



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ  
FAKULTA**  
Univerzita Karlova

## **ROČNÍKOVÁ PRÁCE**

Šárka Mayerová

### **Závěrečná zpráva z ročníkového projektu**

Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí práce: Mgr. Jáchym Bártík

Konzultant práce: Ing. Pavel Koupil, Ph.D.

Studijní program: Informatika

Studijní obor: IPP4

Praha 2024

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>1 Nástroje pro modelování multi-modelových dat</b>	<b>4</b>
1.1 MM-cat . . . . .	4
1.1.1 Stručná analýza grafického rozhraní . . . . .	5
<b>2 Cílové skupiny uživatelů</b>	<b>6</b>
2.1 Definice cílových skupin . . . . .	6
2.2 Popis cílových skupin . . . . .	7
2.2.1 Skupina mladých lidí . . . . .	7
2.2.2 Skupina začínajících ve věku 40-50 let . . . . .	7
2.2.3 Skupina expertních uživatelů . . . . .	7
<b>3 HTA (Hierarchical Task Analysis)</b>	<b>9</b>
3.1 Vytváření diagramů . . . . .	9
<b>4 Storyboardy</b>	<b>11</b>
4.1 Ukázka vytváření storyboardu . . . . .	11
<b>5 Low-fidelity prototyp</b>	<b>14</b>
5.1 Paper prototyping (mockups) . . . . .	14
5.1.1 Vytváření prototypu . . . . .	14
5.2 Uživatelské testování . . . . .	16
5.3 Závěr z uživatelského testování . . . . .	17
<b>Závěr</b>	<b>19</b>
<b>Seznam použité literatury</b>	<b>20</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>21</b>
<b>A Přílohy</b>	<b>22</b>
A.1 Hierarchical Task Analysis . . . . .	22
A.2 Storyboardy . . . . .	22
A.3 Paper Mockupy . . . . .	22
A.4 Uživatelské testování . . . . .	22

# Úvod

Se současným rostoucím objemem dat, roustou i nároky na jejich efektivní správu a zpracování. Tradiční relační databáze, které dlouhou dobu dominovaly v oblasti ukládání dat, začínají narážet na své limity. Problém představuje například práce s velkými objemy nestrukturovaných dat, nebo změny požadavků na strukturu uložených informací.

V posledních letech se proto začaly prosazovat nové typy databázových systémů, které umožňují vytvářet databáze založené na alternativních logických modelech, jako jsou klíč-hodnota, dokumentové nebo grafové databáze. Tyto systémy, známé jako NoSQL, přinášejí nové možnosti pro ukládání a zpracování dat. Zároveň ale s sebou přinášejí i nové výzvy v oblasti správy a integrace dat.

Mezi výzvy patří nedostatek standardizace a propojení mezi různými typy databází. Zatímco některé systémy mohou být na první pohled podobné, neexistuje univerzální standard, který by umožňoval zaměnitelné použití.

V této práci se zaměříme na problematiku správy multi-modelových databází, které umožňují integraci více logických modelů do jednoho systému. Konkrétně se budeme zabývat analýzou a návrhem uživatelského rozhraní pro framework MM-cat [1], který je navržený pro správu a integraci multi-modelových databází. Cílem naší práce je vytvořit návrh uživatelsky přívětivého rozhraní, které usnadní práci s multi-modelovými daty a zlepší použitelnost pro uživatele.

Nyní se podíváme na stručný obsah jednotlivých kapitol:

- V první kapitole popíšeme existující funkcionality a nástroje pro správu multi-modelových dat, včetně nástroje MM-cat. Stručně Rozebereme i klady a zápory současného grafického rozhraní MM-cat.
- Další kapitoly se budou zabývat návrhem uživatelského rozhraní. Začneme v první kapitole definováním cílových skupin uživatelů, kteří budou aplikaci používat. Je dobře známo, že by se analýzou uživatelů mělo začínat právě v této fázi [2].
- Ve třetí kapitole provedeme hierarchickou analýzu úkolů (HTA), které budou uživatelé v aplikaci provádět. Tím si načrtneme představu o všech krocích, které povedou ke splnění úkolu, nezávisle na grafickém rozhraní.
- Další kapitola nabídne návrh storyboardů. Můžeme si je představit jako komiksy, zobrazující průběh plnění úkolů uživateli s úspěšným dokončením. Tento přístup nám umožní lépe porozumět chování uživatelů při plnění úkolů a identifikovat jejich preference.
- Nakonec, v páté kapitole, vytvoříme papírový prototyp aplikace a otestujeme jeho použitelnost na reálných uživateli.

# 1. Nástroje pro modelování multi-modelových dat

V následující kapitole rozebereme problémy multi-modelových dat, podíváme se detailněji na MM-cat framework a stručně rozebereme jeho grafické rozhraní.

Nové typy databázových systémů, jako jsou NoSQL databáze, přinášejí další logické modely pro ukládání dat. Tyto systémy umožňují vytvářet databáze na základě modelů, jako jsou: klíč-hodnota, dokumentové nebo grafové.

Zatím neexistuje dostatečná standardizace pro propojení modelů. O řešení se snaží multi-modelové databáze. Do jednoho systému lze začlenit více modelů tak, že spolu koexistují v různých vzájemně propojených formátech a modelech. Propojení může fungovat různými způsoby. Jeden model může být vložen do druhého, entity z jednoho můžou ukazovat na entity z druhého, nebo redundance dat může být uložena ve více modelech. Stále ale neexistuje obecný způsob, jak modelovat multi-modelová data, nebo je transformovat z jednoho modelu do druhého.

Existuje přístup, který využívá teorii kategorií (category theory) k formálnímu zachycení reprezentace a transformace multi-modelových dat [3]. Tento přístup umožňuje propojení různých modelů a volbu jejich kombinace. Další výhodou je jednotné dotazování nad daty, migrace mezi modely a evoluce modelu i dat. Vše by mělo být možné bez znalosti specifik propojených modelů. Tímto přístupem je také docíleno určité jednoduchosti v návrhu, protože teorii kategorií lze převést na grafovou reprezentaci, což by mělo usnadnit praktické využití.

Na základě přístupu, který využívá teorii kategorií, bylo vyvinuto několik návrhů funkcionalit a nástrojů, které na něm staví. Například nástroj MM-infer se snaží schéma zpětně zrekonstruovat z již uložených multi-modelových dat [4]. Taková funkčnost se nám může hodit, když data nemají předem definované schéma. Nástroj MM-quecat ukazuje, jak se dotazovat nad multi-modelovými daty [5] a MM-evocat navrhuje evoluci dat [6]. Vše by mělo být nezávislé na propojených databázových systémech. Nás bude ale hlavně zajímat nástroj MM-cat, jehož specifiky rozebereme v následující sekci.

## 1.1 MM-cat

MM-cat framework je navržený tak, aby řešil složitosti spojené s návrhem a správou multi-modelových databází. Jeho hlavním úkolem je vytvářet kategorií model (multi-modelové schéma). Umí ho dekomponovat a umožňuje uživateli, aby si zvolil mapování na příslušné DBMS (Database Management System).

Postupně byla do MM-cat frameworku zaintegroována i funkčnost MM-evocat. Díky tomu umí řešit případy, kdy se struktura dat v čase mění tak, aby například vyhovovala novým uživatelským požadavkům. Takové změny jsou pak propagovány napříč definovanými modely a datovými instancemi. Dál se do frameworku postupně přidává i odvozování schématu a dotazování nad multi-modelovými daty.

MM-cat je framework, který má zatím nedokončené grafické webové rozhraní. Při vzniku nástroje nebyl kladen důraz na jeho návrh a možnosti dalšího rozšíření. Proto se následující práce zabývá návrhem nového uživatelského rozhraní,

ktelé má být vytvořeno nezávisle na existujícím.

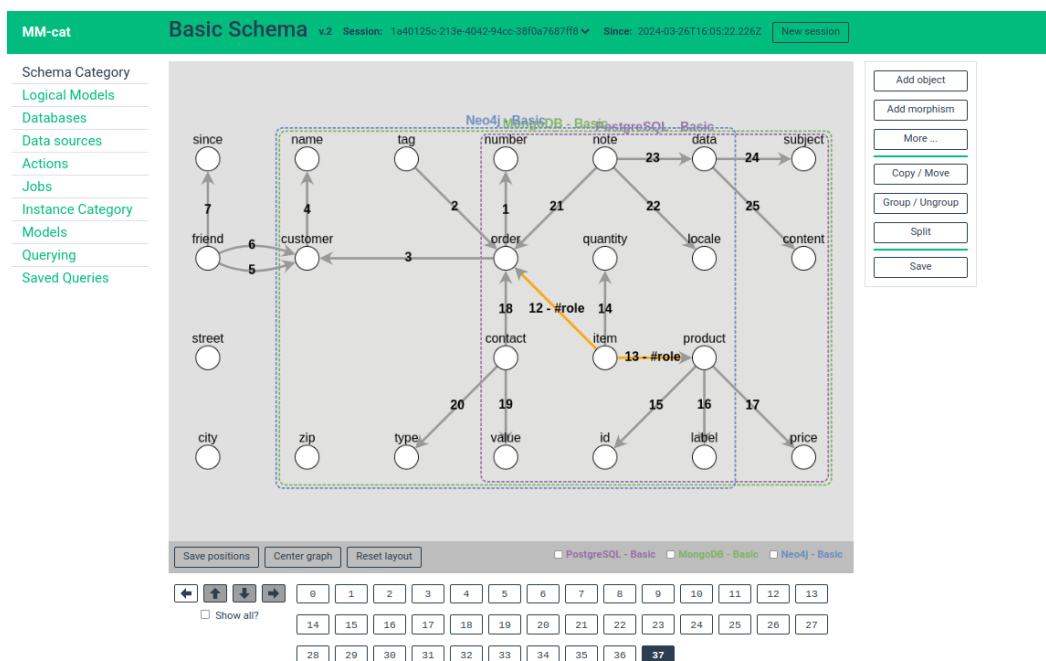
### 1.1.1 Stručná analýza grafického rozhraní

Cílem této sekce není provádět podrobnou analýzu stávajícího rozhraní. Snažíme se vypíchnout hlavní nedostatky současného návrhu, které jsou jedním z důvodů pro vytvoření nového nezávislého rozhraní.

Jedním z prvních technických nedostatků je, že design webu není responzivní. Občas se stává, že na různých velikostech obrazovky nejsou části nástroje správně zobrazeny nebo jsou zakryté. Je to určitě jedna z věcí na kterou implementaci nového návrhu budeme dbát.

Dále pro nástroj chybí sjednocená grafická knihovna. Postupným přidáváním dalších funkcionalit se navíc různě používalo stylování. Některé části jsou vytvořené pomocí vlastního CSS, jiné využívají Bootstrap framework.

Pro lepší pochopení a vizualizaci si rozebereme ukázkou ze současného rozhraní MM-cat. Podíváme se na otevřené schéma (Obr. 1.1) ve webové aplikaci. V pravé i levé dolní liště se objevují tlačítka, která často nemají žádnou funkci. Jak fungují je potřeba najít v dokumentaci. Levá lišta se mění na jinou po přístupu do jiných částí aplikace, což alespoň ze začátku používání aplikace může být matoucí.



Obrázek 1.1: Ukázka uživatelského rozhraní nástroje MM-cat.

V horní liště je pak umístěný název otevřeného schématu „Basic Schema“. Pozice v liště, která vypadá jako navigační menu, nemusí být intuitivní. Na další omezení a nejasnosti uživatel narazí při dalším používání. Často je potřeba podívat se do dokumentace, co vlastně nástroj dělá a umí.

Pro všechny vyjmenované důvody, a také s cílem zjednodušit integraci dalších nástrojů, se snažíme navrhnout nové sjednocené grafické rozhraní.

## 2. Cílové skupiny uživatelů

Pro dobré nastavení projektu si definujeme cílové skupiny uživatelů, kteří budou naši aplikaci používat. Pokud už k předchozím projektům, které se snažíme sjednotit, cílové skupiny existují, je dobré se s nimi alespoň seznámit.

Jakmile nastavíme potenciální cílové skupiny uživatelů, zvolíme si konkrétní persony. Pod personou si můžeme představit detailní popis fiktivní osoby, která reprezentuje cílovou skupinu. Persony nám pomohou lépe rozebrat ekonomický status a vlastnosti lidí ve skupinách. Nezapomínáme ani na jejich motivace a zájmy. Nesnažíme se vystihnout všechny ze skupiny, ale vybíráme si hlavně stereotypní vlastnosti a chování. Stejně jako kladné rysy a zájmy chceme vystihnout i co dotyčný nemá rád, případně vůči čemu je úplně odmítavý. O tom co jsou persony a proč se nám vyplatí je definovat, se krátce zmiňuje Jenifer Tidwell v knize Designing Interfaces [2].

Pro práci si definujeme jenom persony, které reprezentují uživatele na které cílíme. Lze ale i definovat vylučující persony. Tedy takové, na které cílit nechceme.

Vytváření cílových uživatelů je důležitým nástrojem, který nás bude provádět v dalších krocích projektu. Díky konkrétním představám nás budou lépe napadat konkrétní řešení a realizace. Snažíme se uzpůsobit návrh personám a vyvolat v nich kladné emoce. Díky tomu získáme konkrétně zaměřený projekt, který nebude tolik odtržený od reálných uživatelů.

### 2.1 Definice cílových skupin

Protože k předchozím projektům, které se snažíme sjednotit, persony a skupiny neexistují, definovali jsme skupiny nové.

Nejdříve jsme potenciální uživatele rozdělili na začínající a expertní. Jedni očekávají jednoduché koncepty, protože neznají ty složitější. Seznamují se s doménou poprvé a proto bývají mnohem rychleji frustrovaní, či odrazení. Nemají zkušenost ani nadhled, kterým by se učili aplikaci používat rychleji. Tak by se dala v krátkosti vystihnout skupina začínajících. Druzí už mají nějakou zkušenost v oboru, jsou zvyklí na dotazovací jazyky. Nerozumí přímo teorii co stojí za aplikací, ale spíše se opírají o již zmíněnou zkušenost v oboru.

Bylo těžké najít jednotné zástupce skupiny začínajících. I proto jsme se rozhodli skupinu rozdělit na podskupinu mladých lidí, kteří mají více sklony k hravosti a experimentování při objevování nových konceptů a na podskupinu lidí ve věku 40 až 50 let, kteří se chtějí rekvalifikovat pro práci s daty, ale zatím nemají vhodné zkušenosti.

Nakonec jsme si ještě pohrávali s myšlenkou, že by aplikaci využíval stroj. Jednotlivé úkony by byly prováděny pomocí skriptů. Ačkoli se taková skupina nedá zařadit do skupin potenciálních uživatelů, je potřeba i s takovým využitím počítat. Nicméně ji dál nebudeme rozebírat.

## 2.2 Popis cílových skupin

S charakterizací skupin nám pomůže představa konkrétních person. Do skupiny mladých začínajících můžeme zařadit bakalářského studenta informatického oboru. Pod starším začínajícím uživatelem si představíme padesátiletou pracovníci České pošty, která se chce rekvalifikovat pro práci s daty. Člověk co vystudoval MFF UK a dále pracuje v oboru s daty, třeba učitel Datového inženýrství, bude reprezentovat zástupce expertní skupiny uživatelů.

Za pomoci person rozebereme jednotlivé skupiny potenciálních uživatelů. Každou skupinu krátce charakterizujeme, následně se snažíme vystihnout její chování. Nakonec se zamyslíme nad úkoly, které budou uživatelé v aplikaci dělat.

### 2.2.1 Skupina mladých lidí

Je skupinou začínajících laiků, kteří se s aplikací seznamují úplně poprvé. Nemají příliš zkušeností v oboru, neznají dotazovací jazyk. Budou pracovat hlavně s grafickým prostředím, které by jim mělo práci usnadnit a motivovat je.

Chovají se spontánně, rozhodují se impulzivně a experimentují. Z toho co dělají vyzařuje hravost. Tímto přístupem velmi rychle prozkoumají různá zákoutí aplikace a dobře otestují její funkčnost. Učí se velmi rychle, ale stejně tak je dokáže rychle odradit i maličkost. Lépe si představují věci vizuálně a ocení odezvu nebo odměnu za úkol, který provedou. Odměna pro ně může být rychlá zpětná vazba, třeba odezva na úkony v grafickém prostředí. Pro pohyb v prostředí využívají hlavně počítačovou myš. Ocení barevnost, různorodost a zajímavé podání.

V aplikaci budou využívat možnosti dotazování nad daty, jednoduché modelování schematických kategorií, bez přidávání mapování a dalších složitějších operací. Nebude se jich týkat převod konceptuálního znázornění dat do multi-modelové databáze a funkce nástroje MM-infer.

### 2.2.2 Skupina začínajících ve věku 40-50 let

Je druhá skupina začínajících uživatelů. Je to skupina, co se typicky chce rekvalifikovat do práce s daty, ale mají zatím jen nevhodné zkušenosti. Jsou seznámeni se základní prací na počítači, umí používat webový prohlížeč, tabulkový a textový procesor. Aplikace by pro ně měla být ideální na přeučení. Nemusí se učit komplexní technologie a dál budou dělat úkony přes grafické rozhraní.

Narozdíl od mladých začínajících mají metodický přístup chování na webu, přistupují k věci konzervativně. Upřednostňují umírněné podání grafiky. Jsou pro ně důležité popsané konkrétní kroky a argumenty. Nepracují spontánně, dělají zadanou práci. Je potřeba servírovat jim množství práce postupně v dávkách, aby nepřišlo informační zahlcení a odrazení od aplikace. Stejně jako mladí začínající jsou klikací typ, k práci využívají počítačovou myš.

Úkony prováděné v aplikaci jsou podobné skupině mladých začínajících lidí.

### 2.2.3 Skupina expertních uživatelů

Poslední skupina, která už zná koncepty ve světě databází. Zvyklá na textové dotazovací jazyky, databázové modely. Jsou schopní psát si vlastní skripty a jinak automatizovat a zefektivnit práci.

Nechovají se spontánně a k aplikaci přistupují hlavně metodicky. Dokážou se lépe orientovat v aplikaci, díky zkušenosti z oboru. Jsou spíše tolerantní, nemají přehnané nároky na aplikaci. Vědí, že je složité přecházet na jiný systém, narozdíl od začínajících uživatelů, které odradí i maličkost. Více si potrpí na funkce, které jim urychlí práci. Myšleno možnost používat skripty a klávesové zkratky. Ocení střízlivé podání a strohá data. Pracuje jak s grafickým rozhraním, tak i textovým.

Expertní uživatel využije více funkcí aplikace. Není omezen jen na tvorbu schematické kategorie. Může přidávat mapování a joby, převádět konceptuální znázornění dat do multi-modelové databáze. Stejně tak bude využívat funkce nástroje MM-infer.



# 3. HTA (Hierarchical Task Analysis)

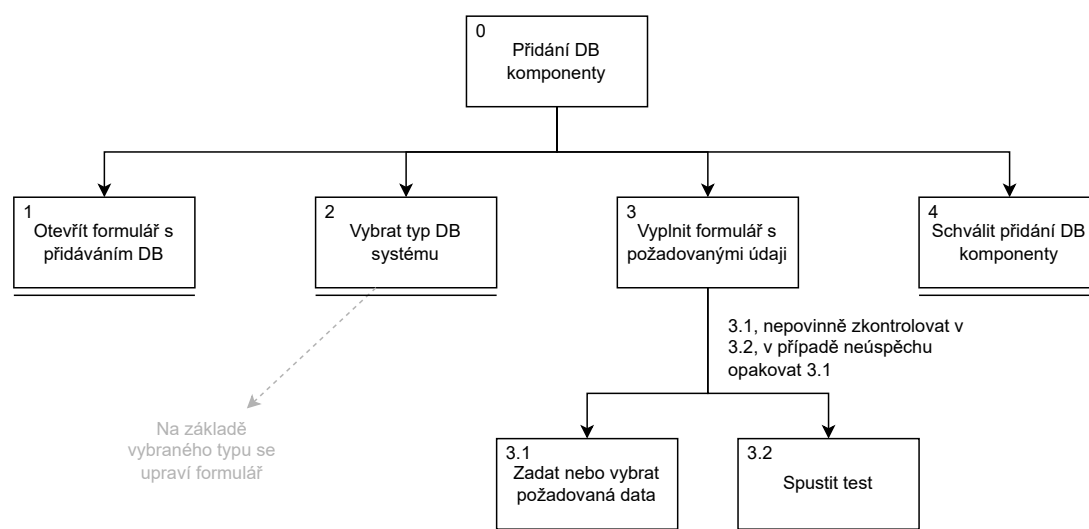
Na definování skupin uživatelů navážeme analýzou úkolů (Task Analysis) prováděných uživateli v aplikaci. Hlavním cílem analýzy je dokumentovat a strukturovat kroky nezbytné k dokončení úkolů. Díky definování různých úkolů, rozdělíme komplexní úlohy na menší, lépe představitelné části. Vše zaznamenejme do hierarchické struktury, odtud se vzalo slovo Hierarchical. Soustředíme se jen na pozitivní průchod.

Hierarchickou analýzu úkolů můžeme rozdělit na několik částí. Jako první určíme úkoly, které chtějí uživatelé v aplikaci dokončit. Každý hlavní úkol rozdělíme na podúkoly a akce, které definují vztah mezi podúkoly. Navíc každému hlavnímu úkolu přiřadíme výchozí situaci. Následně z jednotlivých komponent vytvoříme hierarchický diagram, v našem případě se stromovou strukturou. Jako poslední analyzujeme posloupnost akcí a snažíme se strukturu pochopit a vylepšit.

## 3.1 Vytváření diagramů

V charakterizaci cílových skupin (2.2) už jsme narazili na úkoly, které by uživatelé mohli dělat. Vybereme si z nich tři, které budeme analyzovat. Začneme úkolem, kdy uživatel přidá databázovou komponentu. Další hlavní úkol je vytvoření jednoduchého schématu a poslední jeho dekompozice. Vždy začínáme v situaci systému otevřeného na hlavní stránce.

Podívejme se na první jednoduchý diagram (Obrázek 3.1). Uživatel přidá nový databázový systém k již existujícím. Začíná ve spuštěném systému.



Obrázek 3.1: Diagram pro přidání databázové komponenty.

Kořen oznamuje jaký úkol bude uživatel provádět. V první hladině máme kroky 1 až 4, které nám v základních rysech ukazují, jak bude uživatel postupovat při plnění úkolu. Krok 3 dále rozdělíme na 3.1 Zadání dat a 3.2 Otestování. Na

hraně pak definujeme postup uživatele při plnění kroků 3.1 a 3.2. Když není hrana popsaná, předpokládáme průběh kroků podle čísel v hladině vzestupně. Konkrétní pořadí ale není podmíněné. Číslování 3 a 3.x vyjadřuje vztah mezi rodičem a podúkoly. Podtržené stavy v HTA se dál nedělí.

Takto vytvořený diagram nám neříká nic o interakci uživatele s konkrétním systémem. Díky tomu ale můžeme kroky rychle měnit a upravovat. Lépe zhodnotíme, jestli uživatel nedělá příliš mnoho kroků pro dokončení úkolu, nebo naopak. Často se může stát, že jeden krok je ještě potřeba rozdělit.

Všechny tři analýzy úkolů, včetně přidání DB komponenty jsou k nahlédnutí v příloze A.1.

## 4. Storyboardy

Na vytvoření uživatelských skupin a HTA diagramů navážeme tvořením Storyboardů. Storyboard je náčrt sekvence kroků, které uživatel v aplikaci provádí. Každý důležitý bod je zaznamenán do buňky. Ty pak skládáme lineárně za sebe, až nám vznikne příběh připomínající komiks. Takové rozdělení umožňuje soustředit se na každý krok zvlášť. Zároveň se jedná o další techniku, kde můžeme udělat rychlý náčrt a podle potřeby upravovat. Jeden storyboard nezabere víc než jednu stránku.

Cílem storyboardu je zjednodušeně zobrazit problém co se uživatel snaží v aplikaci řešit a zamyslet se nad jeho přístupem k danému problému. Jde nám hlavně o vizuální zobrazení konkrétních kroků, které jsme popisovali v HTA diagramech. Zároveň nám může být návrh nápomocný, abychom si vizualizovali, jak budou uživatelé používat navrhovanou aplikaci a jak bude aplikace v náznacích vypadat. Získané představy a vizualizace použijeme v detailnějším návrhu rozhraní a budeme se k nim snažit přiblížit.

V našem případě vezmeme reprezentanta každé skupiny uživatelů a představíme si jeho chování pro jednu vybranou situaci z námi vytvořeného HTA diagramu.

Všechny storyboardy jsou v příloze A.2.

### 4.1 Ukázka vytváření storyboardu

Jako první začneme se zkušeným uživatelem. V aplikaci bude přidávat dvě různé databázové komponenty (PostgreSQL, MongoDB). Strukturu kroků zachováme podobnou prvnímu hta (3.1). Chceme zachytit uživatele, který se umí pohybovat v doméně, jenom nepoužíval náš nástroj.

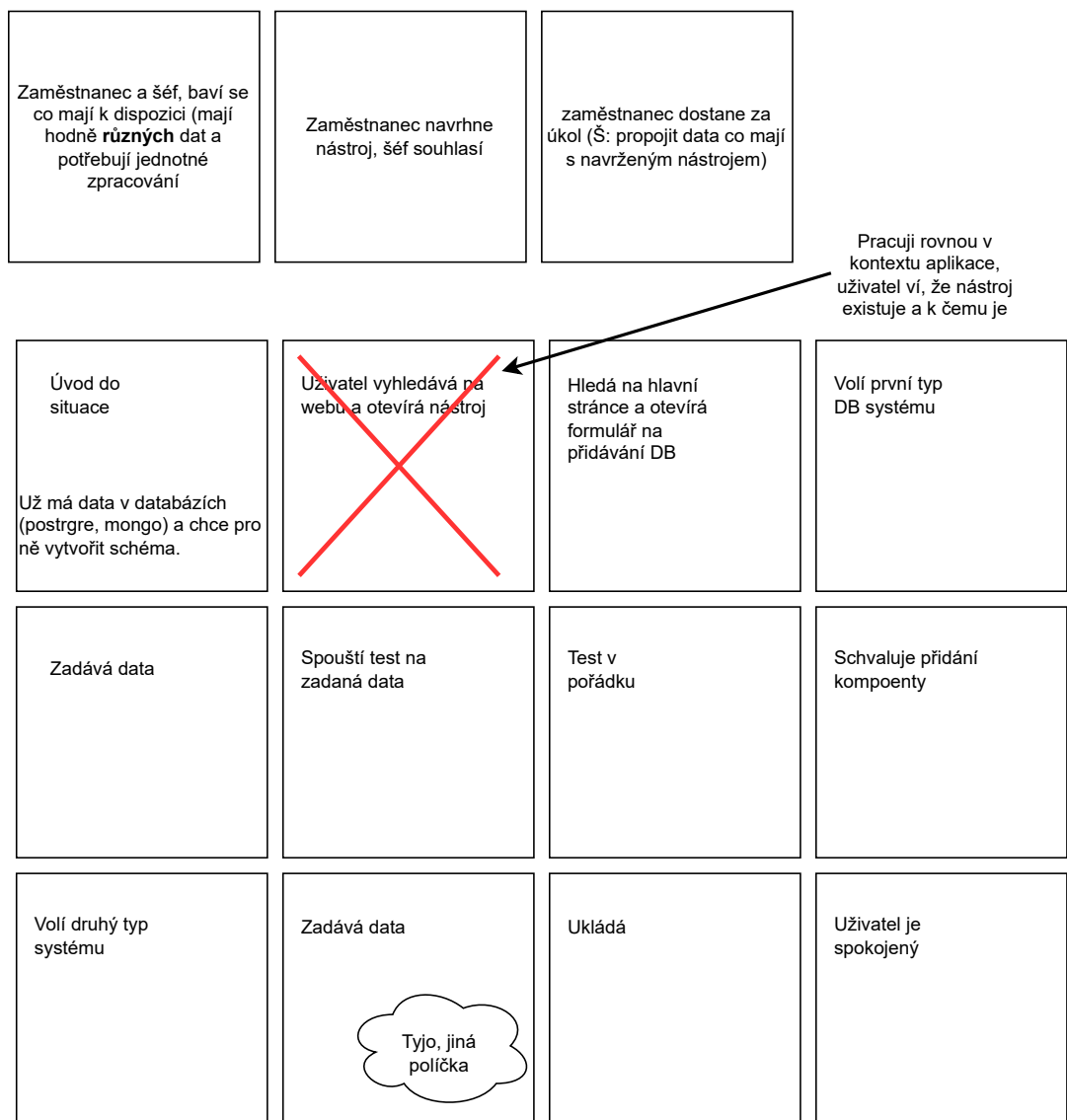
Na Obrázku 4.1 můžeme vidět rychlý návrh obsahu storyboardu. Kroky v buňkách nejdřív místo kreslení popisujeme. Získáme tím přehled všech hlavních kroků, které bude uživatel dělat a ujasníme si, kolik asi bude potřeba buněk.

V rámci návrhu jsme vytvořili několik iterací. Některé snímky jsme z návrhu vyřadili, protože nebyli potřebné (např. červeně škrtlý snímek). První tři kroky jsme k původnímu návrhu přidávali jako širší úvod do situace.

Dáváme si pozor, abychom se v této fázi návrhu nenechali strhnout detaily, které zatím nejsou potřeba. O prvotních fázích návrhu se zmiňuje i kniha Refactoring UI [7]. Navrhuje jednoduchý způsob, jak se nenechat pohltnout detaily jako jsou typy písma, stíny, ikony atd. Podle autorů stačí vzít papír, tlustou fixu a tím si v podstatě znemožnit kreslení malých detailů. My jsme navíc omezení velikostí buněk, do kterých kreslíme.

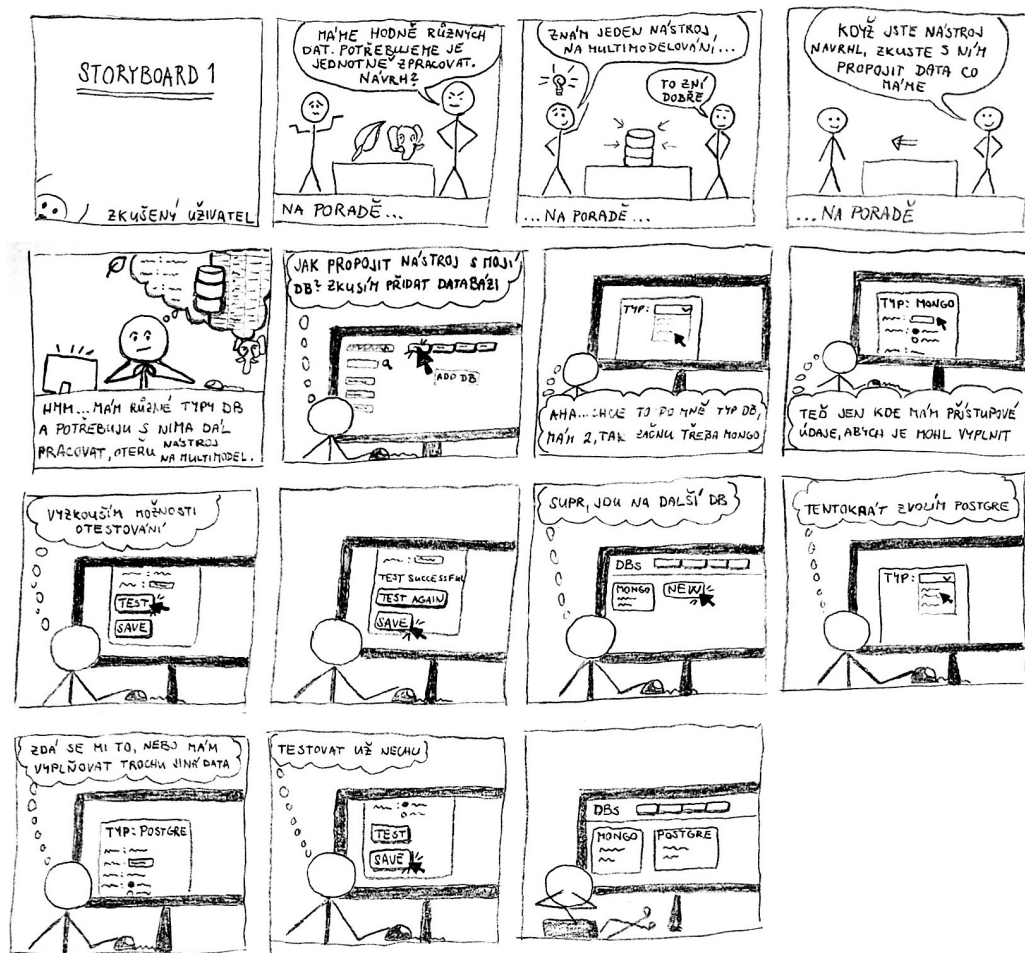
Při vyjadřování situace pamatujeme na to, že aplikaci momentálně ovládá zkušený uživatel. V aplikaci se zorientuje rychle a s úkolem nemá problém. Obrázek 4.2 je kompletní storyboard znázorněný pomocí kreseb místo textu. V návrhu je vidět, že uživatel nemá s používáním aplikace problém. Sám navrhl použití nástroje. Na několika snímcích je vidět i prvotní rozhraní aplikace, zatím opravdu jen v náznacích.

Oproti Obrázku 4.1 si díky vizualizaci v Obrázku 4.2 lépe představíme co bude uživatel dělat a jak bude v náznacích vypadat aplikace, ve které pracuje. Stejně



Obrázek 4.1: Rychlý návrh storyboardu pomocí textu v buňkách.

tak se potom konkrétní představy lépe komunikují s lidmi se kterými storyboard konzultujeme.



Obrázek 4.2: Výsledný storyboard, který znázorňuje uživatele přidávajícího databázové komponenty

## 5. Low-fidelity prototyp

Po storyboardech, které nám ukázali možné sekvence akcí, vytvoříme prototyp aplikace, se kterým budou interagovat uživatelé. V rámci ročníkového projektu vytvoříme jen low-fidelity prototyp. Tedy se budeme zabývat vytvořením rané verze aplikace, která nebude věrnou kopií aplikace výsledné. V této fázi, chceme hlavně rychle vytvořit prototyp, na kterém můžeme vyhodnocovat nápady a zároveň ho můžeme otestovat na uživatelích spadajících do jednotlivých uživatelských skupin, které jsme si definovali.

### 5.1 Paper prototyping (mockups)

Pro navrhování a testování uživatelského rozhraní ve verzi low-fidelity jsme si vybrali jednu z využívaných metod, prototypování na papír (paper prototyping). Někdy také nazývaná jako tvorba paper mockupů. Celý proces od vytvoření prototypu až po uživatelské testování popisuje detailně kniha Paper prototyping od Carolyn Snyder [8].

Začneme vytvořením papírových komponent aplikace (oken, menu, stránek, dialogových boxů, dat, pop-up zpráv). Po vytvoření prototypu provedeme usability otestování. V takovém testování provádí uživatel, v jednom sezení, realistické úkoly na papírovém prototypu. Nejedná se o studii, kdy jsou prováděny série testů použitelnosti během několika dní. Uživatelé jsou vybráni podle uživatelských skupin, které jsme si definovali na začátku.

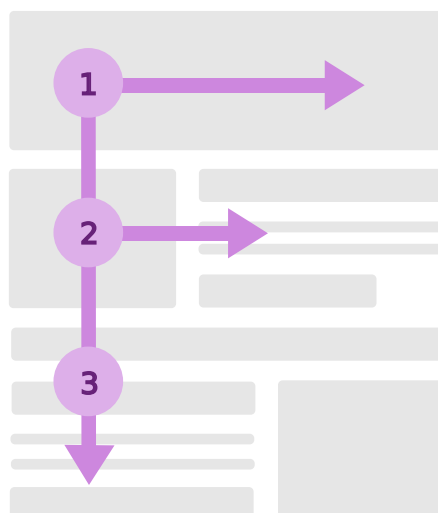
Prototyp bude ovládaný osobou, která reprezentuje konání počítače, ale nevysvětluje, jak má rozhraní fungovat. Další zkušený člověk funguje jako zapisující pozorovatel. Pozoruje chování uživatele, zapisuje co uživatel dělá a co říká. Tímto způsobem provedeme velmi rychle iterativní testování na několika uživatelích. V průběhu můžeme aplikaci vylepšovat a všimnout si opakujících se vzorů. Každé sezení s uživatelem končí vyplněním dotazníku spokojenosti s aplikací.

#### 5.1.1 Vytváření prototypu

Papírový prototyp vytvoříme v nezávislosti na existujících aplikacích popsaných v 1. kapitole. V tomto momentě je dobré si ujasnit, na jakém zařízení budeme aplikaci používat. Implicitně jsme od začátku předpokládali, že půjde o počítačové rozhraní. Mobilní aplikace se k němu nepřidá, alespoň ne ve verzi s možností úprav. Stejně tak aplikace pro tablety. Takle zařízení jsou užší a menší. Mají tak méně prostoru pro obsah, navigaci a interakci. Použití modelovacích a složitějších funkcí by bylo často složité až nemožné.

Pro obecné rozložení komponent jsme vzali v úvahu F-Pattern. Je pojmenovaný podle tvaru, který tvoří pohyby očí při skenování a čtení aplikace, připomínající písmeno F (Obr. 5.1). Nehodí se pro telefony, to nás ale neomezuje. Dnes spíš návrh aplikací tíhne k rozmanitosti, proto na něm aplikaci nestavíme, jenom ho bereme v potaz. Hlavním jazykem aplikace bude angličtina. Uživatelé jsou zvyklí číst zleva doprava, proto je pattern orientovaný stejným směrem.

Při návrhu se zaměříme na dostupnost různých částí aplikace. U těch, které jsou často používané se snažíme minimalizovat počet kliků, díky nimž se k hledané



Obrázek 5.1: F-Pattern layout.

informaci dostaneme. Vezměme si jako příklad otevření formuláře pro přidání databázové instance. Na jeho otevření nám poslouží přesun jedním kliknutím do okna se správou databázových instancí a na něm tlačítko pro přidání, které je na stránce nejvýraznější.

Neoficiální pravidlo tří kliků (3-click rule) tvrdí, že přístup k jakékoli informaci v aplikaci by neměl být delší než tři kliknutí. Vzniklo z přesvědčení, že budou uživatelé frustrovaní a opustí aplikaci, když nenaleznou hledanou informaci do tří kliků. Pravidlo je ale příliš zjednodušené a nezohledňuje složité interakce. Dosažení nízkého počtu kliků s sebou nese riziko, že budeme ignorovat vše ostatní. Může vést i k frustraci uživatelů způsobené obšírnými navigacemi. Proto se pravidlem přímo neřídíme, ale snažíme se minimalizovat počet kliků, když to jde.

Chceme, aby se uživatel ocitl v pro něj známém (intuitivním) prostředí. Jako inspirace nám posloužily existující webové nástroje a desktopové aplikace. Úvodní obrazovka je tvořená z levé lišty (Obr. 5.2), která obsahuje tlačítka pro otevření hlavních částí aplikace (spojení s databázovými instancemi, modelování, vytváření mapování), a volného prostoru. Podobnou lištu lze nalézt například v nástrojích pgModeler<sup>1</sup>, sqlDBM<sup>2</sup> a VS Code<sup>3</sup> (Obr. 5.2). Počítáme s tím, že až budou přibývat funkčnosti dalších nástrojů, budou přibývat tlačítka v levé liště.

V části aplikace pro správu databázových instancí vytvoříme lištu s již existujícími spojeními a jednoduchý formulář, který bude umožňovat přidání nové instance.

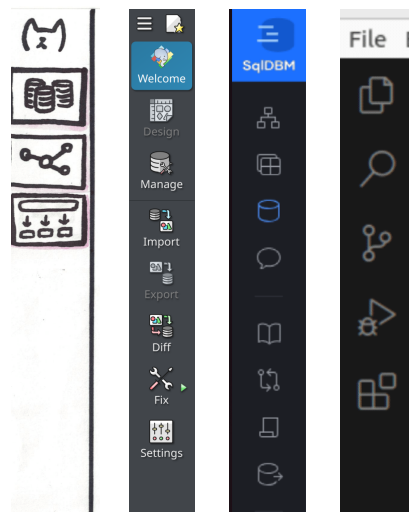
U vytváření části aplikace s modelováním schématu nám jako inspirace posloužil nástroj Draw.io<sup>4</sup>. Konkrétně hlavně u ER modelování lišta vlevo (Obr. 5.3) a jednotlivé komponenty, které se přidávají na plochu. Do našeho papírového návrhu jsme totiž přidávali, místo vytváření category schema, vytváření ER modelu. Proto, abychom uživateli představili něco jednoduššího s čím se už pravděpodobně setkal.

<sup>1</sup><https://pgmodeler.io/>

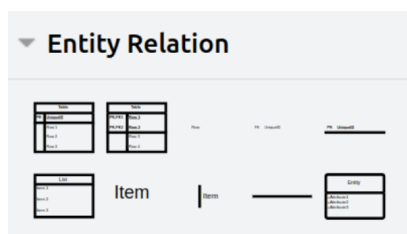
<sup>2</sup><https://sqldb.com/Home/>

<sup>3</sup><https://code.visualstudio.com/>

<sup>4</sup><https://app.diagrams.net/>



Obrázek 5.2: Porovnání papírové lišty (vlevo) s lištami existujících aplikací.



Obrázek 5.3: ER lišta z nástroje Draw.io, sloužící jako inspirace.

Snažili jsme se ponechat co nejvíc volné bílé plochy pro pohodlné modelování a dost místa na umísťování komponent. Dodatečné lišty, sloužící k úpravě vlastností jednotlivých komponent, jsme vytvořili plovoucí, tak aby je uživatel mohl přetáhnout, pokud by někde překážely a aby zabíraly co nejméně místa.

Pro přidávání mapování do schématu jsme se drželi podobné struktury jako u vytváření schématu. Všechny papírové komponenty prototypu jsou naskenované v příloze A.3.

## 5.2 Uživatelské testování

Proč vůbec chceme low-fidelity návrh testovat na uživatelích? Kromě toho, že papírový návrh se dá rychle měnit, se můžeme vyhnout hnidopišské zpětné vazbě. O ní se zmiňují i v knize Paper Prototyping na straně 58 [8]. Komponenty a barvy nejsou jasně dané, uživatel se spíše zaměří na koncepty a funkčnost. Je totiž očividné, že jsme ještě nespecifikovali vzhled. Schumann a další se v jednom ze svých článků [9] zabývají tím, že nedokončený návrh povzbuzuje ke kreativě a k tomu, aby uživatel nebyl pasivní a sám přemýšlel nad koncepty.

Připravíme si úkoly, které budou uživatelé dělat. Budou to ty nejběžnější, které jsme rozebírali v předchozích kapitolách. Jmenovitě první úkol, kdy uživatel přidá databázovou komponentu. Další hlavní úkol je vytvoření jednoduchého schématu a poslední jeho dekompozice. Po připravení úkolů najdeme uživatele spadající do vytvořených uživatelských skupin. Dáváme si pozor, aby neznali aplikaci nebo



naše názory na ni.

V kapitole Some Techniques for Observing Users knihy The Art of Human-computer Interface Design [10] autorka popisuje techniky pro pozorování uživatelů, které se nám při testování budou hodit. Chceme zjistit, kde mají uživatelé problém aplikaci používat a co jim naopak vyhovuje.

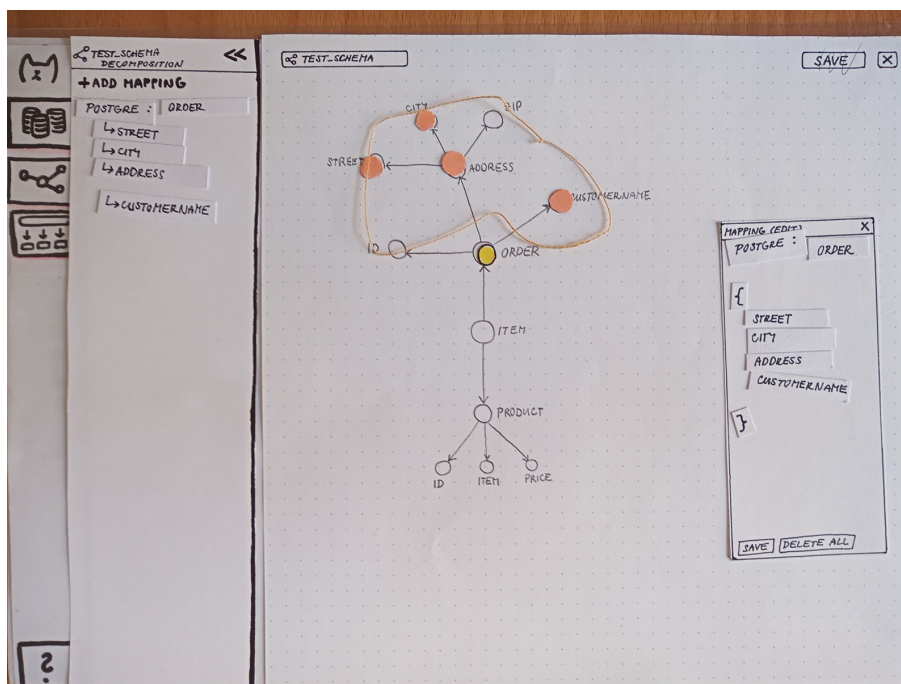
Pro samotné testování vybereme místo, které je tiché a bez zbytečných vnějších vyrušování. Popíšeme uživateli o co se jedná a vyvětlíme, že jsou zapojeni do raných fází návrhu. Zdůrazníme, že testujeme aplikaci, ne uživatele. Poprosíme uživatele, aby přemýšleli nahlas a říkali to co jim přijde na mysl v průběhu plnění úkolů. Díky tomu prozkoumáme jejich očekávání od produktu, taky jejich úmysly a jejich strategie řešení problémů. Nakonec ještě upozorníme, že nebudeme uživateli pomáhat při plnění úkolů. Je to nejlepší způsob jak zjistit jak uživatelé reálně interagují s aplikací.

Po otestování zodpovíme zbývající otázky od uživatele. Případně diskutujeme nějaké zajímavé chování, které uživatel při testování měl. Závěrem pak bude vyplnění dotazníku uživatelem. Je důležité, aby v dotazníku byly jenom otevřené otázky, které uživatele nijak nenavádí. Ptáme se hlavně na pocity z aplikace, jestli něco neodvádělo pozornost uživatele a jestli dává smysl navigace po aplikaci.

## 5.3 Závěr z uživatelského testování

Papírový prototyp otestovalo sedm uživatelů pokrývajících všechny uživatelské skupiny. Zpětnou vazbu jsme získali ze zápisků od pozorovatele a z dotazníku. Všechny zápisky, dotazník i odpovědi na dotazník lze nalézt v příloze A.4

Pro představu průběhu uživatelského testování je na Obrázku 5.4 zachycena situace přidávání mapování do existujícího schématu.



Obrázek 5.4: Ukázka rozložení aplikace při uživatelském testování.

V průběhu testování na uživateli jsme do aplikace přidali vyskakující okna s potvrzením o úspěšně provedené akci (například uložení souboru).

V dotazníku uživatelům připadala aplikace konzistentní a nic neodvádělo jejich pozornost od komponent na které v dalších krocích klikali. Díky konzistenci rozložení v aplikaci se uživatelé po splnění prvního úkolu pohybovali rychleji.

Uživatelé používali i otazník s nápovědou v hlavní liště. Původním předpokladem bylo, že uživatelé budou skeptiční a raději budou zkoušet klikat na různé prvky. Několik z nich si taky všimlo, že na úvodní obrazovku, která je tvořená jen z levé lišty a jinak je prázdná, by bylo dobré přidat nějaký úvodní text s nabídkou úkonů, které může uživatel začít dělat, pro rychlejší orientaci, když aplikaci otevře. Takovou nabídku jsme do aplikace nepřidávali, ale nakonec nás to napadlo a uživatelé nám domněnku potvrdili.

S jedním uživatelem jsme diskutovali rozložení hlavních funkcí. Poukázal na to, že by nebylo špatné schovat vytváření databázových spojení místo první funkce někam, aby k tomu měl přístup hlavně administrátor a expertní uživatel a obecně, aby se méně zkušeným uživatelům tahle možnost nenabízela. Určitě plánujeme zapojit tento poznatek do dalšího návrhu a v hlavní liště schovat nebo alespoň prohodit tlačítka určená hlavně pro expertní uživatele.

Obecně měli uživatelé problém s posledním úkolem, kde vytvářeli mapování. Protože je to ale úkol hlavně pro expertní uživatele, byly takové problémy očekávané. Naopak formulář pro přidávání DB komponenty pochopili všichni velmi rychle.

# Závěr

TODO: shrnout co se podařilo a co ne

TODO: Nezapomenout na konci nahradit mezery za no-break space všude v dokumentu... pomocí ~

Tato práce se zaměřila na návrh uživatelského rozhraní pro framework MM-cat, který je určený pro správu multi-modelových databází. Hlavním přínosem je konzistentní návrh papírového prototypu, ve kterém se testovaní uživatelé poměrně rychle zorientovali. Ověřili jsme si, že uživatelé nebyli při plnění úkolů rozptylováni nadměrným množstvím tlačítek a funkcionalit. Pohybovali se v prostředí, které jim bylo známé díky inspiraci z rozložení již existujících nástrojů.

Postupný přístup od definování cílových skupin až po tvorbu storyboardů usnadnil tvorbu papírového prototypu. Testování na papírovém návrhu přineslo výhodu v podobě omezení drobných, detailních připomínek. Naopak se uživatelé zaměřovali na obecné rozložení a sami navrhovali užitečné úpravy.

Pro budoucí práci by bylo vhodné zaměřit se na přidání ostatních funkcionalit, abychom usnadnili jejich integraci s nástrojem MM-cat. Dále také vytvořit webové rozhraní na základě navrženého papírového prototypu a stejně jako v papírovém případě ho otestovat na uživatelích.

multimodal data, UI, UX, DBMS

# Seznam použité literatury

- [1] Pavel Koupil, Martin Svoboda, and Irena Holubová. MM-cat: A Tool for Modeling and Transformation of Multi-Model Data using Category Theory. In *Proc. of MODELS '21*, pages 635–639. IEEE, 2021.
- [2] J. Tidwell and an O'Reilly Media Company Safari. *Designing Interfaces, 2nd Edition*. O'Reilly Media, Incorporated, 2010.
- [3] Pavel Koupil and Irena Holubová. A Unified Representation and Transformation of Multi-Model Data using Category Theory. *J. Big Data*, 9(1):61, 2022.
- [4] Pavel Koupil, Sebastián Hricko, and Irena Holubová. MM-infer: A Tool for Inference of Multi-Model Schemas. In *Proc. of EDBT '22*, pages 2:566–2:569. OpenProceedings.org, 2022.
- [5] Pavel Koupil, Daniel Crha, and Irena Holubová. MM-quecat: A Tool for Unified Querying of Multi-Model Data. In *Proc. of EDBT '23*, pages 831–834. OpenProceedings.org, 2023.
- [6] Pavel Koupil, Jáchym Bártlík, and Irena Holubová. MM-evocat: A Tool for Modelling and Evolution Management of Multi-Model Data. In *Proc. of CIKM '22*, pages 4892–4896. ACM, 2022.
- [7] A. Wathan and S. Schoger. *Refactoring UI*. Adam Wathan & Steve Schoger, 2019.
- [8] Carolyn Snyder. *Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces*. The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Elsevier Science, 2003.
- [9] Jutta Schumann, Thomas Strothotte, Andreas Raab, and Stefan Laser. Assessing the Effect of Non-photorealistic Rendered Images in CAD. In *Proceedings of CHI'96 Conference on Human Factors in Computing Systems (Vancouver, Canada, apr 1996)*, pages 35–42. ACM SIGCHI, 1996.
- [10] Brenda Laurel and S.J. Mountford. *The Art of Human-computer Interface Design*. Computer systems. Addison-Wesley, 1990.

# Seznam obrázků

1.1	Ukázka uživatelského rozhraní nástroje MM-cat. . . . .	5
3.1	Diagram pro přidání databázové komponenty. . . . .	9
4.1	Rychlý návrh storyboardu pomocí textu v buňkách. . . . .	12
4.2	Výsledný storyboard, který znázorňuje uživatele přidávajícího da- tabázové komponenty . . . . .	13
5.1	F-Pattern layout. . . . .	15
5.2	Porovnání papírové lišty (vlevo) s lištami existujících aplikací. . .	16
5.3	ER lišta z nástroje Draw.io, sloužící jako inspirace. . . . .	16
5.4	Ukázka rozložení aplikace při uživatelském testování. . . . .	17

# A. Přílohy

Všechny přílohy uložené samostatně se nachází ve složce `prilohy/`.

## A.1 Hierarchical Task Analysis

V souboru `hta.pdf` jsou všechny provedené analýzy úkolů.

## A.2 Storyboardy

Storyboardy k vybraným úkolům jsou k nahlédnutí v `storyboardy.pdf`

## A.3 Paper Mockupy

Rozložené komponenty papírového mockupu jsou naskenované v souboru `paper-mockup-laid-out.pdf`.

## A.4 Uživatelské testování

Google Forms formulář je dostupný jako `formular-testovani-mockupu.pdf`.  
Odpovědi na formulář jsou zaznamenány v `formular-odpovedi.pdf` a výsledky od zapisovatele v `souhrn-od-zapisovatele.txt`.