



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název:	Webová aplikace pro tisk a sdílení tiskáren
Student:	Bc. Adam Kvita
Vedoucí:	Ing. Vladislav Skoumal
Studijní program:	Informatika
Studijní obor:	Webové a softwarové inženýrství
Katedra:	Katedra softwarového inženýrství
Platnost zadání:	Do konce letního semestru 2019/20

Pokyny pro vypracování

Navrhněte a implementujte prototyp webové aplikace, která umožní tisk dokumentů z webového prohlížeče na registrovaných tiskárnách. Tiskárny jsou k aplikaci připojeny přes vlastní hardwarové pojitko.

1. Prozkoumejte existující řešení.
2. Stanovte cílové uživatelské skupiny a jejich případy užití.
3. Navrhněte uživatelské rozhraní pro tisk a otestujte s uživateli.
4. Navrhněte uživatelské rozhraní pro správu tiskáren.
5. Popište procesy vyplývající z use cases a z navrženého uživatelského rozhraní.
6. Navrhněte architekturu a datový model aplikace.
7. Navrhněte API pro komunikaci jednotlivých částí systému.
8. Implementujte prototyp software pojitka, které zajistí komunikaci webové aplikace a tiskárny přes navržená API.
9. Navrhněte metodiku a nástroje pro ověření kvality aplikace.
10. Navrhněte provozní metriky, monitoring a nástroje a procesy pro podporu provozu aplikace.

Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

Ing. Michal Valenta, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. RNDr. Ing. Marcel Jiřina, Ph.D.
děkan

V Praze dne 10. října 2018



**FAKULTA
INFORMAČNÍCH
TECHNOLÓGIÍ
ČVUT V PRAZE**

Diplomová práce

Webová aplikace pro tisk a sdílení tiskáren

Bc. Adam Kvita

Katedra softwarového inženýrství
Vedoucí práce: Ing. Vladislav Skoumal

29. prosince 2018

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu inženýru Vladislavu Skoumalovi za vedení mé diplomové práce, cenné rady a pomoc. Dále panu magistru Janu Hanzelkovi za konzultace zejména v oblasti UX. Všem, kteří se zúčastnili průzkumů a testování děkuji za jejich názor a čas. V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za podporu.

Prohlášení

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

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů, zejména skutečnost, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 29. prosince 2018

.....

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta informačních technologií

© 2018 Adam Kvita. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení na předchozí straně, je nezbytný souhlas autora.

Odkaz na tuto práci

Kvita, Adam. *Webová aplikace pro tisk a sdílení tiskáren*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2018.

Abstrakt

Práce se zabývá vytvořením webové aplikace, která umožní sdílet libovolnou tiskárnu, vyhledávat sdílené tiskárny a tisknout na nich. Tiskárny jsou k aplikaci připojeny pomocí hardwarového zařízení s vlastním softwarem.

První částí práce je analýza současných možností sdíleného tisku a způsobů, jak je zlepšit. Stanovuje cílové uživatelské skupiny, popisuje existující řešení a vytváří seznam požadavků na realizovanou aplikaci.

Na základě výsledků analýzy je navržen systém, který poskytuje požadovanou funkcionalitu prostřednictvím webové aplikace. V rámci práce je implementován a popsán prototyp software, který běží na hardwarovém zařízení a propojuje fyzickou tiskárnu s webovou aplikací.

Práce dále prezentuje metodiku a nástroje vhodné pro ověření kvality navržené aplikace a diskutuje provozní metriky, monitoring, nástroje a procesy pro podporu jejího provozu.

Přílohy práce obsahují zejména dokumentaci k průzkumům provedeným v rámci analýzy.

Klíčová slova webová aplikace, sdílení tiskáren, tisk, síť tiskáren, hardwarová přípojka, CUPS, uživatelský průzkum, prototypování, UCD

Abstract

The aim of this thesis is to create a web application which enables its users to share any printer, locate shared printers and print. Printers are connected to the application via a hardware connector with custom software.

First part of the thesis is an analysis of the current possibilities of printer sharing and appropriate ways of improvement. It sets target user groups, describes state-of-the-art solutions and creates a list of requirements for the developed application.

The analysis is a base for designing a system that will provide the required functionality via a web application. The thesis covers implementation of a prototype of the software that runs on the hardware connector and connects physical printers to the web application.

Moreover, the thesis presents a methodology and tools suitable for testing the developed application's quality and discusses runtime metrics, monitoring, tools and processes for its operation support.

The thesis' attachments contain especially a documentation for the research performed during the analysis.

Keywords web application, printer sharing, printing, printer network, hardware connector, CUPS, user research, prototyping, UCD

Obsah

Úvod	1
1 Cíl práce	3
2 Analýza	5
2.1 Současný stav tisku	5
2.2 Existující řešení (SOTA)	6
2.3 Cíloví uživatelé	13
2.4 Požadavky na funkcionalitu	21
2.5 Systémové požadavky	23
2.6 Možnosti řešení	23
3 Návrh	27
3.1 UCD	27
3.2 Případy užití	30
3.3 Uživatelské rozhraní	43
3.4 Procesy	70
3.5 Architektura a technologie	75
3.6 Datový model	77
3.7 API	94
4 Implementace	101
4.1 CUPS	101
4.2 Pusher	105
4.3 Node klient	105
5 Testování a provoz	111
5.1 Ověření kvality software	111
5.2 Podpora provozu software	118

Závěr	125
Výsledky práce	125
Budoucí vývoj	127
Literatura	129
A Kvalitativní průzkum	133
A.1 Firmy, co potřebují tisknout	133
A.2 Coworkingy / sdílené kanceláře	133
A.3 Koleje	135
A.4 Studenti	139
A.5 Ostatní	139
B Existující řešení	141
B.1 Tiskové e-shopy	141
B.2 Tiskové sítě	142
C Architektura	145
D Testování použitelnosti rozhraní pro tisk	147
D.1 Tester #1	147
D.2 Testerka #2	147
D.3 Tester #3	148
D.4 Tester #4	148
D.5 Testerka #5	149
D.6 Testerka #6	149
E Seznam použitých zkratk	151
F Obsah příloženého CD	153

Seznam obrázků

2.1	Rozhraní jednoho z tiskových e-shopů	7
2.2	Google Cloud Print	9
2.3	Printt	12
3.1	Horní lišta přihlášeného uživatele	45
3.2	Horní lišta nepřihlášeného uživatele	45
3.3	Hodnoty dostupných kreditů uživatele	46
3.4	Úvodní obrazovka	47
3.5	Detail tiskové úlohy	47
3.6	Dialog nastavení tisku	48
3.7	Dialog nastavení tisku v systému Windows	49
3.8	Dialog nastavení tisku v systému macOS	49
3.9	Dialog nastavení tisku na jedné z distribucí systému Linux	50
3.10	Obrazovka pro výběr tiskárny	51
3.11	Dialog výběru odběrného místa na e-shopu Alza.cz	52
3.12	Rozpad ceny	52
3.13	Způsob zobrazení otevírací doby v popisu místa na Google Maps	52
3.14	Výběr uživatele	53
3.15	Možnosti přihlášení	54
3.16	Dialog pro změnu hesla	54
3.17	Registrace nového uživatele	55
3.18	Dialog pro výběr platby	56
3.19	Dialog pro výběr placené částky	57
3.20	Dialog potvrzení platby	58
3.21	Uživatelský profil	59
3.22	Editace údajů v aplikaci Trello	62
3.23	Moje tiskárny	63
3.24	Detail provozovatele tiskáren	64
3.25	Detail pobočky	65
3.26	Sdílení tiskárny	66

3.27	Detail tiskárny	67
3.28	Správa skupiny administrátorů	68
3.29	Správa jiné uživatelské skupiny	69
3.30	Zpracování objednávky dobití kreditu	72
3.31	Zpracování objednávky dobití kreditu	73
3.32	Stavy zařízení Node a přechody mezi nimi	74
3.33	Schéma fungování tiskového systému	75
3.34	Schéma entit datového modelu uživatelů	78
3.35	Schéma entit datového modelu kreditního systému	82
3.36	Schéma entit datového modelu provozovatelů tiskáren	85
3.37	Schéma entit datového modelu tiskáren	88
3.38	Schéma entit datového modelu tiskových úloh	91
4.1	Schéma fungování komponenty Node	106
4.2	Schéma fungování komponenty Queue Filler	107
4.3	Problém s ovladačem tiskárny – ořez první tisknuté stránky	108
5.1	Schéma propojení se zařízením Node přes SSH tunel	121
C.1	Prvotní náčrt architektury systému	145

Seznam tabulek

3.2	Pokrytí funkčních požadavků případy užití	42
-----	---	----

Úvod

Tiskárny jsou dnes již běžně dostupná zařízení a tisk je pro mnohé lidi každodenní součástí života. Ve světě je velké množství tiskáren, ale ne všechny jsou dostatečně využity. To vede k tomu, že tiskárny nemusí být provozuschopné, když jsou potřeba, a jejich pořízení a údržba se nemusí vyplatit.

Lidé potřebují tisknout v různých situacích, na různých místech a nosit s sebou všude tiskárnu, když není jisté, že bude potřeba, je nepraktické. V takových situacích potom potřebují najít místo, kde si vše potřebné mohou vytisknout. I v případě, že o takovém místě vědí, nemusí být situace jednoduchá. Pro tisk je mnohdy nezbytné tiskárnu správně nainstalovat a nastavit, což nemusí být triviální.

Řešením aktuální situace je využít konceptu sdílené ekonomiky a umožnit majitelům tiskáren, aby svá zařízení nasdíleli pro ostatní, kteří potřebují tisknout. Tato práce jedno takové řešení prezentuje.

Motivací autora práce k řešení dané problematiky je zejména osobní zkušenost s hledáním tiskáren během cestování a správou domácích tiskáren.

První částí je analýza, která zkoumá aktuální stav sdíleného tisku, hledá možnosti zlepšení a stanovuje požadavky na aplikaci, která bude realizována. Na ni navazuje návrh, který na základě požadavků prezentuje možné řešení. Práce se pak zabývá implementací části aplikace a přístupy k jejímu testování a provozu.

Práce vznikala v rámci interního projektu společnosti SKOUMAL, s.r.o. za konzultace a podpory jejích zaměstnanců. Společnost je v rámci práce označována jako „zadavatel“.

Cíl práce

Cílem práce je vytvořit systém, který usnadní lidem hledání a sdílení tiskáren a tisk. Funkcionalita je dostupná prostřednictvím webové aplikace. V rámci práce je implementována pouze část systému zajišťující komunikaci tiskáren s webovou aplikací.

Práce se skládá z rešeršní a praktické části. Rešeršní část zkoumá aktuální možnosti sdíleného tisku a potřeby a preference uživatelů tiskáren. Z nasbíraných informací formuluje požadavky na vyvíjený systém, aby byl přínosem pro vybrané uživatelské skupiny. Prezentuje různé přístupy k naplnění požadavků a vybírá ten nejvhodnější.

Praktická část se zaměřuje na návrh systému a následnou implementaci jeho části, která propojuje tiskárny s webovou aplikací. Zároveň navrhuje metodiku a nástroje pro ověření kvality aplikace a provozní metriky, nástroje a procesy pro podporu provozu aplikace.

Analýza

První fází vývoje aplikace byla analýza. V rámci analýzy byly zkoumány současné možnosti sdíleného tisku a způsoby, jak je zlepšit. Základem byl kvalitativní průzkum, který probíhal formou rozhovorů s uživateli a majiteli tiskáren a rešerše na internetu.

Na základě získaných informací byly stanoveny cílové uživatelské skupiny, srovnány existující řešení, stanoveny požadavky na vyvíjenou aplikaci a diskutovány přístupy k její realizaci.

2.1 Současný stav tisku

Tisk je dnes běžná záležitost, se kterou se setkává většina populace. Ceny tiskáren klesly natolik, že nebývá problém si je pořídit ani domů nebo do menších firem. Snadná dostupnost tiskáren ve spojení s ekologickým trendem snížit spotřebu papíru ovšem vede k řadě problémů.

Mnoho majitelů „domácích“ tiskáren je nevyužívá příliš často, takže když potřebují tisknout, řeší problémy se zasycháním barev, nedostatkem papíru a podobné. Majitelé „profesionálních“ tiskáren zase řeší, jak stroje využít co nejefektivněji, aby se jim vrátily pořizovací náklady co nejdříve.

Člověk, který potřebuje tisknout, pak hledá vhodnou tiskárnu, řeší často netriviální problémy s její konfigurací a nastavením tisku. Případně požádá o vytištění někoho jiného, ať už copycentrum či známého.

Situace tedy vede k několika problémům:

1. Jak zajistit, aby byla tiskárna dostatečně využita?
2. Jak najít vhodnou tiskárnu, na které lze vytisknout co je třeba?
3. Jak nastavit tiskárnu, aby bylo možné tisknout?

Cílem této práce je navrhnout aplikaci, která pomůže tyto problémy řešit a zjednoduší tak přístup k tisku a sdílení tiskáren.

2.2 Existující řešení (SOTA)

Cílem průzkumu existujících řešení bylo zjistit, jaké jsou v současné době možnosti sdílení tiskáren, vzdáleného tisku a poskytování online placených tiskových služeb. Průzkum se neomezoval pouze na kompletní řešení – tedy ta, která řeší proces tisku od vytvoření tiskové úlohy/objednávky, přes platbu až po komunikaci s tiskárnou při tisku – ale zahrnuje i varianty, které řeší jen část tohoto procesu. Ze zkoumaných řešení vyšly nejpodobnější konceptu navrhované aplikace sítě tiskáren (kap. 2.2.7) a systémy pro sdílení tiskáren přes internet (kap. 2.2.4), nicméně všem zmíněným některá funkcionalita chybí – každé řeší jinou část problému. Ideální by byla jejich kombinace.

2.2.1 Tiskové e-shopy

Existuje řada e-shopů zaměřených na prodej tiskových služeb a produktů. Často se jedná o nabídku kamenných copy center, které si tímto způsobem chtějí zvýšit zisky. Tyto e-shopy zároveň nabízejí doručení výtisků na zadanou adresu. Jsou tedy vhodné zejména pro větší (dražší) objednávky.

Obecně se dá říci, že se tyto e-shopy snaží nabízet širokou škálu „specifických“ tiskových služeb, jako je např. potisk triček nebo tisk kalendářů, ale nenabízejí – alespoň ne prostřednictvím webových stránek – tisk obvyklých dokumentů.

S širokou nabídkou také souvisí zpravidla složitá uživatelská rozhraní, které se snaží nabídnout všechny dostupné volby, a uživatele tak spíše zahltlí. Pokud se uživatel nevyzná v tiskové terminologii, tak ani nemusí vědět, co potřebuje nastavit. Pro různé tiskové produkty navíc existují různé volby, takže se uživateli rozhraní „mění pod rukama“. Příklad takového rozhraní ilustruje obrázek 2.1.

E-shopy se starají o sběr a vyřizování objednávek, neřeší už ale samotný tisk – komunikaci s tiskárnou – ten musí zaměstnanci provést ručně. Posuzované tiskové e-shopy se stručnými poznámkami jsou v příloze B.

2. On-line cenová kalkulačka:

Obrázek 2.1: Rozhraní pro tisk jednoho z mnoha tiskových e-shopů.[1] Tisk dokumentů není v nabídce (lze popsat kontaktním formulářem v sekci Ostatní produkty).

2.2.2 Systémy pro správu workflow tiskáren (copy center)

Poskytovatelé tiskových služeb mohou využívat specializované informační systémy pro podporu pracovních procesů. Takové systémy usnadňují celý proces tisku od poptávky přes zpracování objednávky až po odeslání výtisků. Některé umožňují i přímo vytvořit a spravovat tiskový e-shop. Neřeší však samotnou komunikaci s tiskárnou – tisk musí provést zaměstnanec sám. Mezi zástupce této kategorie patří například zahraniční PrintingInABox¹ a český Printis².

2.2.3 Systémy pro správu a sdílení tiskáren

Systémy v této kategorii jsou určeny především pro větší společnosti, které potřebují monitorovat množství tisku, nastavit pokročilá pravidla sdílení a zpracovávat statistická data (např. vytvářet reporty o tisku). Z hlediska hardwaru cílí na velké „enterprise“ tiskárny. Některé umožňují propojení s dalšími firemními systémy, například pro správu uživatelů. Řeší celý proces tisku od

¹<http://www.printinginabox.com/>

²<https://www.printis.cz/>

vytvoření tiskové úlohy prostřednictvím mobilní/desktopové/webové aplikace až po komunikaci s tiskárnou.

Do této kategorie patří například systémy PrinterOn³ a systém Paper Cut⁴, který nabízí možnost tisku přes webové rozhraní⁵ bez nutnosti instalace ovladačů tiskárny do počítače. Dále systémy od českých firem Y Soft⁶ a MyQ⁷, které se zaměřují na úzkou integraci s hardwarem – jako doplňky je možné připojit platební terminály, čtečky čipových karet apod.

2.2.4 Sdílení tiskáren přes internet

Pro sdílení tiskáren přes internet je možné využít specializované služby. Tiskárna je ke službě připojena pomocí software, který lze nainstalovat na širokou škálu zařízení. Po připojení je tiskárna typicky sdílena přes RESTful API.

2.2.4.1 Google Cloud Print

Google Cloud Print⁸ (obr. 2.2) je služba umožňující připojení lokálních i síťových tiskáren a tisk

- přes webové rozhraní,
- přes mobilní aplikace (Android⁹ a iOS¹⁰),
- z počítačů (MacOS¹¹, Windows¹², GNU/Linux¹³ a FreeBSD¹⁴) i
- přes webové API.

Webové API¹⁵ poskytuje kromě možnosti tisku i funkcionalitu správy a sdílení tiskáren.

Tiskárny jsou registrovány pod účtem Google a je možné je sdílet ostatním (pokud mají účet Google), případně prostřednictvím odkazu.

³<http://www.printeron.com>

⁴<https://www.papercut.com/>

⁵Funkce Web Print, viz <https://www.papercut.com/tour/web-print/>.

⁶<https://www.ysoft.com/cs>

⁷<https://www.myq-solution.com/>

⁸<https://www.google.com/cloudprint/learn/>

⁹Mobilní operační systém vyvíjený pod záštitou Google, viz <https://www.android.com/>.

¹⁰Operační systém telefonů od firmy Apple, viz <https://www.apple.com/ios>.

¹¹Operační systém počítačů od firmy Apple, viz <https://www.apple.com/cz/macOS>.

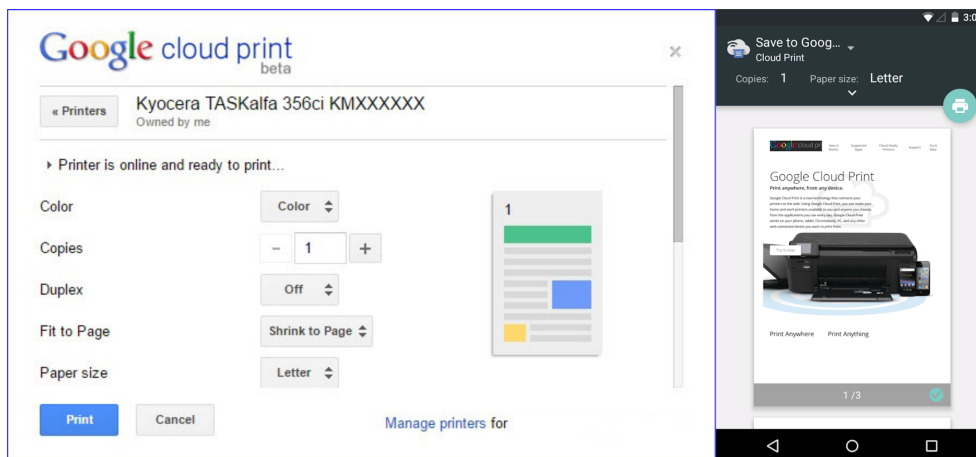
¹²Operační systém pro počítače vyvíjený firmou Microsoft, viz <https://www.microsoft.com/cs-cz/windows>.

¹³Svobodný a otevřený počítačový operační systém, který je založený na linuxovém jádru, viz <https://cs.wikipedia.org/wiki/Linux>.

¹⁴Svobodný unixový operační systém, viz <https://www.freebsd.org/>.

¹⁵Dokumentace je dostupná na <https://developers.google.com/cloud-print/docs/appInterfaces>.

2.2. Existující řešení (SOTA)



Obrázek 2.2: Rozhraní pro nastavení tisku služby Google Cloud Print (vlevo webové[2], vpravo aplikace pro Android[3]).

Tiskárny lze připojit ke službě

- napřímo (pokud to podporují),
- prostřednictvím prohlížeče Chrome¹⁶, nebo
- prostřednictvím nástroje Cloud Print Connector¹⁷, který běží na počítači, ke kterému je tiskárna připojena.

Druhá a třetí varianta počítá s tím, že je tiskárna správně nakonfigurována v operačním systému.

Google Cloud Print nicméně neumožňuje

- najít tiskárnu dle geografické polohy,
- nastavit placený tisk (ceník, slevy apod.) a
- informace o poskytovateli tisku (např. kdy je tiskárna k dispozici).

2.2.4.2 PrintNode

PrintNode¹⁸ je služba umožňující nasdílet lokální tiskárnu přes webové API. Na počítač, na kterém je tiskárna nainstalována je nutné nainstalovat program, který zajistí komunikaci tiskárny se serverem PrintNode. Potom je již možné tiskárnu ovládat přes JSON API.

¹⁶Webový prohlížeč od firmy Google, viz <https://www.google.com/chrome/>.

¹⁷<https://github.com/google/cloud-print-connector>

¹⁸<https://www.printnode.com/>

Výhodou PrintNode je

- široká škála podporovaných tiskáren,
- možnost ovládat tiskárny přes jednotné API a
- možnost snadné integrace s webovými aplikacemi.

Služba ovšem neřeší

- hledání tiskáren (z hlediska člověka, co chce tisknout),
- grafické rozhraní pro nastavení tisku a
- platbu za tisk.

2.2.5 Hardwarové print servery

Hardwarové print servery jsou jednoúčelová zařízení – „krabičky“, ke kterým se připojí tiskárna a síťový kabel a zařízení se postará o to, aby byla tiskárna dostupná v místní síti. Slouží vlastně jen jako „síťový adaptér“ pro tiskárny, které samy o sobě nelze připojit k počítačové síti. Zpravidla nenabízejí pokročilejší funkce. V rámci průzkumu existujících řešení jsou uvedeny pro úplnost jako jedno z možných řešení sdílení tiskárny. Příkladem takového zařízení může být TP-Link TL-PS110U¹⁹.

2.2.6 Vlastní tiskové řešení

Na Sinkuleho koleji²⁰ v Praze provozují vlastní řešení, které umožňuje studentům tisknout dokumenty. O správu tiskárny se stará kolejní klub a tisk je benefitem pro jeho členy. Administrace tisku (vytváření uživatelských kont, dobíjení tiskového kreditu, zobrazení tiskových úloh, ...) probíhá v rámci informačního systému klubu.

Pro tisk je třeba mít účet s dostatečným kreditem a nainstalovaný ovladač pro tiskárnu v počítači (nainstalovat ovladač je mnohdy netriviální). Tisknout lze z místní sítě.

Oproti prostému nasdílení tiskárny v síti toto řešení

- monitoruje objem tisku,
- řeší platby za tisk (formou předplaceného kreditu) a
- monitoruje stav tiskárny (informace o chybách jsou odesílány e-mailem).

¹⁹https://www.tp-link.com/uk/products/details/cat-5688_TL-PS110U.html

²⁰Ubytovací zařízení Správy účelových zařízení ČVUT, viz <https://www.suz.cvut.cz/koleje/sinkuleho-kolej>.

Unikátním prvkem řešení je vlastní algoritmus na výpočet ceny tisku dle reálného barevného pokrytí stránky. Hlavním problémem řešení je pak komplikovaná instalace ovladačů tiskárny a časová náročnost údržby a vývoje vlastního software.

Při tisku komunikuje uživatelský počítač s tiskovým serverem přes protokol SMB²¹. Počítač odešle tiskovou úlohu, server ji přijme a spustí script napsaný v jazyce Python²², který se stará o její zpracování – určuje, jestli se má tisknout, komunikuje s informačním systémem kolejního klubu a tiskovým systémem CUPS. Systém CUPS²³ se následně stará o komunikaci s tiskárnou při tisku.

2.2.7 Sítě tiskáren

Sítě tiskáren je myšleno větší množství tiskáren, na kterém je možné tisknout prostřednictvím jednotného uživatelského rozhraní a které umožňuje tiskárny vyhledávat dle polohy.

2.2.7.1 RoboCopy

RoboCopy²⁴ je Pražská společnost, která se zabývá vývojem a provozem tiskových automatů. Jejich produktem tedy není tiskárna, ale složitější stroj, který umí kopírovat, tisknout, skenovat a je vsazen do odolné schránky. Součástí automatu je také zařízení na platbu kartou a hotově. Jako doplňkovou možnost výtisku výrobce do automatů montuje obrazovku, na které zobrazuje reklamy.

Tisk je nutné nastavit manuálně pomocí dotykového displeje automatu. Z principu tedy nelze do sítě tiskáren RoboCopy připojit vlastní tiskárnu.

V současné době jsou automaty rozmístěny v několika zemích světa, nejvíce jich je v Praze. Výrobce cílí na univerzity, koleje a jiné veřejné budovy. Konkrétní automat v ČR lze najít na mapě na oficiálních stránkách výrobce²⁵. Více informací v bodech je součástí přílohy B.

2.2.7.2 Printt

Printt²⁶ (obr. 2.3) je síť tiskáren ve Velké Británii, na kterých mohou lidé tisknout prostřednictvím mobilní aplikace (aktuálně k dispozici pro Android a iOS). Provozovatelem tiskárny a jejím správcem je Printt, majitel prostorů, kde se tiskárna nachází, dostává část peněz z každého výtisku v dané lokalitě.

²¹Server Message Block (SMB) protokol je protokol pro sdílení souborů v síti.[4]

²²<https://www.python.org/>

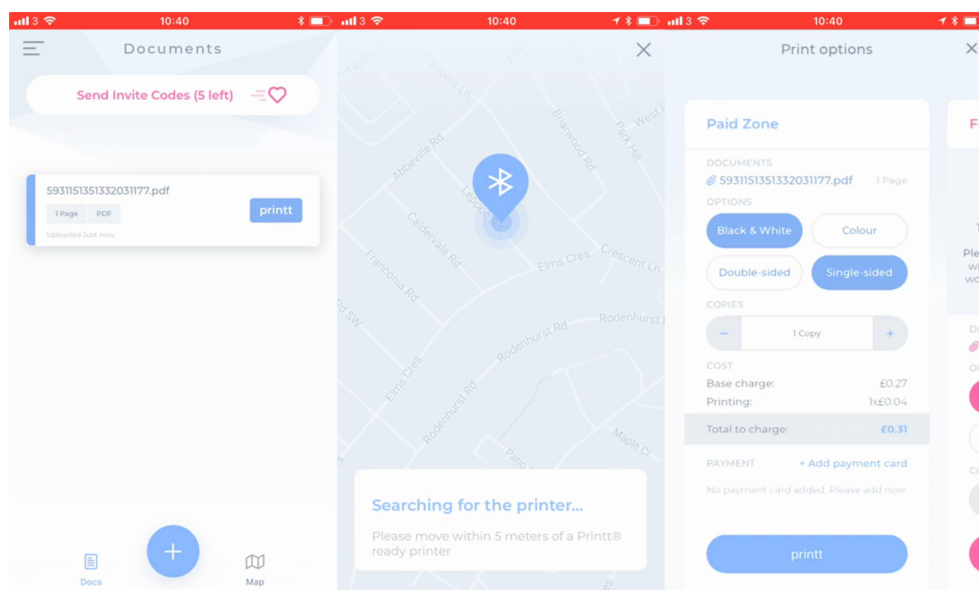
²³Common UNIX Printing System (CUPS) je systém pro správu tiskáren a tisk. Více informací je v kap. 4.1.

²⁴<http://www.robocopy.cz>

²⁵<http://www.robocopy.cz/mapa-prahy-s-adresami-vech-automatu.html>

²⁶<https://printtapp.com>

2. ANALÝZA



Obrázek 2.3: Aplikace Printt na platformě iOS: zleva obrazovky výběr dokumentu, hledání tiskárny a nastavení tiskové úlohy. Obrazovky převzaty z oficiálního videa[5] produktu.

Tisknout je možné

- zdarma – na spodním okraji výtisku je reklamní banner (výtěžek z reklamy má krýt tiskové náklady), nebo
- za poplatek dle sazebníku.

Služba však

- není dostupná ve variantě pro počítač (existují pouze mobilní aplikace) a
- neumožňuje do sítě připojit vlastní tiskárnu.

2.2.7.3 Innoprint

Innoprint byla síť tiskáren, na kterých uživatelé mohli tisknout přes mobilní aplikace. V internetových zdrojích byla označována jako „Uber“ pro tiskárny[6] – tiskárnu si uživatelé mohli najít nejbližší v mapě dle polohy, kde se zrovna nacházeli. Projekt byl nicméně zastaven.[7]

2.3 Cíloví uživatelé

Navrhovaná webová aplikace může být užitečná pro lidi, kteří potřebují tisknout, nehledě na důvody a konkrétní situaci. Dále může být užitečná pro lidi, kteří chtějí pro své zákazníky poskytovat službu tisku, a případně si tím přivydělat. Tato kapitola rozebírá konkrétní uživatelské skupiny, jejich specifiky a motivaci navrhovanou aplikaci využít. Skupiny jsou rozděleny na hlavní, tedy ty, na které je cílen prototyp aplikace, a vedlejší – všechny ostatní.

2.3.1 Kvalitativní průzkum

Cílem kvalitativního průzkumu bylo zjistit, jak lidé přistupují k problematice tisku. Průzkum probíhal formou rozhovorů s lidmi napříč různými skupinami potenciálních uživatelů aplikace. Rozhovory měly jednotný scénář. Poznámky z jednotlivých rozhovorů jsou v příloze A.

Na základě průzkumu byly stanoveny hlavní a vedlejší uživatelské skupiny (kap. 2.3.2 a 2.3.3), na které bude aplikace cílit. U každé ze skupin je uvedena její charakteristika a zdůvodnění, proč je pro ni navrhovaná aplikace prospěšná. Během průzkumu se objevila také řada existujících řešení, které dnes pomáhají lidem tisknout a sdílet tiskárny. Ty jsou rozebrány v rámci kapitoly 2.2.

2.3.1.1 Scénář rozhovorů

Rozhovory probíhaly podle jednotného scénáře, aby bylo možné získané informace co nejlépe porovnat. Typicky se jednalo o individuální schůzky, ojedinele ve více lidech.

V úvodu rozhovoru byla účastníkům aplikace rámcově představena: „Webová aplikace, přes kterou si může uživatel objednat tisk za pár kliknutí a výsledek si vyzvednout na zvoleném místě. Skrze aplikaci může kdokoliv sdílet svou tiskárnu.“

Následovala diskuze o problematice tisku. Konkrétní kladené otázky a probíraná témata se odvíjela od uživatelských skupin účastníků. Bylo nutné rozlišit, zda se jedná o

- provozovatele (majitele) tiskáren nebo o
- lidi, kteří mají zájem (potřebu) tisknout.

Provozovatelům tiskáren byly kladeny otázky týkající se chování jejich zákazníků, resp. lidí, kteří jejich tiskárny využívají, a způsobu tisku:

- Co u vás lidé nejvíce tisknou?
- Jak probíhá tisk? Co se stane od doby, kdy vám člověk přinese dokument k vytištění do předání výtisků?

- Jaké části procesu zabírají nejvíce času?
- Je zde něco, co by se dalo automatizovat?

Lidem, kteří potřebují tisknout byly kladeny otázky zejména na frekvenci, objem tisku a osobní zkušenosti:

- Co nejvíce potřebujete tisknout?
- Jak často potřebujete tisknout?
- Narážíte při tisku na nějaké problémy?

Všem účastníkům byla položena otázka, zda jim přijde zajímavé se zapojit do zmíněné aplikace (využívat ji). Účastníci byli zároveň požádáni o krátké zdůvodnění svého postoje.

Uvedené otázky byly pouze základní kostrou rozhovorů. Diskuze se rozvíjela dále dle potřeby a odpovědí účastníků.

2.3.2 Hlavní uživatelské skupiny

Hlavními uživatelskými skupinami pro cílení aplikace jsou majitelé coworkingů (sdílených kanceláří) v roli provozovatelů tiskáren a členové coworkingů v roli lidí, kteří tisknou. Prostředí coworkingů bylo zvoleno na základě rozhovorů provedených v rámci kvalitativního průzkumu (kap. 2.3.1). Z těch vyplynulo, že

- v tomto prostředí bude navrhovaná aplikace přínosem i ve fázi omezeného prototypu (viz kap. 2.4),
- jedná se o velikostně regulované prostředí vhodné pro řízený pilotní běh aplikace a že
- jsou někteří majitelé nakloněni aplikaci vyzkoušet a prototyp otestovat.

2.3.2.1 Majitelé coworkingů

Možnost tisku je dnes běžnou součástí nabídky většiny²⁷ coworkingů. Jedná se o službu, kterou „je třeba poskytovat“, ale zároveň není jejím primárním cílem vydělávat peníze. Majitelé coworkingů se tedy snaží, aby jejich zákazníci měli možnost tisknout, ale zároveň nechtějí vynakládat čas, úsilí a finanční prostředky na provoz a správu tiskáren.

Coworking je dynamické prostředí, kde se často mění osazenstvo. Jeho služeb hojně využívají lidé, kteří často cestují a potřebují pracovat z různých míst (navštěvují různé coworkingy, kanceláře...). Pro majitele to znamená, že každému nově přichozímu, kdo potřebuje tisknout, musí nainstalovat ovladač tiskárny, popřípadě vytvořit tiskové konto a podobně.

²⁷Na základě srovnání služeb nabízených na webových stránkách coworkingů.

Práce s administrativou tiskárny

- nemusí mít dlouhodobý efekt (zákazník může druhý den odejít),
- potenciálně přináší řadu problémů (co, když tiskárna nebude fungovat na systému XY) a
- není primárním cílem podnikání majitelů coworkingů.

Práce nastavením tiskárny nekončí. Dále je třeba monitorovat, kolik kdo tiskne (aby bylo možné tisk následně vyúčtovat), doplňovat tiskový materiál a řešit problémy, když tiskárna nechce tisknout nebo je rozbitá.

Řada coworkingů sází na důvěru a nechá své členy, aby za tisk platili sami do „kasičky“ – jedná se o levné řešení, které ovšem nefunguje bezchybně. Jiné coworkingy platí za specializovaný systém, který za ně vyřeší správu tiskáren, uživatelů, monitoruje objem tisku a případně řeší i fakturaci. Některé si dokonce vyvíjejí vlastní řešení.

Využitím navrhované tiskové aplikace by majitelům odpadla starost s

- instalací tiskárny (ovladačů) na počítače zákazníků,
- monitorováním objemu tisku a
- fakturací za tisk.

Systém by jim zároveň usnadnil správu tiskáren (např. e-mailové notifikace o tom, že došel papír...). Pokud by tiskárnu v rámci aplikace nasdíleli i pro veřejnost, jednalo by se potenciálně o „reklamu zdarma“ – lidé by se dozvěděli o tom, že daný coworking existuje, případně o akcích, které pořádá.

2.3.2.2 Členové coworkingů

Členové coworkingů jsou často lidé, kteří pracují na volné noze, nemají stálou pracovní dobu ani kancelář. Řada z nich mezi různými coworkingy přechází, případně cestuje a navštěvuje různé coworkingy ve světě. Jedná se o lidi všech možných zaměření, kteří využívají širokou škálu operačních systémů. Vzhledem k tomu, že je coworking pro ně pracovním, kancelářským, potřebují čas od času tisknout.

Využití navrhované aplikace by členům umožnilo

- snadný tisk bez nutnosti instalace ovladačů a
- v případě rozšíření aplikace i tisk přes jednotné rozhraní (platformu) kdekoliv ve světě.

2.3.3 Vedlejší uživatelské skupiny

Vedlejší uživatelské skupiny jsou takové, pro které je využití navrhované aplikace potenciálně přínosem, ale na které není z počátku (ve fázi prototypu) cíleno. Jedná se zejména o provozovatele veřejně přístupných prostor a jejich návštěvníky.

2.3.3.1 Správci kancelářských domů

V kancelářských domech typicky pobývá řada nezávislých firem. Tyto firmy mohou mít potřebu tisknout, ale nemusí se jim vyplatit, aby měla každá z nich vlastní tiskárnu a starala se o ni – některé firmy potřebují tisknout jen zřídka. Pro takové případy by bylo vhodné, aby měly firmy přístup ke sdílené tiskárně v objektu a využívaly ji dle potřeby.

Využití navrhované aplikace by správcům kancelářských domů přineslo

- možnost nabízet doplňkovou službu tisku pro nájemce bez nutnosti instalace ovladačů a školení, jak ji používat – jako další možnost příjmu a „bonus“ pro nájemce a
- potenciální propagaci v případě, že tiskárnu nasdílejí veřejnosti.

2.3.3.2 Majitelé copy center

Narozdíl od ostatních uživatelských skupin, majitelé copy center se v oblasti tisku pohybují běžně a tiskové služby jsou pro ně primárním zdrojem zisku. Pořízení profesionálních tiskových strojů je nákladné a tyto náklady se jim vrátí pouze v případě, že se stroje dostatečně využijí.

Využití navrhované aplikace by majitelům přineslo

- navýšení objemu vytištěných stránek „bez práce“²⁸ – tím větší využití strojů a dodatečný zisk a
- potenciální propagaci.

V současné době má řada copy center vlastní tiskový e-shop, jímž se snaží své služby prodávat, a zjednodušit lidem přístup k tisku. Jedná se nicméně o systém, který slouží pouze k vytváření objednávek, ale neřeší samotný tisk – ten musí zařídit zaměstnanci manuálně.

²⁸Aplikace bude komunikovat přímo s tiskárnou, takže nebude třeba manuální nastavení a provedení tisku (zpracování objednávky).

2.3.3.3 Majitelé obchodů

Majiteli obchodů jsou myšleni ti, kteří provozují veřejně přístupné prostory, ve kterých prodávají produkty/služby. Ti by mohli využít svých prostor také k poskytování tiskových služeb (často už i nějakou tiskárnu vlastní, stačilo by ji nasdílet v rámci aplikace). Zejména by se mohlo jednat o majitele, kteří již jsou zapojeni do sítí existujících služeb, jako jsou Zásilkovna a Uloženka²⁹, nebo s nimi mají zkušenosti. Takoví majitelé (a jejich zaměstnanci) jsou zpravidla otevření tomuto způsobu spolupráce.

Využití navrhované aplikace by majitelům obchodů přineslo

- dodatečný příjem z nabízení doplňkové služby a
- potenciální propagaci.

2.3.3.4 Majitelé kaváren

Kavárny jsou dnes místem, kam řada lidí chodí pracovat nebo studovat. Občerstvení, stůl a klid je mnohdy vše, co k práci/studiu potřebují. Pro tyto lidi by bylo přínosem, kdyby si přímo v kavárně mohli v případě potřeby i vytisknout dokumenty. Některé kavárny dokonce již tiskárnu mají pro své interní potřeby.

Využití navrhované aplikace by majitelům kaváren přineslo možnost

- nabízet doplňkovou službu tisku, odlišit se tak od konkurence a být „plnohodnotným místem na práci“,
- zajistit si dodatečný příjem a
- potenciální propagaci.

2.3.3.5 Majitelé ubytování

Ubytování jsou zařízení, ve kterých se často mění hosté a někteří z nich mohou potřebovat tisknout (kap. 2.3.3.10). V ubytování je často recepce, kde pracuje recepční a vyřizuje požadavky hostů. Typicky na recepci bývá i tiskárna.

Využitím navrhované aplikace by majitelé ubytování mohli

- nabízet doplňkovou službu tisku svým hostům,
- snížit zatížení recepčních (recepční i dnes často pro hosty tisknou, ale musí to dělat manuálně – aplikace by to řešila automaticky),

²⁹Zásilkovna a Uloženka jsou sítě výdejních míst pro internetové obchody, které využívají již existujících prostor (obchodů, . . .), ve kterých nabízejí doplňkovou službu výdeje zásilek. Více naleznete na <http://www.zasilkovna.cz> a <http://www.ulozenka.cz>.

- zajistit si dodatečný příjem a
- potenciální propagaci³⁰.

2.3.3.6 Provozovatelé vysokoškolských kolejí

Na vysokoškolských kolejích jsou většinou ubytovaní studenti (kap. 2.3.3.9), kteří potřebují tisknout materiály do školy, práce apod. Z kvalitativního průzkumu vyplývá, že na většině kolejí je tisk nějakým způsobem vyřešen, ale řešení nejsou optimální (více v kap. 2.2).

Navrhovaná aplikace by mohla provozovatelům kolejí

- umožnit nabízet doplňkovou službu tisku bez časově náročné správy a údržby a
- zajistit potenciální propagaci.

2.3.3.7 Poskytovatelé tiskáren

Řada firem nabízí pronájem, správu a údržbu tiskáren. Klienti se o tiskárnu nemusí téměř starat, vše zajistí firma – od doplnění toneru po pravidelnou údržbu. Tyto firmy by mohly potenciálně nabízet tiskárny, které by byly připojené k navrhované tiskové aplikaci. To by jim přineslo

- možnost nabízet širší škálu tiskáren³¹ a jejich klientům
- možnost tisku přes jednotné uživatelské rozhraní bez nutnosti instalovat ovladače tiskárny.

2.3.3.8 Digitální nomádi

Digitální nomádi jsou „osoby, které využívají digitální technologie k plnění svých pracovních povinností a obecněji žijí nomádkým způsobem života“ [8] (překlad autora práce). Tento způsob života se stává v poslední době populární zejména díky rozšíření rychlého připojení k internetu a pracovní svobody.

Digitální nomádi hodně cestují a často jsou v roli dalších zmíněných uživatelských skupin – ať už jako návštěvníci kaváren, či členové coworkingů. Cestování jim zároveň typicky znemožňuje s sebou přepravovat objemné a těžké věci, jako jsou například tiskárny.

³⁰Lidé se mohou o ubytování dozvědět mimoděk když hledají tiskárnu a třeba by si i vybrali ubytování, kde tisk nabízejí.

³¹Poskytovatelé jsou mnohdy limitováni pouze konkrétními typy tiskáren, protože k ostatním neexistuje příslušný software na správu uživatelů apod. (nemají tyto funkce).

Využitím navrhované aplikace by získali nástroj, jak

- najít tiskárnu v okolí kdekoliv ve světě³² a
- tisknout pomocí jednotného uživatelského rozhraní a bez nutnosti instalace ovladačů.

2.3.3.9 Studenti

Studenti typicky potřebují tisknout materiály do školy, ať už jde o podklady k přednáškám, nebo vypracované domácí úlohy. Důležitá je pro ně vzdálenost tiskárny a také cena tisku. Vlastní tiskárnu většinou nemají, protože často bydlí na kolejích/sdílených bytech nebo nechtějí investovat do její koupě. Jsou zvyklí používat jednotná řešení např. pro připojení k internetu – Eduroam³³.

Využitím navrhované aplikace by získali nástroj, jak

- najít tiskárnu v okolí (ideálně přímo na kolejích, viz kap. 2.3.3.6) a
- tisknout pomocí jednotného uživatelského rozhraní a bez nutnosti instalace ovladačů.

2.3.3.10 Ubytování hosté

Ubytovanými hosty se myslí lidé, kteří cestují a přechodně využívají ubytovacích služeb. Ti s sebou typicky nemají vlastní tiskárnu a mohou mít potřebu tisknout – např. letenky, cestovní dokumenty nebo pracovní dokumenty, pokud zrovna cestují pracovně.

Využitím navrhované aplikace by získali nástroj, jak

- najít tiskárnu v okolí (ideálně přímo v ubytování, viz kap. 2.3.3.5) a
- tisknout pomocí jednotného uživatelského rozhraní a bez nutnosti instalace ovladačů.

2.3.4 Persony

Persony byly vytvořeny jako pomocný prvek pro návrh fungování aplikace. Využity byly zejména během návrhu uživatelského rozhraní (kap. 3.3). Persony byly vytvořeny tak, aby pokryly hlavní uživatelské skupiny, ale zároveň se v nich promítají i potřeby některých vedlejších uživatelských skupin.

Podstatu person a jejich využití shrnují Rikke Dam a Teo Siang ve svém článku[9] (volný překlad autora práce): „Persony jsou fiktivní osoby, které

³²V případě dostatečného rozšíření aplikace.

³³Infrastruktura pro připojení k sítím vzdělávacích institucí dostupná na řadě míst ve světě. Více viz <https://www.eduroam.cz/>.

vytváříte na základě průzkumu s cílem reprezentovat různé typy uživatelů, kteří mohou používat vaši službu, produkt, webovou stránku nebo značku podobným způsobem. Vytvoření person vám pomůže pochopit potřeby vašich uživatelů, jejich zkušenosti, chování a cíle. Persony vám mohou pomoci se oprostit od sebe sama. Mohou vám pomoci uvědomit si, že různí lidé mají různé potřeby a očekávání a také vám mohou pomoci se ztotožnit s uživatelem pro kterého navrhujete. Persony činí řešený úkol méně komplexním, vedou vaše myšlenkové procesy a mohou vám pomoci vytvořit dobrý uživatelský prožitek pro vaši cílovou uživatelskou skupinu.“

2.3.4.1 Tomáš Novák, 38, majitel coworkingu

Tomáš je majitelem pražského coworkingu. Svým zákazníkům chce poskytovat možnost tisku. V současné době má běžnou, levnější tiskárnu, která je zákazníkům nasdílená přes síť Wi-Fi.

Nejvíce se potýká s tím, jak sledovat, kolik lidé tisknou a kolik jim má za tisk účtovat. Někteří lidé tisknou hodně, a papír a toner tak rychle v tiskárně dochází – a to stojí peníze. Jiní lidé zase netisknou vůbec. Chtěl by, aby mu výdělek za tisk pokryl alespoň náklady na provoz a údržbu tiskárny.

Když za ním přijde nový zákazník, že potřebuje tisknout, musí mu Tomáš vysvětlit, jakým způsobem může tisknout, a pomoci mu s instalací tiskárny. To ovšem není vždy jednoduché, protože zákazníci používají různé operační systémy, na které občas nejsou dostupné vhodné ovladače. Pro Tomáše to znamená další práci, která může brzo přijít vniveč – někteří lidé se zdrží jen několik dní.

Tomáš by také chtěl získat nové zákazníky, protože lidé přicházejí a odcházejí a někteří tráví v kanceláři jen několik hodin týdně.

2.3.4.2 Hana Bílá, 27, digitální nomád

Hana je grafička na volné noze se zálibou v cestování. Stěhuje se z místa na místo, na každém vždy stráví jen několik týdnů. Pracuje na cestě na svém notebooku – nic jiného k práci nepotřebuje. Na každém místě, které navštíví, hledá pohodlné místo pro práci s dobrým připojením k internetu. Většinu času pracuje v kavárně, coworkingu nebo na hotelovém pokoji.

Občas potřebuje tisknout dokumenty, od letenek a cestovních informací po pracovní dokumenty. Obvykle potřebuje najít tiskárnu co nejbližší, což může být někdy problém. I v případě, že tiskárnu najde, musí někoho požádat, aby jí dokument vytiskl, nebo si nainstalovat ovladač tiskárny a vytisknout si ho sama. To jí stojí čas a Hana by ocenila jednoduchý způsob, jak tiskárnu najít a tisknout.

2.3.4.3 Jan Veselý, 45, majitel copycentra

Jan je majitelem copycentra v Berouně. V odvětví podniká už přes deset let, ale poslední dobou těžko shání zakázky. Většina zákazníků k němu přichází se specifickými požadavky, tisk běžných dokumentů je spíše výjimečný. Nedávno investoval do nových tiskových strojů a chtěl by co nejdříve splatit úvěr.

Aby se Janovi investice do nových strojů vyplatila, musí se na nich co nejvíce tisknout. Objem tisku se již dříve snažil navýšit vytvořením e-shopu, ale ten mu negeneruje tolik zakázek, kolik by si přál. Jan to přisuzuje nedostatečné propagaci, že ho lidé nemohou najít a poněkud složitému rozhraní e-shopu. V rámci e-shopu nabízí i možnost doručení objednávky zákazníkovi, aby oslovil i lidi mimo město.

2.4 Požadavky na funkcionalitu

Požadavky na funkcionalitu vycházejí z potřeb hlavních uživatelských skupin, které byly identifikovány v rámci kvalitativního průzkumu (kap. 2.3.1). Funkcionality jsou rozděleny do dvou kategorií dle role uživatele, pro kterou jsou určeny na funkcionality pro „koncové uživatele“ (např. členy coworkingů) a funkcionality pro „provozovatele tiskárny“ (např. majitele coworkingů). Funkcionality jsou označeny úrovní nezbytnosti[10] pro lepší prioritizaci vývoje.

2.4.1 Koncový uživatel – ten, kdo tiskne

Koncový uživatel potřebuje tisknout. Aplikace mu musí umožnit vytvářet a spravovat tiskové úlohy a musí ho informovat o důležitých událostech.

F1: Tisk dokumentů

- formátu PDF [MUST]
- bez nutnosti instalace ovladače (tiskárny) do počítače [MUST]
- bez nutnosti přihlášení do aplikace (pro anonymní uživatele) [SHOULD]
 - stav aplikace se ukládá i pro anonymního uživatele
 - uživatel může stav obnovit (načíst)
- jiných formátů než PDF [SHOULD]
 - konverze ostatních formátů do PDF a následný tisk

F2: Platba za tisk, pomocí

- kreditní karty [MUST] a
- kreditu v aplikaci [SHOULD]

F3: Upozornění na důležité události

- dokončení/selhání tiskové úlohy
 - e-mailem [MUST]
 - prostřednictvím SMS [MAY]

2.4.2 Provozovatel tiskárny

Provozovatel tiskárny potřebuje přidávat a spravovat tiskárny a uživatele. Potřebuje sledovat objem tisku, umožnit uživatelům tisknout zdarma a sledovat stav tiskáren.

F4: Správa tiskáren

- zapojení široké škály běžných tiskáren do tiskové sítě [MUST]
 - bez omezení na konkrétní typ tiskárny
- nastavení sdílení tiskárny pro specifickou skupinu uživatelů [MUST]
- nastavení ceny tisku na konkrétní tiskárně
 - v závislosti na parametrech tiskové úlohy (černobílý vs. barevný tisk, formát A4 vs. A3 apod.) [MUST]
 - cenové zvýhodnění pro konkrétní uživatelské skupiny [SHOULD]

F5: Kreditní systém [SHOULD]

- kredit vázaný na konkrétního provozovatele tiskáren (použitelný na všech tiskárnách daného provozovatele)
- nevázaný kredit (použitelný napříč celou aplikací)
- periodický kredit (dostupný během určitého období, pak mu skončí platnost) – např. měsíční kredit

F3 (rozšíření): Upozornění na důležité události

- tiskárně chybí papír, tiskárně chybí toner, chyba tiskárny
 - e-mailem [MUST]
 - prostřednictvím SMS [MAY]

2.5 Systémové požadavky

Systémové požadavky se zabývají ostatními požadavky na aplikaci, které se netýkají její funkcionality. Zahrnují například požadavky na technologie, postupy a běh aplikace.

- uživatelské údaje a dokumenty jsou přístupné pouze danému uživateli
- nedokončené tiskové úlohy jsou smazány včetně jejich dat po jednom týdnu od jejich vytvoření (data se nearchivují na serveru z důvodu bezpečnosti a úspory kapacity úložiště)
- připojení tiskárny do tiskové sítě vyžaduje minimální nutnou konfiguraci (ideálně stačí tiskárnu připojit k hardwarovému zařízení a přidat ve webové administraci)
- komunikace jednotlivých komponent systému probíhá přes RESTful API (kap. 3.7.1) – HTTP metody a URI zdrojů odpovídají standardům REST, pokud není k odchylce pádný důvod
- rozhraní pro uživatele je implementováno formou webové aplikace – běží ve webovém prohlížeči a je veřejně dostupné na internetu
- proces tisku je co nejpodobnější klasickým tiskovým dialogům

2.6 Možnosti řešení

Kapitola nastiňuje různé přístupy k fungování aplikace z hlediska koncového uživatele tisku. Přístupy srovnává a vybírá nejvhodnější řešení.

2.6.1 Webová aplikace

Uživatel tiskne prostřednictvím aplikace tak, že vybere dokument, nastaví možnosti tisku a zaplatí v rámci webového rozhraní. Do tiskárny je dokument automaticky odeslán a uživatel si jen přijde pro výtisk.

Výhodou tohoto přístupu je

- jednotné uživatelské rozhraní bez ohledu na platformu (jednotná webová aplikace) a že
- není třeba instalovat a aktualizovat software na klientských zařízeních (stačí webový prohlížeč).

Nevýhodou tohoto přístupu je nemožnost tisknout „standardním“ způsobem přes tiskový dialog – každý dokument je třeba manuálně nahrát do webové aplikace.

2.6.2 Virtuální tiskárna

Uživatel si nainstaluje tiskovou aplikaci ve formě virtuální tiskárny do svého počítače. Následně tiskne stejně, jako by měl tiskárnu přímo připojenou ke svému počítači.

Výhodou tohoto přístupu je

- „přirozený“ tisk přes tiskový dialog a
- možnost tisku klávesovou zkratkou Ctrl+P.

Nevýhodou tohoto přístupu je

- nutnost implementovat ovladač pro každou platformu zvlášť (Windows, Mac OS, GNU/Linux. . .) a
- nutnost instalace a aktualizace ovladačů na klientském zařízení.

2.6.3 Doplněk do prohlížeče

Uživatel si nainstaluje doplněk do webového prohlížeče, který mu vytvoří tlačítko v rámci svého uživatelského rozhraní. Po stisknutí tlačítka se uživateli objeví dialog pro výběr dokumentu, případně může zvolit vytisknout aktuálně otevřenou webovou stránku. Po vybrání dokumentu je soubor nahrán a uživatel je přesměrován na stránku s nastavením tiskových parametrů. Uživatel tisk dokončí v rámci webové aplikace. Jedná se tedy o nadstavbu webové aplikace (kap. 2.6.1).

Výhodou tohoto přístupu (nad rámec webové aplikace) je

- zjednodušení přístupu k tisku – uživatel nemusí webovou aplikaci otevírat, může tisknout přímo přes všudypřítomné tlačítko a
- navíc může uživatel tisknout přímo stránku, na které se nachází (nemusí ji nejdřív exportovat a pak tisknout pomocí webové aplikace).

Nevýhodou je zejména fakt, že se jedná o nesdandardní řešení, které přináší jen omezený užitek (tisknout webové stránky lze přímo, ale zbylé typy dokumentů ne).

2.6.4 „Tisková složka“

Uživatel si nainstaluje do zařízení program, který mu v souborovém systému vytvoří speciální složku. Při přesunutí souboru do této složky je soubor nahrán na server tiskové aplikace a uživateli se ve webovém prohlížeči zobrazí dialog pro nastavení tiskových parametrů. Uživatel tisk dokončí v rámci webové aplikace. Jedná se tedy o nadstavbu webové aplikace (kap. 2.6.1).

Výhodou tohoto přístupu (nad rámec webové aplikace) je zjednodušení přístupu k tisku (stačí soubor uložit na správné místo, nemusím ho nahrávat manuálně do prohlížeče).

Mezi nevýhody patří zejména

- nutnost implementovat program pro vytváření a správu tiskové složky pro každou cílovou platformu zvlášť (implementace je ovšem mnohem jednodušší oproti implementaci virtuální tiskárny),
- nutnost program instalovat a aktualizovat na klientském zařízení a
- odchýlení se od klasického tiskového procesu, jak jej uživatelé znají.

2.6.5 Zvolené řešení

Každé z uvedených řešení má své výhody a nevýhody. Nejintuitivnější by z hlediska nastavení tisku bylo vytvoření virtuální tiskárny, protože by tisk probíhal stejně, jak jsou uživatelé zvyklí. Problémem tohoto řešení je nicméně nutnost tiskárnu instalovat do počítače a implementovat řešení pro každou cílovou platformu zvlášť.

Proto byla zvolena varianta webové aplikace, která poskytuje největší flexibilitu a nejširší možnost rozšíření. Uživateli odpadne nutnost instalace a nastavení tiskárny, k tisku mu bude stačit webový prohlížeč. V budoucnu lze v případě potřeby zvážit vytvoření doplňku do prohlížeče nebo „tiskové složky“.

Návrh

Na základě analýzy (kap. 2) byla navržena aplikace pro sdílení tiskáren a tisk. Návrh se řídil zásadami návrhu zaměřeného na uživatele, nejprve tedy bylo navrženo uživatelské rozhraní aplikace a následně definovány související případy užití a procesy.

Z hlediska architektury má aplikace tři části – webový frontend, backend a software propojující tiskárny s backendem. Datový model aplikace byl navržen s důrazem na flexibilitu a co nejlepší modelování reálného světa. Pro propojení částí aplikace bylo navrženo RESTful API.

3.1 UCD

User centered design, zkráceně UCD, neboli návrh zaměřený na uživatele, je způsob návrhu artefaktů (produktů, software, fyzických předmětů, ...), jehož cílem je navrhnout artefakt tak, aby byl co nejpoužitelnější (kap. 3.1.0.2) pro uživatele. V rámci kapitoly je artefakt uvažován jako softwarový produkt/služba s uživatelským rozhraním.

3.1.0.1 Principy

Jeffrey Rubin formuluje základní principy návrhu zaměřeného na uživatele jako ([11], str. 13, přeloženo a upraveno autorem práce):

1. **Časné zaměření na uživatele a jeho úkoly** – Uživatelé by se sami měli účastnit návrhu, neměli by být pouze zkoumaným subjektem. Informace od uživatelů a o uživatelích by měly být získávány systematicky a strukturovaně.
2. **Vyhodnocení a měření používání produktu** – Důraz by měl být kladen na měření jednoduchosti učení a použití produktu v raných fázích návrhu prostřednictvím testování prototypů s reálnými uživateli.

- 3. Iterativní návrh** – Návrh by měl být testován už v raných fázích, aby bylo možné učinit i rozsáhlé změny a produkt vést správným směrem – „Navrhnout, otestovat, předělat, znovu otestovat (a opakovat)“.

3.1.0.2 Použitelnost (Usability)

Aby byl produkt nebo služba použitelný (usable), měl by být ([11], str. 4, přeloženo a upraveno autorem práce)

- **užitečný (useful)** – měl by uživateli umožnit dosáhnout svých cílů a uživatel by měl být ochotný produkt používat,
- **efektivní (efficient)** – uživatel by měl být schopen rychle dosáhnout požadovaného výsledku,
- **účinný (effective)** – produkt by se měl chovat tak, jak uživatel očekává a měl by umožnit jednoduše dosáhnout uživatelských cílů,
- **uspokojující (satisfying)** – uživatel by měl být s produktem spokojen (subjektivní dojem),
- **naučitelný (learnable)** – efektivita práce s produktem by se po určité době měla zvýšit a
- **přístupný (accessible)** – uživatelé s postižením³⁴ by měli být schopni produkt používat.

3.1.0.3 Metody a procesy

V rámci UCD existuje řada metod a procesů, které lze při návrhu využít. Kapitola stručně shrnuje nejčastěji používané metody a procesy dle článku „A Survey of User-Centered Design Practice“ [12]. Uvedený článek se metodami a procesy zabývá podrobněji z hlediska jejich výhod, nevýhod a reálného využití. Nejčastěji používané jsou:

- **Formální heuristické vyhodnocení (Formal heuristic evaluation)** – Návrh je vyhodnocen proti definovaným principům (heuristikám). Výstupem je seznam potenciálních problémů s použitelností návrhu. Mezi široce používané heuristiky (v kontextu uživatelských rozhraní) patří například ta od Jakoba Nielsena [13].
- **Iterativní návrh (Iterative design)** – Produkt je navrhovaný postupně v iteracích. Iterace na sebe navazují, v rámci iterace jsou opraveny nalezené problémy z iterace minulé, návrh je předělán a doplněn (pokud je třeba), výsledek otestován a výstupy testů jsou vstupem do další iterace.

³⁴Např. poruchy zraku, sluchu apod.

- **Ohnisková skupina (Focus group)** – Metoda kvalitativního průzkumu, která probíhá formou skupinového rozhovoru 6–9 uživatelů o navrhovaném produktu. Rozhovor je typicky veden moderátorem a trvá kolem 2 hodin.[14]
- **Dotazník (Survey)** – Metoda převážně kvantitativního průzkumu, která umožňuje ověřit stanovené hypotézy na velkém množství uživatelů. Její výhodou jsou typicky nízké náklady na provedení vzhledem k množství účastníků.[15]
- **Rozhovor (Interview)** – Dialog s jedním člověkem (v případě více lidí se jedná spíše o ohniskovou skupinu) na dané téma týkající se navrhovaného produktu. Dotazovatel vede rozhovor a směřuje ho na základě odpovědí dotazovaného. Technika se používá v rámci kvalitativního průzkumu, umožňuje rychle objevit řadu nových myšlenek a nápadů. Výhodou je, že lze rozhovor směřovat a podrobněji tak prozkoumat nové, zajímavé myšlenky. Není vhodné rozebírat jak konkrétní věci vypadají a jak přesně fungují, protože lidé si situaci dokážou představit pouze v omezené míře, a nejsou tedy schopni odpovědět (takové otázky je lepší probrat nad hotovým prototypem).[16]
- **Analýza úlohy (Task analysis)** – Cílem je prozkoumat, jak uživatel dosáhne konkrétního cíle (splní konkrétní úlohu). Vstupem je zadaná úloha, výstupem pak zpravidla diagram jednotlivých kroků vedoucích k cíli. Diagram je možné následně optimalizovat – odstranit přebytečné kroky, případně některé automatizovat.[17]
- **Terénní průzkum (Field studies)** – Výzkumné aktivity prováděné v prostředí (kontextu) zkoumaného uživatele. Umožňují lépe pochopit prostředí, ve kterém bude uživatel produkt využívat.[18]
- **Participativní návrh (Participatory design)** – Uživatel je zapojen přímo do rozhodování o podobě produktu. Může například určovat funkcionalitu, vytvářet obsah, zvolit grafickou podobu apod.[19]
- **Třídění karet (Card sorting)** – Metoda umožňující zjistit, jak uživatel přemýšlí o konkrétních věcech a jaký má k nim vztah. Pomáhá pochopit myšlenkové pochody a způsob, jak uživatel rozděluje, řadí a „označuje“ úlohy a obsah. Uživatel dostane sadu karet se slovy/obrázky a je požádán, aby je rozdělil do kategorií dle zadaného kritéria, nebo kritéria, které považuje za přirozené.[20]
- **Analýza požadavků uživatelů (User requirements analysis)** – Nejprve jsou identifikováni uživatelé (stakeholders) a následně je vytvořen seznam požadavků na funkce a chování produktu. Požadavky jsou prioritizovány.[21]

- **Vyhodnocení použitelnosti (Usability evaluation)** – Cílem je odhalit chyby v použitelnosti uživatelského rozhraní prostřednictvím testování finálního produktu nebo jeho prototypu. Uživatelé jsou požádáni o provedení zadaných úloh s uživatelským rozhráním. Průběh testování je zaznamenáván a po jeho skončení jsou uživatelé zpravidla požádáni o sdělení dalších, doplňujících informací formou dotazníku.[22]
- **Prototypování (Prototyping)** – Prototyp uživatelského rozhraní slouží pro rychlé ověření kvality návrhu. Zpravidla je jeho vytvoření výrazně levnější a rychlejší než vytvoření finálního produktu, je tedy vhodný pro iterativní vylepšování návrhu. Existuje mnoho metod prototypování, od papírových prototypů (náčrtů) až po interaktivní prototypy, které se chovají (a vypadají) stejně jako finální produkt.[23]
- **Neformální expertní vyhodnocení (Informal expert review)** – Návrhář (expert) vyhodnotí produkt s cílem odhalit problémy a silné stránky jeho použitelnosti. Jedná se o obecnější alternativu heuristického vyhodnocení.[24]

3.2 Případy užití

Případy užití byly vytvořeny na základě funkčních požadavků (kap. 2.4). Rozděleny jsou mezi různé účastníky podle toho, komu přísluší. Jednotlivé případy užití mohou mít více variant (cíle je možné dosáhnout více způsoby), v rámci kapitoly jsou popsány primárně navržené způsoby. Vazby mezi případy užití a návrhem uživatelského rozhraní jsou součástí kapitoly 3.3.

3.2.1 Účastníci

V aplikaci existují dva druhy účastníků,

- Anonymní uživatel a
- Přihlášený uživatel.

Anonymním uživatelem je každý uživatel, který není přihlášen do aplikace. Registrací a přihlášením se z něj stává *Přihlášený uživatel*. *Přihlášenému uživateli* zůstávají veškeré možnosti *Anonymního uživatele* (s výjimkou možnosti přihlášení a registrace).

3.2.2 Případy užití

Případy užití pro *Anonymního uživatele* jsou:

- UC 3.2.2.1 – Registrovat se

- UC 3.2.2.2 – Přihlásit se
- UC 3.2.2.3 – Vytvořit tiskovou úlohu
- UC 3.2.2.4 – Zaplatit za tisk
- UC 3.2.2.5 – Zjistit stav tiskové úlohy
- UC 3.2.2.6 – Zrušit tiskovou úlohu (před zaplacením)
- UC 3.2.2.7 – „Přihlásit se“ pomocí odkazu

Případy užití pro *Přihlášeného uživatele* jsou:

- UC 3.2.2.8 – Dobít aplikační kredit
- UC 3.2.2.9 – Zobrazit platby
- UC 3.2.2.10 – Změnit nastavení účtu
- UC 3.2.2.11 – Přidat poskytovatele tisku
- UC 3.2.2.12 – Aktivovat zařízení Node
- UC 3.2.2.13 – Přidat tiskárnu
- UC 3.2.2.14 – Zjistit stav tiskárny
- UC 3.2.2.15 – Vytvořit uživatelskou skupinu
- UC 3.2.2.16 – Nasdílet tiskárnu konkrétní uživatelské skupině
- UC 3.2.2.17 – Zobrazit statistiky tisku
- UC 3.2.2.18 – Nasdílet tiskárny konkrétnímu uživateli

3.2.2.1 Registrovat se

Uživatel se může registrovat kdykoliv prostřednictvím tlačítka pro registraci (popsáno níže), nebo v rámci dokončení objednávky tisku (UC 3.2.2.4). Případ užití začíná na libovolné stránce aplikace.

1. Uživatel klikne na tlačítko pro registraci.
2. Aplikace zobrazí formulář pro vyplnění registračních údajů (včetně e-mailu) a tlačítka pro registraci přes sociální síť.

3. NÁVRH

3. a. (registrace přes sociální síť)
 1. Uživatel zvolí možnost registrace přes sociální síť a na sociální síti potvrdí, že se chce registrovat.
 2. Aplikace zobrazí formulář pro zadání doplňujících údajů.
 3. Uživatel vyplní údaje a klikne na odesílací tlačítko.
 4. Aplikace údaje uloží a uživatele přihlásí.
- b. (registrace přes e-mail)
 1. Uživatel vyplní registrační údaje a klikne na odesílací tlačítko.
 2. Aplikace údaje uloží, odešle uživateli na zadaný e-mail odkaz pro aktivaci účtu a zobrazí informaci o aktivaci účtu.
 3. Uživatel klikne na aktivační odkaz v e-mailu.
 4. Aplikace zobrazí informaci o úspěšné aktivaci účtu a přihlásí uživatele.

3.2.2.2 Přihlásit se

Uživatel se může přihlásit kdykoliv prostřednictvím tlačítka pro přihlášení (popsáno níže), nebo v rámci dokončení objednávky tisku (UC 3.2.2.4). Případ užití začíná na libovolné stránce aplikace.

1. Uživatel klikne na tlačítko pro přihlášení.
2. Aplikace zobrazí formulář pro přihlášení lokálním účtem, tlačítka pro přihlášení účty sociálních sítí a tlačítko pro obnovení zapomenutého hesla.
3. a. (přihlášení lokálním účtem)
 1. Uživatel vyplní přihlašovací údaje.
 2. Uživatel klikne na tlačítko pro přihlášení.
- b. (přihlášení účtem sociální sítě)
 1. Uživatel zvolí možnost přihlášení přes sociální síť a přihlásí se.
- c. (změna hesla)
 1. Uživatel zvolí možnost obnovení zapomenutého hesla.
 2. Aplikace zobrazí pole pro zadání e-mailu a tlačítko pro odeslání.
 3. Uživatel zadá e-mail a klikne na tlačítko pro odeslání.
 4. Aplikace odešle odkaz pro změnu hesla na zadaný e-mail.
 5. Uživatel klikne na odkaz pro změnu hesla v e-mailu.
 6. Aplikace zobrazí formulář pro vyplnění nového hesla a tlačítko pro odeslání.
 7. Uživatel zadá nové heslo a klikne na tlačítko pro odeslání.
4. Aplikace uživatele přihlásí.

3.2.2.3 Vytvořit tiskovou úlohu

Případ užití začíná na úvodní stránce aplikace s polem pro přetažení souboru a tlačítkem pro vybrání souboru.

1. Uživatel přetáhne soubor, který chce tisknout do pole, alternativně klikne na tlačítko pro vybrání souboru a vybere soubor pomocí systémového dialogu.
2. Aplikace zobrazí stránku pro nastavení tiskových parametrů a tlačítkem pro přechod do dalšího kroku.
3. Uživatel nastaví parametry tisku a přejde na další krok pomocí tlačítka.
4. Aplikace zobrazí stránku se seznamem tiskáren, na kterých je možné dokument vytisknout dle zvolených parametrů a tlačítky pro odložení objednávky a pokračování v objednávce.
5. a. (odložit objednávku)
 1. Uživatel klikne na tlačítko pro odložení objednávky.
 2. Aplikace zobrazí seznam tiskových úloh včetně nově vytvořené, nezaplacené úlohy.
- b. (pokračovat v objednávce)
 1. Uživatel klikne na tlačítko pro pokračování v objednávce.
 2. Dále viz UC 3.2.2.4, bod 2.

3.2.2.4 Zaplatit za tisk

Případ užití začíná na úvodní stránce aplikace se seznamem tiskových úloh. U nezaplacených úloh je tlačítko pro zaplacení.

1. Uživatel klikne na tlačítko pro zaplacení u úlohy, kterou chce zaplatit.
2. a. (nepřihlášený uživatel)
 1. Aplikace zobrazí stránku s možností přihlášení, tlačítkem pro vytvoření nového účtu a možností vyplnit nutné údaje a pokračovat jako anonymní uživatel.
 2. a. (pokračovat přihlášením)
 1. Uživatel se přihlásí.
 2. Dále viz větev „přihlášený uživatel“.
 - b. (pokračovat vytvořením účtu)
 1. Uživatel klikne na tlačítko pro vytvoření nového účtu.
 2. Aplikace zobrazí formulář pro vyplnění údajů pro registraci uživatele, fakturačních údajů a tlačítko pro pokračování.

3. NÁVRH

3. Uživatel vyplní údaje a klikne na tlačítko pro pokračování.
 - c. (pokračovat jako anonymní uživatel)
 1. Uživatel vyplní nutné údaje a pokračuje jako anonymní uživatel.
 - b. (přihlášený uživatel)
 1. Aplikace zobrazí informace o aktuálně přihlášeném uživateli s možností přepnout účet nebo pokračovat jako aktuální uživatel.
 2. Uživatel zvolí přepnout účet (pokračuje bodem 2 – nepřihlášený uživatel), nebo zvolí pokračovat jako aktuální uživatel (pokračuje dále ve scénáři).
3. Aplikace zobrazí souhrn objednávky s výběrem tiskových úloh, které mají být zaplacený, výběrem platebních metod³⁵ a tlačítkem pro potvrzení platby.
4. Uživatel vybere tiskové úlohy, platební metody a potvrdí platbu tlačítkem.
5. (objednávka je placena i další platební metodou)
 - a. Aplikace zobrazí výběr výše platby s možností zaplatit pouze za aktuální objednávku, nebo zaplatit více a dobít si tak globální kredit (kterým lze platit později), pole pro vyplnění fakturačních údajů a tlačítko pro potvrzení platby.
 - b. Uživatel vybere výši platby, vyplní fakturační údaje a potvrdí platbu tlačítkem.
 - c. Aplikace uživatele přesměruje na platební bránu dle vybraného způsobu platby.
 - d. Uživatel zaplatí za objednávku v rámci platební brány.
 - e. Platební brána přesměruje uživatele zpět do aplikace.
6. Aplikace zobrazí informace o proběhlé platbě a potvrzovací tlačítko.
7. Uživatel potvrdí přečtení informace tlačítkem.
8. Aplikace zobrazí seznam tiskových úloh včetně zaplacených úloh.

3.2.2.5 Zjistit stav tiskové úlohy

Uživatel se nachází na úvodní stránce aplikace se seznamem tiskových úloh.

1. Aplikace zobrazí seznam tiskových úloh včetně informace o jejím stavu.
2. Uživatel najde požadovanou tiskovou úlohu a zjistí její stav.

³⁵Objednávka je zaplacená z kreditu uživatele, pokud není dostatečný, uživatel vybírá doplňkovou platební metodu. Pokud dostatečný je, pouze potvrdí platbu.

3.2.2.6 Zrušit tiskovou úlohu (před zaplacením)

Uživatel se nachází na úvodní stránce aplikace se seznamem tiskových úloh.

1. Aplikace zobrazí seznam tiskových úloh, u každé včetně tlačítka pro její zrušení (je zobrazeno pouze pokud úloha ještě nebyla zaplacená).
2. Uživatel najde požadovanou tiskovou úlohu a klikne na tlačítka pro její zrušení.
3. Aplikace zobrazí potvrzovací dialog.
4. Uživatel potvrdí zrušení tisku.
5. Aplikace zruší tiskovou úlohu a zobrazí aktualizovaný seznam úloh.

3.2.2.7 „Přihlásit se“ pomocí odkazu

Po vytvoření objednávky uživateli přijde e-mail s jejím shrnutím a odkazem, pomocí kterého může obnovit stav aplikace.

1. Uživatel klikne na odkaz v e-mailu.
2. a. (neregistrovaný uživatel)
 1. Aplikace obnoví stav pro daného uživatele (na základě informací z odkazu).
- b. (registrovaný uživatel)
 1. Aplikace vyzve uživatele k přihlášení a uživatel se přihlásí (viz UC 3.2.2.2).
3. Aplikace zobrazí seznam tiskových úloh.

3.2.2.8 Dobít aplikační kredit

Pro dobítí aplikačního kreditu musí být uživatel přihlášen. Akce je dostupná z libovolné stránky.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně informace o aktuální výši kreditu a tlačítka pro jeho dobítí.
2. Uživatel klikne na tlačítka pro dobítí kreditu.
3. Aplikace zobrazí obrazovku s polem pro zadání výše dobítí, výběrem platební metody a tlačítkem pro pokračování.
4. Uživatel zadá výši dobítí, vybere platební metodu a klikne na tlačítka pro pokračování.

3. NÁVRH

5. Aplikace uživatele přesměruje na platební bránu dle vybrané platební metody.
6. Uživatel dokončí platbu v rámci platební brány.
7. Platební brána uživatele přesměruje na stránku s potvrzením objednávky dobití kreditu (a stavem transakce) v rámci aplikace.
8. Aplikace zobrazí stránku s potvrzením o dobití kreditu.

3.2.2.9 Zobrazit platby

Pro zobrazení plateb musí být uživatel přihlášen. Akce je dostupná z libovolné stránky.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně ikony uživatelského konta.
2. Uživatel klikne na ikonu uživatelského konta.
3. Aplikace zobrazí menu možných akcí včetně tlačítka pro zobrazení profilu uživatele.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro zobrazení profilu.
5. Aplikace zobrazí profil uživatele s informacemi rozdělenými do kategorií formou záložek včetně záložky s platbami.
6. Uživatel vybere záložku s platbami.
7. Aplikace zobrazí seznam kreditních plateb (dobití/čerpání) včetně dostupných akcí dle typu transakce (stažení faktury za dobití, zobrazení tiskové úlohy, ...).

3.2.2.10 Změnit nastavení účtu

Pro změnu nastavení účtu musí být uživatel přihlášen. V rámci nastavení účtu může uživatel také nastavit, o jakých událostech v aplikaci a jak bude informován. Akce je dostupná z libovolné stránky.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně ikony uživatelského konta.
2. Uživatel klikne na ikonu uživatelského konta.
3. Aplikace zobrazí menu možných akcí včetně tlačítka pro zobrazení profilu uživatele.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro zobrazení profilu.
5. Aplikace zobrazí profil uživatele s informacemi rozdělenými do kategorií formou záložek včetně záložky s nastavením účtu.

6. Uživatel vybere záložku s nastavením účtu.
7. Aplikace zobrazí možnosti nastavení účtu včetně nastavení upozornění na události.
8. Uživatel provede požadované změny nastavení.

3.2.2.11 Přidat poskytovatele tisku

Pro přidání poskytovatele tisku musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku s tlačítkem pro přidání poskytovatele.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro přidání poskytovatele.
5. Aplikace zobrazí formulář pro zadání údajů o poskytovateli s potvrzovacím tlačítkem.
6. Uživatel zadá potřebné údaje a potvrdí vytvoření poskytovatele potvrzovacím tlačítkem.

3.2.2.12 Aktivovat zařízení Node

Node je označení pro hardwarové zařízení, které umožňuje k aplikaci připojit tiskárnu (viz kap. 3.5). Pro připojení zařízení Node musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku, u každého včetně tlačítka pro zobrazení detailu.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro zobrazení detailu poskytovatele.
5. Aplikace zobrazí detailní informace o poskytovateli včetně seznamu zařízení Node, které mu patří a u každého zařízení přepínač pro jeho aktivaci/deaktivaci (v momentě, kdy se zařízení dostane k uživateli již je spárováno s poskytovatelem tisku).

3. NÁVRH

6. Uživatel pomocí přepínače aktivuje dané zařízení.
7. Aplikace vyzve uživatele, aby zařízení fyzicky odpojil od internetu, pokud odpojené není, a zobrazí tlačítko pro pokračování.
8. Uživatel fyzicky odpojí zařízení (pokud odpojené není) a pokračuje klikem na tlačítko.
9. (volitelně) Pokud aplikace stále komunikuje se zařízením, zobrazí varování – nejspíše existuje jiné zařízení, které se vydává za to, které chce uživatel právě aktivovat.
10. Aplikace vyzve uživatele, aby zařízení připojil k internetu, elektrické síti a zapnul a zobrazí tlačítko pro pokračování.
11. Uživatel zapojí a zapne zařízení a pokračuje klikem na tlačítko.
12. Aplikace počká, až naváže komunikaci se zařízením, zobrazí informaci o jeho úspěšné aktivaci a zobrazí seznam zařízení včetně nově aktivovaného (případně zobrazí chybu, pokud nebyla komunikace navázána).

3.2.2.13 Přidat tiskárnu

Pro přidání tiskárny musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce a počítá s tím, že je tiskárna již připojena k některému ze zařízení Node, které patří operátorovi.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku, u každého tlačítko pro přidání tiskárny.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro přidání tiskárny.
5. Aplikace zobrazí pole pro vybrání lokality včetně možnosti vytvořit novou lokalitu a potvrzovací tlačítko.
6.
 - a. (existující lokalita)
 1. Uživatel vybere existující lokalitu a výběr potvrdí tlačítkem.
 - b. (nová lokalita)
 1. Uživatel vybere volbu pro vytvoření nové lokality.
 2. Aplikace zobrazí formulář pro vyplnění parametrů nové lokality a tlačítko pro potvrzení.
 3. Uživatel vyplní parametry lokality a potvrdí tlačítkem.

7. Aplikace zobrazí pole pro vybrání zařízení Node, ke kterému je tiskárna připojena a potvrzovací tlačítko.
8. Uživatel vybere zařízení, ke kterému je tiskárna připojena a výběr potvrdí tlačítkem.
9. Aplikace zobrazí pole pro výběr tiskárny (zobrazeny jsou tiskárny připojené k zařízení Node) a potvrzovací tlačítko.
10. Uživatel vybere tiskárnu a výběr potvrdí tlačítkem.
11. Aplikace zobrazí formulář pro zadání parametrů tiskárny v rámci aplikace, včetně nastavení ceny tisku a potvrzovacího tlačítka.
12. Uživatel vyplní parametry tiskárny a potvrdí tlačítkem.
13. Aplikace zobrazí seznam poskytovatelů tisku včetně nově přidané tiskárny.

3.2.2.14 Zjistit stav tiskárny

Pro zobrazení stavu tiskárny musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku včetně seznamu přiřazených tiskáren, u každé tlačítko pro zobrazení jejího detailu.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro zobrazení detailu u požadované tiskárny.
5. Aplikace zobrazí podrobné informace o stavu tiskárny.

3.2.2.15 Vytvořit uživatelskou skupinu

Pro zobrazení stavu tiskárny musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku včetně seznamu uživatelských skupin, které jim přísluší, a tlačítka pro přidání nové skupiny.

3. NÁVRH

4. Uživatel klikne na tlačítko pro přidání nové uživatelské skupiny.
5. Aplikace zobrazí formulář pro zadání parametrů nové uživatelské skupiny a potvrzovací tlačítko.
6. Uživatel vyplní parametry skupiny a potvrdí její vytvoření potvrzovacím tlačítkem.

3.2.2.16 Nasdílet tiskárnu konkrétní uživatelské skupině

Pro nasdílení tiskárny musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku včetně seznamu přiřazených tiskáren, u každé tlačítko pro zobrazení jejího detailu.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro zobrazení detailu u požadované tiskárny.
5. Aplikace zobrazí informace o tiskárně včetně tlačítka pro její sdílení.
6. Uživatel klikne na tlačítko pro sdílení tiskárny.
7. Aplikace zobrazí pole pro výběr uživatelské skupiny, se kterou se má tiskárna sdílet a tlačítkem pro potvrzení.
8. Uživatel vybere uživatelskou skupinu a sdílení potvrdí tlačítkem.

3.2.2.17 Zobrazit statistiky tisku

Pro zobrazení statistik tisku musí být uživatel přihlášen. Případ užití začíná na úvodní stránce.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku včetně seznamu přiřazených tiskáren, u každé tlačítko pro zobrazení jejího detailu.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro zobrazení detailu u požadované tiskárny.
5. Aplikace zobrazí informace o tiskárně včetně údajů, kolik stránek bylo vytištěno, jakého typu a jaký tiskárna generuje zisk³⁶.

³⁶Není zpracováno v rámci návrhu uživatelského rozhraní, jedná se pouze o okrajový případ užití.

3.2.2.18 Nasdílet tiskárny konkrétnímu uživateli

Nasdílení tiskáren konkrétnímu uživateli probíhá tak, že uživatele přidáme do uživatelské skupiny, která má dané tiskárny nasdílené – uživatel k nim tak získá přístup.

V aplikaci musí být přihlášen správce poskytovatele tisku, jehož tiskárny mají být nasdíleny. Příklad užití začíná na úvodní stránce a počítá s tím, že uživatel, kterému mají být nasdíleny tiskárny, je v aplikaci zaregistrován.

1. Aplikace zobrazí horní lištu včetně tlačítka pro přechod do administrace tiskáren.
2. Uživatel klikne na tlačítko pro přechod do administrace tiskáren.
3. Aplikace zobrazí seznam existujících poskytovatelů tisku, u každého tlačítko pro přidání uživatele.
4. Uživatel klikne na tlačítko pro přidání uživatele.
5. Aplikace zobrazí pole pro zadání e-mailu uživatele.
6. Uživatel zadá e-mail uživatele, kterému chce tiskárny nasdílet (aplikace při zadávání e-mailu zobrazuje seznam uživatelů, kteří mají korespondující adresu – „našeptává“).
7. Uživatel ze seznamu vybere cílovou osobu.
8. Aplikace zobrazí pole pro výběr uživatelské skupiny, do které má být osoba přidána a potvrzovací tlačítko.
9. Uživatel vybere cílovou skupinu a potvrdí tlačítkem.

3.2.3 Tabulka pokrytí funkčních požadavků případy užití

Pokrytí funkčních požadavků případy užití je shrnuto v tabulce 3.2. Označení funkčních požadavků odpovídá použitému v kap. 2.4. Označení případů užití vychází z této kapitoly.

	F1	F2	F3	F4	F5
UC 3.2.2.1	+	+	+	+	+
UC 3.2.2.2	+	+	+	+	+
UC 3.2.2.3	+	+	-	-	+
UC 3.2.2.4	+	+	-	-	+
UC 3.2.2.5	+	-	-	-	-
UC 3.2.2.6	+	-	-	-	-
UC 3.2.2.7	+	+	-	-	-
UC 3.2.2.8	-	-	-	-	+
UC 3.2.2.9	+	+	-	-	+
UC 3.2.2.10	-	-	+	-	-
UC 3.2.2.11	-	-	-	+	-
UC 3.2.2.12	-	-	-	+	-
UC 3.2.2.13	-	-	-	+	-
UC 3.2.2.14	-	-	-	+	-
UC 3.2.2.15	-	-	-	+	+
UC 3.2.2.16	-	-	-	+	-
UC 3.2.2.17	-	-	-	+	-
UC 3.2.2.18	-	-	-	+	-

Tabulka 3.2: Tabulka pokrytí funkčních požadavků případy užití (symbol „+“ znamená, že případ užití pokrývá daný funkční požadavek, symbol „-“, že nepokrývá)

3.3 Uživatelské rozhraní

V rámci aplikace existuje rozhraní pro koncové uživatele (rozhraní pro tisk) a rozhraní pro správu tiskáren. Mezi rozhraními je možné přecházet, každé má však svoje specifika.

Uživatelská rozhraní byla iterativně navrhována dle principů návrhu zaměřeného na uživatele (kap. 3.1). Rozhraní pro tisk bylo také otestováno s uživateli prostřednictvím interaktivního prototypu. Návrh staví na myšlenkách Material Designu³⁷ a využívá jeho komponenty.

3.3.1 Prototypování

Uživatelské rozhraní bylo nejprve prototypováno na papír³⁸, následné hrubé návrhy byly překresleny do prototypovacího nástroje Figma³⁹, který umožňuje i vytváření klikatelných prototypů. Návrh byl iterativně vylepšován a upravován na základě zpětné vazby od uživatelů a expertů.

Nástroj Figma byl zvolen zejména proto, že

- je multiplatformní (k jeho použití stačí webový prohlížeč),
- umožňuje kolaborativní návrh (více uživatelů může upravovat jeden prototyp najednou),
- obsahuje pokročilé funkce pro úpravu grafické podoby návrhu,
- podporuje knihovny s komponentami (připravené prvky, které je možné hned využít v projektu),
- umožňuje vytvořit klikatelný prototyp a
- je zdarma.

Během vytváření prototypu se však projeví limitace použitého nástroje, zejména nemožnost simulovat pokročilou interakci uživatele s prototypem – např. vyplnění formuláře a změna chování prototypu na základě vyplněných hodnot. Pro tyto účely by byl vhodnější např. nástroj Axure RP⁴⁰, který tyto funkce obsahuje. Pro vytvoření prototypu nebyl vybrán, protože neexistuje ve verzi pro operační systém Linux, který autor této práce používal v době jejího psaní.

Podoba prvků uživatelského rozhraní prototypu vychází z principů Material Designu, grafického jazyka vyvíjeného společností Google. Jedná se

³⁷<https://material.io/>

³⁸Paper prototyping, viz <https://www.uxpin.com/studio/blog/paper-prototyping-the-practical-beginners-guide/>.

³⁹<https://figma.com>

⁴⁰<https://www.axure.com/>

o styl široce využívaný na zařízeních se systémem Android⁴¹ i ve webových aplikacích. Jeho využití v aplikacích je jednoduché, protože existuje řada oficiálních knihoven komponent, které stačí použít. Pro účely prototypování zároveň existuje knihovna připravených komponent pro nástroj Figma.⁴² Material Design byl zvolen zejména pro jeho jednoduché použití a široké rozšíření, nicméně o jeho kvalitách existuje i řada kritických názorů⁴³.

3.3.2 Rozhraní pro tisk

Rozhraní pro tisk je výsledkem iterativního prototypování (kap. 3.3.1). Návrh byl otestován s uživateli (kap. 3.3.2.11) a upraven dle výsledků testu. Nakonec byla upravena grafická stránka prototypu.

Rozhraní pro tisk (neboli také rozhraní pro koncové uživatele) je typicky první část aplikace, se kterou se uživatelé setkají. Při jejím návrhu byl tedy kladen důraz zejména na jednoduchost použití. Cílem není nabídnout co nejvíce funkcí, ale spíše jen výběr těch nejdůležitějších.

Rozhraní je navrženo tak, aby bylo co nejvíce funkcí dostupných bez nutnosti přihlášení. Součástí návrhu je tedy možnost tisku jako „host“, která nevyžaduje registraci uživatele.

Využití aplikace na mobilních zařízeních bude možné, ale není prioritou. V případě jejího rozšíření budou vytvořeny samostatné mobilní aplikace. Rozhraní je tedy navrženo primárně pro použití na počítačích.

Popisky formulářových polí jsou umístěny nad poli samotnými. Tato pozice je dle výzkumu[26] Mattea Penza nejvýhodnější, protože umožňuje uživateli rychle pochopit význam pole bez nutnosti očima přeskakovat na různé části obrazovky.

Tiskový proces probíhá formou průvodce v několika krocích. Uživatelé mají zkušenosti s tisknutím na počítačích, kde tisk probíhá prostřednictvím systémových tiskových dialogů. Z tohoto důvodu je průvodce realizován také formou dialogu, aby byl konzistentní s „reálným světem“.

⁴¹Operační systém pro širokou škálu zařízení vyvíjený společností Google, viz <https://www.android.com/>.

⁴²<https://blog.figma.com/material-design-figma-styles-98a7f0e2735e>

⁴³Například kritika[25] Material Designu od Emina Duraka

3.3.2.1 Horní lišta

Horní lišta je společný prvek všech obrazovek rozhraní pro tisk i rozhraní pro správu tiskáren. Obsahuje (obr. 3.1)

- logo aplikace,
- drobečkovou navigaci,
- informaci o výši celkového kreditu uživatele s tlačítkem pro zobrazení detailů – po kliknutí se zobrazí hodnoty dílčích kreditů⁴⁴ s doplňujícími informacemi, viz obr. 3.3,
- tlačítko pro dobití globálního kreditu (použitelného na libovolné tiskárně), viz UC 3.2.2.8,
- informace o důležitých událostech v aplikaci (zobrazí se po kliknutí na ikonu) a
- informace o aktuálně přihlášeném uživateli s možností přejít na správu účtu (UC 3.2.2.10) a odhlásit se (zobrazí se po kliknutí na ikonu).

V rozhraní pro tisk je součástí lišty přihlášeného uživatele (obr. 3.1) také tlačítko pro přechod do rozhraní pro správu tiskáren.



Obrázek 3.1: Horní lišta aplikace s informacemi o přihlášeném uživateli a menu.

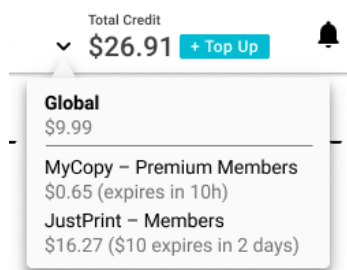
Pokud uživatel přihlášen není (obr. 3.2), místo informací o přihlášeném uživateli, kreditu a událostech jsou zobrazena tlačítka přihlášení (UC 3.2.2.2) a registrace (UC 3.2.2.1). Tlačítko pro přihlášení otevírá dialog analogický k „Returning Customer“ v obr. 3.15. Tlačítko pro registraci otevírá dialog analogický k obr. 3.17.



Obrázek 3.2: Horní lišta aplikace pro nepřihlášeného uživatele

⁴⁴Více o kreditním systému je v kap. 3.6.2.

3. NÁVRH



Obrázek 3.3: Hodnoty dostupných kreditů uživatele. Globální kredit (použitelný na libovolné tiskárně) i kredity vázané na použití u konkrétního poskytovatele tisku.

3.3.2.2 Seznam tiskových úloh

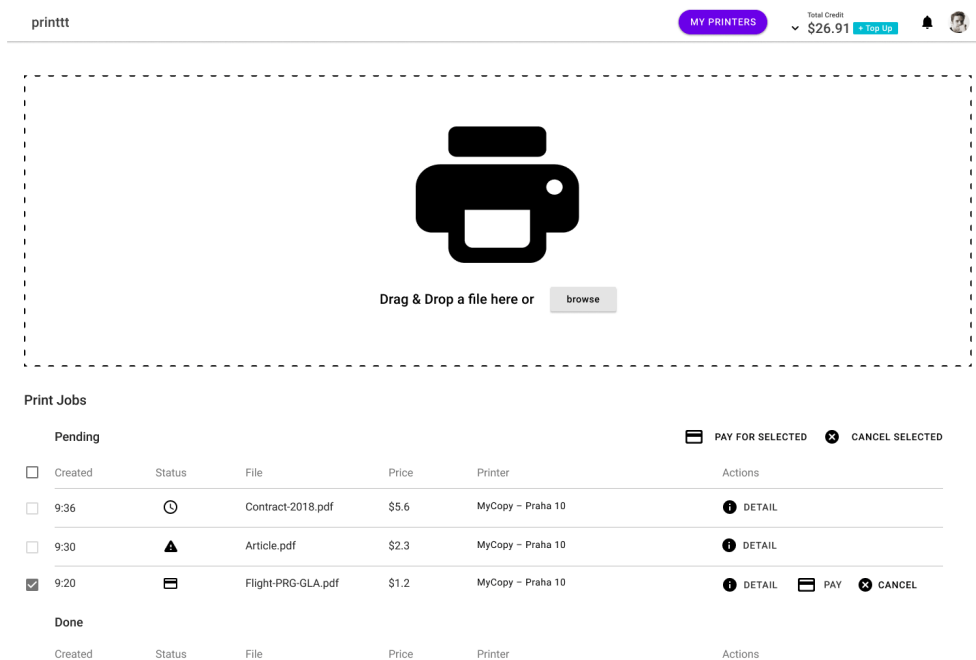
Úvodní stránkou aplikace je obrazovka se seznamem tiskových úloh (obr. 3.4). Jedná se typicky o první stránku, na kterou se uživatel dostane, jejím cílem je tedy nabídnout základní přehled o stavu a možnostech aplikace.

Hlavním prvkem stránky je pole pro výběr dokumentu – zahájení tiskového procesu (UC 3.2.2.3). Pole funguje na principu drag & drop, ale pro lepší použitelnost obsahuje i tlačítko pro výběr souboru přes systémový dialog.

Dalším prvkem stránky je seznam tiskových úloh. Seznam je rozdělený na dvě části, na úlohy, které ještě nebyly dokončeny, a ty dokončené.

U všech úloh jsou uvedeny základní informace (pro uživatele je důležitý zejména jejich stav – UC 3.2.2.5), podrobnosti uživatel nalezne v detailu úlohy (kap. 3.3.2.3). Nedokončené úlohy je možné individuálně a hromadně zpracovávat (zaplatit – UC 3.2.2.4, zrušit – UC 3.2.2.6), v případě zrušení je akce opatřena potvrzovacím dialogem, aby nedošlo k omylu. Nezaplacené úlohy jsou automaticky zrušeny po jedné hodině od vytvoření.

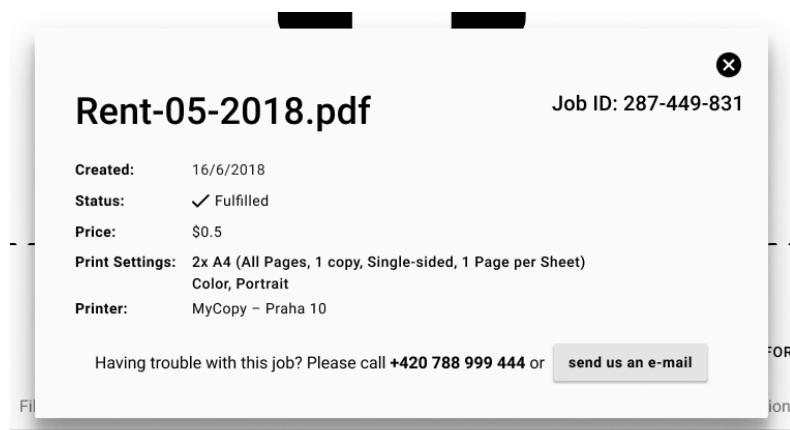
3.3. Uživatelské rozhraní



Obrázek 3.4: Úvodní obrazovka aplikace s polem pro tisk a seznamem tiskových úloh

3.3.2.3 Detail tiskové úlohy

Účelem detailu tiskové úlohy (obr. 3.5) je uživateli poskytnout podrobné informace o úloze. Uživatel má zároveň k dispozici veškeré informace a instrukce, které potřebuje k řešení případných problémů s tiskem.



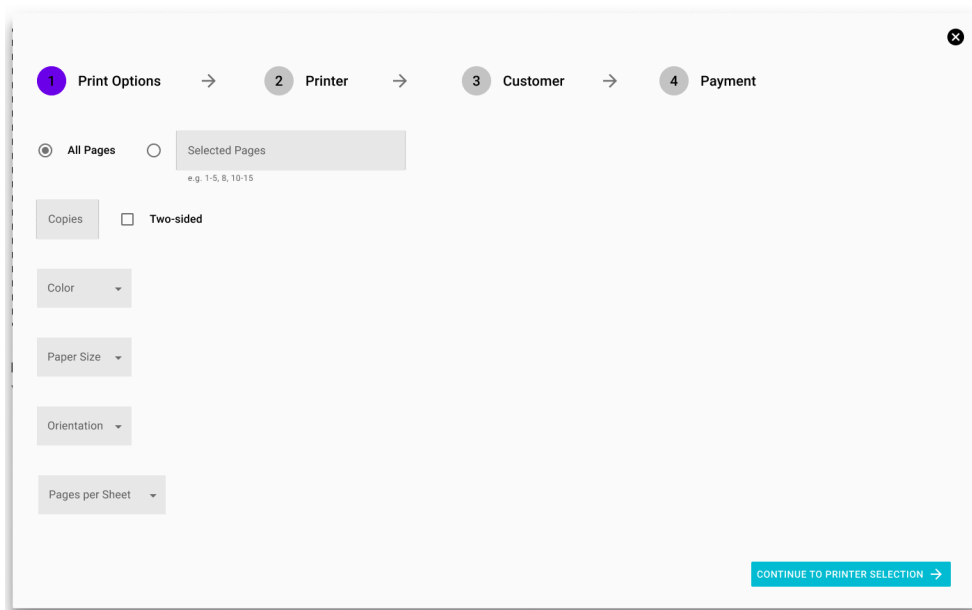
Obrázek 3.5: Detail tiskové úlohy s informacemi pro řešení problémů s tiskem.

3. NÁVRH

3.3.2.4 Nastavení tisku

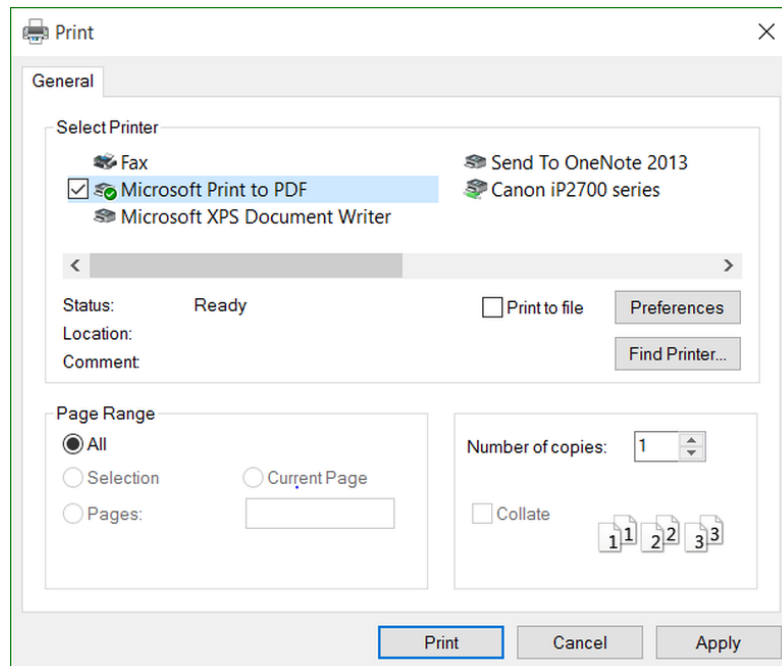
Po vybrání dokumentu na domovské obrazovce (kap. 3.3.2.2) následuje nastavení tiskových parametrů. Návrh (obr. 3.6) vychází z již existujících a používaných tiskových dialogů z desktopových operačních systémů a tiskového dialogu webového prohlížeče Chrome⁴⁵. Tiskové volby byly zvoleny na základě potřeb uživatelů zjištěných v rámci kvalitativního průzkumu 2.3.1 a průzkumu existujících tiskových dialogů.

Hlavním problémem při návrhu dialogu bylo, že se používané dialogy napříč operačními systémy výrazně liší (viz obrázky 3.7 3.8 3.9). Neexistuje tedy jednotný styl, kterého se lze držet. Některé tiskové volby mají ovšem podobné umístění, popisky a hodnoty – v takových případech byla jejich podoba převzata.

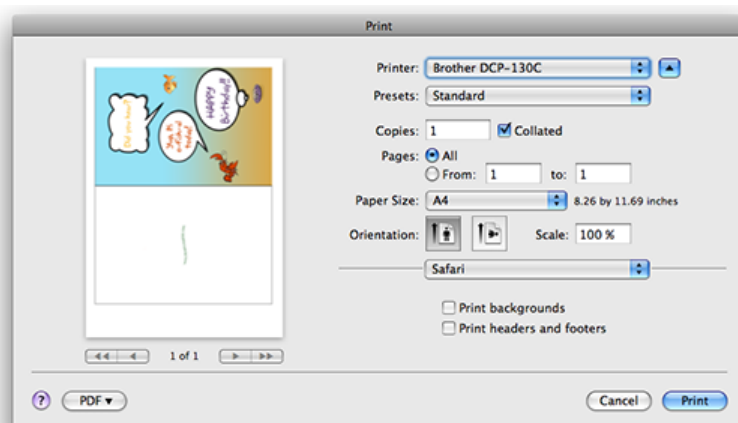


Obrázek 3.6: Návrh dialogu nastavení tisku v aplikaci obsahuje pouze základní volby a cílí na jednoduchost.

⁴⁵Webový prohlížeč od společnosti Google, viz <https://www.google.com/chrome/>.

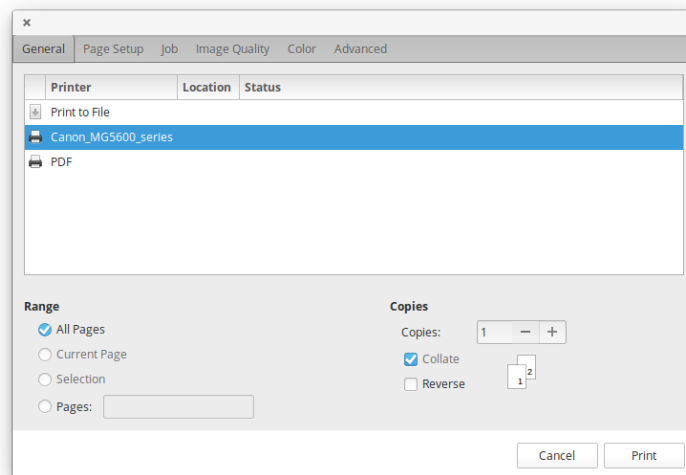


Obrázek 3.7: Dialog nastavení tisku v systému Windows. Velkou část obrazovky zabírá výběr tiskárny, zbytek základní tiskové volby. Pro pokročilé nastavení je nutné kliknout na tlačítko Preferences.



Obrázek 3.8: Dialog nastavení tisku v systému macOS. Zajímavým prvkem je integrovaný tiskový náhled v levé části obrazovky. Pravou část zabírá výběr tiskárny a nastavení základních tiskových parametrů.

3. NÁVRH



Obrázek 3.9: Dialog nastavení tisku na jedné z distribucí systému Linux. Nastavení parametrů je rozděleno do několika skupin pomocí záložek.

3.3.2.5 Výběr tiskárny

Výběr tiskárny následuje po nastavení tiskových parametrů, protože zvolené parametry ovlivňují, na kterých tiskárnách lze úlohu vytisknout. Například pokud uživatel zvolil barevný tisk, aplikace mu umožní vybrat pouze tiskárnu, která tiskne barevně.

Dialog výběru tiskárny (obr. 3.10) zobrazuje možné volby v seznamu a na mapě. Zobrazené volby se vztahují vždy k zvolené poloze (ve výchozím stavu poloha uživatele), která je zvýrazněna na mapě. Polohu lze změnit vyhledáním jiného místa prostřednictvím vyhledávacího pole.

Seznam dostupných tiskáren je rozdělen do dvou záložek na všechny a sdílené. V rámci sdílených tiskáren jsou tiskárny vlastněné aktuálním uživatelem nebo s ním přímo sdílené (sdílení bylo nastaveno v administraci tiskáren).

Seznam všech tiskáren je rozdělen na nedávno použité (pokud uživatel tiskárnu nedávno použil, pravděpodobně ji použije znovu) a nejbližší. Nedávno použité tiskárny jsou řazeny dle času použití sestupně a je jich zobrazeno pouze několik (zvoleno 3). Nejbližší tiskárny jsou řazeny dle vzdálenosti vzestupně a lze mezi nimi libovolně procházet (automaticky se načítají).

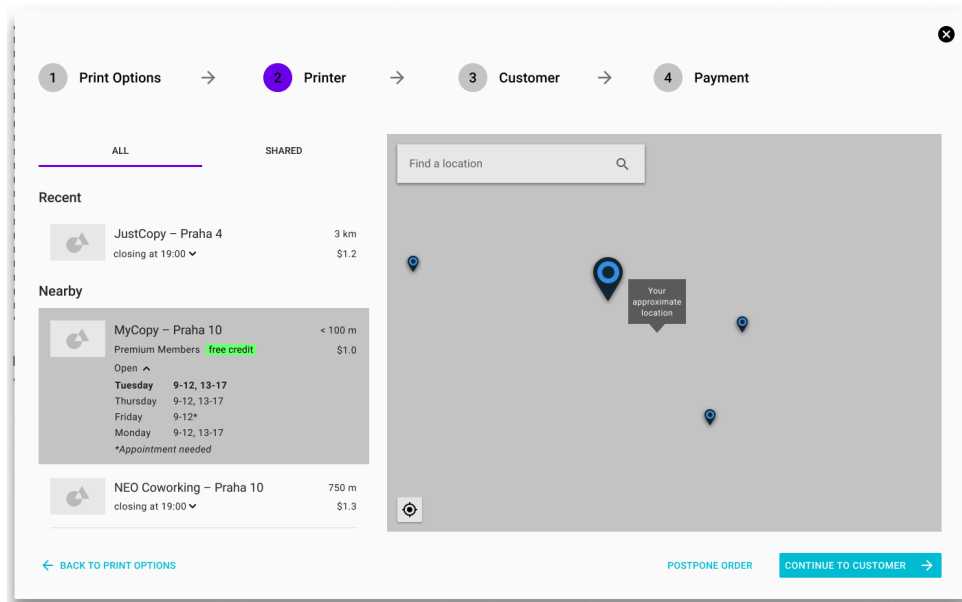
Jednotlivé tiskárny jsou reprezentovány jako „tisková místa“, ne jako fyzická zařízení. U každé položky v seznamu je tedy její název složený z názvu poskytovatele tisku a jeho pobočky, označení konkrétního hardware v názvu nefiguruje.

U tiskového místa jsou dále uvedeny nejdůležitější informace, a to

- vzdálenost,
- cena (po najetí myší se zobrazí její rozpad, viz obr. 3.12),
- informace o možnosti platit kreditem zdarma dostupným v rámci členství v uživatelské skupině (pouze pokud je kredit aplikovatelný) a
- otevírací doba (ve výchozím stavu minimalizovaná, detailní informace se zobrazí po jejím rozkliknutí).

Po výběru tiskárny může uživatel buď pouze vytvořit tiskovou úlohu (vrátí se na 3.3.2.2), nebo pokračovat v procesu tisku a dokončit jej platbou (pokračuje na 3.3.2.6). V případě, že zvolí pouze vytvoření tiskové úlohy, může jich vytvořit více a následně všechny najednou zaplatit.

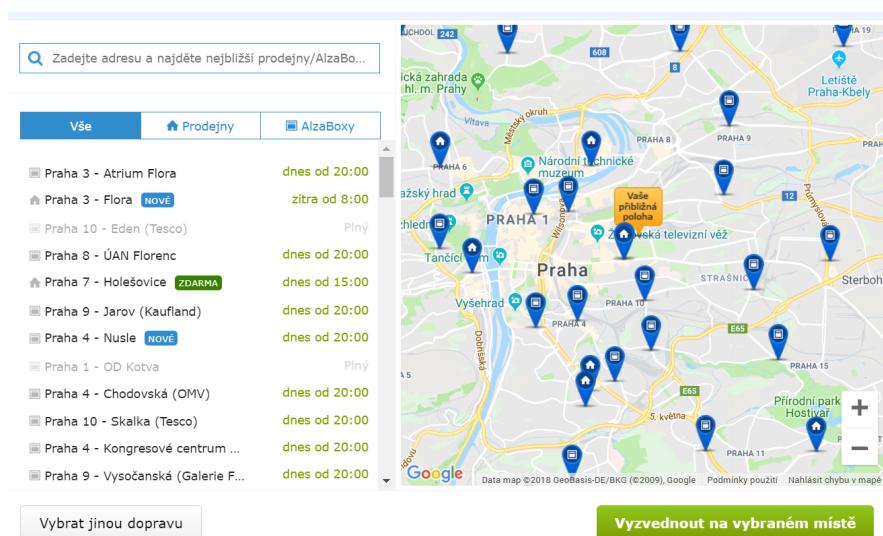
Návrh byl inspirován zejména dialogem výběru pobočky na e-shopu Alza.cz⁴⁶ (obr. 3.11) a detailem místa na Google Maps (detail otevírací doby viz obr. 3.13).



Obrázek 3.10: Obrazovka pro výběr tiskárny v aplikaci zobrazuje možné volby v seznamu a na mapě.

⁴⁶Český e-shop s počítači a elektronikou, viz <https://www.alza.cz/>.

3. NÁVRH



Obrázek 3.11: Dialog výběru odběrného místa na e-shopu Alza.cz. Pro účely tiskové aplikace byl převzat způsob práce s mapou (vyhledávání místa, zobrazení vyhledané polohy) a zobrazení jednotlivých možností (poboček) rozdělených do záložek.

Premium Members	free credit	\$1.0
Shipping at 17:00		
Print Type	Quantity	Price excl. VAT
A4 – Color – Single-sided	2	\$0.45/unit
		Total excl. VAT: \$0.9
		VAT 10%: \$0.1
		Total: \$1.0

Obrázek 3.12: Pro snadší pochopení zobrazené ceny se uživateli po najetí myší zobrazí její podrobný rozpad.

🕒	Otevřeno	^
	sobota	10–22
	neděle	14–20
	pondělí	8:30–22

Obrázek 3.13: Způsob zobrazení otevírací doby v popisu místa na Google Maps. Seznam dní vždy začíná zvýrazněným aktuálním dnem s informací o otevíracích hodinách. Uvedeno je pouze několik dní pro ilustraci.

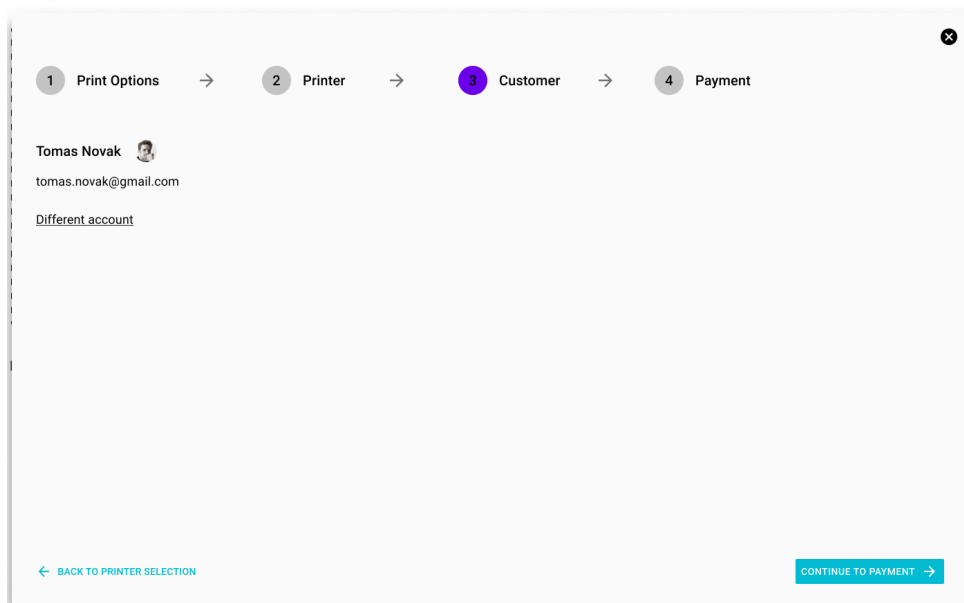
3.3.2.6 Zákazník

Když uživatel zvolí platbu za tiskové úlohy ze seznamu úloh (kap. 3.3.2.2), nebo pokračuje v tiskovém procesu po výběru tiskárny (kap. 3.3.2.5), následuje identifikace uživatele:

- Pokud je uživatel přihlášen, zobrazí se informace o přihlášeném uživateli s možností přepnout účet (obr. 3.14).
- Pokud uživatel přihlášen není, zobrazí se možnosti přihlášení a možnost pokračovat bez registrace (obr. 3.15).

Dialog 3.15 pro přihlášení uživatele byl inspirován článkem Grahama Charltona „11 interesting approaches to guest checkout design“ [27]. Cílem bylo uživatelům umožnit pohodlný tisk bez nutnosti registrace. Uživatel může

- pokračovat bez registrace (pokračuje na 3.3.2.7),
- přihlásit se (pokračuje na 3.3.2.6),
- vyžádat si změnu hesla (pokračuje na dialog 3.16), nebo
- vytvořit si nový účet (pokračuje na dialog 3.17).



Obrázek 3.14: Uživatel může potvrdit, že je přihlášen správným účtem, případně účet změnit.

3. NÁVRH

1 Print Options → 2 Printer → 3 Customer → 4 Payment

Returning Customer

E-mail

Password

Lost Password

New Registration

LOG IN

Log in with

Facebook Google

Guest *Required fields

E-mail*

Phone

OR

← BACK TO PRINTER SELECTION

CONTINUE TO PAYMENT →

Obrázek 3.15: Uživatel se může přihlásit lokálním účtem, prostřednictvím účtu sociálních sítí, nebo pokračovat bez registrace. Zároveň má k dispozici možnost změny hesla a vytvoření nového účtu.

1 Print Options → 2 Printer → 3 Customer → 4 Payment

Lost Password

E-mail

← BACK TO LOGIN

RECOVER PASSWORD →

Obrázek 3.16: Změna hesla probíhá na vyžádání uživatele. Tomu je po zadání e-mailové adresy odeslán odkaz pro nastavení nového hesla.

The screenshot shows a registration form with a progress indicator at the top: 1 Print Options → 2 Printer → 3 Customer → 4 Payment. The 'Customer' step is highlighted in purple. The form is divided into two main sections:

- New Registration** (with a note **Required fields*):
 - Email*
 - Phone
 - Password*
 - Confirm Password*
- Billing Information**:
 - Name
 - Street
 - City
 - Postal Code
 - Company Identification Number
 - Tax Identification Number

At the bottom left, there is a link [← BACK TO LOGIN](#). At the bottom right, there is a button [CONTINUE TO PAYMENT →](#).

Obrázek 3.17: Při nové registraci musí uživatel vyplnit potřebné údaje a volitelně fakturační údaje. Dále pokračuje na 3.3.2.7.

3. NÁVRH

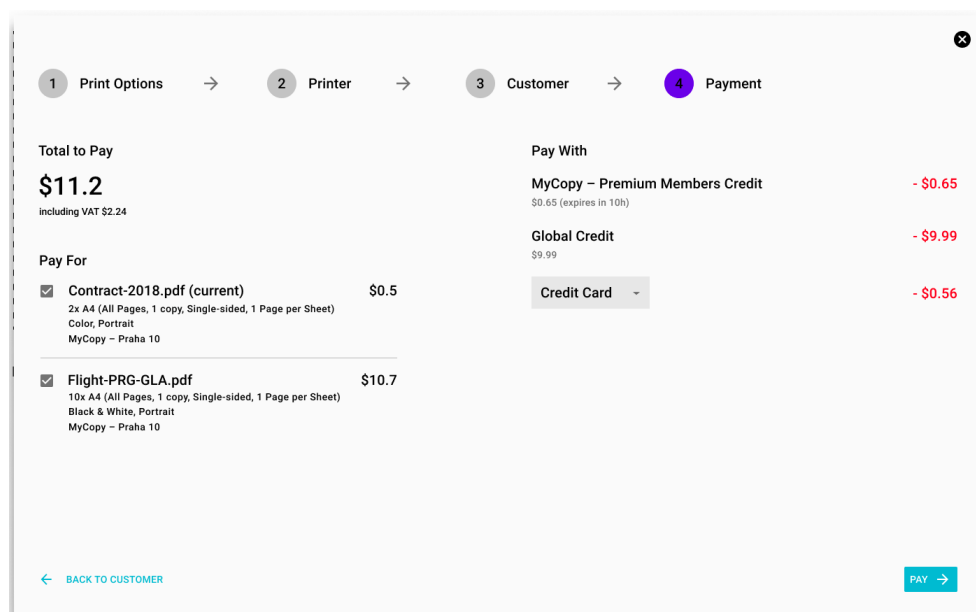
3.3.2.7 Platba

Dialog s výběrem způsobu platby (obr. 3.18) slouží zároveň jako „shrnutí objednávky“. Uživatel vybírá ze seznamu tiskové úlohy, které chce zaplatit (dokončit). Ve výchozím stavu jsou zaškrtnuté a zobrazené všechny⁴⁷ dosud nezaplacené úlohy. U každé úlohy jsou uvedené informace o nastavení tisku, ceně (podrobné informace zjistí uživatel najetím myši na cenu podobně jako na 3.3.2.5) a tiskovém místě.

Na základě vybraných tiskových úloh je uživateli zobrazena celková cena. Následně uživatel vybere způsob platby. Aplikace automaticky strhává peníze

- nejprve z kreditu vázaného na konkrétního poskytovatele tisku (který uživatel získá „zdarma“ v rámci členství v některé uživatelské skupině),
- následně globálního kreditu (který si uživatel zaplatil při dobití) a
- pokud je stále třeba doplatit, vyzve uživatele k výběru další platební metody.

V případě, že je nutné objednávku doplatit další platební metodou, pokračuje uživatel na 3.3.2.8. Pokud je možné celou objednávku zaplatit z kreditů, pokračuje na 3.3.2.9.



Obrázek 3.18: Dialog pro výběr platby slouží zároveň jako shrnutí objednávky.

⁴⁷Vyplývá z testování použitelnosti (kap. 3.3.2.11), původně byla označena pouze aktuální (nejnovější) úloha.

3.3.2.8 Výběr placené částky

Pokud je třeba platit pomocí jiné platební metody než kreditu, může uživatel zvolit, kolik chce platit (obr. 3.19). Může buď zaplatit pouze za aktuální objednávku, nebo zaplatit více a přebytkem si dobít globální kredit.⁴⁸ Při vyšší platbě zároveň může dostat např. kredit zdarma, protože tím snižuje poplatky nutné ke zpracování platby (to už ale není záležitostí této práce).

Uživatel zároveň vyplňuje fakturační údaje. Ve výchozím stavu jsou předvyplněny údaje z profilu uživatele.

Po výběru placené částky a vyplnění fakturačních údajů může uživatel pokračovat. Aplikace ho přesměruje na platební bránu (dle zvolené platební metody), kde provede platbu. Po dokončení ho platební brána přesměruje zpět na 3.3.2.9.

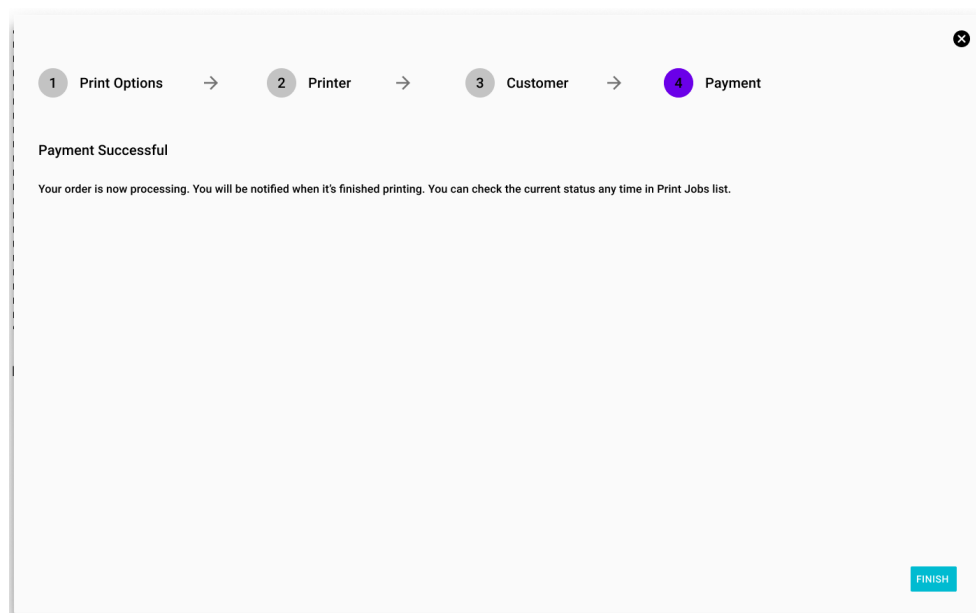
Obrázek 3.19: Dialog pro výběr placené částky umožňuje vybrat, kolik chce uživatel zaplatit, a vyplnit fakturační údaje.

⁴⁸Z hlediska datového modelu všechny platby probíhají jako dobítí/čerpání konkrétního kreditu.

3. NÁVRH

3.3.2.9 Potvrzení platby

Po dokončení kreditní platby, respektive po návratu z platební brány, je uživatel informován o stavu platby a dalším možném postupu (obr. 3.20).



Obrázek 3.20: Dialog informuje uživatele o proběhlé platbě. Text je pouze ilustrační.

3.3.2.10 Profil uživatele

Profil uživatele (obr. 3.21) je stránka, která sdružuje nastavení pro přihlášeného uživatele. Je rozdělená záložkami na dvě části – na seznam plateb (UC 3.2.2.9) a na nastavení účtu.

V rámci plateb je souhrn dobití/čerpání všech kreditů včetně možnosti stáhnout faktury za dobití. V rámci nastavení účtu lze upravit osobní a fakturační údaje uživatele a nastavit možnosti upozornění na události v aplikaci (např. dokončení tiskové úlohy).

3.3. Uživatelské rozhraní

printtt > My Profile MY PRINTERS Total Credit: \$26.91 Top Up

Tomas Novak

PAYMENTS			SETTINGS	
Created	Status	Credit	Actions	Value
21:20		Global Credit		+ \$30.00
21:20		Global Credit	Pay	+ \$30.00
15:02		Global Credit		+ \$30.00
13:39		MyCopy – Premium Members	Show Print Job	-\$5.9
9:01		Global Credit	Download Invoice	+ \$10.00
16:11		Global Credit	Show Print Job	-\$0.5
16:11		MyCopy – Premium Members		+\$5

printtt > My Profile MY PRINTERS Total Credit: \$26.91 Top Up

Tomas Novak

PAYMENTS		SETTINGS	
Personal			
E-mail:	tomas.novak@gmail.com	Street:	Pižeňská
Phone:	+420 788 689 231	Number:	27
Avatar:	DELETE UPLOAD NEW	City:	Praha
		Postal Code:	150 00
		CIN:	89647852
		TIN:	CZ12345678
Notifications			
Event	SMS	E-mail	
Print Job Finished	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Print Job Failed	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Obrázek 3.21: Stránka uživatelského profilu umožňuje nastavit osobní a fakturační údaje, upozornění a zobrazit souhrn plateb.

3.3.2.11 Testování použitelnosti

Interaktivní prototyp uživatelského rozhraní pro tisk (kap. 3.3.1) byl otestován s vybranými⁴⁹ potenciálními uživateli. Pro účely testování byly vytvořeny testovací scénáře (kap. 3.3.2.12), které pokrývají nejdůležitější případy užití rozhraní.

Testování probíhalo v „přirozeném“ prostředí pro využití aplikace (kavárně, coworkingu, knihovně apod.). Testeři byli požádáni, aby podle instrukcí uvedených v popisu testovacích scénářů provedli s prototypem dané úkony. Zároveň byli požádáni, aby během práce komentovali, co vidí, co jim přijde nejasné, co by se dalo změnit apod. Získané informace⁵⁰ byly zaznamenány, vyhodnoceny a na jejich základě byl upraven prototyp.

Z testování vyplynulo, že základní podoba tiskového procesu je uživatelům srozumitelná. V rámci jednotlivých kroků procesu byla ale odhalena řada problémů, nejčastěji s nedostatečně jasnými popisky akcí nebo nevhodně zvolenými ikonami.

3.3.2.12 Testovací scénáře

Nastavení tisku

1. Nacházíte se na úvodní stránce aplikace. V počítači máte dokument, který chcete vytisknout. Vytiskněte ho.
2. Chcete, aby byl tisk oboustranný.
3. Víte, že se budete nacházet na adrese Plzeňská 10 a chcete tisknout na nejbližší dostupné tiskárně.
4. Kromě aktuálního dokumentu chcete vytisknout ještě další a vše zaplatit najednou později.
5. Vytiskněte další dokument.
6. Nastavení tisku neměňte.
7. Dokument vytiskněte na tiskárně, kterou jste již dříve použil/a.
8. Během tiskového procesu se přihlašte lokálním účtem.
9. Zaplaťte za tisk obou dokumentů (*Flight-PRG-GLA.pdf* a *Contract-2018.pdf*) pomocí kreditní karty.

⁴⁹Pro účely testování byli vybráni uživatelé z identifikovaných uživatelských skupin (kap. 2.3).

⁵⁰Zápisky z testování jsou v příloze D. Uživatelské rozhraní prezentované v této práci je již podle poznámek upraveno, nemusí být tedy jasné, k čemu se poznámky vztahují. Zápisky jsou uvedeny jen pro ilustraci testování použitelnosti.

Zrušení tisku

1. Dal/a jste tisknout dokument *Passwords.pdf*, ale obáváte se, že Vám dokument někdo odcizí než se dostanete k tiskárně. Tisk zrušte.

Řešení problémů

1. Aplikace říká, že byl dokument *Contract-2018.pdf* vytištěn. Z tiskárny však nic nevylezlo. Zkuste problém vyřešit.

Faktury

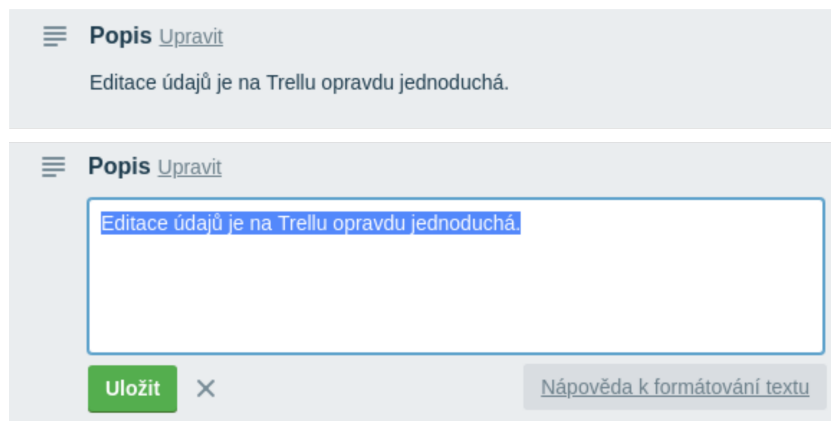
1. Přes aplikaci tisknete firemní dokumenty a platby potřebujete zanést do účetnictví. Stáhněte si fakturu za poslední platbu.

3.3.3 Rozhraní pro správu tiskáren

Rozhraní pro správu tiskáren je určené pro majitele tiskáren, kteří chtějí tiskárny sdílet. Cílem je prezentovat informace ve srozumitelné formě s prioritou těch nejdůležitějších a zároveň uživateli nabídnout nejčastěji používané akce bez zbytečného klikání. V rámci kapitoly jsou prezentované hlavní části rozhraní, méně podstatné části a detaily interakce jsou vynechány (ty jsou popsány v kap. 3.2).

V rámci navržené aplikace je hlavní entitou Provozovatel (Operator) reprezentující poskytovatele tisku – správce tiskárny. Provozovatel může mít řadu Poboček (Locality), které reprezentují konkrétní fyzické umístění. V rámci Pobočky může být řada Tiskáren (Printer), které jsou analogií k fyzickému zařízení – tiskárně. Tiskárny jsou připojeny k zařízení Node, které reprezentuje hardwarovou přípojku k tiskové aplikaci. Zařízení Node jsou ve vlastnictví Provozovatele. Podrobnější informace o datovém modelu, významu a fungování vztahů mezi entitami jsou součástí kapitoly 3.6.

Navržené rozhraní slouží k prezentaci i úpravě zobrazených dat. Klade důraz na konzistenci mezi zadáváním a zobrazením dat, využívá proto způsob úpravy údajů známý například z aplikace Trello⁵¹ – údaje jsou ve výchozím stavu zobrazeny pouze pro čtení, po kliknutí na daný údaj se ve stejném místě zobrazí editační formulářové pole, ve kterém je možné hodnotu upravit (obr. 3.22).



Obrázek 3.22: Editace údajů v aplikaci Trello – pro úpravu textu (nahore) stačí na text kliknout a zobrazí se pole pro jeho editaci (dole).

3.3.3.1 Horní lišta

Horní lišta je společný prvek s rozhraním pro tisk. Více informací viz kap. 3.3.2.1.

⁵¹Webová aplikace pro plánování projektů, viz <https://trello.com>.

3.3.3.2 Moje tiskárny

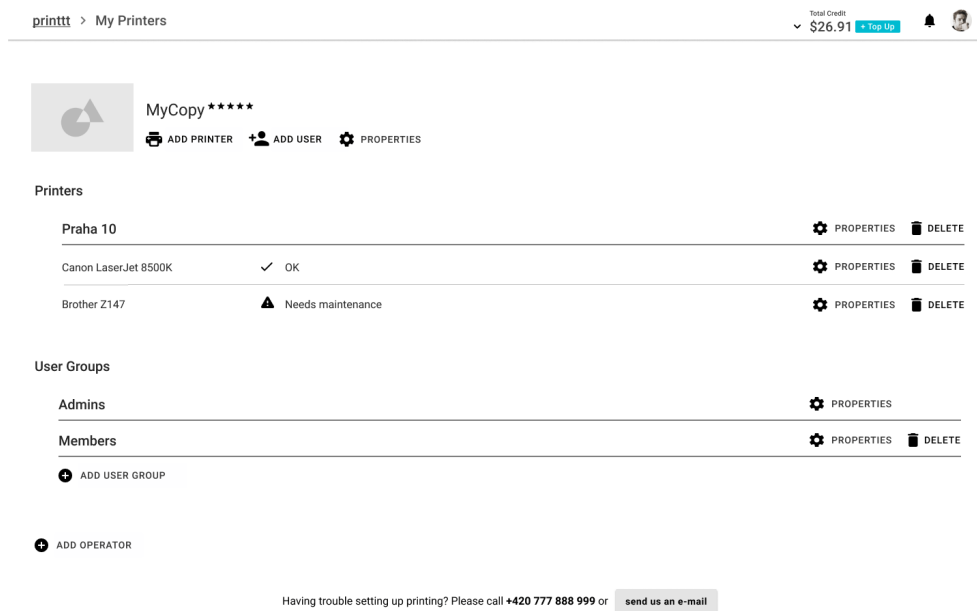
Stránka Moje tiskárny (obr. 3.23) je výchozí stránkou rozhraní pro správu tiskáren. Je optimalizovaná tak, aby uživateli poskytla základní informace o stavu tiskáren a umožnila mu rychle provést nejčastěji prováděné úkony – přidat tiskárnu a nasdílet tiskárnu konkrétnímu uživateli.

Základní strukturu stránky tvoří seznam provozovatelů tiskáren s přímo dostupnými akcemi přidat tiskárnu (UC 3.2.2.13) a nasdílet tiskárnu konkrétnímu uživateli (přidat uživatele, UC 3.2.2.18). Do seznamu je možné přidat nového provozovatele (UC 3.2.2.11).

V rámci provozovatele tiskáren je pak dostupný seznam tiskáren seskupených dle poboček, ve kterých se tiskárny nachází. U každé tiskárny je vidět její stav. U každé pobočky a tiskárny jsou k dispozici akce zobrazení jejího detailu a odstranění. Pobočku není možné vytvořit samostatně, ale pouze v rámci přidání nové tiskárny.

Pod seznamem tiskáren je v rámci provozovatele seznam uživatelských skupin. U položek jsou k dispozici akce zobrazení detailu a odstranění skupiny (skupinu správců, *Admins*, nelze odstranit). Do seznamu je možné přidat novou uživatelskou skupinu (UC 3.2.2.15).

Ve spodní části stránky jsou informace pro případ nesnáží s nastavením sdílení tisku. Uveden je telefon na technickou podporu aplikace a možnost odeslat dotaz e-mailem.



Obrázek 3.23: Stránka Moje tiskárny prezentuje nejdůležitější informace o tiskárnách a poskytuje nejčastěji používané akce.

3.3.3.3 Detail provozovatele tiskáren

Stránka Detail provozovatele tiskáren (obr. 3.24) slouží pro nastavení údajů o provozovateli a správu zařízení Node. Uživatel může nastavit základní informace o provozovateli, zejména

- logo provozovatele (pro snazší vizuální orientaci uživatelů),
- kontaktní údaje (pro účely řešení problémů s tiskem),
- fakturační údaje (pro účely fakturace) a
- minimální možnou útratu⁵².

Ve spodní části stránky je seznam přípojek tiskové aplikace (Node), které operátor vlastní. Přípojku může aktivovat (UC 3.2.2.12), deaktivovat nebo si objednat další.

The screenshot shows the 'MyCopy' user profile page. At the top right, there is a 'Total Credit' of '\$26.91' and a 'Top Up' button. The main content area is titled 'MyCopy *****' and includes a bio, a logo placeholder with 'DELETE LOGO' and 'UPLOAD NEW' buttons, and a 'Billing & Contact Information' section. Below that is an 'Orders' section showing a 'Minimal Expense' of '\$0.5'. The 'Nodes' section contains a table with columns for Name, ID, and Active status. At the bottom, there are buttons for 'GET A NODE' and 'DISABLE OPERATOR'.

Name	ID	Active
MyCopy - printtt - #01	224-487-896	<input checked="" type="checkbox"/>
MyCopy - printtt - #02	798-797-446	<input type="checkbox"/>

Obrázek 3.24: Stránka detailu provozovatele tiskáren umožňuje upravit údaje o provozovateli a spravovat přípojky tiskové aplikace (Node).

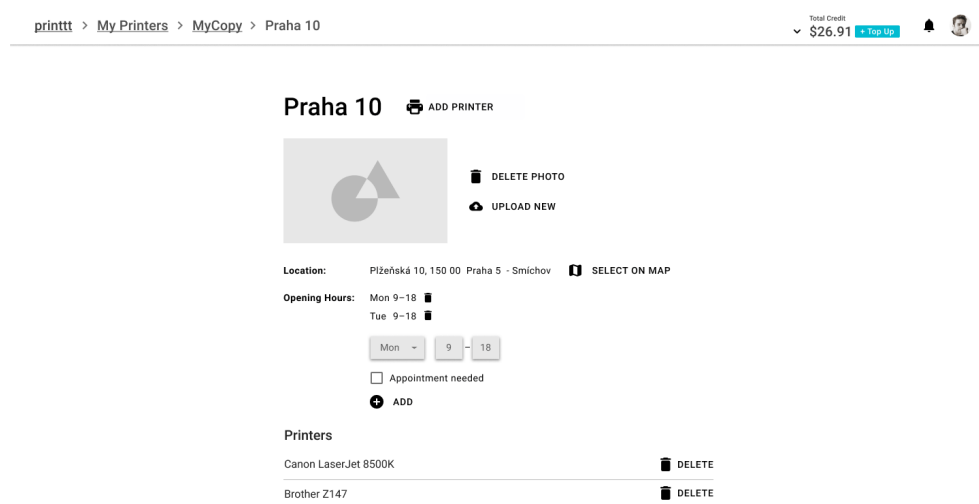
⁵²Provozovatel si může zvolit, jak velké tisky chce zpracovávat.

3.3.3.4 Detail pobočky

Detail pobočky (obr. 3.25) umožňuje nastavit její fotografii, geografickou polohu, otevírací hodiny a přidat/odebrat tiskárnu. Otevírací hodiny lze nastavit flexibilně, v rámci jednoho dne může být libovolné množství rozmezí, kdy je pobočka otevřena.

Akce výběru polohy z mapy otevírá dialog s mapou a vyhledávacím polem. Uživatel pomocí vyhledávacího pole najde požadovanou polohu, kterou může upřesnit přetažením mapy na přesné místo. Ve středu mapy je symbol, který označuje vybranou polohu. Uživatel polohu potvrdí tlačítkem.

Akce přidání tiskárny probíhá analogicky k UC 3.2.2.13. Relevantní je část uvedeného scénáře po výběru lokality (v tomto případě je již z principu lokalita známá). Scénář končí opět na detailu pobočky.



Obrázek 3.25: Detail pobočky umožňuje upravit její parametry a spravovat tiskárny.

3.3.3.5 Detail tiskárny

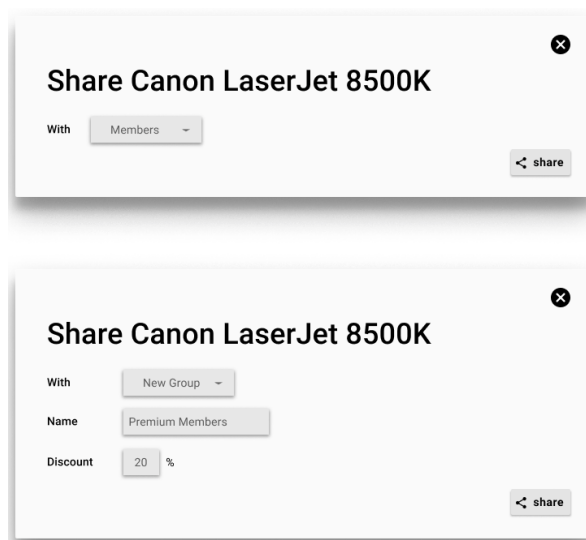
Stránka Detail tiskárny (obr. 3.27) slouží pro správu konkrétní tiskárny. Uživatel může nastavit

- fotografii tiskárny,
- základní informace o tiskárně a
- cenu tisku dle tiskové konfigurace (formátu papíru, typu tisku, kvantity).

Detail tiskárny také umožňuje nastavit její sdílení. Tiskárna může být sdílena



- konkrétním uživatelským skupinám patřícím jejímu provozovateli (existujícím nebo novým, viz dialog na obr. 3.26; UC 3.2.2.16), nebo
- všem uživatelům aplikace (je veřejná).

Stránka obsahuje stav tiskárny (UC 3.2.2.14) a seznam tiskových úloh, které tiskárna zpracovává. Uživatel má tak přehled, co se tiskne a tisknout bude. Úlohy je možné spravovat (zobrazit jejich detail, zrušit apod.).




Obrázek 3.26: Tiskárnu je možné sdílet existující (nahore), nebo nové (dole) uživatelské skupině.

3.3. Uživatelské rozhraní

printtt > My Printers > MyCopy > Praha_10 > Canon LaserJet 8500K Total Credit
\$26.91 [Top Up](#)  



Canon LaserJet 8500K [SHARE](#)


Type: Canon LaserJet 8500K
Public:
Status: OK






[DELETE PHOTO](#)
[UPLOAD NEW](#)

Pricing


	A4	A3		
		0-100 pc	100-500 pc 	500+ pc 
Black & White One-Sided	\$0.1	\$0.09	\$0.07	
Color One-Sided	\$0.3	\$0.28	\$0.2	
Black & White Duplex	\$0.15	\$0.13	\$0.1	
Color Duplex	\$0.5	\$0.46	\$0.35	

Add interval up to pieces 

Print Jobs

<input type="checkbox"/>	Created	Status	ID	Owner	Actions
<input type="checkbox"/>	9:36		248-979-463	Peter Novak (me)	PROPERTIES
<input checked="" type="checkbox"/>	Yesterday		498-731-321	Sarah White	PROPERTIES CANCEL
<input type="checkbox"/>	18/6	<input checked="" type="checkbox"/>	649-754-467	John Doe	PROPERTIES
<input type="checkbox"/>	15/6		789-665-413	Alice May	PROPERTIES

[MORE JOBS](#)

 CANCEL SELECTED

Shared With

Admins	PROPERTIES DELETE
Members	PROPERTIES DELETE

Obrázek 3.27: Detail tiskárny poskytuje uživateli přehled o jejím stavu a naplánovaných úlohách.

3.3.3.6 Detail uživatelské skupiny

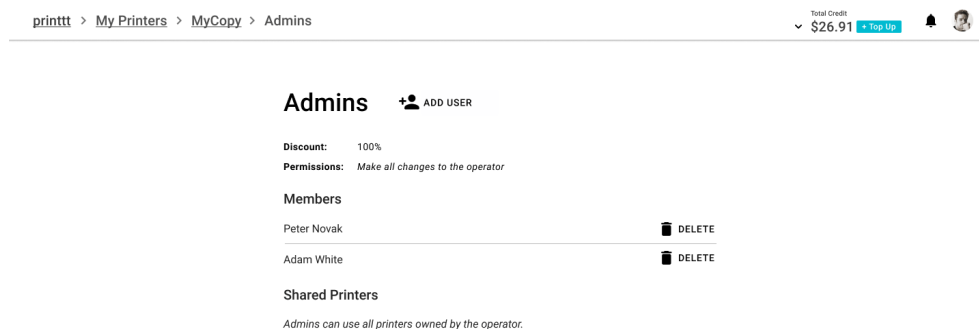
Detail uživatelské skupiny umožňuje spravovat její parametry (zejména slevu z tisku⁵³). Existuje ve dvou variantách podle toho, jestli je zobrazena skupina správců (Admins), nebo jiná skupina.

Skupina správců (obr. 3.28) je vytvořena aplikací automaticky a není možné ji odebrat. Ve výchozím stavu obsahuje osobu majitele provozovatele (Operatora), ale je do ní možné přidat další uživatele. Uživatelé v této skupině mají oprávnění upravovat entitu provozovatele a tisknout na všech jeho tiskárnách.

Členové ostatních uživatelských skupin (obr. 3.29) mohou tisknout pouze na tiskárnách, které má tato skupina explicitně nasdílené, a vůči provozovateli nemají žádná přístupová práva. Do skupiny je možné přidat uživatele nebo jí nasdílet tiskárnu.

Akce přidání uživatele otevírá dialog pro zadání e-mailu osoby. Aplikace při zadávání „našeptává“ relevantní nalezené osoby. Uživatel vybere požadovanou osobu a tím ji přidá do uživatelské skupiny.

Akce nasdílení tiskárny otevírá dialog se seznamem dostupných tiskáren. Uživatel vybere požadovanou tiskárnu a tím ji nasdílí uživatelské skupině.





Obrázek 3.28: Administrátoři mají přístup ke všem tiskárnám a mohou upravovat entitu provozovatele.

⁵³Cena tisku je podrobněji vysvětlena v rámci kap. 3.6.

3.3. Uživatelské rozhraní

printtt > My Printers > MyCopy > Members



Total Credit
\$26.91 [Top Up](#)  

Members



[+ ADD USER](#) [SHARE PRINTER](#)

Discount: 10%
Permissions: *Print on selected printers*

Members

Timothy Green	 DELETE
Philip Willis	 DELETE

Shared Printers

Canon LaserJet 8500K	 DELETE
Brother Z147	 DELETE

Obrázek 3.29: Ostatní uživatelské skupiny mohou tisknout pouze na explicitně sdílených tiskárnách.

3.4 Procesy

V rámci aplikace byly identifikovány tři netriviální procesy. Hlavním procesem je zpracování tiskové úlohy, které zahrnuje celý proces tisku od vytvoření úlohy po fyzické dokončení tisku. Podpůrnými procesy jsou proces zpracování objednávky dobití kreditu (platby) a proces aktivace zařízení Node.

3.4.1 Zpracování tiskové úlohy

Proces tisku spočívá ve vytvoření a zpracování tiskové úlohy (Print Job, viz kap. 3.6.5.1). Tisková úloha se může v průběhu procesu nacházet v řadě stavů, mezi kterými přechází (obr. 3.30).

Možné stavy úlohy jsou uvedeny níže včetně označení používaného v implementaci. Stavů 1–5 jsou specifické pro vytvářenou aplikaci, ostatní stavy jsou analogií stavů tiskové úlohy v tiskovém systému CUPS (kap. 4.1). Úloha typicky prochází stavy 1, 2, 4, 6, 8 a 12.

Přechody mezi stavy v rámci systému CUPS a uvedené popisy těchto stavů vycházejí z RFC8011[28], sekce 5.3.7. Tyto přechody jsou systémem CUPS řízeny.

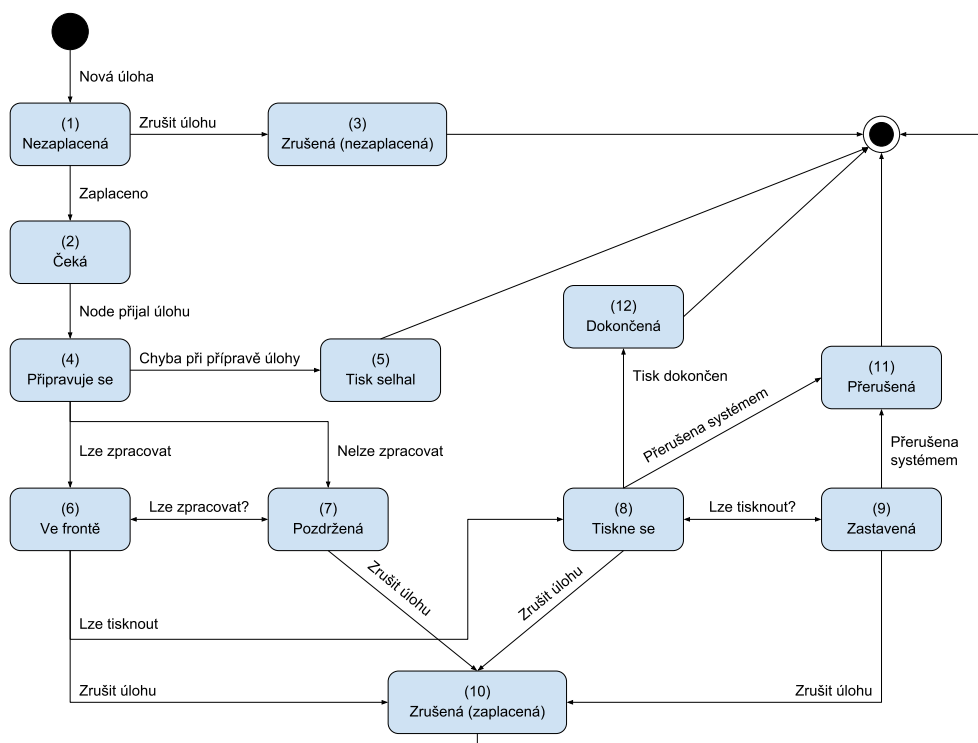
O přechodu do koncových nebo jinak důležitých stavů je uživatel informován dle zvolených preferencí (kap. 3.3.2.10).

1. **Nezaplacená – awaiting_payment:** Úloha byla vytvořena přes webové rozhraní, ale ještě nebyla zaplacená. Uživatel ji může zaplatit (po úspěšné platbě přechází do stavu „Čeká“), nebo zrušit (přechází do stavu „Zrušená (nezaplacená)“). Pokud nebude zaplacená do jedné hodiny, bude automaticky zrušena. Pokud byla vytvořena objednávka dobití kreditu, v rámci které má být tato úloha zaplacená, čeká na zpracování této objednávky (kap. 3.4.2) a během této doby nebude automaticky zrušena.
2. **Čeká – pending:** Úloha byla zaplacená a nyní čeká, až ji zařízení Node začne zpracovávat. Poté přechází do stavu „Připravuje se“.
3. **Zrušená (nezaplacená) – canceled:** Úloha byla zrušena uživatelem, nebo automaticky. Konečný stav.
4. **Připravuje se – preparing_print:** Zařízení Node připravuje úlohu k tisku – stahuje se dokument, probíhají nutné konverze a vytváří se tisková úloha v systému CUPS. Po úspěšném, resp. neúspěšném dokončení přechází do stavu „Ve frontě“/„Pozdržená“, resp. „Tisk selhal“.
5. **Tisk selhal – print_failed:** Při přípravě úlohy na zařízení Node nastala chyba a úloha nemůže být vytištěna. Konečný stav.
6. **Ve frontě – cups_pending:** Ekvivalent stavu „pending“ v rámci tiskového systému CUPS. Úloha je připravena v systému CUPS a je naplánováno její zpracování. Při zahájení zpracování přechází do stavu „Tiskne se“.

System může úlohu pozdržet (přechází do stavu „Pozdržená“), nebo může být zrušena (přechází do stavu „Zrušená (zaplacená)“).

7. **Pozdržená – cups_pending_held:** Ekvivalent stavu „pending-held“ v rámci tiskového systému CUPS. Úloha je připravena v systému CUPS, ale není naplánováno její zpracování. V případě, že systém naplánuje zpracování úlohy, přechází do stavu „Ve frontě“. Úloha může být zrušena, potom přechází do stavu „Zrušená (zaplacená)“.
8. **Tiskne se – cups_processing:** Ekvivalent stavu „processing“ v rámci tiskového systému CUPS. Tisková úloha je zpracována. Systém CUPS připravuje data pro tiskárnu, nebo již tiskárna tiskne. Tisk ještě není dokončen. V případě, že nelze v zpracování pokračovat úloha přechází do stavu „Zastavená“. Po dokončení tisku přechází do stavu „Dokončená“. Úloha může být přerušena systémem, přechází do stavu „Přerušená“, nebo zrušena, přechází do stavu „Zrušená (zaplacená)“.
9. **Zastavená – cups_processing_stopped:** Ekvivalent stavu „stopped“ v rámci tiskového systému CUPS. Tisková úloha byla zastavena v průběhu svého zpracování, například z důvodu chyby tiskárny. Po odstranění příčin přechází zpět do stavu „Tiskne se“. Úloha může být přerušena systémem, přechází do stavu „Přerušená“, nebo zrušena, přechází do stavu „Zrušená (zaplacená)“.
10. **Zrušená (zaplacená) – cups_canceled:** Ekvivalent stavu „canceled“ v rámci tiskového systému CUPS. Úloha je zaregistrována v systému CUPS a byla zrušena explicitní akcí. Konečný stav.
11. **Přerušená – cups_aborted:** Ekvivalent stavu „aborted“ v rámci tiskového systému CUPS. Systém CUPS přerušil úlohu, protože nemůže pokračovat v jejím zpracování (nastala chyba, kterou systém neumí vyřešit). Konečný stav.
12. **Dokončená – cups_completed:** Ekvivalent stavu „completed“ v rámci tiskového systému CUPS. Úloha byla dokončena, všechny stránky jsou vytištěny ve výstupní přihrádce tiskárny. Konečný stav.

3. NÁVRH



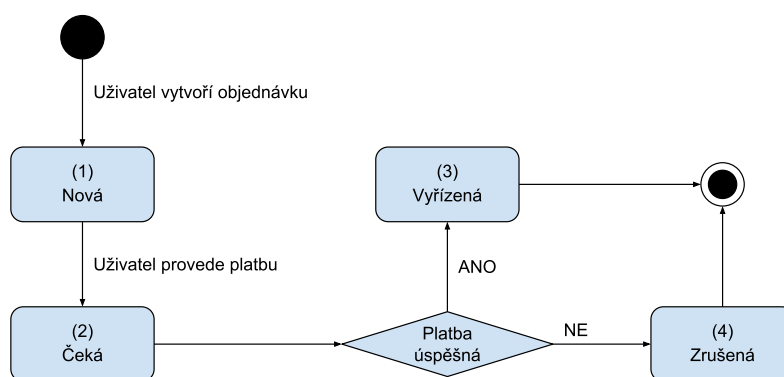
Obrázek 3.30: Stavový diagram znázorňuje stavy tiskové úlohy a přechody mezi nimi.

3.4.2 Zpracování objednávky dobítí kreditu

Uživatel si může dobít globální kredit pomocí řady platebních metod. Dobítí je z uživatelského hlediska popsáno v rámci UC 3.2.2.8. Z hlediska implementace se jedná o zpracování platby za objednávku dobítí kreditu. Hlavní částí procesu je tedy komunikace s platební bránou, která zajišťuje peněžní transakce.⁵⁴ Objednávka dobítí kreditu se může nacházet ve stavech

1. **Nová – new:** Uživatel objednávku vytvořil přes webové rozhraní (samostatně, nebo v rámci platby za tisk), ale ještě nezaplatil. Při zaplacení objednávky přechází do stavu „Čeká“.
2. **Čeká – pending:** Uživatel provedl platbu prostřednictvím platební brány, ale transakce ještě nebyla dokončena (čeká se na výsledek). Když platební brána informuje aplikaci o dokončení transakce, přechází objednávka do stavu „Vyřízená“ (pokud platba proběhla úspěšně), resp. „Zrušená“ (když byla platba zrušena nebo selhala).
3. **Vyřízená – successful:** Peněžní transakce byla úspěšně dokončena v rámci platební brány. Aplikace uživateli dobije globální kredit v dané výši a případně zahájí zpracování tiskových úloh, které na tuto platbu čekaly.
4. **Zrušená – failed:** Peněžní transakce neproběhla. Objednávka je považována za ukončenou, globální kredit není dobít. Pokud na danou platbu čekaly nějaké tiskové úlohy, jsou uvolněny a opět čekají na zaplacení.

Přechody mezi stavy objednávky jsou nejlépe vidět v diagramu 3.31.



Obrázek 3.31: Zpracování objednávky dobítí kreditu – změny stavu objednávky

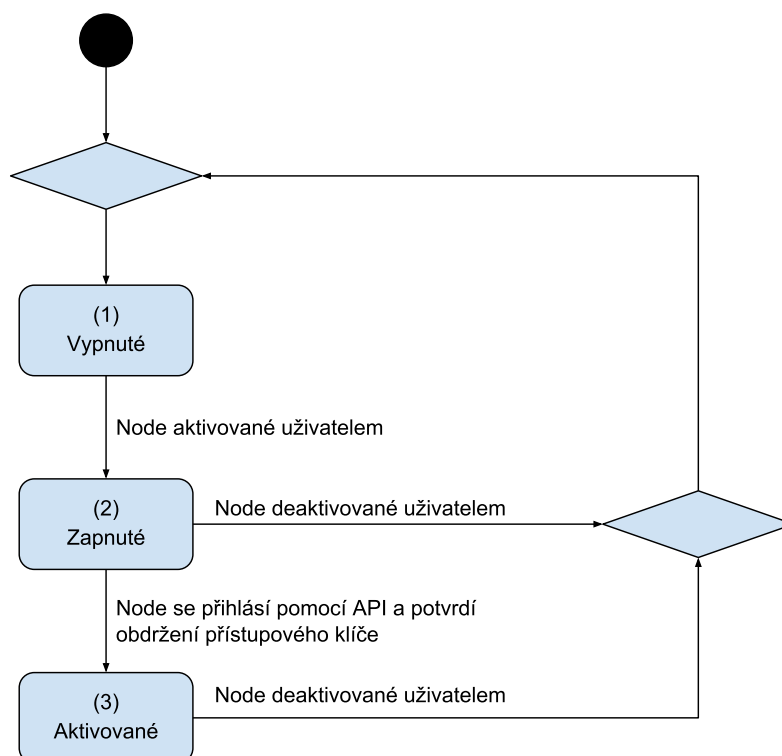
⁵⁴Proces je nezávislý na konkrétní implementaci platební brány.

3.4.3 Aktivace zařízení Node

Aktivace zařízení Node z uživatelského hlediska je popsána v rámci UC 3.2.2.12. Z hlediska implementace se zařízení může nacházet ve třech stavech:

1. **Vypnuté – disabled:** Výchozí stav, ve kterém zařízení nemá autorizaci k přístupu k backendovému API. V rámci aktivačního procesu jej může uživatel aktivovat a zařízení tak přejde do stavu „Zapnuté“.
2. **Zapnuté – enabled:** Zařízení může API požádat o přístupové údaje. Následně API oznámí, že přístupové údaje přijalo, a přechází do stavu „Aktivované“. Uživatel může také zařízení deaktivovat (obdobně jako jej aktivoval) a v takovém případě zařízení přechází do stavu „Vypnuté“.
3. **Aktivované – activated:** Zařízení má přístupové údaje k API a může s ním volně komunikovat. Je připraveno zpracovávat tiskové úlohy. Pokud jej uživatel deaktivuje, přechází do stavu „Vypnuté“.

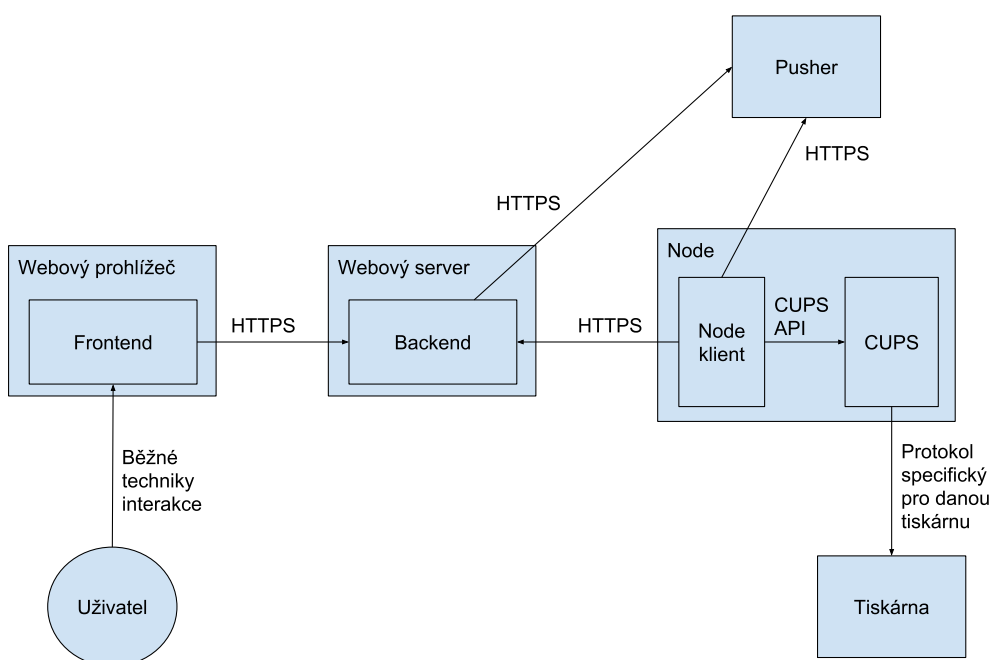
Přechody mezi stavy jsou nejlépe vidět v diagramu 3.32.



Obrázek 3.32: Stavový diagram znázorňuje stavy zařízení Node a přechody mezi nimi.

3.5 Architektura a technologie

Systém se skládá z pěti nezávislých částí. Tři (frontend, backend a node klient) tvoří vlastní logiku tiskové aplikace a zbylé dvě (Pusher a CUPS) jsou softwary třetí strany, které aplikace využívá. Jednotlivé části jsou vysvětleny dále v této kapitole. Schéma 3.33 ilustruje strukturu systému. Je výsledkem postupné evoluce, prvotní návrh je v příloze C.1.



Obrázek 3.33: Schéma fungování tiskového systému jako celku s vyznačením protokolů a směru komunikace. Komunikace probíhá na principu požadavek–odpověď.

3.5.1 Frontend

Frontend běží ve webovém prohlížeči uživatele systému. Jedná se o aplikaci postavené na knihovně React⁵⁵, implementovaná v jazyce TypeScript⁵⁶. Funguje jako klient pro backend systému. S backendem komunikuje přes jeho RESTful API. Technologie byly zvoleny zadavatelem projektu.

⁵⁵JavaScriptová knihovna pro vytváření uživatelských rozhraní, viz <https://reactjs.org/>.

⁵⁶Verze JavaScriptu s kontrolou datových typů, viz <https://www.typescriptlang.org/>.

3.5.2 Backend

Backend běží na webovém serveru. Je to aplikace postavená na Django frameworku⁵⁷, napsaná v jazyce Python⁵⁸, která poskytuje webové (RESTful) API pro ostatní části systému – frontend a node klienta. Backend je jádrem celého systému, stará se o uložení dat (tiskových dat a stavu celého systému), jejich zpracování a přístup k nim – autorizaci a autentizaci.

Prostřednictvím služby Pusher⁵⁹ posílá požadavky node klientu (požadavky nelze poslat přímým HTTP požadavkem, protože Node nemusí mít veřejnou IP adresu – viz kap. 3.5.3).

Technologie (s výjimkou služby Pusher) byly zvoleny zadavatelem projektu. Služba Pusher byla zvolena na základě srovnání služeb umožňujících posílat notifikace na různá zařízení. Její výhodou oproti ostatním alternativám je zejména existující Python klientská i serverová knihovna.

3.5.3 Node klient

Node je vymyšlené označení pro hardwarové zařízení, na kterém běží node klient. Toto zařízení je připojeno k internetu a k tiskárně (nebo více tiskárnám), která má být sdílena. Zařízení je připojeno zpravidla do lokální sítě, takže nemá veřejnou IP adresu (není přístupné zvenku). Pro účely práce se jedná o minipočítač Raspberry Pi 3 Model B⁶⁰, na kterém běží linuxová distribuce Raspbian⁶¹. Zařízení i operační systém byly zvoleny zadavatelem. Node klient (vysvětlen dále) však není vázán na konkrétní hardware a platformu a může běžet na libovolném stroji, na kterém je dostupný jazyk Python a tiskový server CUPS⁶².

Node klient je aplikace napsaná v jazyce Python, která zajišťuje komunikaci mezi backendem systému a tiskárnou. Od backendu dostává požadavky prostřednictvím služby Pusher, které vyřizuje. Při vyřizování komunikuje s backendem přes jeho RESTful API. S tiskárnou node klient komunikuje pomocí knihovny pycups⁶³, která slouží jako rozhraní pro komunikaci s tiskovým systémem CUPS. CUPS zajišťuje samotnou komunikaci s tiskárnami a zpracování tiskových úloh. Implementace node klienta je podrobněji rozepsána v kapitole 4.3.

⁵⁷Framework pro webový vývoj v jazyce Python, viz <https://www.djangoproject.com/>.

⁵⁸<https://www.python.org/>

⁵⁹Služba zprostředkující komunikaci různých platforem v reálném čase, viz <https://pusher.com/>.

⁶⁰Specifikace je dostupná na oficiálních stránkách, viz <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>.

⁶¹Upravená verze linuxové distribuce Debian pro počítače Raspberry Pi, viz <https://www.raspbian.org/>.

⁶²Více informací naleznete v kap. 4.1.

⁶³Knihovna umožňující přistupovat k API tiskového systému CUPS z kódu v jazyce Python, viz <https://github.com/AIWIP/pycups>.

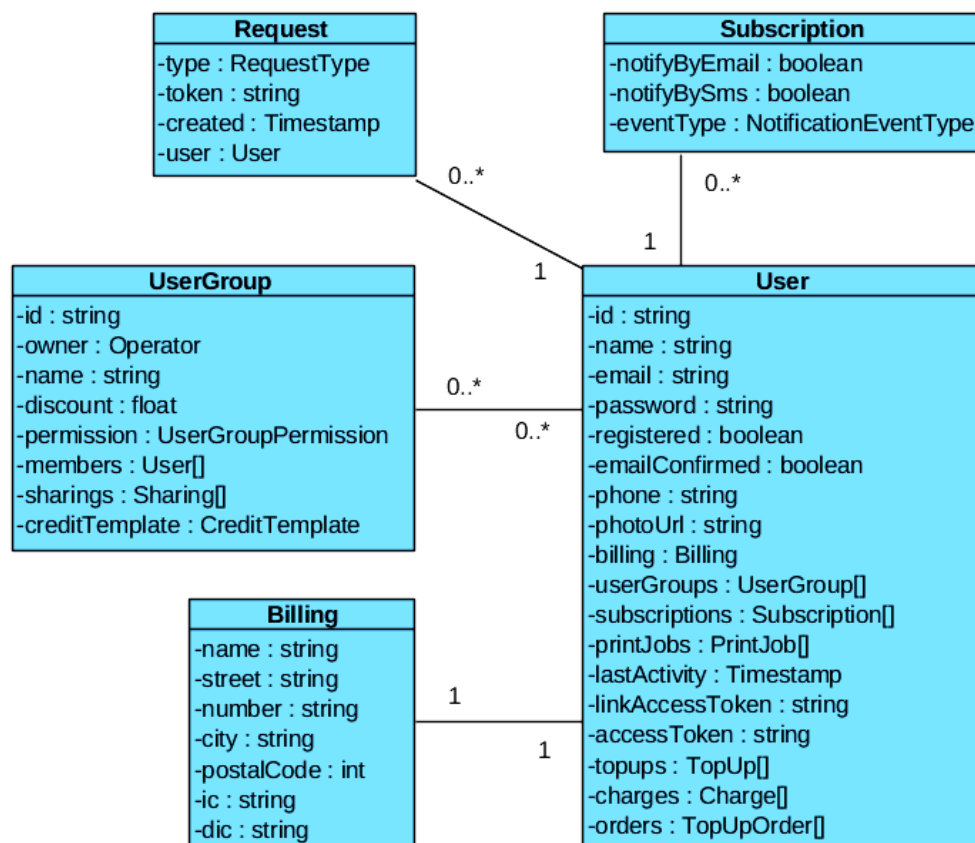
3.6 Datový model

Datový model slouží k lepšímu pochopení entit, které se v problémové doméně vyskytují, a vztahů mezi nimi. Je předlohou pro datové struktury, které jsou použity v implementaci komponent systému, nicméně tyto struktury se od něj mohou lišit v zájmu jednodušší manipulace s daty (implementace). Datový model je navržen co nejflexibilněji, aby bylo možné systém adaptovat na použití v různých prostředích (kromě cílených coworkingů například i v copy centrech) bez nutnosti zasahovat do datového modelu.

Tato kapitola postupně rozebírá jednotlivé entity datového modelu a vztahy mezi nimi. Vzhledem k rozsáhlosti datového modelu jsou entity rozděleny do obsahových celků, které spolu úzce souvisí. Mezi celky nicméně existuje řada vazeb a rozdělení je tak čistě orientační. Popis každého celku obsahuje schéma dané části datového modelu.

3.6.1 Uživatelé

Uživatelé jsou ústřední částí tiskového systému. Uživatel je reprezentován entitou **User**, jejíž součástí jsou platební informace (entita **Billing**). Uživatel může být členem různých uživatelských skupin (entita **UserGroup**), může být přihlášen k informování o různých událostech v systému (entita **Subscription**) a může mít aktivní (nevyřízené) požadavky (entita **Request**). Entity a vztahy mezi nimi znázorňuje obr. 3.34.



Obrázek 3.34: Schéma entit datového modelu uživatelů (vazby na další entity nejsou uvedeny)

3.6.1.1 User

Entita ukládá stav systému pro uživatele (anonymní i registrované, liší se pouze daty).

- Atributy
 - **name** (string) – jméno uživatele
 - **email** (string) – e-mailová adresa
 - **password** (string) – heslo pro přihlášení k uživatelskému účtu
 - **registered** (boolean) – ukazatel, zda se jedná o anonymního (false), nebo registrovaného (true) uživatele
 - **emailConfirmed** (boolean) – ukazatel, zda byla e-mailová adresa potvrzena
 - **phone** (string) – telefonní číslo
 - **photoUrl** (string) – URL profilového obrázku
 - **lastActivity** (timestamp) – UNIXová časová značka⁶⁴ poslední aktivity uživatele
 - **accessToken** (string) – unikátní tajný klíč sloužící k autentizaci uživatele při přístupu k backendu systému
 - **linkAccessToken** (string) – unikátní tajný klíč sloužící k autentizaci anonymního uživatele (zastupuje heslo); uživateli je poslán e-mailem při vytvoření objednávky
- Vztahy
 - s entitou **UserGroup** – uživatel může být členem libovolného množství uživatelských skupin (nesmí ale být členem více skupin jednoho operátora)
 - s entitou **Subscription** – uživatel může mít libovolné množství přihlášek k událostem
 - s entitou **Request** – uživatel může mít libovolné množství požadavků
 - s entitou **PrintJob** – uživatel může mít libovolné množství tiskových úloh
 - s entitou **Billing** – uživatel má právě jedny platební informace
 - s entitou **TopUp** – uživatel může mít libovolné množství dobítí kreditů
 - s entitou **Charge** – uživatel může mít libovolné množství kreditních plateb
 - s entitou **TopUpOrder** – uživatel může mít libovolné množství objednávek dobítí kreditu

⁶⁴<https://www.unixtimestamp.com/>

3.6.1.2 UserGroup

Entita reprezentuje uživatelskou skupinu ve vlastnictví **Operatora**.

- Atributy
 - **name** (string) – jméno uživatelské skupiny
 - **discount** (float) – procentuální sleva z ceny tisku na tiskárnách sdílených přes entitu **Sharing**
 - **permission** – určuje, jaké pravomoci má uživatelská skupina vůči vlastníkovi (**Operatorovi**), nabývá hodnot
 - *EDIT* – uživatelská skupina smí **Operatora** spravovat a
 - *VIEW* – uživatelská skupina smí pouze zobrazit veřejné informace o **Operatorovi**
- Vztahy
 - s entitou **Operator** – uživatelská skupina patří pod právě jednoho operátora
 - s entitou **CreditTemplate** – uživatelská skupina má právě jednu šablonu kreditu
 - s entitou **User** – uživatelská skupina může mít libovolný počet členů
 - s entitou **Sharing** – uživatelská skupina může mít nasdílený libovolný počet tiskáren

3.6.1.3 Billing

Entita reprezentuje platební údaje **Usera**, **Operatora**, nebo v rámci objednávky (**TopUpOrder**).

- Atributy
 - **name** (string) – název fakturovaného (osoba/firma)
 - **street** (string) – název ulice
 - **number** (string) – číslo popisné/orientační
 - **city** (string) – město
 - **postalCode** (int) – poštovní směrovací číslo
 - **ic** (string) – identifikační číslo osoby⁶⁵
 - **dic** (string) – daňové identifikační číslo⁶⁶

⁶⁵Identifikátor podnikající entity, viz https://cs.wikipedia.org/wiki/Identifika%C4%8Dn%C3%AD_%C4%8D%C3%ADslo_osoby.

⁶⁶Jednoznačná identifikace daňového subjektu, viz <https://www.kurzy.cz/dic/>.

- Vztahy
 - s entitami **User**, **Operator**, **TopUpOrder** – platební údaje patří právě jednomu uživateli, jednomu provozovateli tiskáren, nebo byly využity při jedné objednávce (exkluzivní vztah)

3.6.1.4 Subscription

Entita reprezentuje nastavení notifikací o události typu **eventType** pro **Usera**.

- Atributy
 - **notifyByEmail** (boolean) – ukazatel, zda má být odeslána notifikace o dané události na e-mail
 - **notifyBySms** (boolean) – ukazatel, zda má být odeslána notifikace o dané události na e-mail
 - **eventType** – typ události⁶⁷
- Vztahy
 - s entitou **User** – nastavení notifikací (přihláška) přísluší právě jednomu uživateli

3.6.1.5 Request

Entita reprezentuje uživatelský požadavek v systému a jeho platnost.

- Atributy
 - **type** – typ požadavku, nabývá hodnot
 - *PASSWORD_RESET* – požadavek na změnu hesla a
 - *EMAIL_CONFIRM* – požadavek na potvrzení e-mailu
 - **token** (string) – unikátní tajný klíč sloužící k autentizaci a autorizaci požadavku
 - **created** (timestamp) – UNIXová časová značka vytvoření
- Vztahy
 - s entitou **User** – požadavek přísluší právě jednomu uživateli

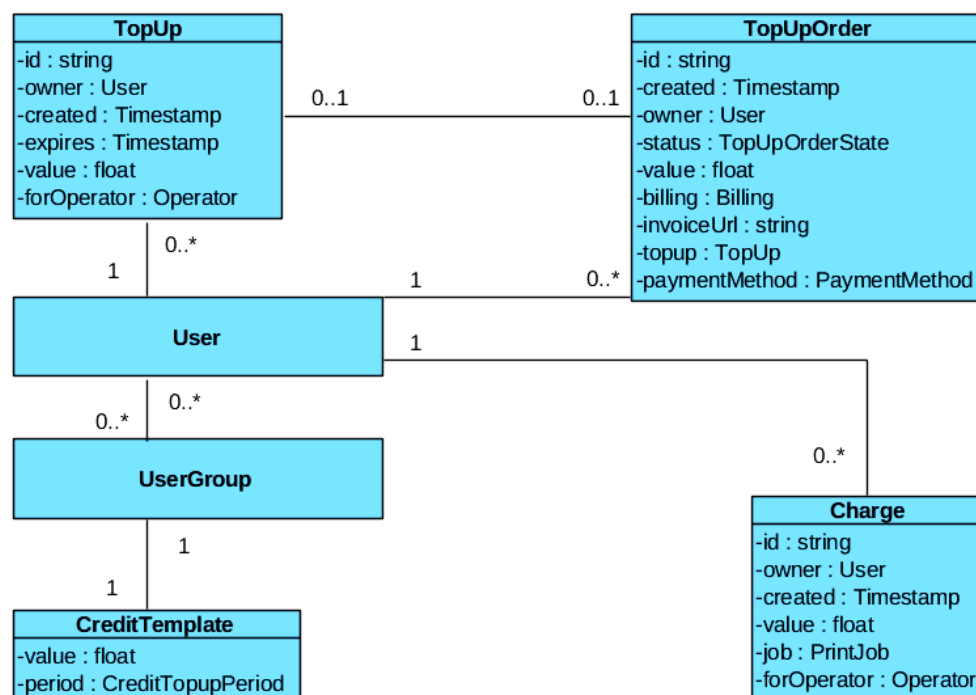
⁶⁷Sada typů událostí bude postupně vytvářena dle aktuální potřeby uživatelů.

3.6.2 Kreditní systém

Kreditní systém byl navržen tak, aby byl co nejflexibilnější. Jeho entity a vztahy mezi nimi znázorňuje obr. 3.35. Kredit může být vázán na konkrétního provozovatele, v takovém případě jím lze platit pouze za tisk na tiskárnách patřících tomuto provozovateli. Pokud na provozovatele vázán není, lze jej využít k tisku na libovolné dostupné tiskárně (takový kredit je označován jako *globální*).

Hodnotu kreditu tvoří suma jednotlivých transakcí. Jedná se o transakce dobítí kreditu (**TopUp**) a kreditní platby (**Charge**). V dobíjení kreditu figuruje samostatná entita **TopUpOrder**, která reprezentuje objednávku dobítí kreditu (pro účely zpracování platby).

Kredit vázáný na konkrétního provozovatele může uživatel nabýt v rámci členství v uživatelské skupině. Uživatelská skupina proto obsahuje šablonu kreditu (**CreditTemplate**), která určuje, jak a jestli bude kredit automaticky dobíjen.



Obrázek 3.35: Schéma entit datového modelu kreditního systému (uvedeny jsou pouze některé vazby)

3.6.2.1 CreditTemplate

Entita reprezentuje šablonu, podle které je členům uživatelské skupiny dobíjen kredit.

- Atributy
 - **value** (float) – množství dobíjeného kreditu
 - **period** – určuje, jak často je kredit dobíjen, nabývá hodnot
 - *WEEK* – týdně,
 - *MONTH* – měsíčně a
 - *NONE* – vůbec (kredit bude dobit jednorázově danou částkou)
- Vztahy
 - s entitou **UserGroup** – šablona kreditu patří právě jedné uživatelské skupině

3.6.2.2 TopUp

Entita reprezentuje dobítí kreditu.

- Atributy
 - **created** (timestamp) – UNIXová časová značka dobítí kreditu
 - **expires** (timestamp) – UNIXová časová značka expirace kreditu (doby, po jejímž uplynutí nebude možné kredit čerpat)
 - **value** (float) – množství dobitého kreditu
- Vztahy
 - s entitou **User** – dobítí patří právě jednomu uživateli
 - s entitou **Operator** – dobíjený kredit je/není vázaný na jednoho provozovatele
 - s entitou **TopUpOrder** – dobítí kreditu bylo/nebylo provedeno na základě objednávky

3.6.2.3 Charge

Entita reprezentuje čerpání kreditu.

- Atributy
 - **created** (timestamp) – UNIXová časová značka čerpání kreditu
 - **value** (float) – množství dobitého kreditu

- Vztahy
 - s entitou **User** – čerpání patří právě jednomu uživateli
 - s entitou **Operator** – je/není čerpán kredit vázaný na jednoho provozovatele
 - s entitou **PrintJob** – čerpání se vztahuje k právě jedné tiskové úloze

3.6.2.4 TopUpOrder

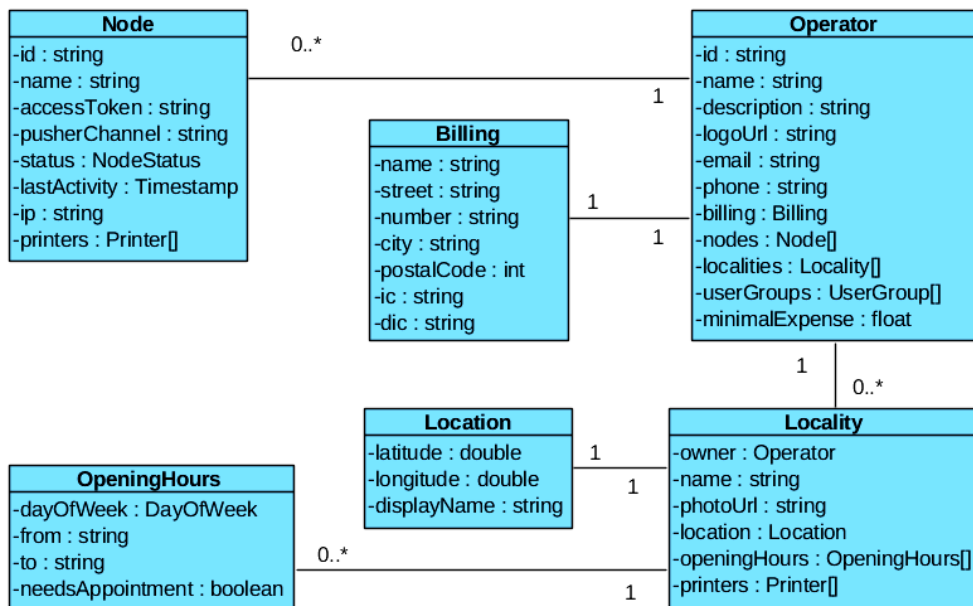
Entita reprezentuje objednávku dobítí nevázaného (globálního) kreditu. Její funkcí je zejména udržovat stav platby při komunikaci s platební branou, aby mohl být při úspěšné platbě dobít kredit.

- Atributy
 - **id** (string) – unikátní identifikátor objednávky použitý při komunikaci s platební branou
 - **created** (timestamp) – UNIXová časová značka vytvoření objednávky
 - **status** – stav objednávky, nabývá hodnot
 - **NEW** – objednávka byla vytvořena,
 - **PENDING** – objednávka čeká na potvrzení platby,
 - **SUCCESSFUL** – platba za objednávku byla provedena a objednávka byla vyřízena a
 - **FAILED** – platba za objednávku selhala
 - **value** (float) – množství dobitého kreditu
 - **invoiceUrl** (string) – URL faktury za platbu, pokud úspěšně proběhla
 - **paymentMethod** – zvolená metoda platby, nabývá hodnot
 - **CREDIT_CARD** – platba platební kartou a
 - **PAYPAL** – platba přes službu PayPal⁶⁸
- Vztahy
 - s entitou **User** – objednávka patří právě jednomu uživateli
 - s entitou **PrintJob** – na zpracování objednávky může čekat libovolné množství tiskových úloh
 - s entitou **Billing** – při objednávce byly využity právě jedny fakturační údaje
 - s entitou **TopUp** – na základě objednávky byl/nebyl dobit kredit

⁶⁸Internetový platební systém, viz <https://www.paypal.com/cz/>.

3.6.3 Provozovatelé tiskáren

Provozovatelem tiskárny je člověk nebo firma, která chce nasdílet tiskárnu v rámci tiskové aplikace. V rámci datového modelu se jedná o entitu **Operator**, která ve své správě může mít řadu lokalit/poboček (entita **Locality**). Lokalita má svou geografickou polohu (entita **Location**) a otevírací hodiny (entita **OpeningHours**). Provozovatel může vlastnit hardwarové přípojky tiskové aplikace (entita **Node**). Součástí provozovatele jsou také fakturační údaje (entita **Billing**). Entity a vztahy mezi nimi znázorňuje obr. 3.36.



Obrázek 3.36: Schéma entit datového modelu provozovatelů tiskáren (vazby na další entity nejsou uvedeny)

3.6.3.1 Operator

Entita reprezentuje provozovatele tiskáren (osobu, firmu).

- Atributy
 - **name** (string) – název provozovatele
 - **description** (string) – popis provozovatele
 - **logoUrl** (string) – URL loga
 - **email** (string) – kontaktní e-mail provozovatele
 - **phone** (string) – kontaktní telefon provozovatele
 - **minimalExpense** (float) – minimální hodnota objednávky, kterou je provozovatel ochoten zpracovat
- Vztahy
 - s entitou **UserGroup** – provozovatel vlastní jednu a více uživatelských skupin (existuje minimálně skupina správců – Admins)
 - s entitou **Billing** – provozovatel má právě jedny fakturační údaje
 - s entitou **Locality** – provozovatel může mít libovolný počet lokalit (poboček)
 - s entitou **Node** – provozovatel může mít libovolný počet přípojek tiskové aplikace (Node)
 - s entitou **TopUp** – na provozovatele může být navázáno libovolné množství dobítí kreditu
 - s entitou **Charge** – na provozovatele může být navázáno libovolné množství čerpání kreditu

3.6.3.2 Locality

Entita reprezentuje lokalitu (pobočku) provozovatele tiskáren.

- Atributy
 - **name** (string) – název lokality
 - **photoUrl** (string) – URL fotografie lokality
- Vztahy
 - s entitou **Operator** – lokalita patří pod právě jednoho provozovatele
 - s entitou **Location** – lokalita má právě jednu geografickou polohu
 - s entitou **OpeningHours** – lokalita může mít libovolný počet otevíracích hodin
 - s entitou **Printer** – lokalita může mít libovolný počet tiskáren

3.6.3.3 Location

Entita reprezentuje geografickou polohu pobočky provozovatele tiskáren.

- Atributy
 - **latitude** (double) – zeměpisná šířka
 - **longitude** (double) – zeměpisná délka
 - **displayName** (string) – název místa
- Vztahy
 - s entitou **Locality** – geografická poloha přísluší právě jedné lokalitě

3.6.3.4 OpeningHours

Entita reprezentuje otevírací hodiny pobočky provozovatele tiskáren. Entita definuje jeden časový úsek v rámci jednoho dne v týdnu. Díky tomu lze nastavit otevírací dobu v rámci pobočky flexibilně (v jeden den lze nastavit více časových úseků – může existovat více **OpeningHours** pro jeden den v týdnu).

- Atributy
 - **dayOfWeek** – den v týdnu, nabývá hodnot
 - *MONDAY* – pondělí,
 - *TUESDAY* – úterý,
 - *WEDNESDAY* – středa,
 - *THURSDAY* – čtvrtek,
 - *FRIDAY* – pátek,
 - *SATURDAY* – sobota a
 - *SUNDAY* – neděle
 - **from** (string) – časový údaj od, např. 9:00
 - **to** (string) – časový údaj do, např. 12:00
 - **needsAppointment** (boolean) – ukazatel, zda je potřeba návštěvu předem domluvit
- Vztahy
 - s entitou **Locality** – otevírací doba přísluší právě jedné lokalitě

3. NÁVRH

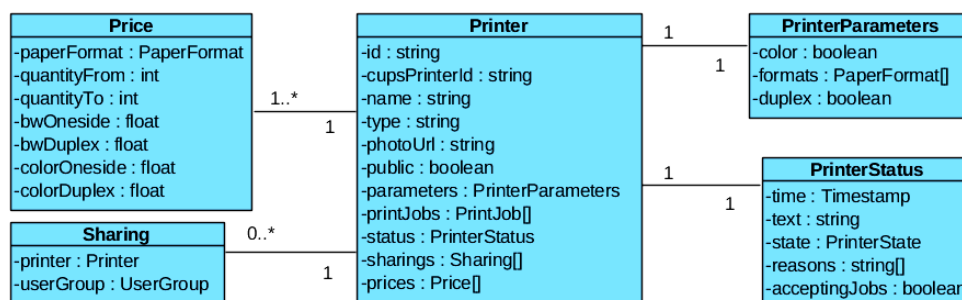
3.6.3.5 Node

Entita reprezentuje přípojku tiskové aplikace (hardwarové zařízení, viz kap. 3.5).

- Atributy
 - **name** (string) – název zařízení (pro uživatele pro snazší orientaci v administračním rozhraní)
 - **accessToken** (string) – unikátní tajný klíč sloužící k autentizaci zařízení při přístupu k backendu systému
 - **pusherChannel** (string) – název kanálu, kterým zařízení dostává od backendu požadavky přes službu Pusher
 - **status** – stav zařízení, nabývá hodnot
 - *DISABLED* – zařízení je vypnuté,
 - *ENABLED* – zařízení je zapnuté a
 - *ACTIVATED* – zařízení je aktivované (může používat API)
 - **lastActivity** (timestamp) – UNIXová časová značka poslední aktivity zařízení
 - **ip** (string) – IP adresa zařízení
- Vztahy
 - s entitou **Operator** – zařízení přísluší právě jednomu provozovateli
 - s entitou **Printer** – k zařízení může být připojeno libovolné množství tiskáren

3.6.4 Tiskárny

Datový model tiskáren se skládá z ústřední entity **Printer**, jejíž součástí jsou entity **PrinterParameters** a **PrinterStatus**. Dále obsahuje nastavení ceny tisku po danou tiskárnu (entita **Price**) a sdílení tiskárny uživatelským skupinám (entita **Sharing**). Entity a vztahy mezi nimi znázorňuje obr. 3.37.



Obrázek 3.37: Schéma entit datového modelu tiskáren (vazby na další entity nejsou uvedeny)

3.6.4.1 Printer

Entita reprezentuje tiskárnu.

- Atributy
 - **cupsPrinterId** (string) – identifikátor tiskárny v rámci tiskového systému CUPS
 - **name** (string) – název tiskárny (pro uživatele pro snazší orientaci v administračním rozhraní)
 - **type** (string) – typ tiskárny
 - **photoUrl** (string) – URL fotografie tiskárny
 - **public** (boolean) – ukazatel, zda je tiskárna přístupná veřejnosti (všem uživatelům)
- Vztahy
 - s entitou **Locality** – tiskárna je umístěná v právě jedné lokalitě
 - s entitou **Node** – tiskárna je připojena k právě jednomu zařízení
 - s entitou **PrintJob** – tiskárna může mít přiřazený libovolný počet tiskových úloh
 - s entitou **PrinterParameters** – tiskárna má právě jedny parametry
 - s entitou **PrinterStatus** – tiskárna má právě jeden aktuální stav
 - s entitou **Price** – tiskárna má jednu a více cen tisku
 - s entitou **Sharing** – tiskárna má libovolné množství nastavených sdílení

3.6.4.2 PrinterParameters

Entita reprezentuje parametry tiskárny. Vycházejí z informací, které poskytuje tiskový systém CUPS. Více informací v kapitole 4.1.4.

- Atributy
 - **color** (boolean) – ukazatel, zda tiskárna umožňuje barevný tisk
 - **formats** – kolekce formátů (velikostí) papíru, na které tiskárna umí tisknout
 - **duplex** (boolean) – ukazatel, zda tiskárna umožňuje oboustranný tisk
- Vztahy
 - s entitou **Printer** – parametry patří právě jedné tiskárně

3.6.4.3 PrinterStatus

Entita reprezentuje stav tiskárny. Její struktura vychází z dat, které poskytuje tiskový systém CUPS. Více informací naleznete v kapitole 4.1.6.

- Atributy
 - **time** (timestamp) – UNIXová časová značka, kdy tiskárna přešla do daného stavu
 - **text** (string) – lidsky čitelný popis stavu
 - **state** (string) – klíčové slovo označující stav tiskárny
 - **reasons** (kolekce hodnot typu string) – kolekce klíčových slov označujících důvody, proč se tiskárna nachází v aktuálním stavu
 - **acceptingJobs** (boolean) – ukazatel, zda tiskárna přijímá nové tiskové úlohy
- Vztahy
 - s entitou **Printer** – stav patří právě jedné tiskárně

3.6.4.4 Price

Entita reprezentuje cenu jednoho výtisku (jednoho papíru) na konkrétní formát papíru pro dané rozmezí počtu tisknutých stránek. Díky tomuto návrhu je možné nastavit různé ceny pro různou kvantitu tisku – např. při tisku jednotek stránek bude tisk dražší, při větších objemech levnější.

- Atributy
 - **paperFormat** – formát (velikost) papíru, které se cena týká, nabývá hodnot z atributu *formats* v entitě **PrinterParameters**
 - **quantityFrom** (int) – počet tisknutých stránek od
 - **quantityTo** (int) – počet tisknutých stránek do
 - **bwOneside** (float) – cena za jednostranný černobílý tisk
 - **bwDuplex** (float) – cena za oboustranný černobílý tisk
 - **colorOneside** (float) – cena za jednostranný barevný tisk
 - **colorDuplex** (float) – cena za oboustranný barevný tisk
- Vztahy
 - s entitou **Printer** – cena patří právě jedné tiskárně

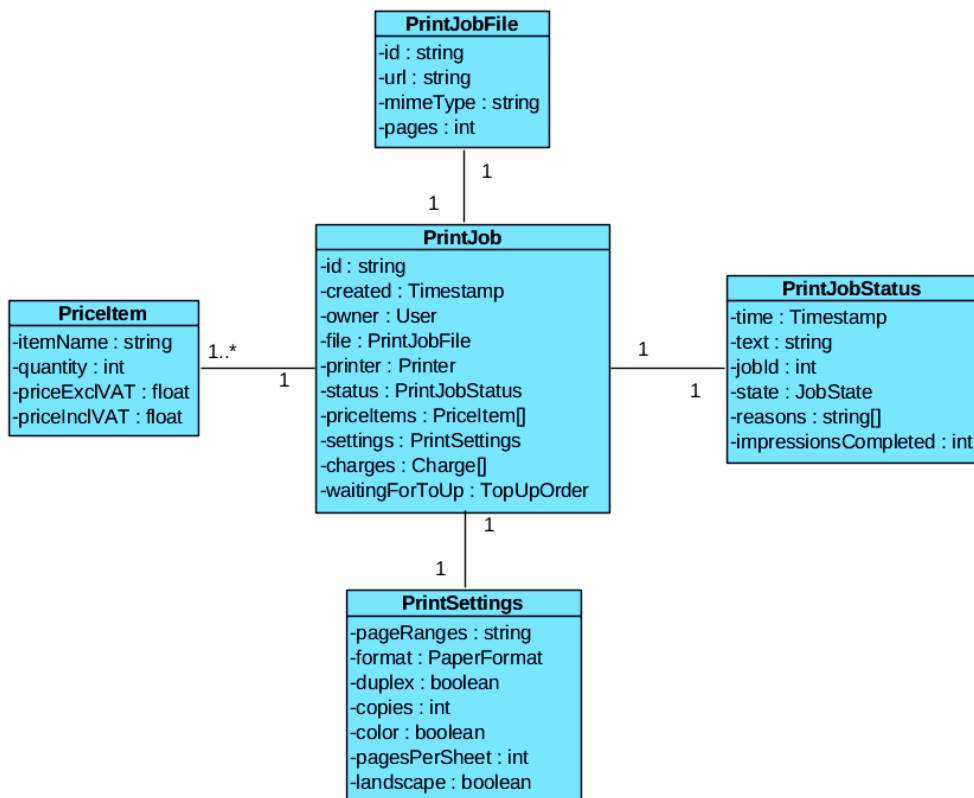
3.6.4.5 Sharing

Entita reprezentuje sdílení tiskárny konkrétní uživatelské skupině.

- Vztahy
 - s entitou **Printer** – sdílení se týká právě jedné tiskárny
 - s entitou **UserGroup** – sdílení se týká právě jedné uživatelské skupiny

3.6.5 Tiskové úlohy

Tisková úloha reprezentuje uživatelský požadavek na tisk jednoho dokumentu včetně jeho stavu. Datový model se skládá z ústřední entity **PrintJob**, jejíž součástí jsou entity **PrintJobFile**, **PrintJobStatus**, **PrintSettings** a kolekce **PriceItem**. Toto rozdělení bylo zvoleno pro lepší oddělení skupin údajů. Entity a vztahy mezi nimi znázorňuje obr. 3.38.



Obrázek 3.38: Schéma entit datového modelu tiskových úloh (vazby na další entity nejsou uvedeny)

3.6.5.1 PrintJob

Entita reprezentuje tiskovou úlohu.

- Atributy
 - **created** (timestamp) – UNIXová časová značka, kdy byla úloha vytvořena
- Vztahy
 - s entitou **User** – úloha má právě jednoho majitele
 - s entitou **Charge** – úloha je/není zaplacená jednou či více kreditními platbami
 - s entitou **PrintJobStatus** – úloha má právě jeden stav
 - s entitou **PrintSettings** – úloha má právě jednu tiskovou konfiguraci
 - s entitou **PrintJobFile** – úloha má právě jeden dokument k vytištění
 - s entitou **PriceItem** – tisková úloha má jednu a více cenových položek (jejich součet určuje celkovou cenu úlohy)
 - s entitou **Printer** – úloha je zpracována právě jednou tiskárnou
 - s entitou **TopUpOrder** – úloha bude/nebude zpracována po vyřízení konkrétní objednávky dobítí kreditu

3.6.5.2 PrintJobStatus

Entita reprezentuje stav tiskové úlohy. Její struktura vychází z dat, které poskytuje tiskový systém CUPS. Více informací naleznete v kapitole 4.1.

- Atributy
 - **time** (timestamp) – UNIXová časová značka, kdy tisková úloha přešla do daného stavu
 - **text** (string) – lidsky čitelný popis stavu
 - **jobId** (int) – identifikátor tiskové úlohy v systému CUPS
 - **state** – klíčové slovo označující stav tiskové úlohy
 - **reasons** (kolekce hodnot typu string) – kolekce klíčových slov označujících důvody, proč se tisková úloha nachází v aktuálním stavu
 - **impressionsCompleted** (int) – počet stránek, který byl vytištěn (při oboustranném tisku se jedná o jednu stranu)
- Vztahy
 - s entitou **PrintJob** – stav patří právě jedné tiskové úloze

3.6.5.3 PrintSettings

Entita reprezentuje konfiguraci tiskové úlohy. Přímo ovlivňuje její zpracování.

- Atributy
 - **pageRanges** (string) – rozmezí stránek, které se mají tisknout
 - **format** – formát papíru, na který se má tisknout, nabývá hodnot z atributu *formats* v entitě **PrinterParameters**
 - **duplex** (boolean) – ukazatel, zda se má tisknout oboustranně
 - **copies** (int) – počet kopií
 - **color** (boolean) – ukazatel, zda se má tisknout barevně
 - **pagesPerSheet** (int) – počet stránek na list
 - **landscape** (boolean) – ukazatel, zda se má tisknout na šířku
- Vztahy
 - s entitou **PrintJob** – konfigurace patří právě jedné tiskové úloze

3.6.5.4 PrintJobFile

Entita reprezentuje dokument, který má být vytištěn.

- Atributy
 - **id** (string) – unikátní identifikátor dokumentu
 - **url** (string) – URL souboru
 - **mimeType** (string) – formát souboru
 - **pages** (int) – počet stránek v souboru
- Vztahy
 - s entitou **PrintJob** – dokument patří právě jedné tiskové úloze

3.6.5.5 PriceItem

Entita reprezentuje cenovou položku, tedy druh tisku, jeho množství a ceny za jednotku.

- Atributy
 - **itemName** (string) – název cenové položky (označuje druh tisku, formát papíru. . .)
 - **quantity** (int) – množství

- **priceExclVAT** (float) – cena za jednotku bez daně
- **priceInclVAT** (float) – cena za jednotku s daní
- Vztahy
 - s entitou **PrintJob** – cenová položka patří právě jedné tiskové úloze

3.7 API

Backend aplikace vystavuje veřejně (přes internet) přístupné API, které využívají ostatní komponenty systému. Návrh API se drží konceptů REST architektury (viz podkapitola 3.7.1), až na výjimku požadavku na využití hypertextových odkazů jako nositele stavu aplikace⁶⁹, kterou nesplňuje z technických důvodů[29] – pro reprezentaci zdrojů byl zvolen datový typ *application/json*⁷⁰, který nepodporuje odkazy a pro účely aplikace nebyla vyžadována jejich implementace.

3.7.1 RESTful

REST je zkratkou REpresentational State Transfer označující architektonický styl, jehož zásady formuloval v roce 2000 Roy Fielding v rámci své disertační práce[30]. Architektura staví na definovaných základních principech (rozebrány dále). Pokud některé rozhraní tyto principy splňuje, může být označováno jako RESTful. Základním prvkem architektury je tzv. **zdroj** (resource), který je vlastně pojmenovanou sadou dat.

3.7.1.1 Principy[31]

1. **Klient-server (client-server):** Oddělení uživatelského rozhraní od uložení dat umožňuje lepší přenositelnost uživatelského rozhraní napříč různými platformami a díky zjednodušení serverových komponent zlepšuje škálovatelnost.
2. **Bezstavovost (stateless):** Každý požadavek od klienta na server musí obsahovat všechny informace pro své zpracování. Stav sezení (kontext) smí být udržován pouze na klientovi.
3. **Kešovatelnost (cacheable):** Z odpovědi serveru musí být jasné, zda se smí, nebo nesmí data v odpovědi kešovat.

⁶⁹Hypermedia as the engine of application state

⁷⁰<https://www.json.org/>

4. **Jednotné rozhraní (uniform interface):** Soubor pravidel, které by mělo RESTful rozhraní respektovat, aby bylo co nejzřetelnější, jak se zdroji pracovat. Zahrnuje pravidla pro
 - pojmenování zdrojů (pomocí URI),
 - manipulaci se zdroji (oddělení zdroje a reprezentace zdroje),
 - popisnost zpráv (zpráva musí mít určený formát dat) a
 - využití odkazů (hypermedia) jako nositelů stavu aplikace.
5. **Vrstvený systém (layered system):** Klient interaguje pouze s jednou vrstvou aplikace, nemusí (nepotřebuje) vědět, jestli komunikuje přímo se serverem, nebo nějakým prostředníkem (např. proxy).

3.7.1.2 Zdroj[31]

Zdroj je pojmenovaná sada informací, která má svůj jednoznačný identifikátor. Stav zdroje v konkrétním čase je označován jako reprezentace zdroje.

Reprezentace se skládá z dat, metadat a odkazů, které mohou sloužit pro přechod do dalších stavů zdroje. Má svůj formát dat (mime type), který informuje příjemce, jak data zpracovat.

3.7.1.3 Manipulace se zdrojem

Roy Fielding nedefinoval, jaký protokol a jeho metody mají být využity pro manipulaci se zdroji.[31] V kontextu webových RESTful aplikací se však jedná o protokol HTTP a použité metody by měly odpovídat jeho specifikaci.[32] Z ní vyplývá, že pro

- vytvoření zdroje má být použita metoda POST,
- pro získání reprezentace zdroje metoda GET,
- pro změnu stavu zdroje metoda PUT,
- pro částečnou změnu stavu (úpravu jen části zdroje) metoda PATCH a
- pro odstranění zdroje metoda DELETE.

3.7.1.4 Další doporučení

Pro návrh RESTful API existuje řada doporučení (výběr)[33]:

1. **Oddělení URL zdroje a kolekce zdrojů:** Například kolekce zdrojů (tiskáren) má URL `/printers` a konkrétní zdroj (tiskárna) `/printers/24`.
2. **Konzistentní použití množného čísla:** Viz v předchozím příkladu URL `/printers/24`, ne `/printer/24`.

3. **Označení zdrojů podstatnými jmény, ne slovesy:** Využít HTTP metod pro označení akcí nad zdroji označenými podstatnými jmény – např. **GET /printers** pro získání kolekce tiskáren, ne **GET /getAllPrinters**
4. **Využití sémantiky HTTP status kódů:** Status kódy mají přesně definovaný význam (požadavek úspěšně proveden, chyba u klienta, chyba na serveru apod.). Odpovědi API by měly status kódů využívat co nejvíce a v odpovídajícím kontextu.

3.7.2 Autentizace a autorizace

Uživatel je vůči API autentizován pomocí přístupového klíče (access tokenu). Autentizace využívá standardní schéma Bearer⁷¹, token je tedy jediným autentizačním mechanismem. Veškerá komunikace s API probíhá prostřednictvím zabezpečeného spojení HTTPS, aby nebylo možné zachytit přístupový klíč během komunikace.

Pro přístup k API existuje několik typů klíčů, které mají omezenou platnost – lze je využít pouze na konkrétních koncových bodech (endpointech). Dva nejdůležitější jsou *Node token* a *User token*.⁷² *Node token* lze využít pro přístup pouze k endpointům, které využívá zařízení Node, *User token* pouze k těm, které využívá frontend aplikace. Toto rozdělení bylo zvoleno pro vyšší zabezpečení aplikace (k některým endpointům ale lze přistupovat s oběma tokeny).

V rámci každého koncového bodu je klient autorizován, zda má ke zdroji přístup. API vystavuje pouze nezbytně nutné zdroje, zbylé části systému (datového modelu) jsou skryty.

3.7.3 Formát dat

Backend serveru přijímá a odesílá data ve formátu *application/json*. Tento formát byl zvolen z důvodu

- jednoduché manipulace s daty jak na straně frontendu (JavaScriptové aplikace), tak na straně softwaru běžícího na zařízení Node (Python aplikace) a
- úsporné reprezentace dat.

⁷¹<https://swagger.io/docs/specification/authentication/bearer-authentication/>

⁷²Další jsou uvedené v rámci kapitoly 3.7.4.

3.7.4 Specifikace API

Definice API byla vytvořena ve službě Apiary⁷³. Na jejím základě bylo rozhraní následně implementováno. Pro dokumentaci implementace je využit nástroj Swagger⁷⁴, který API nejen popisuje, ale umožňuje jej i testovat přes webové rozhraní.

Kapitola popisuje pouze základní strukturu API navrženou pro využití webovým rozhraním pro tisk a zařízením Node a nezachází do detailů. Více informací je dostupných v dokumentaci na službě Apiary⁷⁵.

V rámci kapitoly je použito značení pro požadovanou autentizaci pomocí

- [U] – *User tokenu* (pro webový frontend),
- [N] – *Node tokenu* (pro zařízení Node),
- [C] – *Potvrzovacího tokenu* (určeného pro potvrzení konkrétní akce),
- [I] – *Node ID* (unikátního identifikátoru zařízení Node) a
- [-] – bez nutnosti autentizace.

3.7.4.1 System

Skupina *System* sdružuje koncové body API, které ovládají funkcionalitu celého systému. Obsahuje koncové body

- **POST** `/system/login/local` [-] – přihlášení uživatele lokálním účtem
- **POST** `/system/logout` [U] – odhlášení aktuálně autentifikovaného uživatele
- **POST** `/system/register` [U] – nastavení hesla pro uživatele (registrace)
- **GET** `/system/confirm-email` [C] – potvrzení vlastnictví e-mailové adresy; akce mění data na serveru, správně by tedy měla být odeslána metodou POST, URI je nicméně rozesíláno e-mailem a při otevření odkazu musí být akce vykonána
- **POST** `/system/request-password-reset` [-] – odeslání požadavku na změnu hesla k uživatelskému účtu
- **POST** `/system/change-password` [C] – změna hesla na základě uživatelského požadavku
- **POST** `/system/login/node` [I] – přihlášení (získání tokenu pro přístup k API) pro zařízení Node

⁷³<https://apiary.io/>

⁷⁴<https://swagger.io>

⁷⁵<https://printtt.docs.apiary.io>

3.7.4.2 Users

Skupina *Users* sdružuje koncové body API týkající se uživatelů.

- **POST** `/users/new` [-] – vytvoření nového uživatele v systému, který udržuje stav aplikace pro konkrétního člověka; pomocí tohoto koncového bodu frontend aplikace vytváří uživatele pro každého příchozího
- **GET** `/users/{id}` [U] – získání dat o konkrétním uživateli
- **GET** `/users/{id}/credits` [U] – získání výše kreditů a doplňujících informací pro konkrétního uživatele
- **GET** `/users/{id}/payments` [U] – získání seznamu kreditních transakcí pro konkrétního uživatele
- **PATCH** `/users/{id}` [U] – aktualizace dat o konkrétním uživateli

3.7.4.3 Print Jobs

Skupina *Print Jobs* sdružuje koncové body API týkající se tiskových úloh.

- **GET** `/print-jobs` [U, N] – získání seznamu tiskových úloh
- **POST** `/print-jobs` [U] – vytvoření nové tiskové úlohy
- **POST** `/print-jobs/cancel` [U] – zrušení tiskových úloh (před zaplacením)
- **POST** `/print-jobs/pay` [U] – zaplacení tiskových úloh pomocí kreditu
- **GET** `/print-jobs/{id}` [U, N] – získání dat o konkrétní tiskové úloze
- **POST** `/print-jobs/{id}/status` [N] – aktualizace stavu tiskové úlohy

3.7.4.4 Print Targets

Skupina *Print Targets* sdružuje koncové body API týkající se možných tiskových cílů (tiskáren v konkrétní lokaci, na kterých lze tisknout).

- **GET** `/print-targets/recent` [U] – získání naposledy použitých tiskových cílů
- **GET** `/print-targets/nearby` [U] – získání nejbližších tiskových cílů (vůči zadané poloze)
- **GET** `/print-targets/shared` [U] – získání sdílených tiskových cílů (tiskáren, které jsou s uživatelem explicitně sdíleny)

3.7.4.5 Payment Options

Skupina *Payment Options* sdružuje koncové body API týkající se dostupných možností platby.

- **GET** `/payment-options` [U] – získání dostupných možností platby za tisk (dostupné kredity i další platební metody)

3.7.4.6 Orders

Skupina *Orders* sdružuje koncové body API týkající se objednávek dobítí globálního kreditu.

- **POST** `/orders` [U] – vytvoření nové objednávky dobítí globálního kreditu
- **GET** `/orders/{id}` [U] – získání dat o konkrétní objednávce (stavu apod.)
- **GET** `/orders/{id}/pay` [U] – získání URL pro zaplacení objednávky (odkazu na platební bránu)

3.7.4.7 Nodes

Skupina *Nodes* sdružuje koncové body API týkající se datové reprezentace zařízení Node.

- **GET** `/nodes/{id}/pusher-channel` [N] – získání identifikátoru Pusher kanálu⁷⁶ pro konkrétní zařízení Node
- **POST** `/nodes/{id}/printers/{cupsPrinterId}/status` [N] – aktualizace stavu konkrétní tiskárny připojené ke konkrétnímu zařízení Node
- **POST** `/nodes/{id}/activate` [N] – aktivace konkrétního zařízení Node (potvrzení přijetí *Node tokenu*)

3.7.4.8 Printers

Skupina *Printers* sdružuje koncové body API týkající se tiskáren.

- **GET** `/printers/{id}/cups-id` [N] – získání identifikátoru konkrétní tiskárny v rámci systému CUPS

⁷⁶Identifikátor komunikace se službou Pusher více v kap. 3.5.

3.7.4.9 Files

Skupina *Files* sdružuje koncové body API týkající se dokumentů (souborů) určených k tisku.

- **POST** `/files` [U] – nahrání nového dokumentu do systému
- **GET** `/files/{id}` [U] – získání informací o konkrétním dokumentu v systému
- **GET** `/files/{id}/print-options` [U] – získání tiskových nastavení povolených pro konkrétní dokument

Implementace

V rámci práce byl implementován prototyp software zařízení Node, ostatní části systému nejsou její součástí a kapitola se tedy jimi nezabývá. Implementace řeší zejména komunikaci s tiskovým systémem CUPS (kap. 4.1) a backendem aplikace pomocí služby Pusher (kap. 4.2).

4.1 CUPS

CUPS⁷⁷ je multiplatformní tiskový systém vyvíjený pod záštitou společnosti Apple. Operačních systémy Linux a macOS jej využívají pro zajištění tisku. Cílem systému je umožnit ostatním aplikacím tisknout a odstínit je od řešení problémů *jak* tisknout. Komunikace se systémem tedy probíhá přes definované API[34], které poskytuje širokou škálu akcí od administrace tiskáren po tisk samotný.

Do systému je možné přidat lokální tiskárny (např. připojené přes USB), tiskárny v lokální síti i tiskárny dostupné přes internet. Systém pro každou tiskárnu vytvoří takzvanou *frontu*, která se stará o zpracování *tiskových úloh* a udržování stavu tiskárny. Všechny zaregistrované tiskárny a příslušné fronty lze ovládat přes jednotné rozhraní (zmíněné API) nezávisle na tom, o jakou konkrétní tiskárnu se jedná.

Jednotné rozhraní pro komunikaci s tiskárnami je hlavní výhodou a vlastností systému CUPS a zároveň hlavním důvodem, proč byl zvolen pro využití na zařízení Node. V případě přímé komunikace s tiskárnou by bylo třeba rozlišovat jednotlivé typy tiskáren, protože komunikují různým způsobem.

⁷⁷<https://www.cups.org/>

4.1.1 IPP

System CUPS je založen na protokolu IPP (Internet Printing Protocol)[28], který definuje standard pro komunikaci s tiskárnami přes internet. Operace poskytované rozhraním systému, stavové kódy, chybové hlášky apod. se drží této specifikace. CUPS se navenek chová jako IPP server.

4.1.2 Ovladače tiskáren

Velkou výhodou systému CUPS je široká škála ovladačů, které jsou součástí jeho instalace. Díky nim je přidání většiny tiskáren záležitostí několika kroků a nevyžaduje komplikované hledání ovladače na internetu. Některé tiskárny je systém schopný sám identifikovat, nastavit a přidat, obvykle je ale alespoň základní manuální nastavení nutné. Stav ovladačů nicméně není ideální, během vývoje aplikace se projevila řada problémů – více v kapitole 4.3.4.

4.1.3 Ovládání z jazyka Python

Pro komunikaci se systémem CUPS byla zvolena knihovna *pycups*⁷⁸ pro jazyk Python. Knihovna pouze obaluje oficiální API[34]. Rozhraní je dostupné prostřednictvím instance třídy *Connection*:

```
import cups
```

```
connection = cups.Connection()
```

Instance již umožňuje komunikovat s API pomocí dostupných metod⁷⁹. Tisk dokumentu *document.pdf* na tiskárně *Canon MG 5650* ve dvou kopiích lze například zahájit takto (v rámci tiskové fronty je pojmenován „Ukázkový dokument“:

```
connection.printFile(  
    "Canon_MG_5650",  
    "document.pdf",  
    "Ukazkovy_dokument",  
    {"copies": "2"}  
)
```

⁷⁸<https://github.com/AIWIP/pycups>

⁷⁹Dokumentace je dostupná na <https://web.archive.org/web/20180626110936/https://pythonhosted.org/pycups/cups.Connection-class.html>.

4.1.4 Vlastnosti tiskárny

Vlastnosti tiskárny lze získat následujícím příkazem (příklad pro tiskárnu *Canon_MG5600_series*):

```
attributes = connection.getPrinterAttributes(  
    "Canon_MG5600_series"  
)
```

Vlastnosti obsahují veškeré dostupné informace o tiskárně, od jejího stavu po podporované formáty papíru a druh tisku. Zjistit lze například zda je tiskárna barevná, oboustranná apod.

4.1.5 Stav tiskové úlohy

Tisková úloha může nabývat stavů

- **pending**,
- **pending-held**,
- **processing**,
- **stopped**,
- **canceled**,
- **aborted** a
- **completed**.

Popis jednotlivých stavů a diagram přechodů je součástí kapitoly 3.4.1 (stavy 6–12).

Kromě samotné identifikace stavů poskytuje systém CUPS i doplňující informace ve formě atributu „job-state-reasons“. Tento atribut je polem klíčových slov⁸⁰, které identifikují důvody, proč je tisková úloha v aktuálním stavu. Díky tomuto atributu lze identifikovat řadu klíčových stavů. Klíčová slova mohou být například:

- **connecting-to-device** – systém čeká na spojení s tiskárnou,
- **offline-report** – není možné se připojit k tiskárně (je například vypnutá, odpojená apod.),
- **marker-supply-low** – tiskárně dochází inkoust,
- **marker-supply-empty** – tiskárně došel inkoust,

⁸⁰Možné hodnoty lze nalézt na <https://www.iana.org/assignments/ipp-registrations/ipp-registrations.xml> (seznam nemusí být kompletní).

- **marker-waste-almost-full** – odpadní nádržka tiskárny je téměř plná,
- **marker-waste-full** – odpadní nádržka tiskárny je plná,
- **toner-low** – tiskárně dochází toner,
- **toner-empty** – tiskárně došel toner,
- **media-low** – tiskárně dochází papír,
- **media-empty** – tiskárně došel papír a
- **media-needed** – k dokončení tisku je třeba doplnit papír.

Využití uvedených hodnot však závisí na implementaci konkrétního použitého ovladače tiskárny. Při implementaci softwaru zařízení Node bylo zjištěno, že různé ovladače se chovají různě – více v kapitole 4.3.4.

4.1.6 Stav tiskárny

Tiskárna může nabývat stavů

- **idle** – je připravena zpracovávat tiskové úlohy,
- **processing** – zpracovává tiskovou úlohu, nové úlohy jsou zařazeny do fronty a
- **stopped** – tiskárna nemůže zpracovávat úlohy.

Kromě samotné identifikace stavů poskytuje systém CUPS (obdobně jako v případě tiskových úloh) i doplňující informace ve formě atributu „printer-state-reasons“. Nejčastěji používané hodnoty jsou součástí RFC 8011[28], sekce 5.4.12.

4.1.7 Změny stavu tiskáren a tiskových úloh

V systému CUPS existuje notifikační systém[35], který umožňuje se zaregistrovat k odběru konkrétních typů událostí (nebo všech). Pokud událost nastane, systém ji automaticky odešle všem zaregistrovaným, nebo jej vloží do fronty událostí, kterou může zaregistrovaný následně zpracovat sám. Mezi události patří mimo jiné změna stavu tiskárny (printer-state-changed) a změna stavu tiskové úlohy (job-state-changed).

V rámci implementace softwaru zařízení Node je nejprve vytvořena registrace k odběru všech událostí příkazem:

```
connection.createSubscription(  
    uri="/",  
    events=["all"],  
    lease_duration=0  
)
```


Uri je URI systému CUPS, *lease_duration=0* určuje, že platnost registrace nikdy nevyprší. Po vytvoření registrace jsou události ve smyčce získány a zpracovány příkazem:

```
notifications = connection.getNotifications(
    [subscription_id],
    [notify_sequence_number]
)
```

Subscription_id je identifikátor registrace, který systém vrací při jejím vytvoření. *Notify_sequence_number* je pořadí první události, která má být vrácena (zastává funkci stránkování). Registrace zůstává platná napříč restarty systému.

4.2 Pusher

Pro zasílání příkazů do zařízení Node využívá backend aplikace službu Pusher (viz kap. 3.5). Jedná se o službu, která zajišťuje jednostrannou komunikaci serveru s klienty v reálném čase přes protokol WebSocket⁸¹. V rámci tiskové aplikace je služba využita pro zasílání informací o čekajících tiskových úlohách pro dané zařízení Node.

Mezi backendem a zařízením Node se vytvoří tzv. soukromý kanál (private channel)⁸². Do tohoto kanálu může backend posílat události, které na druhé straně přijme zařízení Node. Připojení ke kanálu podléhá autorizaci, k danému kanálu se může připojit pouze konkrétní zařízení Node.

Pro připojení ke službě Pusher jsou použity knihovny Pusher HTTP Python Library (oficiální serverová knihovna, použita na backendu)⁸³ a Pysher (neoficiální klientská knihovna, použita na zařízení Node)⁸⁴.

4.3 Node klient

Node klient je aplikace napsaná v jazyce Python běžící na zařízení Node. Komunikuje s backendem webové aplikace, od kterého přijímá tiskové úlohy, zajišťuje jejich zpracování a backend informuje o průběhu. Implementačně je aplikace rozdělena na 3 hlavní části – *Node*, *Queue Filler* a *Notification Handler*. Jednotlivé části jsou blíže popsány dále.

⁸¹<https://tools.ietf.org/html/rfc6455>

⁸²https://pusher.com/docs/client_api_guide/client_private_channels

⁸³<https://github.com/pusher/pusher-http-python>

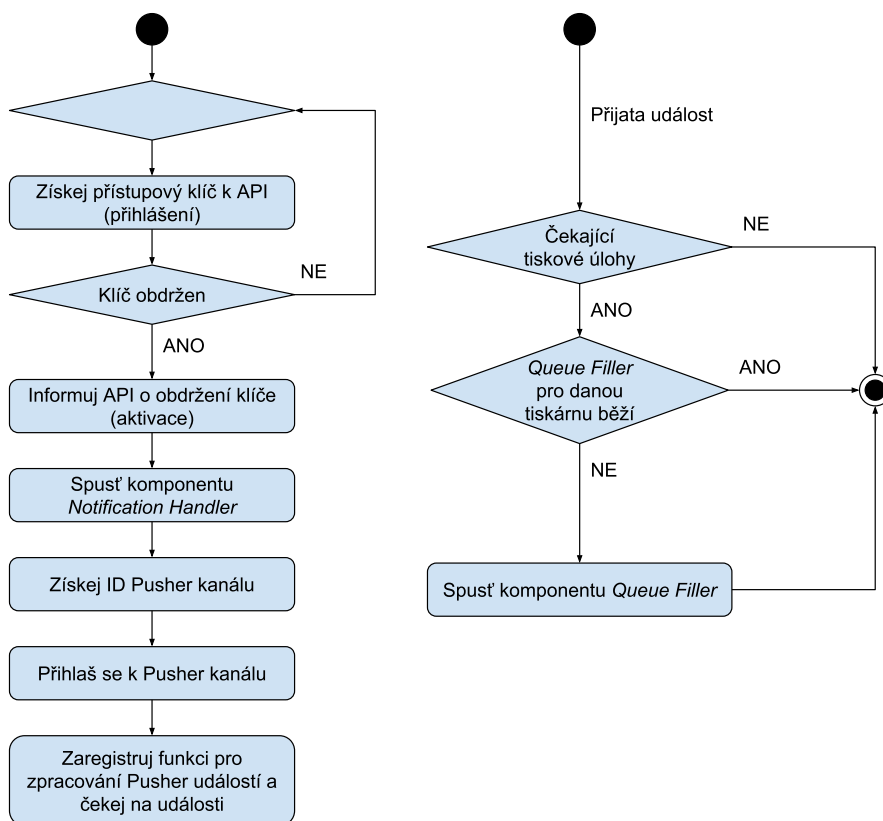
⁸⁴<https://github.com/nlsdfnbch/Pysher>

4.3.1 Node

Node je hlavní část aplikace, která je spouštěna automaticky systémem při startu zařízení Node. Stará se o

- získání přístupových údajů k API backendu (viz kap. 3.4.3),
- inicializaci spojení se službou Pusher, aby mohla přijímat příkazy od backendu aplikace, následné zpracování přijatých příkazů a
- spuštění komponent *Notification Handler* a *Queue Filler*.

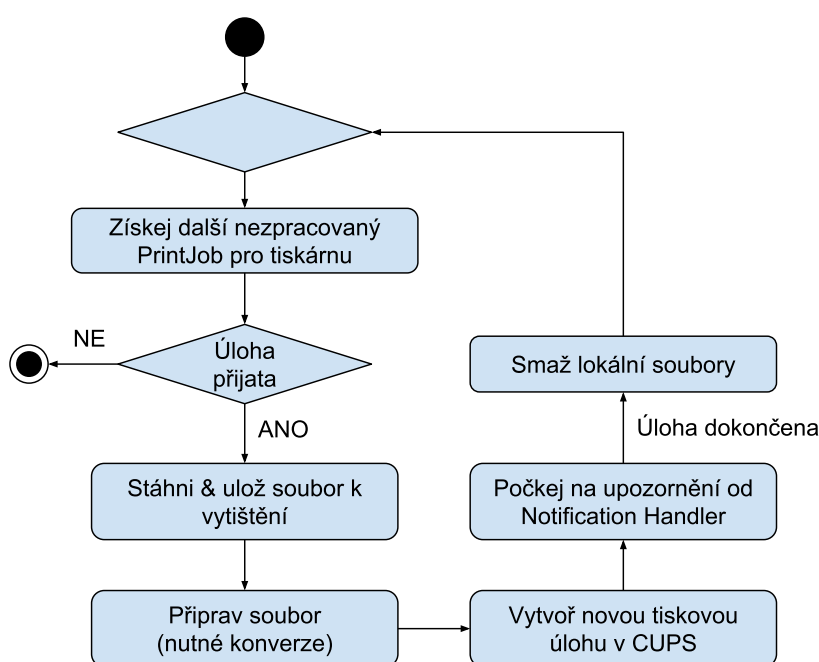
Komponentu *Notification Handler* spouští při startu v novém vlákně a komponenta stále běží. Komponentu *Queue Filler* spouští v novém vlákně jako reakci na přijatou událost (čekající tiskové úlohy) od služby Pusher, a to pouze v případě, že ještě komponenta pro danou tiskárnu (frontu) neběží. Interně si tedy udržuje seznam spuštěných *Queue Filler* vláken. Fungování komponenty znázorňuje podrobněji diagram 4.1.



Obrázek 4.1: Schéma fungování komponenty Node. Komponenta spouští ostatní komponenty.

4.3.2 Queue Filler

Queue Filler se stará o vytváření úloh pro jednu konkrétní tiskárnu (resp. frontu). Nejprve získá od backendu aplikace popis tiskové úlohy, kterou má zpracovat, následně stáhne tisknutý dokument, zpracuje ho (pokud je třeba) a vytvoří novou tiskovou úlohu v systému CUPS. Poté čeká, než je úloha zpracována (o tom jej informuje *Notification Handler*). Po dokončení zpracování úlohy požádá backend aplikace o další úlohu. Pokud není žádná k dispozici, *Queue Filler* se ukončí. Fungování komponenty znázorňuje podrobněji diagram 4.2.



Obrázek 4.2: Schéma fungování komponenty Queue Filler. Stav tiskové úlohy je v průběhu procesu reportován backendu aplikace.

4.3.3 Notification Handler

Notification Handler zajišťuje registraci pro příjem událostí od systému CUPS (kap. 4.1.7) a následné získání událostí a jejich zpracování.

Jádrem komponenty je nekonečný cyklus, ve kterém se komponenta dotazuje systému CUPS, zda nejsou nové události. Pokud nějaké události dostane, zpracuje je v závislosti na typu události. Události změny stavu tiskárny a změny stavu tiskové úlohy odesílá přes API backendu aplikace. Pokud obdrží informaci o dokončení tiskové úlohy, informuje příslušnou komponentu Queue Filler, že může zpracovat další dokument k tisku.

4.3.4 Problémy s tiskem

Cílem projektu je umožnit uživatelům sdílet tiskárny co nejjednodušeji, bez nutnosti instalace ovladačů a komplikovaných nastavení. Z tohoto důvodu byl zvolen tiskový server CUPS (kap. 4.1), který podporuje širokou škálu tiskáren bez nutnosti instalace ovladačů a jejich konfigurace. Ukázalo se však, že i toto řešení má svá omezení. Řešené problémy jsou popsány v této kapitole.

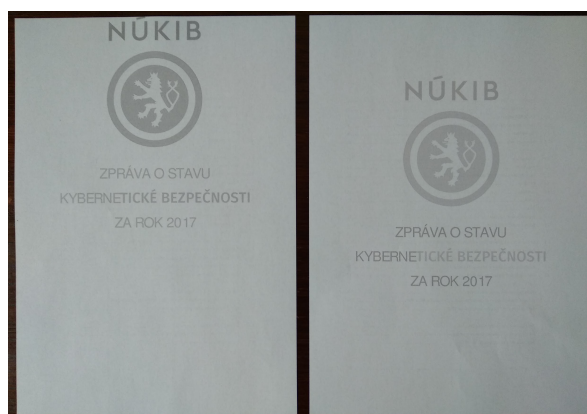
4.3.4.1 Barevný prostor tiskárny

Ovladač dodávaný s tiskovým systémem CUPS pro tiskárnu Canon PIXMA MG5650 ve výchozím nastavení tiskne špatně barvy. Po přezkoumání problému bylo zjištěno, že problém je v nastavení barevného prostoru tiskárny. Výchozí hodnotou je barevný prostor RGB⁸⁵, tiskárna však využívá prostor CMYK⁸⁶. Nastavením správného barevného prostoru byl problém odstraněn.

4.3.4.2 Oříznutí stránky při oboustranném tisku

Při tisku oboustranně na tiskárně Canon PIXMA MG5650 (s ovladačem dodávaným se systémem CUPS) je první stránka nahoře oříznutá (obr. 4.3). Děje se tak pouze při oboustranném tisku. Experimentálně bylo ověřeno, že běžné tiskové parametry (nastavení okrajů, orientace stránky, typ oboustranného tisku) nemají na oříznutí stránky vliv.

Problém byl vyřešen až instalací oficiálního ovladače od výrobce tiskárny – po instalaci tiskárna tiskla správně při zachování původního nastavení tisku.



Obrázek 4.3: Ovladač dodávaný se systémem CUPS ořezává první stránku u oboustranného tisku (vlevo). Vpravo výsledek po instalaci oficiálního ovladače od výrobce tiskárny.

⁸⁵<https://infoscience.epfl.ch/record/34089/files/?ln=en>

⁸⁶<http://www.printernational.org/rgb-versus-cmyk.php>

4.3.4.3 Nekonzistentní informování o stavu tiskárny

Ačkoliv je v rámci standardu IPP protokolu definováno, jakým způsobem mají tiskárny informovat o svém stavu ([35], sekce 9), různé implementace ovladačů tak činí různým způsobem. Například když tiskárně (Canon PIXMA MG5650) dojde papír,

- výchozí ovladač dodávaný se systémem CUPS odešle tuto informaci v rámci události „printer-state-changed“ (kap. 4.1.6) jako položku atributu `reasons`: `"reasons": ["media-empty-error", "media-needed-error"]`, zatímco
- originální ovladač od výrobce tiskárny odešle tuto informaci v rámci události „printer-state-changed“ jako textový popis stavu: `[Support Code: 1003] The paper is not set correctly.`

4.3.4.4 Chybný stav tiskové úlohy

V případě tiskárny Samsung CLP-325 informuje CUPS o úspěšném dokončení tiskové úlohy už v momentě, kdy tiskárna přijme tisková data. To znamená, že dokumenty ještě nemusí být vytištěny (např. pokud došel papír). V případě, že by uživatel např. vypnul a zapnul tiskárnu, data, která v ní byla uložena se ztratí – navrhovaná tisková aplikace si bude myslet, že už byl tisk dokončen (protože tuto informaci dostala od CUPSu), ale dokumenty nebyly reálně vytištěny. Chování je stejné s ovladači dodávanými se systémem CUPS i oficiálními ovladači od výrobce tiskárny. Problém se nepodařilo vyřešit.

Testování a provoz

Vytvořenou aplikaci je nutné testovat, aby se předešlo problémům při ostrém provozu. Zároveň je třeba ji neustále monitorovat pro případ výpadků a chyb. Část aplikace, jejíž implementací se zabývá tato práce, je distribuována mezi uživatele na hardwarovém zařízení. Kapitola rozebírá proces jejího nasazení a navrhuje způsob její aktualizace.

5.1 Ověření kvality software

Metodiky a nástroje pro testování webových aplikací shrnul v roce 2011 Gowri Shankar Palani ve svém článku „Summary of web application testing methodologies and tools“ [36]. Kapitola z uvedeného článku vychází a informace rozšiřuje a doplňuje z řady dalších zdrojů.

Nástroje uvedené v kapitole jsou jen výběrem, existuje jich velké množství. Rozsáhlý a aktualizovaný seznam lze nalézt na webovém portále Software Testing Help.⁸⁷

5.1.1 Funkční testování (Functional testing)

Funkční testování ověřuje, že všechny samostatné funkce pracují, jak mají. Testovací scénáře by měly zahrnovat test mezních hodnot a nesprávné vstupy by měly vracet vhodné chybové hlášky. V kontextu webové aplikace je možné testovat například funkčnost hypertextových odkazů, formulářů, práce s cookies a databázového spojení.

⁸⁷<https://www.softwaretestinghelp.com/most-popular-web-application-testing-tools/>

5.1.1.1 Kontrola funkčnosti odkazů

Hypertextové odkazy jsou jednou z nejdůležitějších částí webové aplikace jak z hlediska funkčnosti, tak obsahu. Je třeba ověřit, že odkazují na správné, existující místo. Jedná se o

- odkazy směřující mimo webovou aplikaci,
- odkazy v rámci aplikace,
- kotvy (odkazy v rámci jedné HTML stránky) a
- speciální odkazy (např. `mailto`⁸⁸ apod.).[37]

Zároveň je třeba ověřit, že aplikace neobsahuje sirotčí stránky – stránky, na které nevede žádný odkaz (ať už z webové aplikace nebo např. e-mailu, který byl odeslán uživateli).

5.1.1.2 Testování cookies (sezení)

Cookies⁸⁹ slouží pro uložení dat ve webovém prohlížeči. V kombinaci s pamětí sezení (session) na serveru tvoří mechanismus pro uchování stavu webových aplikací. V rámci testování cookies je třeba ověřit chování aplikace

- v případě vypnutí/zapnutí cookies ve webovém prohlížeči,
- po expiraci session cookies a
- po smazání cookies.[38]

Dále je třeba ověřit, zda jsou cookies uloženy v zašifrovaném stavu.

5.1.1.3 Testování validity výstupního kódu

Obsah je ve webové aplikaci prezentován formou HTML dokumentu a vizuálně upraven pomocí CSS. Aby jej mohly vyhledávače správně zpracovat, je třeba ověřit, že

- je kód validní (odpovídá standardům W3C⁹⁰) a
- je zachována čitelnost obsahu (kontrast, velikost písma).[39]

⁸⁸Speciální typ odkazu informující webový prohlížeč, že se jedná o e-mailovou adresu.

⁸⁹<https://tools.ietf.org/html/rfc6265>

⁹⁰<https://www.w3.org/>

5.1.1.4 Testování formulářů

Formuláře jsou jednou z nejdůležitějších částí vytvořené tiskové aplikace. Poskytují rozhraní pro většinu funkcionality, od přihlášení uživatele po vytvoření a úpravu obsahu.

Formuláře slouží pro přímé zadávání dat uživatelem, je tedy třeba data správně a bezpečně zpracovat a prezentovat. Zejména je třeba ověřit

- nastavení validace každého pole (zpracování mezních a nesprávných hodnot) a
- nastavení výchozích hodnot polí.[39]

5.1.1.5 Testování databáze (Database testing)

Databáze je centrálním úložištěm dat a stavu tiskové aplikace. Jedná se o kritickou část celého systému, je třeba ji tedy důkladně otestovat. Testuje se zejména

- bezchybné provedení databázových dotazů,
- zachování integrity dat při jejich vytváření, aktualizaci a mazání a
- rychlost odezvy databáze.[37]

5.1.1.6 Testování konfigurace (Configuration testing)

Testování konfigurace je metoda testování aplikace na různých kombinacích hardwaru a softwaru pro zjištění optimální konfigurace, na které systém pracuje bez problémů a chyb.[39] V kontextu webové tiskové aplikace se jedná zejména o

- testování frontendu v různých prohlížečích – testování kompatibility (kap. 5.1.1.7),
- testování backendu na různých platformách (implementacích webového serveru) a s využitím různých databázových strojů a
- testování funkčnosti zařízení Node s různými tiskárnami.

5.1.1.7 Testování kompatibility (Compatibility testing)

Testování kompatibility ověřuje, že webová aplikace funguje korektně

- napříč různými webovými prohlížeči,
- na různých operačních systémech (různí se implementace webových prohlížečů a vykreslení řady komponent, např. tlačítek),
- na různých zařízeních (např. na telefonech s menší velikostí displeje).

Dále ověřuje funkčnost nastavení tiskových parametrů (pokud jsou explicitně uvedeny).

Při výběru webových prohlížečů a operačních systémů, pro které má být aplikace optimalizována, je vhodné brát v potaz aktuální statistiky nejpoužívanějších platforem a cílit především na ty nejrozšířenější.

5.1.1.8 Testování workflow (Flow testing)

Je třeba otestovat, že aplikace funguje dle navržených případů užití (kap. 3.2). Je vhodné testovat různé variace včetně scénářů, kdy uživatel v procesu udělá chybu. Aplikace by měla na chybu náležitě reagovat (chybovým hlášením, radou). Testování workflow úzce souvisí s testováním použitelnosti (kap. 5.1.2).

5.1.1.9 Nástroje

Pro funkční testování webových aplikací existuje řada nástrojů z nichž nejpopulárnější[40] je pravděpodobně open source projekt Selenium⁹¹. Vzhledem k široké škále podporované funkcionality a možnosti vytvářet testy v jazyce Python (který je využit na backendu tiskové aplikace) je tento nástroj vhodný pro testování vyvíjené aplikace.⁹²

Pro ověření kvality implementovaných funkcí je vhodné vytvořit unit testy (testy ověřující funkčnost konkrétní funkce). V jazyce Python pro tyto účely existuje standardní framework unittest⁹³. Ten je možné propojit se zmíněným nástrojem Selenium a vytvářet komplexní testy.

Validaci HTML a CSS kódu a kontrolu funkčnosti odkazů je možné provést oficiálními nástroji od W3C.⁹⁴

K ověření kompatibility aplikace s různými platformami je možné využít specializované služby, například CrossBrowserTesting⁹⁵, které simulují chování aplikace v široké škále webových prohlížečů na různých operačních systémech.

5.1.2 Testování použitelnosti (Usability testing)

Použitelnost je jedním z nejdůležitějších kritérií kvality uživatelského rozhraní, měl by na ni být tedy kladen velký důraz. Problémy s použitelností mnohdy vedou k tomu, že uživatel není ochoten aplikaci používat a raději zvolí jinou alternativu. Problematika je podrobněji rozebrána v kapitole 3.1.0.2.

Široce využívanou metodou testování použitelnosti uživatelského rozhraní je heuristická analýza, zejména heuristika Jakoba Nielsena[13]. Heuristika

⁹¹<https://www.seleniumhq.org/>

⁹²Srovnání s dalšími nástroji pro funkční testování je součástí článku „A Comparison of Automated Testing Tools“ – <https://www.katalon.com/resources-center/blog/comparison-automated-testing-tools/>.

⁹³<https://docs.python.org/3/library/unittest.html>

⁹⁴<https://w3c.github.io/developers/tools/>

⁹⁵<https://crossbrowsertesting.com/>

umožňuje odhalit řadu zásadních problémů s použitelností s minimálními náklady na provedení (stačí jednotky lidí – expertů).

Heuristická analýza nedokáže odhalit všechny problémy. Použitelnost je mnohdy závislá na způsobu myšlení uživatele, jeho zkušenostech a prostředí. Proto je vhodné otestovat aplikaci (resp. její prototyp) přímo s reálnými uživateli.

Heuristická analýza a testování použitelnosti na prototypu aplikace jsou krátce shrnuty v kapitole 3.1.0.3.

5.1.2.1 Nástroje

Na vytvoření interaktivního prototypu pro uživatelské testování existuje řada nástrojů, některé z nich jsou uvedené v kapitole 3.3.1. Kapitola také uvádí nástroje, které byly použity v rámci této práce.

Existuje řada specializovaných služeb, například služba Crazy Egg⁹⁶, které se zaměřují na sledování pohybu uživatele v aplikaci. Tyto služby jsou schopny například vytvářet statistiky využití různých ovládacích prvků, sledovat pohyb kurzoru po stránce a vytvářet tzv. heatmapy⁹⁷. Získaná data je možné použít pro optimalizaci použitelnosti aplikace.

5.1.3 Akceptační testování (User acceptance testing)

V rámci akceptačního testování se zjišťuje, jestli aplikace splňuje očekávání uživatele a jestli je připravena pro nasazení do produkčního prostředí.⁹⁸ Akceptační testování je vhodné rozdělit do dvou fází, na

- **alfa testování**, kdy je aplikace testována vývojáři a
- **beta testování**, kdy je aplikace testována omezeným množstvím reálných uživatelů.

Když aplikace projde oběma kroky testování, je připravena k nasazení do produkčního prostředí.

⁹⁶<https://www.crazyegg.com/>

⁹⁷Grafické znázornění statistických dat, o využití heatmap viz <https://www.uxpin.com/studio/blog/understanding-simple-heat-maps-smarter-ui-design/>.

⁹⁸<https://www.ibm.com/developerworks/library/wa-webapptesting/index.html>

5.1.4 Testování rozhraní (Interface testing)

Testování rozhraní ověřuje, že jsou jednotlivé části systému správně propojeny. Každé rozhraní musí vracet očekávané výsledky a správně zpracovávat chyby. V kontextu vytvářené aplikace se jedná zejména o

- rozhraní webového serveru, přes které je aplikace distribuována,
- rozhraní databázového stroje, který běží na pozadí backendu a
- RESTful API poskytované backendem aplikace (kap. 3.7).

V rámci testování RESTful API se ověřuje zejména správnost návratových (status) kódů, dat a informací odesílaných v HTTP hlavičkách odpovědí.

5.1.4.1 Nástroje

Pro (manuální) testování RESTful API je možné využít například nástroj Postman⁹⁹, který umožňuje snadné vytváření HTTP požadavků. Pro vytvoření automatických testů potom nástroj Tavern¹⁰⁰, který podporuje psaní testů v jazyce Python.

5.1.5 Testování výkonu (Performance testing)

Vytvářená tisková aplikace je dostupná veřejně přes internet, jako ostatní webové aplikace je tedy náchylná k velkým výkyvům návštěvnosti a s tím souvisejícím nárokům na výkon. Cílem testování výkonu je ověřit, jak aplikace tyto výkyvy zvládá. Testování se dělí do několika kategorií, na

- stresové testy (stress testing),
- testy škálovatelnosti (scalability testing) a
- zátěžové testy (load testing).

Stresové testy zkoumají, jak se aplikace vypořádá se zátěží, která je vyšší než pro kterou byla navržena. Cílem je ověřit, že se aplikace je schopna při snížení zátěže vrátit zpět k běžnému, funkčnímu provozu. Zátěž je typicky simulována na formulářová pole, např. přihlašovací a registrační.

Testy škálovatelnosti ověřují, jak je aplikace schopná se přizpůsobit změnám softwaru a hardwaru, na kterém běží.

Zátěžové testy zkoumají, jak se aplikace chová ve vysoké zátěži. Měří zatížení paměti, CPU a dalších komponent. Ověřují, kolik uživatelů může přistoupit v jeden čas na jednu stránku, jak se mění přístupová doba a jak se mění chování aplikace při změně rychlosti internetového připojení.

⁹⁹<https://www.getpostman.com/>

¹⁰⁰<https://tavernesting.github.io/>

5.1.5.1 Nástroje

Pro testování výkonu serveru je možné použít například zdarma dostupný nástroj Locust¹⁰¹, který umožňuje definovat testy v jazyce Python. Pro získání rad pro optimalizace výkonu na straně klienta je možné použít službu Google PageSpeed Insights¹⁰². Sada nástrojů sitespeed.io¹⁰³ umožňuje testovat výkon aplikace v reálných webových prohlížečích.

5.1.6 Testování bezpečnosti (Security testing)

Z hlediska bezpečnosti je nutné ověřit, že přístup k datům (čtení, úpravě, vytváření) mají pouze oprávnění uživatelé (a nelze jej obejít). V kontextu vytvářené aplikace je třeba zejména ověřit, že

- autentizace a autorizace RESTful API backendu funguje spolehlivě,
- veškerá komunikace je soukromá (probíhá prostřednictvím zabezpečeného kanálu) a
- k zařízení Node se nelze připojit bez potřebných přihlašovacích údajů.

Dále je třeba například ověřit správnost nastavení webového serveru a firewallu, aby se útočník nemohl dostat ke zdrojovým souborům aplikace.

Bezpečnostní testování se dělí na statické a dynamické. Statické spočívá ve statické analýze kódu¹⁰⁴ s cílem objevit potenciální bezpečnostní hrozby. Aplikace v době testování neběží. Dynamické spočívá v testování běžící aplikace a zkoumání jejich reakcí na požadavky.

5.1.6.1 Nástroje

Nástrojů pro odhalení bezpečnostních hrozeb ve webových aplikacích je celá řada, a to i zdarma dostupných.¹⁰⁵ Využít lze například nástroje

- Arachni¹⁰⁶, který umožňuje nastavit pravidelné testování vytváření reportů a
- Nikto2¹⁰⁷, který mimo jiné ověřuje přítomnost potenciálně škodlivých souborů/programů, správnost konfigurace serveru a aktuálnost instalovaného softwaru.

¹⁰¹<https://locust.io/>

¹⁰²<https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/>

¹⁰³<https://www.sitespeed.io/>

¹⁰⁴<https://www.perforce.com/blog/qac/what-static-code-analysis>

¹⁰⁵Výběr nástrojů viz <https://geekflare.com/open-source-web-security-scanner/>.

¹⁰⁶<http://www.arachni-scanner.com/>

¹⁰⁷<https://cirt.net/Nikto2>

Tyto nástroje jsou univerzální, pro odhalení hrozeb specifických typů existují specializované nástroje. Například pro odhalení cross-site scripting¹⁰⁸ hrozeb existuje nástroj XssPy¹⁰⁹.

5.1.7 Hromadné testování lidmi (Crowd testing)

Crowd testing (neboli crowdsourced testing) je postupně se rozšiřující koncept testování založený na široké komunitě (crowd) testerů, která testuje aplikace dle poptávky. Jedním ze zástupců je služba Crowdsourced Testing¹¹⁰, do které je možné se zapojit jako tester, nebo si objednat testování vlastní aplikace – v takovém případě je vstupem sada požadavků na testování. Díky tomuto konceptu je možné rychle otestovat aplikaci prostřednictvím velkého množství testerů. Z hlediska typu testování není koncept nijak omezen, je možné testovat všechny dříve uvedené aspekty kvality aplikace.

5.1.8 Virtuální tiskárna

Pro testování implementovaného prototypu software zařízení Node byla vytvořena virtuální tiskárna. Rozhraní virtuální tiskárny navenek kopíruje rozhraní systému CUPS, implementace ale nekomunikuje s reálnou tiskárnou a prochází pouze pevně definovanými stavy. Virtuální tiskárna umožňuje simulovat, že např. tiskárně došel papír, barvy apod.

5.2 Podpora provozu software

Po nasazení tiskové aplikace je třeba zajistit její plynulý a bezchybný provoz. Kapitola

- rozebírá metriky vhodné pro ověření chování systému během provozu,
- diskutuje způsoby monitorování aplikace, navrhuje podpůrné nástroje a
- stanovuje procesy související s nasazením a aktualizací softwaru zařízení Node.

5.2.1 Provozní metriky

Z hlediska frontendu a backendu tiskové aplikace je nejdůležitější metrikou *dostupnost* – zda a jak často dochází k výpadkům. Další významnou metrikou je *odezva* – v kontextu frontendu prodlení mezi uživatelskou akcí a reakcí aplikace, v kontextu backendu prodlení mezi HTTP požadavkem a odpovědí.

¹⁰⁸[https://www.owasp.org/index.php/Cross-site_Scripting_\(XSS\)](https://www.owasp.org/index.php/Cross-site_Scripting_(XSS))

¹⁰⁹<https://github.com/faizann24/XssPy>

¹¹⁰<https://crowdsourcedtesting.com/>

Metrikou backendu aplikace je také *počet požadavků, které dokáže zpracovat souběžně*. Tato metrika je důležitá zejména z toho důvodu, že každá instance frontendu a zařízení Node komunikuje s backendem nezávisle.

V kontextu softwaru zařízení Node je vhodné volit metriky související s rychlostí tisku a zpracování. Například

- **paměťovou náročnost v klidovém stavu** – když nezpracovává žádnou tiskovou úlohu,
- **paměťovou náročnost zpracování jedné úlohy a její závislost na velikosti úlohy**,
- **maximální počet úloh, které lze zpracovávat souběžně** – software vytváří pro každou připojenou tiskárnu vlastní vlákno určené pro přípravu úloh,
- **počet vytisknutých stránek za minutu** – špatně měřitelná metrika, neboť je závislá na rychlosti tiskárny a složitosti vstupních dat a
- **počet připravených stránek za minutu** – zařízení Node před tiskem dokumenty zpracovává, lze tedy měřit, jak dlouho zpracování trvá.

5.2.2 Monitoring a nástroje

Aplikace se skládá z několika nezávislých částí, které je třeba monitorovat. Cílem je mít aktuální informace o stavu všech částí systému a moci tak operativně řešit vzniklé problémy. Pro každou část systému jsou vhodné jiné monitorovací nástroje a postupy, které jsou stručně rozebrány v této kapitole. Sledování stavu zařízení Node je rozebráno podrobněji.

5.2.2.1 Sledování stavu frontendu aplikace

Frontend je veřejně přístupná webová aplikace. Je tedy třeba sledovat její dostupnost. Pro tyto účely lze použít například službu Uptime Robot¹¹¹, která nabízí bezplatnou verzi.

5.2.2.2 Sledování stavu backendu aplikace

Backend aplikace poskytuje veřejně RESTful API. Je tedy třeba zaručit, aby bylo rozhraní stále dostupné, zaznamenat případné výpadky a upozornit na ně. Pro tyto účely existuje řada specializovaných služeb, které měří kromě dostupnosti rozhraní i další metriky, jako je například rychlost odezvy. Mezi takové služby patří například Postman¹¹² a API Fortress¹¹³.

¹¹¹<https://uptimerobot.com/>

¹¹²<https://www.getpostman.com/>

¹¹³<https://apifortress.com/>

Implementace backendu aplikace by zároveň měla zaznamenávat veškeré chyby, které se objeví při běhu, a informovat o nich e-mailem správce.

5.2.2.3 Vzdálený přístup k zařízení Node

Zařízení Node je kritický prvek pro komunikaci aplikace s tiskárnou. Může být fyzicky umístěné kdekoliv, je tedy nežádoucí, aby v případě problémů s jeho fungováním bylo nutné k němu mít fyzický přístup. V ideálním stavu musí být zařízení přístupné odkudkoliv přes internet, aby se k němu mohl technik připojit na dálku a problém vyřešit. Pro připojení je vhodné použít protokol SSH¹¹⁴, který umožňuje se připojit ke vzdálenému počítači a spouštět na něm příkazy (tedy provádět prakticky libovolné úkony).

Zásadním problémem je, že zařízení je typicky připojené do lokální počítačové sítě – nemá statickou, veřejnou IP adresu, ke které by bylo možné z internetu připojit. Pro vyřešení tohoto problému by bylo třeba, aby

1. brána sítě, ve které se zařízení nachází, měla statickou, veřejnou IP adresu,
2. zařízení Node mělo statickou IP adresu v rámci lokální sítě a
3. bylo nastaveno přesměrování konkrétního portu na lokální IP adresu zařízení Node.

Pokud ještě bod 1 není splněn, lze jej vyřešit pomocí takzvané dynamické DNS služby, například Duck DNS¹¹⁵. Tato služba umožňuje přistupovat ke statické doméně, která je přeložena IP adresu, která se mění. Navenek je tedy doména neměnná, ale cílová IP adresa se mění v čase.

Nastavit zařízení Node statickou IP adresu pro splnění bodu 2 je záležitost triviální konfigurace, nicméně je nutné zajistit, aby v síti neexistovalo jiné zařízení se stejnou IP adresou.

Bod 3 je největším problémem, protože jej nelze vyřešit prostou konfigurací zařízení Node, ale je třeba zasahovat do konfigurace sítě, ve které se zařízení nachází. To je typicky nežádoucí a těžko automatizovatelné – pro uživatele zařízení Node to přináší starosti s netriviální konfigurací.

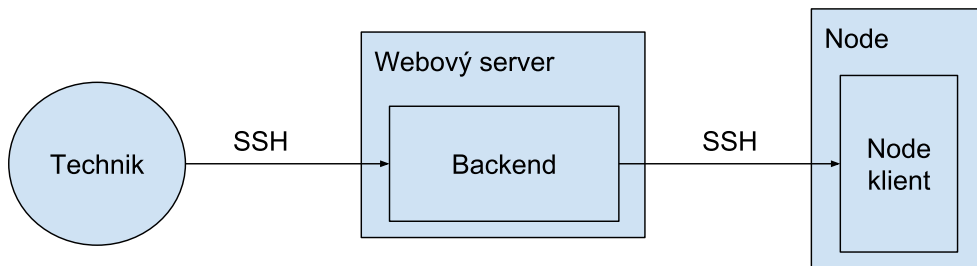
Řešením všech zmíněných problémů je vytvořit tzv. reverzní SSH tunel¹¹⁶ mezi zařízením Node a backendem webové aplikace. Jedná se o spojení, iniciované zařízením Node, které umožňuje komunikaci mezi zařízením a backendem přes protokol SSH. Spojení by bylo vytvořeno při spuštění zařízení Node a zůstalo by stále (permanentně) aktivní. V případě potřeby by se technik připojil přes SSH k backendu aplikace, odkud by se mohl již připojit přímo

¹¹⁴<https://www.ssh.com/ssh/protocol/>

¹¹⁵Zdarma dostupná DDNS služba, viz <https://duckdns.org/spec.jsp>.

¹¹⁶<http://www.abclinuxu.cz/blog/fuky/2015/6/reverzni-ssh-tunel>

k zařízení Node (obr. 5.1). V ideálním případě by backend aplikace pouze přeměroval žádost o spojení a technik by se připojil rovnou k zařízení Node.



Obrázek 5.1: Schéma propojení se zařízením Node přes SSH tunel

5.2.2.4 Sledování stavu zařízení Node a připojených tiskáren

Je důležité vědět, v jakém se zařízení Node nachází stavu a v jakém stavu jsou připojené tiskárny. Pokud aplikace zjistí, že zařízení nekomunikuje, došlo k chybě, nebo nastal problém s připojenou tiskárnou, může provést potřebné kroky, například informovat správce zařízení.

Základní sledovanou informací je aktivita zařízení. Pokaždé, když Node přistoupí k backendu aplikace se svým přístupovým klíčem, zaznamená se aktivita. Tento údaj tedy umožňuje zjistit, kdy bylo zařízení naposledy aktivní. V době nečinnosti může zařízení periodicky aktualizovat svoji aktivitu na backendu, aby bylo jisté, že běží.

Při změně stavu tiskárny aktualizuje Node její stav na serveru přes příslušný API endpoint. Tímto způsobem jsou na serveru dostupné aktuální informace o stavu tiskárny¹¹⁷.

Pokud je třeba zjistit podrobnější informace o stavu zařízení/tiskárnách, je možné se k zařízení připojit přímo přes protokol SSH (kap. 5.2.2.3).

Aplikace využívá službu Pusher (kap. 3.5) pro zasílání zpráv do zařízení Node. Tuto službu je také možné využít pro získání informací o stavu zařízení, například tím způsobem, že backend aplikace odešle zařízení Node požadavek na aktualizaci stavu (zaslání dat) a zařízení mu příslušná data odešle zpět prostřednictvím RESTful API.

¹¹⁷Samotné zjištění stavu tiskárny obstarává systém CUPS (kap. 4.1).

5.2.3 Procesy

Z hlediska provozu zařízení Node byly identifikovány dva hlavní procesy, nasazení zařízení (deployment) a aktualizace jeho software (aktualizace firmware).

5.2.3.1 Deployment zařízení

Zařízení Node je distribuováno v podobě minipočítače Raspberry Pi 3 Model B s předinstalovaným systémem Raspbian a nahreným softwarem, který zajišťuje komunikaci mezi připojenými tiskárnami a webovým backendem tiskové aplikace (kap. 3.5).

Každé zařízení je jednoznačně identifikováno klíčem, který je na něj nahrán v podobě textového souboru. Ke koncovým uživatelům se zařízení dostane už s nahreným klíčem. Tento klíč následně využívá software zařízení při komunikaci s webovým backendem pro aktivaci zařízení.

Struktura firmware zařízení a jeho aktualizace je popsána v kap. 5.2.3.2. Firmware je automaticky spouštěn na zařízení při startu operačního systému jako systémová služba démonem *systemd*.¹¹⁸

Konfigurace služby je uložena v souboru */lib/systemd/system/node.service* s následujícím obsahem:

```
[ Unit ]
Description=Node
After=multi-user.target

[ Service ]
Type=idle
ExecStart=/home/pi/run_node.sh
Restart=always
RestartSec=30

[ Install ]
WantedBy=multi-user.target
```

Konfigurace mimo jiné určuje, kdy se má služba spustit, jestli má být restartována při chybě a jakým příkazem je spuštěna. Služba je aktivována příkazem *sudo systemctl enable node.service*, poté se o ni již systém stará sám.

5.2.3.2 Aktualizace firmware

Node klient (zde označován za „firmware“) je software běžící na zařízení Node (kap. 3.5). Jako každý software prochází vývojem a je třeba ho aktualizovat bez nutnosti fyzického přístupu k zařízení. Kapitola ve zkratce popisuje strukturu firmware a možný přístup k jeho aktualizaci.

¹¹⁸Způsob byl zvolen z více možností na základě článku „Run a Program On Your Raspberry Pi At Startup“ [41].

Node firmware Node klient (zde označován za „firmware“) se skládá z několika hlavních částí:

- souboru *node_id*, který obsahuje unikátní identifikátor zařízení Node (pro každé zařízení je jiný),
- adresáře *scripts*, který obsahuje podpůrné skripty (pro spuštění klienta, jeho instalaci, aktualizaci apod.) a
- adresáře *src*, který obsahuje zdrojové kódy klienta.

Aktualizace Zdrojové kódy Node klienta jsou uloženy v Git repozitáři. Repozitář obsahuje několik větví včetně větve *master*, která je určena pro udržování produkční verze aplikace. Na základě aktualizace *master* větve (push) je tedy možné spustit proces vydání nové verze aplikace. Aktualizace softwaru na zařízení Node tedy může probíhat v těchto krocích:

1. Do větve *master* jsou nahrány nové změny (push)
2. Git Post-Receive hook¹¹⁹ vytvoří ze zdrojových kódů archiv a publikuje ho na webovém serveru
3. Zařízení Node spustí skript, který stáhne archiv s novou verzí aplikace a nainstaluje ji (aktualizuje soubory, nastavení systému apod.)

O dostupnosti nové verze aplikace se zařízení Node může dozvědět několika způsoby:

1. Systém periodicky spouští aktualizací skript (CRON¹²⁰), který ověří, zda je aktualizace k dispozici a případně ji spustí. Skript se může například ptát API backendu webové aplikace, zda má být konkrétní zařízení aktualizováno – díky tomu lze zařízení aktualizovat postupně, po skupinách. Výhodou tohoto řešení je, že Node klient nemusí běžet, nevýhodou pak to, že zařízení zatěžuje svými požadavky server i pokud není aktualizace k dispozici (to je ovšem zanedbatelné).
2. Node klient se o aktualizaci dozví přes událost v rámci služby Pusher (kap. 3.5). Tento přístup má výhodu, že lze spustit aktualizaci konkrétních zařízení v konkrétní čas, nicméně pro aktualizaci musí Node klient běžet, což může při aktualizaci způsobit komplikace.

¹¹⁹Git Hooks umožňují spouštět skripty třetích stran na základě událostí v systému Git. Post-Receive hook skript spustí po dokončení aktualizace repozitáře.[42]

¹²⁰Linux/Unix systémový nástroj, který spouští různé programy v předem definovanou dobu a intervalu[43].

Závěr

Cílem práce bylo navrhnout systém, který umožní přes webovou aplikaci sdílet libovolnou tiskárnu a tisknout na ní. Dále pak implementovat prototyp softwaru, který zajistí zapojení tiskárny (hardwaru) do navrženého systému a diskutovat možnosti provozu a testování systému.

Navržený systém, z hlediska uživatele ovládaný přes webové rozhraní (webovou aplikaci), umožňuje uživatelům tisknout na sdílených tiskárnách a tiskárny sdílet. Systém řeší celý proces tisku od vytvoření tiskové úlohy po platbu za tisk a pro tisk nevyžaduje instalaci žádných ovladačů (stačí webový prohlížeč).

Webová část systému je propojena s fyzickou tiskárnou prostřednictvím hardwarového zařízení, na kterém běží propojovací software. V rámci práce byl implementován prototyp propojovacího software, který je schopný přijímat a zpracovávat tiskové úlohy a informovat o jejich stavu. Uživatelské rozhraní (frontend aplikace) a související backend byl navržen, ale jeho implementace není součástí práce.

Výsledky práce

Práce na projektu měla několik fází. Náplň jednotlivých fází a jejich výsledky jsou uvedeny níže.

Analytická fáze zjišťovala, jaké jsou

- aktuální možnosti sdíleného tisku,
- priority a potřeby uživatelů při tisku a sdílení tiskáren,
- stanovila požadavky na vyvíjenou aplikaci a
- navrhla možné varianty řešení z pohledu uživatelů.

V rámci analytické fáze proběhl kvalitativní průzkum, který formou rozhovorů zjišťoval, jak lidé vnímají aktuální možnosti sdíleného tisku, co od něj očekávají a potřebují. Souběžně proběhla rešerše dostupných technických řešení.

Ukázalo se, že existuje řada možných řešení, ale neexistuje žádné, které by řešilo celou problematiku tisku od nalezení tiskárny a vytvoření tiskové úlohy přes platbu za tisk až po tisk samotný. Problémem řady existujících řešení je také nutnost instalace tiskárny pro každého uživatele, který potřebuje tisknout.

Na základě reakcí dotázaných byly sestaveny a charakterizovány cílové uživatelské skupiny pro vyvíjenou aplikaci a stanoveny požadavky na funkcionalitu a kvalitu aplikace. Na závěr byly navrženy různé varianty, jak by aplikace mohla z uživatelského hlediska fungovat. Na základě srovnání byla zvolena varianta webové aplikace.

Návrhová fáze specifikovala podobu aplikace, zejména

- uživatelské rozhraní,
- případy užití,
- procesy,
- architekturu,
- datový model a
- rozhraní pro komunikaci komponent (API).

Aplikace byla navrhována dle principů návrhu zaměřeného na uživatele (UCD). Primárně tedy bylo navrženo uživatelské rozhraní a definován způsob, jak s aplikací uživatelé budou pracovat. Rozhraní aplikace bylo rozděleno na dva specifické celky – rozhraní pro tisk a rozhraní pro správu tiskáren. Rozhraní pro tisk bylo otestováno s potenciálními uživateli formou interaktivního prototypu.

Na základě funkcionality byly definovány vyplývající technické procesy, zejména zpracování tiskové úlohy a aktivace zařízení Node.

Architektura aplikace byla navržena tak, aby do aplikace mohl kdokoli zapojit svoji tiskárnu bez nutnosti pořízení drahého hardware.

Datový model aplikace byl navržen s cílem maximální flexibility a snaží se modelovat svět tiskového odvětví co nejreálněji. Zahrnuje kreditní systém, který je použit k platbám za tisk.

Pro přístup k aplikačním datům bylo navrženo RESTful API, které poskytuje funkcionalitu pro frontend aplikace a zařízení Node.

Implementační fáze se zabývala technickým řešením software běžícího na zařízení Node, zejména

- komunikací s tiskárnami a
- jednotlivými částmi software.

Při implementaci bylo cílem umožnit připojení co nejširší škály existujících tiskáren. Komunikace s tiskárnami byla tedy vyřešena prostřednictvím tiskového systému CUPS, který poskytuje abstrakci nad komunikačními protokoly konkrétních tiskáren. V rámci práce byl implementován software běžící na zařízení Node, který zpracovává tiskové úlohy – komunikuje s backendem webové aplikace na jedné straně a systémem CUPS na straně druhé. Během implementace se objevila řada limitací zvoleného řešení související zejména s nekonzistencí komunikace s tiskárnami.

Dodatečná rešeršní fáze navrhla postupy pro

- ověření kvality aplikace a
- provoz, monitoring a podporu provozu aplikace.

V rámci poslední fáze byly navrženy postupy a nástroje pro ověření kvality vytvářené aplikace. Dále byla rozebrána problematika provozu zařízení, zejména stanovení provozních metrik, způsobu monitorování zařízení a podpůrných procesů. V rámci podpory provozu zařízení byla diskutována možnost vzdáleného přístupu přes internet, nasazení zařízení a aktualizace jeho software.

Budoucí vývoj

Pro plnohodnotné nasazení aplikace je třeba zejména implementovat webové rozhraní pro tisk (a související API backendu aplikace) dle návrhu. Po implementaci je možné zařízení nasadit ve sdílených kancelářích.

Následující kroky vyplynou z reálného provozu systému, zejména zpětné vazby od uživatelů. Součástí bude převážně ladění stávající funkcionality a sběr požadavků na funkcionalitu novou.

Webové rozhraní pro správu tiskáren bude implementováno až v některé z dalších fází – až když bude jasné, že koncept systému funguje a uživatelé o něj mají zájem.

Literatura

- [1] rychletisky.cz: On-line cenová kalkulace. [online], [cit. 2018-09-28]. Dostupné z: <http://rychletisky.cz/kalkulace-letaky.aspx>
- [2] KYOCERA Document Solutions Inc.: toc3-1-4. [online], [cit. 2018-09-28]. Dostupné z: <https://www.kyoceradocumentsolutions.com/support/googlecloudprint/images/en/toc3-1-4.jpg>
- [3] Google: Cloud Print. [online], [cit. 2018-09-28]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.cloudprint>
- [4] Docs, M.: Server Message Block Overview. [online], 2016, [cit. 2018-09-10]. Dostupné z: [https://docs.microsoft.com/cs-cz/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2012-R2-and-2012/hh831795\(v=ws.11\)](https://docs.microsoft.com/cs-cz/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2012-R2-and-2012/hh831795(v=ws.11))
- [5] Printt Team: How to use Printt. [online], 2018, [cit. 2018-09-28]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=LnRfmv8DjxU>
- [6] Libbenga, J.: Veenman start ‘Uber voor printers’. [online], 2016, [cit. 2018-09-28]. Dostupné z: <https://www.emerce.nl/nieuws/veenman-start-virtueel-printernetwerk>
- [7] Veenman B.V.: Printservice Innoprint gestopt. [online], [cit. 2018-09-28]. Dostupné z: <https://www.veenman.nl/printservice-innoprint-gestopt/>
- [8] Cornell, C. B.: 22 Things I’ve learned as Digital Nomad. [online], 2013, [cit. 2018-09-23]. Dostupné z: <http://spartantraveler.com/22-things-learned-as-digital-nomad/>
- [9] Dam, R.; Siang, T.: Personas – A Simple Introduction. [online], 2018, [cit. 2018-12-13]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/personas-why-and-how-you-should-use-them>

- [10] Bradner, S.: Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels. [online], 1997, [cit. 2018-11-21]. Dostupné z: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2119.txt>
- [11] Rubin, J.; Chisnell, D.: *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. John Wiley & Sons, 2008, ISBN 978-0-470-18548-3, [cit. 2018-11-8].
- [12] Vredenburg, K.; Mao, J.-Y.; Smith, P. W.; aj.: A Survey of User-Centered Design Practice. [online], 2002, [cit. 2018-11-23]. Dostupné z: <http://www.cse.chalmers.se/research/group/idc/ituniv/kurser/10/hcd/literatures/Vredenburg%202002.pdf>
- [13] Nielsen, J.: 10 Usability Heuristics for User Interface Design. [online], 1995, [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- [14] Nielsen, J.: The Use and Misuse of Focus Groups. [online], 1997, [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/focus-groups/>
- [15] Garcia, A.: Using Surveys in the User-Centered Design and Agile Lifecycles For Better Usability. [online], 2016, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://chaione.com/blog/using-surveys-user-centered-design-agile-lifecycles-better-usability/>
- [16] Nielsen, J.: Interviewing Users. [online], 2010, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/interviewing-users/>
- [17] Komninos, A.: How to improve your UX designs with Task Analysis. [online], 2018, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/task-analysis-a-ux-designer-s-best-friend>
- [18] Farrell, S.: Field Studies. [online], 2016, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/field-studies/>
- [19] Enerson, M.: User-Centered Design & User Participatory Design – What’s the Difference? [online], 2013, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.enervisionmedia.com/user-centered-design-and-user-participatory-design/>
- [20] Last, J.; Simmons, S.: Card Sorting. [online], [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <http://designresearchtechniques.com/casestudies/card-sorting/>

-
- [21] Solstad, T.: User-centered design and the requirement process. [online], 2015, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: http://edu.hioa.no/bibv3300_website_production/User-centered_design_and_the_requirement_process_final.pdf
- [22] Rannikko, P.: User-Centered Design in Agile Software Development. [online], 2011, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <http://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/82310/gradu04854.pdf>
- [23] Pernice, K.: UX Prototypes: Low Fidelity vs. High Fidelity. [online], 2016, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/ux-prototype-hi-lo-fidelity/>
- [24] Harley, A.: UX Expert Reviews. [online], 2018, [cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.nngroup.com/articles/ux-expert-reviews/>
- [25] Durak, E.: Bye bye Material Design. [online], 2018, [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://medium.com/techtrument/bye-bye-material-design-acaebcc7c6b4>
- [26] Penzo, M.: Label Placement in Forms. [online], 2006, [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2006/07/label-placement-in-forms.php>
- [27] Charlton, G.: 11 interesting approaches to guest checkout design. [online], 2018, [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <https://www.userzoom.com/blog/11-interesting-approaches-to-guest-checkout-design/>
- [28] Sweet, M.; McDonald, I.: Internet Printing Protocol/1.1: Model and Semantics. [online], 2017, [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://tools.ietf.org/html/rfc8011>
- [29] Hoguín, L.: REST principles. [online], [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: https://ninenines.eu/docs/en/cowboy/2.6/guide/rest_principles/
- [30] Fielding, R. T.: Representational State Transfer (REST). [online], 2000, [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm
- [31] RESTfulAPI.net: What is REST. [online], [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://restfulapi.net/>
- [32] Rodriguez, A.: RESTful Web services. [online], 2008, [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://developer.ibm.com/articles/ws-restful/>
- [33] Hauer, P.: RESTful API Design. Best Practices in a Nutshell. [online], 2015, [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://blog.philippbauer.de/restful-api-design-best-practices/>

- [34] Sweet, M.: CUPS Programming Manual. [online], 2018, [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: <https://www.cups.org/doc/cupspm.html>
- [35] Herriot, R.; Hastings, T.: Internet Printing Protocol (IPP): Event Notifications and Subscriptions. [online], 2005, [cit. 2018-12-11]. Dostupné z: <https://tools.ietf.org/html/rfc3995>
- [36] Palani, G. S.: Summary of web application testing methodologies and tools. [online], 2011, [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/developerworks/library/wa-webapptesting/index.html>
- [37] Software Testing Help: Web Application Testing Complete Guide (How to Test a Website). [online], 2018, [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.softwaretestinghelp.com/web-application-testing/>
- [38] Praveen Kumar P.V.: Website Testing Techniques. [online], 2011, [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.codeproject.com/Articles/291343/Website-Testing-Techniques>
- [39] Guru99: Web Application Testing: 8 Step Guide to Web Testing. [online], 2018, [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.guru99.com/web-application-testing.html>
- [40] Software Testing Help: Top 30 Functional Testing Tools in 2018. [online], 2018, [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.softwaretestinghelp.com/tools/top-30-functional-testing-tools/>
- [41] Dexter Industries: Run a Program On Your Raspberry Pi At Startup. [online], 2015, [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: <https://www.dexterindustries.com/howto/run-a-program-on-your-raspberry-pi-at-startup/>
- [42] Git: Customizing Git – Git Hooks. [online], [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: <https://git-scm.com/book/en/v2/Customizing-Git-Git-Hooks>
- [43] Kocman, J.: Jak na démona Cron. [online], 2002, [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: <https://www.interval.cz/clanky/jak-na-demonu-cron/>

Kvalitativní průzkum

Příloha obsahuje zápisky z rozhovorů provedených v rámci kvalitativního průzkumu (kap. 2.3.1). Jména osob a firem nejsou uvedena pro zachování anonymity.

A.1 Firmy, co potřebují tisknout

A.1.1 Respondent #1

- mají rodinnou firmu se zaměřením na marketing
- většina firem od 2–3 zaměstnanců, které pravidelněji tisknou, si pořídí tiskárnu, je to pro ně nejjednodušší – cílit na jednotlivce, nebo ty, co tisknou příležitostně
- tiskárny by se mohly hodit v kavárnách, v hotelech na recepcích – tam se běžně nacházejí lidé, co pracují, ale nemají s sebou tiskárnu

A.2 Coworkingy / sdílené kanceláře

A.2.1 Respondent #2

- hlavní problém jiných řešení je
 - cena (vysoký paušál za provoz)
 - nutnost instalace ovladačů
 - dedikovaný počítač jako print server
- používají dvě levnější tiskárny,
 - Brother MFC-L2700DW
 - Samsung Xpress SL-M2070W

A. KVALITATIVNÍ PRŮZKUM

- záměrně nemají barevné tiskárny, protože nejsou schopni monitorovat, kdo kolik tiskne – lidé plýtvali barvama
- požadavky
 - umožnit tisk pouze konkrétním uživatelům
 - nastavení počtu stránek zdarma (např. 100 stránek za měsíc per uživatel)
 - zbavit se nutnosti instalace ovladačů
 - monitorovat kolik kdo tiskne a na základě toho vyfakturovat náklady
 - nechtějí řešit administrativu, hlavní je, že lidé mohou tisknout
 - ideálně samozřejmě aby šlo tisknout co nejvíce typů dokumentů
 - nastavení ceny za stránku (barevná/černobílá)
- tisknout veřejnosti by asi umožnili, pokud by
 - v kanceláři byla stálá recepční (nyní není)
 - bylo možné nastavit jinou cenu tisku pro lidi z ulice (členové kanceláře musí mít samozřejmě tisk výhodnější)
- obdobné problémy prý řeší většina coworkingů

A.2.2 Respondent #3

- v projektu vidí potenciál například i pro studenty (na bytech nemívají tiskárny)
- největší problém je s ovladači a obecně instalací tiskáren – nerozumí tomu, chtějí, aby to fungovalo co nejjednodušeji
- tisknou různé věci, od plakátků po dokumenty
- snaží se prostory otevřít veřejnosti, udělat takové „komunitní centrum“ – **není tedy problém, aby si na tiskárně tiskli lidé „z ulice“**
- teoreticky využití i v kavárnách

A.2.3 Respondent #4

- síť kanceláří (aktuálně 3) pronajímaná přes mobilní aplikaci
 - přijdu, naskenuju kód na stole, platím za dobu, co tam jsem
 - nejde o socializaci, „společenské“ prostředí (není coworking)
- problém – monetizace tiskáren

- platby chce řešit přes jejich aplikace – nechce, aby se jejich zákazníci museli registrovat jinde a tam platit
- možná symbióza – napojit tiskovou aplikaci na jejich aplikaci
- tiskárny v kavárnách
 - Costa Coffee na I.P. Pavlova
 - Home Kitchen

A.3 Koleje

A.3.1 Respondent #5

- kolej Strahov
- na Strahově v současné době neexistuje sdílená tiskárna, služby suplují specializované tiskové terminály – Robocopy

A.3.2 Respondent #6, Respondent #7

- kolej Podolí
- <https://pod.cvut.cz/sluzby/pc-ucebna-a-tiskarna/>
- veškerá správa tisku probíhá přes systém MyQ – <https://www.myq-solution.com>
 - registrace + přidání ISIC/karty pro přihlášení
 - využívají
 - kontrolu toneru (aktuálně nefunguje kvůli nekompatibilitě tiskárny)
 - kontrolu papíru
 - správu uživatelů
 - vzdálený tisk z PC (aktuálně nefunguje kvůli nekompatibilitě tiskárny)
 - přihlašování přímo na tiskárnu uživateli
 - kontrolu deníku
 - seznam všech úloh, co probíhají,
 - problémy, co nastaly

A. KVALITATIVNÍ PRŮZKUM

- problémy
 - nepřijímá některé soubory PDF
 - pokus soubor není v PDF, mění fonty
 - občas spadne tiskový server
- samotný tisk probíhá tak, že
 - uživatel přijde k tiskárně,
 - přihlásí se pomocí karty,
 - vytiskne dokument z flashky
- peníze si tiskárna strhne z účtu v systému
- dobítí kreditu provádí osobně správce tiskárny (člověk mu přinese peníze)
- o tiskárnu se stará správce a jeho zástupce, složitější opravy řeší výrobce tiskárny
- tiskárna je v PC učebně, do které mají přístup všichni
- objem tisku je cca 40 000 stran ročně
- tisknou se hlavně
 - dokumenty
 - výkresy
 - diplomky

A.3.3 Respondent #8

- kolej Bubeneč
- tiskárna je benefit pro aktivní členy kolejniho klubu
- tiskárna je ve studovně, kam mají teoreticky přístup jen lidé přes ISIC; sleduje ji kamera
- 1,- za černobílou A4, 2,- za barevnou A4, pro A3 ceny dvojnásobné
- servis tiskárny, dodávky tiskového materiálu zajišťuje poskytovatel tiskárny (externí firma) na požádání; za vše se platí měsíčně faktura
- výrobce tiskárny dodal software s webovým rozhraním
 - Toshiba (systém Top Access – <https://www.toshibatec.eu/products/software/topaccess/>)
 - registrace uživatelů

- zobrazení/správa tiskových úloh
- správa kreditu na tisk
 - dělá admin
 - přihlásit se do administrace, najít profil daného člověka, napsat mu, kolik má nový kredit
- k tiskárně se člověk připojí přes síť pomocí speciálního ovladače
 - na Linuxu prý funguje hezky, na Windows hůře
 - nutná netriviální konfigurace
 - tisknout se dá pouze z lokální sítě
- tisk probíhá jako kdybych měl tiskárnu připojenou lokálně k počítači
- nejvíce lidé využívají běžná nastavení jako
 - černobíle/barevně
 - formát A4/A3
 - A3 – tisk technických výkresů
 - tisk na šířku/na výšku
 - oboustranný tisk
 - tisk konkrétních stránek
 - počet kopií
 - obecně to, co je v tiskovém dialogu „na první stránce“
- co do objemu se tisknou řádově stovky stránek měsíčně
- náměty z rozhovoru
 - kreditní systém – dobiju si kartou peníze na účet a pak můžu platit za tisk kreditem (abych nemusel každou tiskovou úlohu platit kartou)
 - povolit tisk zdarma pro některé uživatele, případně omezit počet stránek, které může vytisknout

A.3.4 Respondent #9

- Sinkuleho kolej
- tiskárna je majetkem kolejního klubu
 - o údržbu a doplňování tiskového materiálu se starají členové klubu
 - tisk A4/A3

- tisk dostupný pro členy klubu
- správa tiskárny je integrovaná v rámci klubového informačního systému
 - admini
 - vytváření uživatelských kont
 - dobíjení kreditu
 - všichni
 - zobrazení tiskových úloh, stavu konta (čas, cena, ...)
 - unikátní prvek – cena tisku se počítá podle reálného barevného pokrytí stránky speciálním scriptem
 - notifikace o chybách chodí uživatelům/adminům emailem
- pro tisk je třeba mít účet s dostatečným kreditem a nainstalovaný ovladač pro tiskárnu v počítači (netriviální instalace; mnohdy musí pomoci admin)
- tiskárna je fyzicky umístěna v serverovně a je dostupná pomocí okénka ve dveřích z kuchyňky (tedy veřejně přístupná pro všechny, kteří se dostanou na kolej)
- tisknout se dá z místní sítě
- hlavní problémy řešení
 - komplikovaná instalace ovladačů tiskárny
 - nemá kdo aktivně vyvíjet a udržovat (členové klubu opravují chyby, ale nejsou za to reálně finančně ohodnoceni)
- obecné problémy podobných řešení
 - fyzické umístění tiskárny (bezpečnost a přístupnost)
 - omezení tisku (kdo, kolik)
- další náměty
 - i s tiskem PDF dokumentu bývají problémy – barvy, kódování, ...
 - co když tiskárna něco vytiskne a než k ní dojdu, někdo to sebere?
 - potvrzení tisku pomocí kódu apod.
- o komunikaci se samotnou tiskárnou se stará CUPS
- komunikace ovladače s tiskovým serverem přes protokol SMB

A.4 Studenti

A.4.1 Respondent #10

- „Uber s tiskárnama“ – vidím, že je tiskárna online, tak si něco vytisknu a dojdu pro to

A.5 Ostatní

A.5.1 Respondent #11

- spojení s pobočkami **Zásilkovny / Uloženky**
 - lidé otevření poskytování služeb třetích stran
 - chtějí si přivydělat
 - nevdají jim se naučit a obsluhovat systémy třetích stran
- **zvážit cílení na konkrétní lokalitu**, postupovat po malých územích
 - např. rozjedeme to na Praze 3 a až bude dostatečné pokrytí (tedy zvládneme roznos objednávek, pobočky budou dostatečně blízko), můžeme dál
- inspirovat se u audio/video banek se zpracováním mikrotransakcí
 - fakturace
 - malé částky
- lidé nejspíš nebudou chtít nabízet placenou službu známým – „přeci od kamaráda nebudu chtít pár korun za tisk“ – službu **nabízet spíše majitelům kancelářských prostor**, než samotným firmám, které tam sídlí

Existující řešení

B.1 Tiskové e-shopy

- <https://www.printsnotdead.cz/>
 - osobní odběr v Praze, případně doručení kurýrem/poštou
 - online objednávka tisku plakátů, kalendářů, vizitek, ...
 - řada parametrů
 - od 1 kusu
- <https://profi.point4me.com/>
 - doručení kurýrem/poštou
 - online objednávka tisku plakátů, kalendářů, vizitek, ...
 - řada parametrů
 - od 1 kusu
- <http://rychletisky.cz/>
- <https://www.on-tisk.cz/>
- <https://www.tisk-online.cz/>
 - snaha o jednoduché UI
- <http://www.idigitisk.cz/>
- <http://www.online-tiskarna.cz/>
- <https://www.copygeneral.cz/>
 - samoobslužné tiskárny na pobočkách
 - komplexní služby

- řada poboček
- <https://www.e-abctiskarna.cz/>
- <https://www.zadejtisk.cz/>
 - řada poboček
- <http://www.cenytisku.cz/>
- <https://www.eshoptisku.cz/>
 - samoobslužné tiskárny na pobočkách
- <https://www.tisknisi.cz>
- <https://www.eprinting.cz/>
- <https://www.spocitat-tisk.cz/>
 - široká škála služeb

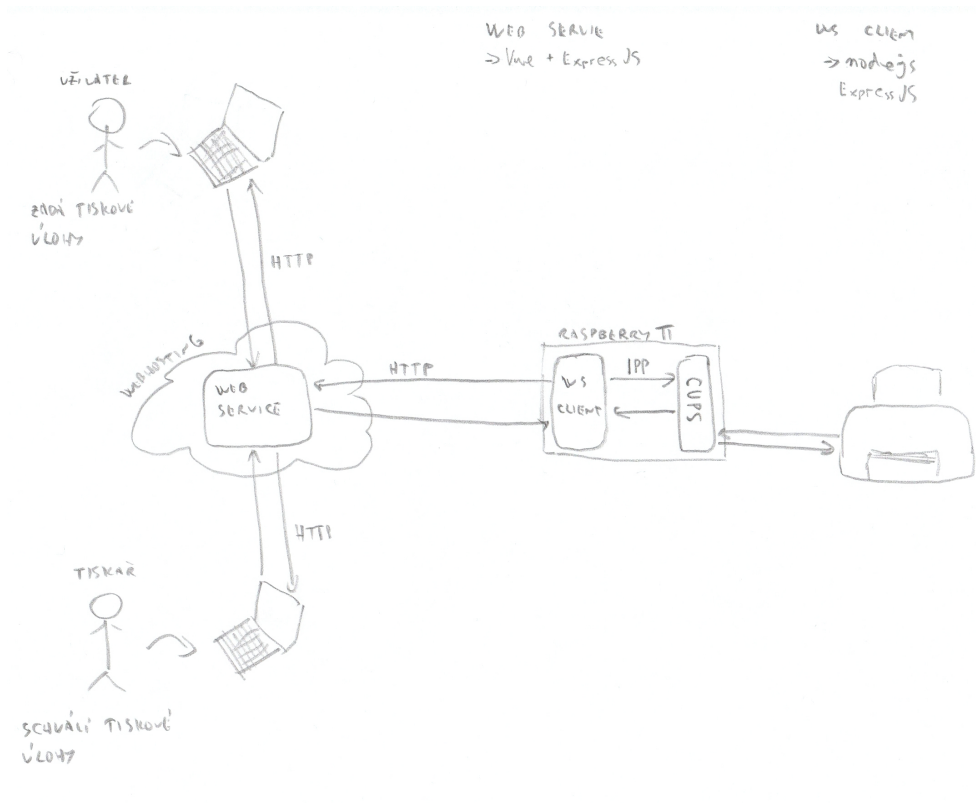
B.2 Tiskové sítě

B.2.1 Robocopy

- <http://www.robocopy.cz>
- Pražská společnost (založena 2010)
- hardware i software – „kompaktní, multifunkční, samoobslužný automat nabízející velkou řadu rychlých polygrafických služeb“
- lze nastavit na libovolný jazyk/měnu
- vzdálený monitoring přístroje/dálkové ovládání
- funkce
 - kopírování
 - černobíle
 - barevně
 - tisk
 - přes USB/Wi-Fi (ne přes internet)
 - oboustranný A4/A3
 - fotografie
 - plastové karty/magnety

- skenování na USB
- knihovna dokumentů k tisku
- promítání reklamy na HW obrazovce
- konstrukce
 - vhodná do vnějšího prostředí (odolná)
 - nízké náklady na údržbu
 - platba hotově/bezkontaktní kartou
- rozšíření
 - v několika zemích světa, převážně ve větších městech
 - nejvíce asi v Praze (několik desítek automatů)
 - dle webu cílí na univerzity, koleje a jiné veřejné budovy

Architektura



Obrázek C.1: Prvotní náčrt architektury systému

Testování použitelnosti rozhraní pro tisk

Příloha obsahuje zápisky z průběhu testování použitelnosti (kap. 3.3.2.11). Uvedené poznámky již nejsou relevantní vzhledem k verzi uživatelského rozhraní, která je prezentovaná v rámci práce, protože již podle nich bylo rozhraní upraveno. Uvedeny jsou pouze pro ilustraci provedeného testování.

D.1 Tester #1

- Vybraná tiskárna (položka) není dostatečně výrazná.
- Akce „pay later“ za účelem vytištění a zaplacení více dokumentů naráz nemusí být jasná – nápad: místo pay later dát samostatné tlačítko (např. Print other document) na úroveň tlačítka Pay – uživatel by potom měl možnost buď zaplatit (Pay) nebo přidat další dokument (Print other document).

D.2 Testerka #2

- Seznam tiskáren „My“ má nejasný význam.
 - Očekávala seznam „favorites“.
 - Má tento seznam smysl? Lidé budou typicky hledat podle lokace.
- Pay later jí přišlo srozumitelné.
- Při druhém průchodu při placení defaultně zaškrtnout všechny nezaplacené (preferovaně), nebo nezaškrtnout žádné.
- Tlačítko na řešení problémů by mohlo být přímo v seznamu jobů.
- Billing – rozlišit povinné/nepovinné pole.

D.3 Tester #3

- Chybí mu funkce tisku více stránek na list.
- Nejdřív nezaregistroval výběr dokumentů před placením v průvodci.
- Login formulář vypadá, že je registrovaný – předvyplněné údaje (placeholder) – použít generičtější e-mail.

D.4 Tester #4

- Pay Later by očekával už u kroku 2 (výběr tiskárny) jako možnost pokračování – Pay Later a Payment.
- Označení středu vyhledávání (zaměřovač) považuje za označení aktuální polohy – radši použít jinou ikonku, např. variaci a špendlík (viz Google Maps).
- Ve výběru dokumentů pro tisk (v rámci wizarda) defaultně zaškrtnout všechny.
- Změnit titulek Unpaid Today – evokuje, že tam budou postupně vypsané nezaplacené tisky v kategoriích dle data – možná titulek odstranit úplně.
- Přidat potvrzovací dialog při zrušení tiskové úlohy.
- Řešení problémů – lidé neradi volají, přidat možnost napsat zprávu/mail – otevře se okénko s předvyplněnou zprávou.
- Kategorie Nearby evokuje, že se hledá v okolí aktuální polohy – pokud hledám v okolí konkrétní lokace, tak změnit na Near . . . , jinak nechat Nearby.
- My Printers – počítače ve stejné síti, jako jsem já? (lze technicky?)
- Další tipy
 - E-mailem posílat odkaz s tokenem/id, které bude přiřazené ke stavu v databázi.
 - Když otevřu odkaz, zeptá se to na některé údaje, které uživatel zadal v Billing Information – např. mail, jméno – tak se autentizuje.
 - Posílání tiskárny jako linku mailem? – „Tady si to vytiskni. . .“
 - Vyhledávání v rámci seznamu nearby? (v názvech)

D.5 Testerka #5

- Pay Later není dost jasné, možná „Print another document / Add to print queue“?
- Řešení problémů – nabídnout jinou nejbližší tiskárnu?

D.6 Testerka #6

- Chybí tisk více stránek na list.
- Tip na uživatelské testování – na které tiskárně můžu tisknout po 18. hodině?
- V potvrzovacím e-mailu posílat info, kdy si můžu vyzvednout vytištěný dokument.

Seznam použitých zkratk

API Application Programming Interface

CMYK Cyan, Magenta, Yellow, Key (barevný model)

CPU Central Processing Unit

CRON Command Run On

CSS Cascading Style Sheets

CUPS Common UNIX Printing System

ČVUT České vysoké učení technické v Praze

DDNS Dynamic Domain Name System

DNS Domain Name System

FIT Fakulta informačních technologií

GNU GNU's Not Unix!

HTML HyperText Markup Language

HTTP Hypertext Transfer Protocol

HTTPS Hypertext Transfer Protocol Secure

HW Hardware

IP Internet Protocol

IPP Internet Printing Protocol

ISIC International Student Identity Card

JSON JavaScript Object Notation

E. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PC Personal Computer

PDF Portable Document Format

REST Representational State Transfer

RFC Request for Comments

RGB Red, Green, Blue (barevný model)

SMB Server Message Block

SMS Short Message Service

SOTA State Of The Art

SSH Secure Shell

UC Use Case

UCD User Centered Design

UI User Interface

UNIX Uniplexed Information and Computing Service

URI Uniform Resource Identifier

URL Uniform Resource Locator

USB Universal Serial Bus

UX User Experience

W3C World Wide Web Consortium

XSS Cross-Site Scripting

Obsah přiloženého CD

	readme.txt	stručný popis obsahu CD
	src	
	impl	zdrojové kódy implementace
	thesis	zdrojová forma práce ve formátu \LaTeX
	text	text práce
	thesis.pdf	text práce ve formátu PDF