray-trolley-with-double-doors-a-and-c-trays-and-bolt-lock.html>
- ³¹ Medical expo, Medical trolley TM-B 2030, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicaexpo.com/prod/turmed/product-107902-755172.html>
- ³² Medical expo, Hospital trolley FG-C-01 [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicaexpo.com/prod/fangge-medical/product-124997-1138165.html>
- ³³ Medical expo, Medical trolley 606 OP [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicaexpo.com/prod/insausti/product-68876-1056535.html>
- ³⁴ Medical expo, Medical trolley Tech Butlers [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.medicaexpo.com/prod/techmetics/product-129730-988074.html>
- ³⁵ Novinky, Místo lékárníků třídí v Ostravě léky supermoderní automat, [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/veda-skoly-misto-lekarniku-tridi-v-ostrave-leky-supermoderni-automat-40458858>
- ³⁶ Helago, Automatické výdejny léčiv ROWA, [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.helago-cz.cz/eshop-kategorie-automaticke-vydejny-leciv-1793.html>
- ³⁷ Omnicell, XT Amplify – brochure [online]. [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: <https://www.omnicell.com/resources/brochure/xt-amplify/>
- ³⁸ SEDLÁČKOVÁ, Eva, Příprava a podání léků nelékařským zdravotnickým personálem, Univerzita Pardubice, fakulta zdravotnických studií, 2012, strana 24
- ³⁹ Yanko design, HOW ROBOTS ARE EXPANDING THEIR FIELDS OF WORK BY ATTAINING EMOTIONAL DESIGNS [online]. [cit. 2024-23-04]. Dostupné z: <https://www.yankodesign.com/2023/11/13/how-robots-are-expanding-their-fields-of-work-by-attaining-emotional-designs/>
- ⁴⁰ Deník cz, České medicíně vládnou ženy. Muži tvoří jen pětinu pracovníků [online]. [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/zdravi/ceske-medicine-vladnou-zeny-muzi-tvori-jen-petinu-pracovniku-20190425.html>
- ⁴¹ Tato informace vychází z analýzy dostupných lékových vozíků a jiných pojízdných zdravotnických zařízení na trhu.
- ⁴² Tente.com, Jak se vypočítá nosnost pojezdových koleček a kol? [online]. [cit. 2024-19-05]. Dostupné z: <https://www.tente.com/cs-cz/know-how/load-capacity-castors-wheels>

1.1 Zdroje obrázků

1. <https://www.edb.cz/grmat/nabidky/118866x3.jpg>
2. <https://www.zensen.cz/fotky59858/velikost%20kapsl%C3%AD%20v%20mm.png>
3. <https://www.noventis.cz/media/userfiles/tk/tk.jpg>
4. <https://www.medinox.cz/blistrovani/>
5. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrovatelske_postupy/web/pages/04-leky.html
6. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrovatelske_postupy/web/pages/04-leky.html
7. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrovatelske_postupy/web/pages/04-leky.html
8. Archiv MUC. Venduly Blatnické
9. <https://www.novinky.cz/clanek/veda-skoly-misto-lekarniku-tridi-v-ostrave-leky-supermoderni-automat-40458858>
10. <https://www.helago-cz.cz/eshop-rowa-smart-automatizovany-system-pro-vydej-leciv.html>
11. <https://www.medicaexpo.com/prod/jingdong-technology/product-94245-1124969.html>
12. <https://www.medicalsupplies.co.uk/bristol-maid-8-tray-mobile-unit-dosage-trolley.html>
13. <https://www.medicalsupplies.co.uk/bristol-maid-dispensing-tray-trolley-with-double-doors-a-and-c-trays-and-bolt-lock.html>
14. <https://www.medicaexpo.com/prod/turmed/product-107902-755172.html>
15. <https://www.medicaexpo.com/prod/fangge-medical/product-124997-1138165.html>
16. <https://www.medicaexpo.com/prod/fangge-medical/product-124997-1138165.html>
17. <https://www.medicaexpo.com/prod/insausti/product-68876-1056535.html>
18. <https://www.medicaexpo.com/prod/techmetics/product-129730-988074.html>
19. <https://www.omnicell.com/xt-amplify/>
20. <https://www.yankodesign.com/2023/11/13/how-robots-are-expanding-their-fields-of-work-by-attaining-emotional-designs/>
21. <https://www.yankodesign.com/2023/11/13/how-robots-are-expanding-their-fields-of-work-by-attaining-emotional-designs/>
22. Archiv autora
23. Archiv autora
24. Archiv autora
25. Archiv autora
26. Archiv autora
27. <https://www.n-i-s.cz/cz/ulozny/page/278/>
28. DLABAČ, Jaroslav. Ergonomie a pohybová ekonomie. Analytické metody PI. Nový Bydžov: Akademie produktivity a inovací, Institut průmyslového inženýrství, 2017.
29. Archiv autora
30. Archiv autora
31. Archiv autora
32. Archiv autora
33. Archiv autora
34. Archiv autora
35. Archiv autora
36. <https://cz.pinterest.com/pin/73676143897307028/>
37. https://shop.gohcl.com/default.aspx?page=item+detail&itemcode=17777&catlist=2623&parent=651&utm_content=bufferced98&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer
38. Archiv autora
39. Archiv autora
40. Archiv autora
41. Archiv autora
42. DLABAČ, Jaroslav. Ergonomie a pohybová ekonomie. Analytické metody PI. Nový Bydžov: Akademie produktivity a inovací, Institut průmyslového inženýrství, 2017.
43. Archiv autora
44. Archiv autora
45. Archiv autora
46. Archiv autora

-
47. Archiv autora
 48. Archiv autora
 49. Archiv autora
 50. Archiv autora
 51. Archiv autora
 52. Archiv autora
 53. Archiv autora
 54. Archiv autora
 55. Archiv autora
 56. Archiv autora
 57. Archiv autora
 58. Archiv autora
 59. Archiv autora
 60. Archiv autora
 61. Archiv autora
 62. Archiv autora
 63. Archiv autora
 64. Archiv autora
 65. Archiv autora
 66. Archiv autora
 67. Archiv autora
 68. Archiv autora
 69. Archiv autora
 70. Archiv autora
 71. Archiv autora
 72. Archiv autora
 73. Archiv autora
 74. Archiv autora
 75. Archiv autora
 76. Archiv autora
 77. Archiv autora
 78. Archiv autora
 79. Archiv autora
 80. Archiv autora
 81. Archiv autora
 82. Archiv autora
 83. Archiv autora
 84. Archiv autora
 85. Archiv autora
 86. <https://www.pkgroup.cz/pristrojova-hygienicka-kola/>
 87. Archiv autora
 88. Archiv autora
 89. Archiv autora
 90. Archiv autora
 91. Archiv autora
 92. Archiv autora
 93. Archiv autora
 94. Archiv autora
 95. Archiv autora
 96. Archiv autora
 97. Archiv autora
 98. Archiv autora