

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství



Diplomová práce

**Využití QR kódu s vloženou grafikou k reprezentaci
univerzitního pracoviště**

Andrey Fedosov

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Andrey Fedosov

Ekonomika a management
Provoz a ekonomika

Název práce

Využití QR kódu s vloženou grafikou k reprezentaci univerzitního pracoviště

Název anglicky

Use of QR code with embedded graphics to represent the university organization

Cíle práce

Cílem práce je navrhnout QR kód s vloženou grafikou pro univerzitní pracoviště, který bude sloužit zároveň jako elektronický identifikátor i jako korporátní logo. Součástí práce bude analýza vhodných řešení, které kombinují lidským okem čitelnou grafiku a digitální QR kód z pohledu různé náročnosti tvorby a efektivity výsledku.

Metodika

V první části práce bude zpracován přehled možností kombinace grafiky s QR kódy z pohledu použití pro korporátní logo vzdělávací instituce univerzitního typu. V druhé části bude dokumentace vlastního projektu na základě výběru a aplikace nejvhodnějšího řešení. Budou dodržovány standardy softwarového inženýrství, především UML a programovací jazyk Java. Součástí práce bude také praktické ověření navrženého výsledku formou dotazníkového šetření mezi studenty a absolventy konkrétní vybrané univerzity.

Doporučený rozsah práce

60 – 100 stran

Klíčová slova

QR code; e-commerce; e-advertizing

Doporučené zdroje informací

BROWN, Stephen Allen. Revolution at the Checkout Counter. Massachusetts: Harvard University Press, 1997. ISBN 9780674767201.

KENG, T. Tan, Chai DOUGLAS a Chai HIROKO. Barcodes for Mobile Devices. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. ISBN 9781139487511.

MIKHAILOVA, P. S. Using QR-code in education. Yekaterinburg: RSVPU, 2015. ISBN 9785829502621.

NIKOLAENKO, GEORGIY A. a EKATERINA V. EVSIKOVA. Sociology of science and technology: Perspectives of using QR-codes in the academic sphere. Volume 2. Saint Petersburg: SPBF IIET RAN, 2015. ISSN 2414-9225.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 ZS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Vojtěch Merunka, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačního inženýrství

Elektronicky schváleno dne 19. 11. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 11. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 29. 11. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití QR kódu s vloženou grafikou k reprezentaci univerzitního pracoviště" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.11.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce panu docentu Merunkovi za umožnění vzniku práce pod jeho vedením, za čas věnovaný konzultacím, za vstřícnost, pomoc a cenné rady. Dále děkuji zaměstnancům SibADI za pomoc při provádění průzkumu. Poděkování patří i všem ostatním, kteří jakkoliv přispěli ke vzniku této práce.

Využití QR kódu s vloženou grafikou k reprezentaci univerzitního pracoviště

Abstrakt

Tato práce se zabývá QR kódy a jejich vylepšeními z hlediska designu a atraktivity. Když lidé uvidí QR kód, nemohou vědět, co je uvnitř kódu, a proto vyžadují další informace, ať už jde o text nebo obrázky. Tento bod je v rozporu s vizí QR kódů jako rychlejšího způsobu získávání informací.

Teoretická část této práce popisuje typy maticových kódů a čárových kódů a běžné metody zvýšení jejich atraktivity.

Práce představuje stručný princip a problematiku tvorby QR kódů s vloženou grafikou, včetně vytvoření programu pro tento účel.

Pomocí toho byl vygenerován QR kód pro konkrétní vzdělávací organizaci. Výsledný kód byl testován a analyzován pomocí technických testů a dotazníku. Ke konci práce je zhodnocení finanční efektivnosti použití QR kódů s vloženou grafikou.

Klíčová slova: QR kód, generování QR kódu, e-komerce, vložená grafika, Java, kontrast barev, marketing, marketingová komunikace, reklamní grafika, vzdělávací instituce

Use of QR code with embedded graphics to represent the university organization

Abstract

The thesis analyses QR codes and their improvements in terms of design and attractiveness. When people see a QR code, they can't know what is encoded inside, so they need more information, whether it's text or images. This point contradicts the idea of QR codes as a faster way to obtain information.

The theoretical part of this work describes the types of matrix codes and barcodes and common methods to increase their attractiveness.

This thesis presents a brief principle and the issue of creating QR codes with embedded graphics, including the creation of a program for this purpose.

Using this, QR code for a specific educational organization was created. The resulting code was tested and analyzed using technical tests and a questionnaire. At the end of the thesis is an evaluation of the financial efficiency of using QR codes with embedded graphics.

Keywords: QR code, QR code generation, e-commerce, embedded graphics, java, color contrast, marketing, marketing communication, advertising graphics, educational institutions

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika	11
3 Teoretická východiska	12
3.1 QR kód	12
3.1.1 Klasifikace QR kódů.....	12
3.1.2 Specifikace QR kódů	13
3.2 Použití QR kódů.....	14
3.2.1 Použití QR kódů ve vzdělávání	16
4 Vlastní práce	18
4.1 Dotazování uchazečů, studentů a zaměstnanců SibADI.....	18
4.1.1 Výsledky průzkumu	19
4.1.2 Analýza výsledků průzkumu	27
4.2 QR kód s vloženou grafikou pro reprezentaci SibADI.....	31
4.2.1 Charakteristika univerzity	31
4.2.2 Analýza designu.....	32
4.3 Realizace vlastního programu	38
4.3.1 ZXing	38
4.3.2 Popis vlastního programu	40
5 Výsledky a diskuse	46
5.1 Testování výsledků.....	46
5.1.1 Technické testování	46
5.1.2 Dotazníkový průzkum.....	49
5.1.3 Výsledky dotazování.....	50
5.2 Ekonomický efekt	51
5.2.1 Výpočet výsledků	53
6 Závěr.....	63
7 Seznam použitých zdrojů	64
7.1 Knižní zdroje.....	64
7.2 Elektronické zdroje	65
7.3 Legislativa	66
8 Přílohy	67

Seznam obrázků

Obrázek 1: Podíl mobilních OS na trhu 2020–2021.....	17
Obrázek 2: Příklady QR kódů, vytvořené službou Unitaglive.....	18
Obrázek 3: Příklady QR kódů, vytvořené pomocí vlastního programu	19
Obrázek 4: Věkové skupiny.....	28
Obrázek 5: Tři skupiny QR kódů	30
Obrázek 6: Hlavní budova SibADI.....	32
Obrázek 7: Plná verze loga SibADI se všemi prvky.....	35
Obrázek 8: Varianty loga navržené pro umístění do QR kódu.	36
Obrázek 9: Varianty loga navržené pro umístění do QR kódu.	36
Obrázek 10: Licenční oprávnění.....	38
Obrázek 11: Podporované formáty	39
Obrázek 12: Balíčky a třídy vlastního programu.....	40
Obrázek 13: UML diagram tříd vlastního programu.....	41
Obrázek 14: Čtení parametrů	42
Obrázek 15: Změna typu proměnné z BitMatrix na BufferedImage a kreslení modulů QR kódů širšími tečkami.....	43
Obrázek 16: Volání metody „saveQRCode“ třídy „PPAP“	43
Obrázek 17: Sjednocení obrázku a QR kódu	44
Obrázek 18: Uložení QR kódu s vloženou grafikou	44
Obrázek 19: Uživatelské rozhraní vlastního programu	45
Obrázek 20: Varianty QR kódů 1-3, vytvořené službou Unitaglive.....	46
Obrázek 21: Varianty QR kódů 4-6	46
Obrázek 22: Preferovaná varianta (vzorek č. 7)	48
Obrázek 23: „Extrémní“ nastavení	49
Obrázek 24: Příjímací plán: bakalářské studium	54
Obrázek 25: Příjímací plán: magisterské studium	55
Obrázek 26: Příjímací řízení: bakalářské studium.....	56
Obrázek 27: Příjímací řízení: magisterské studium	57
Obrázek 28: Zvýšení počtu studentů: bakalářské studium.....	59
Obrázek 29: Zvýšení počtu studentů: magisterské studium	60

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky průzkumu	27
Tabulka 2: Hodnocení vizuálního vnímání.....	50

Seznam použitých zkratk

1D kód nebo **čárový kód** je sekvence černých a bílých pruhů a jiných geometrických tvarů; grafické informace aplikované na povrch, značení nebo balení výrobků.

2D-kód je dvoudimenzionální maticový kód, jehož dekodování se provádí ve dvou dimenzích.

ISO je norma vydaná Mezinárodní organizací pro normalizaci.

IT je informační technologie, která používá jakékoli výpočetní, úložné, síťové a jiná fyzická zařízení, využívá infrastruktury a procesů k vytváření, zpracování, ukládání, zabezpečení a výměně všech forem elektronických dat.

QR kód je kód rychlé odezvy, typ 2D kódu složený z černých čtverců (modulů) uspořádaných do čtvercové matice na bílém pozadí.

SibADI je Federální státní rozpočtová vzdělávací instituce vysokoškolského vzdělávání „Sibiřská automobilová a dálniční univerzita (SibADI)“.

UML je The Unified Modeling Language, univerzální, vývojový, modelovací jazyk v oblasti softwarového inženýrství.

ZXing je zebra crossing, open-source, multiformátová knihovna pro zpracování obrazu 1D/2D čárových kódů.

1 Úvod

Rozvoj digitálních technologií je v dnešní době atraktivní téměř pro všechna odvětví podnikatelských činností. Pro mnoho podniků představují QR technologie další způsob, jak poskytnout svým zákazníkům určitou přidanou hodnotu, ať už v podobě doplňkových informací, zábavy nebo slevových kuponů. Stále častěji se QR kódy používají jako interaktivní prvek v reklamě: tisknou se na plakáty, reklamy, letáky, brožury, vstupenky atd.

Tato technologie, která byla původně používána v průmyslu, logistice, maloobchodu a reklamě, může být efektivně použita i ve vzdělávacím prostředí, kde řeší některé organizační problémy.

Problém je, že když lidé vidí QR kód, nevědí, co je uvnitř zakódováno, a proto vyžadují další informace, a to ať se jedná o text či obrázek. Tento bod je v rozporu s vizí QR kódů, která cílí na rychlejší způsob získávání informací.

QR kódy s nestandardním designem mohou tento problém vyřešit.

Hlavní myšlenkou diplomové práce je analyzovat výhody a nevýhody použití QR kódu s vloženou grafikou jako hlavního nebo vedlejšího loga společnosti, které bude fungovat ve většině, případně všech podmínkách. Výsledky lze ověřit navržením vlastního QR kódu, který byl testován z technického hlediska i z hlediska atraktivity pro jednu konkrétní firmu, nebo v případě této práce vysokou školu.

Protože základní programy pro tento účel buď nemají stabilní výsledky, nebo nemají potřebné možnosti nebo jen stojí příliš mnoho financí, bude vytvořen i vlastní program.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je vytvořit QR kód s vloženou grafikou pro federální státní rozpočtovou vzdělávací instituci vysokoškolského vzdělávání „Sibiřská státní automobilová a dálniční univerzita (SibADI)“ (Ruská federace, Omsk), který bude sloužit jako korporátní logo a zároveň poskytovat informace o vzdělávací instituci za účelem přilákat maximální počet uchazečů. Součástí práce je analýza vhodných řešení, které kombinují lidským okem čitelnou grafiku a digitální QR kód z pohledu různé náročnosti tvorby a efektivity výsledku.

2.2 Metodika

Diplomová práce se skládá z teoretické a praktické části.

Teoretická část práce je založena na analýze literární rešerše, studiu pojmů souvisejících s QR kódy, klasifikaci a srovnání maticových kódů a také informací o implementaci těchto technologií v příslušných odvětvích.

Praktickou část práce tvoří studie provedená sběrem dat pomocí dotazníku a vytvořením funkčního QR kódu s logem SibADI na základě výběru a aplikace nejvhodnějšího řešení při dodržení programovacích standardů, zejména programovacího jazyka Java. Základem teoretické a praktické části práce je rozbor odborné literatury a příslušných výzkumů.

3 Teoretická východiska

3.1 QR kód

„QR“ v QR kódech znamená „rychlou odezvu“. QR kód je typ čárového kódu, který lze snadno přečíst digitálním zařízením a který ukládá informace jako mřížku pixelů (tzv. moduly). QR kódy se často používají ke sledování informací o produktech v dodavatelském řetězci a často se používají v marketingových a reklamních kampaních. První systém QR kódů vynalezla v roce 1994 japonská společnost Denso Wave, dceřiná společnost Toyoty. Společnost potřebovala přesnější způsob sledování vozidel a dílů během výrobního procesu. Protože lineární čárové kódy nebyly pro tento úkol vhodné, byl vytvořen první QR kód pro ukládání kanji jako dvoubajtových znaků Shift JIS. S rozvojem technologie se však toto kódování stalo nejméně efektivním, protože dokáže uložit pouze 1817 znaků. V roce 2017 Denso Wave nadále vylepšoval svůj původní design. Jejich nové QR kódy zahrnují sledovatelnost, ochranu značky a opatření proti padělání (Porcile, Ferrari, 2017).

Společnost Denso Wave zveřejnila svůj QR kód a prohlásila, že nebude uplatňovat svá patentová práva (Hara, 2019, s.19).

3.1.1 Klasifikace QR kódů

V současné době existují dva typy čárových kódů, ve kterých je uložena informace v rámci matice. Podle způsobu ukládání informací vypadá rozdělení kódů následovně:

- Lineární čárový kód je snímán čtečkou čárových kódů podle jedné osy X (například EAN, Code128, Codabar). Skládané a víceřádkové symboliky vznikají složením jednodimenzionálních kódů skládajících se z čar a mezer proměnné šířky (Šoustek, Matoušek, 2012, s.26).
- 2D (dvoudimenzionální) kód, který čtečka kódů čte ve 2 osách. Maticový kód označuje 2D kódy, kde jsou data definována dvourozměrnými souřadnicemi tmavých bodů v matici. Všechny body v matici mají pevný rozměr. Tyto kódy mají v sobě poměrně velké množství dat – 4 296 alfanumerických znaků, 2 953 bajtů dat nebo 7 089 číslic. 2D čárový kód obsahuje nejen alfanumerické informace, ale může ve svém kódování obsahovat také obrázky, adresy webových stránek atd (Šoustek, Matoušek, 2012, s.28).

Důvodem pro vývoj 2D maticových kódů byla obrovská popularita lineárních čárových kódů. Na rozdíl od maticového QR kódu umožňuje jednorozměrný čárový kód kódovat výrazně menší množství informací (maximálně 20 abecedních znaků), což podnítilo vývoj účinnějšího QR kódu.

Jednou z hlavních výhod jakéhokoli maticového kódu je jeho snadné rozpoznání čtecím zařízením.

Čárové kódy a 2D kódy jsou skenovány různými metodami. Čárový kód se nejčastěji skenuje pomocí laserové čtečky. QR kód je obvykle detekován čtečkou jako dvourozměrný obrázek. Oprava chyb dělá 2D kódy mnohem lepší díky odolnosti proti poškození ve srovnání s 1D kódy. To je dosaženo použitím Reed-Solomonova algoritmu.

Architektura pro přečtení jakéhokoli QR kódu se skládá ze tří čtverců v rozích obrázku a jednoho nebo několika menších synchronizačních čtverců umístěných v různých částech obrázku. (ISO/IEC 18004:2000(E), 2000)

Synchronizační čtverce umožňují normalizovat velikost obrázku, orientaci v prostoru a také úhel snímače vzhledem k povrchu snímku. Skenovací zařízení převádí body na binární čísla s dalším ověřením kontrolního součtu.

Existuje několik způsobů, jak vylepšit estetické vnímání QR kódů. Metody změny designu lze rozdělit do 4 hlavních typů (Xu a kol., 2019, s. 1960-1970):

1. Embedded-type QR code neboli QR kód s vloženou grafikou

Tento typ využívá vložení malého obrázku nebo loga a využívá k tomu schopnosti QR kódů pro opravu chyb.

2. Deformation-type QR code neboli QR kód s deformacemi

Tento typ využívá odolnost vůči deformacím a mění tvar a barvu modulů v QR kódech.

3. Manual type QR code neboli QR kód s ručním designem

Tento typ se vyrábí ručním kreslením a renderováním a využívá pouze matematickou matici QR kódu.

4. Blended-type QR code neboli QR kód s prolnutými vrstvami

Tento typ kombinuje velký obrázek a QR kód. Využívá schopnosti QR kódů zachovat čitelnost, pokud je kontrastní rozdíl mezi pozadím a barvou modulů dostatečný.

3.1.2 Specifikace QR kódů

Standardní QR kód modelu 1 má šest složek (Hara a kol., 1994):

1. Vnější okraj

Jedná se o bílý okraj kolem vnějšího okraje sloupců a řadek pixelů QR kódu. Bez tohoto rámečku skener nedokáže určit, co je potřeba přečíst – rušivé budou okolní prvky, například při umístění kódu uprostřed textu. Tento prvek je součástí geometrické vrstvy, konkrétně tzv. tiché zóny. Při jednoduché generaci QR kódu má šířka tiché zóny alespoň 4 body ohraničující celý kód.

2. Search pattern neboli vzor vyhledávání

Skládá se ze základních čtverečků (tzv. finders), které jsou umístěny ve třech rozích kódu. Ukazují skeneru, že je před ním QR kód, a ukazují, kde jsou jeho vnější hranice a jak je orientován. Tyto čtverce jsou od zbytku kódu odděleny bílým proužkem.

3. Aligning pattern neboli vzor zarovnání

Menší čtverec, umístěný blíže pravému dolnímu rohu, umožňuje číst QR kód, i když je zkosený nebo otočený.

4. Timing pattern neboli vzor časování

Čára ve tvaru L, která probíhá mezi třemi čtverci vyhledávacího vzoru, pomáhá skeneru identifikovat jednotlivé pixely v kódu a také umožňuje přečíst i poškozený QR kód.

5. Informace o verzi

Malé datové pole poblíž pravého horního čtverce vyhledávacího vzoru, ukazuje verzi QR kódu.

6. Moduly s informací

Zbytek QR kódu obsahuje data.

3.2 Použití QR kódů

Navzdory rozdílům ve vlastnostech dvoudimenzionálního a lineárního kódu je řada jejich funkcí v praxi shodná. Proto se společnosti rozhodují mezi různými variantami 2D a 1D kódu podle potřeby a toho, co jejich partneři nejčastěji používají.

Vezměme si například tradiční použití maticových kódů ve skladech, logistice a na pokladnách obchodů. S jejich pomocí je možné snadno vést účetnictví, urychlit vyhledávání a kontrolu zboží ve skladech a také plánovat logistické trasy. Různé firmy si však pro splnění stejných úkolů vybírají různé typy kódů. (Keng a kol., 2010, s. 24)

Využití 2D kódu odstraňuje nebo výrazně snižuje riziko lidské chyby. Čtečka kódu je rychlejší a bezpečnější způsob zavádění dat než tradiční zavádění rukou.

V případě výroby se maticové kódy používají pro řízení výroby a generace databází. Po načtení čárového kódu může pracovník zaznamenat data z výroby přímo ke konkrétní operaci, např. spotřebovaný čas nebo počet vyrobených kusů. Tímto se zvyšuje produktivita zaměstnanců a výrobního procesu celkem.

Proto je v dnešní době nejvíce efektivní metodou propagace z pohledu cena/kvalita reklama na sociálních sítích a na webu, QR kódy zvyšují svůj význam. Klasické sociální sítě na webu přechází do mobilních aplikací, což ještě více zvyšuje zájem o tyto technologie.

Výhodou maticových kódů je také možnost umístění kódu kamkoliv, což je nezbytné pro případy, kde jsou vysoké nároky na úsporu místa nebo je potřeba zakódovat více informací. Příkladem může být tisk štítku o malých rozměrech, který obsahuje informace o zařízení, datu výroby, informace o vlastníkovi nebo doporučených intervalech servisní prohlídky. Dalšími výhodami 2D kódů je nízká cena, její nezávislost na cíli použití a široké možnosti změny designu, včetně možnosti umístění loga na QR kód.

Za zmínku stojí, že rozměry obrázku umožňují vytisknout kód v poměrně velkém formátu a použít jej například na nápisy a plakáty.

Během globální pandemie je zkrácení front důležitou částí protikoronavirových opatření. Čárové kódy mohou být podporou pro tyto účely. Jedním z příkladů je použití QR kódů pro kontrolu počtu zákazníků na ploše prodejny pomocí jejich předregistrace. Mimo doby karantény existuje možnost snížit náklady stejným způsobem díky snížení počtu návštěvníků prodejny. Navíc QR kódy prokázaly svou účinnost v současné situaci nedostatku polovodičů, což umožňuje lepší distribuci elektroniky.

Využití QR kódů je po světě nerovnoměrně distribuováno. Nejaktivněji se používají v zemích východní a jihovýchodní Asie, zejména v Jižní Koreji a Japonsku (Nikolaenko, Evsikova, 2015, s. 110). Tato technologie dosáhla vrcholu použití díky vytváření očkovacích průkazů.

V současné době skoro nelze najít podnik, který nepoužívá maticové kódy, což zřejmě dokazuje jejich výhodu. Použití QR kódů v marketingu ale přímo závisí na dostupnosti a míře užití smartphonů. Spojení marketingu a QR kódů vede k rozvoji nových metod reklamy a IT technologií.

3.2.1 Použití QR kódů ve vzdělávání

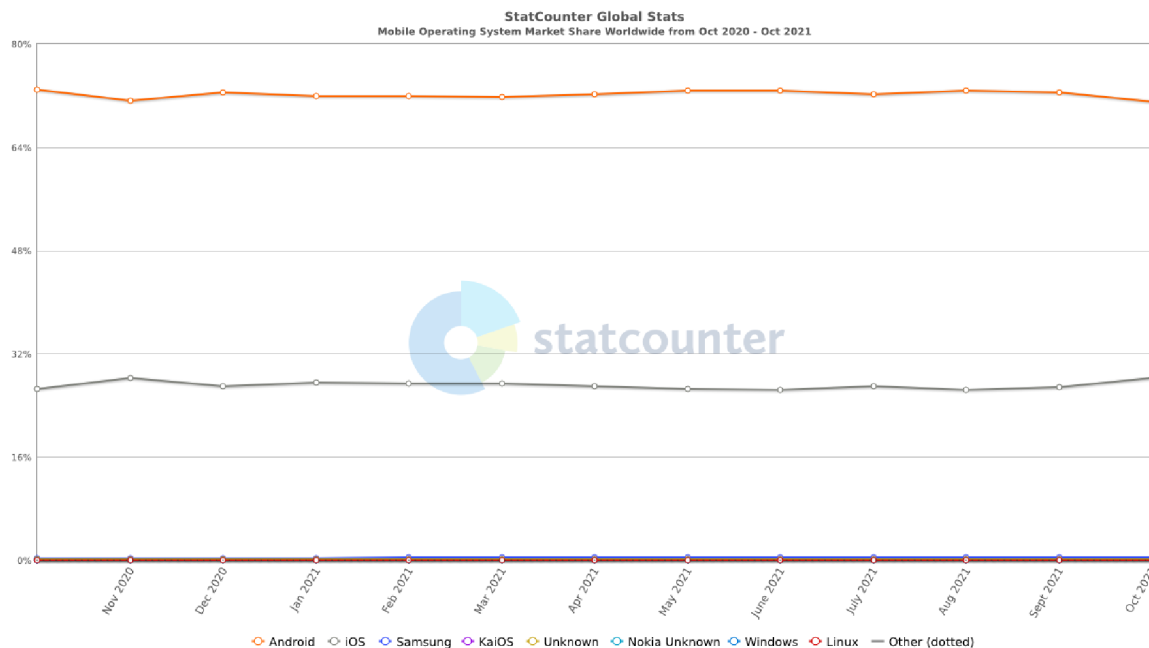
Úkolem každého studenta je pracovat s informacemi a daty. Vyhledávají, zpracovávají, shromažďují, přenášejí informace, překládají je z jedné formy do druhé atd. Využívání internetových služeb může za prvé zjednodušit práci učitelů, za druhé povede k většímu zájmu školáků a studentů o předmět ve srovnání s tradičními formami vzdělávání a zvýší tak jejich motivaci. QR kódy usnadňují a urychlují používání takových služeb a nástrojů (Burluckaya, 2016, s. 31-36).

Studenti díky své technické gramotnosti a neuroplasticitě a také širokému rozšíření IT technologií ochotně využívají všechny druhy technických novinek ve vzdělávacím procesu (Hrdličková, 2013). QR kódy umístěné v knihovně jim umožňují snadno najít elektronické verze knih a učebnic, získávat odkazy na další materiály na přednáškách. V asijských zemích v běžném životě vytvářejí vlastní kódy, aby mohli sdílet své práce a řešení se spolužáky a učiteli.

Jednoduchost použití QR kódu z pohledu studijního procesu je jeho další pozitivní kvalita. Například je rychlejší naskenovat QR kód než vyhledávat webovou adresu nebo ji zadávat ručně – stačí namířit kameru na kód a informace se do telefonu přidají.

Vzhledem k tomu, že technologie QR kódů jsou distribuovány zdarma, existuje mnoho programů, které umožňují generovat a číst QR kódy. Existuje také mnoho možností pro čtení QR kódů. Veškeré varianty čtecího zařízení lze rozdělit na dva typy: stacionární a mobilní.

Hlavní výhodou je vysoká rychlost přenosu informací z vytištěného kódu do mobilního zařízení. K naskenování QR kódu stačí mít chytrý telefon vybavený fotoaparátem a příslušným softwarem. Vhodný software je předinstalován ve všech běžných operačních systémech moderních smartphonů (iOS, Android).



Obrázek 1: Podíl mobilních OS na trhu 2020–2021

(Zdroj: Statcounter, dostupne [online]: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>)

Téměř každý má chytrý mobilní telefon, což umožňuje široké využití možností QR technologií ve vzdělávání:

- QR kódy mohou být umístěny na informačních stáncích, brožurách a plakátech s informacemi a oznámeními o instituci nebo o konkrétní akci.
- QR kódy s prezentačními materiály mohou být umístěny v programech seminářů, kulatých stolů, konferencí. Při zobrazování snímků existuje možnost pomocí QR kódů poskytnout přístup k dalším materiálům a posluchači si mohou naskenovat kód přímo z obrazovky.
- QR kódy lze použít k poskytnutí přístupu do elektronických knihoven a ke čtení elektronických knih a časopisů online.
- QR kódy lze použít ke zjednodušení online komunikace a omezení přístupu.

Netradiční forma vzdělávacího procesu s využitím QR technologií umožňuje nejen zvýšit zájem studentů o studovaný předmět, ale také rozvíjet tvůrčí samostatnost, naučit je pracovat s nejmodernějšími technologiemi a novými zdroji znalostí.

4 Vlastní práce

4.1 Dotazování uchazečů, studentů a zaměstnanců SibADI

Cílem dotazování bylo nalézt parametry pro nejatraktivnější variantu QR kódu. Tento QR kód, jak bylo uvedeno výše, bude použit k reprezentaci univerzitního pracoviště, dále také pro analýzu efektivity využití QR kódů uchazeči, studenty a zaměstnanci SibADI.

Průzkum byl proveden od května do června 2021. Dotazování bylo provedené anonymně, v nepřítomnosti dotazujícího. Seznam otázek byl sestaven předem. Dotazování bylo provedeno písemně prostřednictvím tištěných forem a online. Vzhledem k úplnosti pokrytí je průzkum selektivního typu s návratností dotazníků 100 %. Předání a sběr tištěných dotazníků prováděli v místě studia a práce (v případě práce v místnostech univerzity) pracovníci oddělení pro práci s mládeží SibADI.

Kromě dotazníku bylo respondentům předloženo několik vzorků (tištěných) různých typů QR kódů, vytvořených pomocí služby Unitaglive a pomocí vlastní programy, rozdělených do čtyř skupin. Čtvrtá kategorie, tedy QR kódy beze změn, nezaznamenala žádnou kladnou odezvu a byla odstraněna z analýzy a tabulky.



Obrázek 2: Příklady QR kódů, vytvořené službou Unitaglive

(Zdroj: autor na základě služby Unitaglive. <https://www.unitag.io/>)



Obrázek 3: Příklady QR kódů, vytvořené pomocí vlastního programu

(Zdroj: autor)

Vybraná metodologie umožnila provedení dotazování většího počtu respondentů za co nejkratší dobu a za co nejnižší náklady.

4.1.1 Výsledky průzkumu

Průzkum umožnil za co nejnižší náklady provést analýzu mezi velkým počtem lidí a v krátké době zjistit názory uchazečů, studentů a zaměstnanců SibADI na využívání QR technologií.

První čtyři otázky dotazníku souvisejí s osobními charakteristikami respondentů, kteří se průzkumu zúčastnili, za účelem zjištění závislosti na:

- rozšířenosti používání QR technologií ve věkových a genderových skupinách lidí;
- nutnosti používat QR technologie v každodenním životě, práci a studiu;
- použitelnosti QR kódů.

Otázky 5-7 byly navrženy tak, aby zkoumaly podíl respondentů, kteří mohou využívat QR technologie pomocí vlastních mobilních zařízení. Ne všechny mobilní telefony základní třídy umí skenovat QR kódy. Z výsledků průzkumu vyplynulo, že většina dotázaných má zařízení technicky přizpůsobená pro používání QR technologií.

Míra potřeby respondentů používat QR technologie navíc závisí na ceně mobilního zařízení: rychlost a jednoduchost skenování kódů má vliv na pohodlí jejich použití v každodenním životě, ve vzdělávacím procesu a v práci. To potvrzují odpovědi na otázky 9-12 (většina respondentů odpověděla kladně).

Dotazníkové otázky 11, 12, 14, 15, 17, 18 byly vytvořeny tak, aby objasnily názor těch respondentů, kteří již QR technologie používají, otázky se týkají:

- oblastí použití maticových kódů,
- účelů použití maticových kódů.

Průzkum zároveň ukázal preference respondentů v oblasti:

- různých typů QR kódů,
- vhodného umístění pro jednoduchost čtení,
- jednotlivých prvků designu,
- velikosti kódů.

Otázky 24-28 jsou zaměřeny na analýzu použití QR kódů s vloženou grafikou.

Respondenti ve 29. otázce dotazníku uvedli řadu návrhů na netradiční (z jejich pohledu) použití QR kódů s vloženou grafikou. K tomu byli respondenti požádáni, aby přidali své vlastní názory na možné oblasti použití k již známým. Například kde, jak a proč by naskenovali lineární nebo dvoudimenzionální kód. Všechny navržené varianty byly zpracovány; zopakovány či významově podobně zkombinovány a uplatněny ve výsledcích dotazníkového šetření v této práci.

Výsledek dotazování mezi uchazeči, studenty a zaměstnanci SibADI za období od května do června 2021, kterého se účastnilo 520 respondentů je uveden v následující tabulce:

1. Do jaké věkové kategorie spadáte?					
A) 16-25 let		B) 25-35 let		C) Více než 35 let	
325	62,5 %	115	22,1 %	80	15,3 %
2. Pohlaví respondenta.					
A) Muž	B) Žena	A) Muž	B) Žena	A) Muž	B) Žena
290	35	35	80	25	55
3. Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?					

115	A) Základní třída	19	A) 3 a méně	5. Uveďte, prosím, váš průměr známek během posledního studia.	61	A) Uchazeč o studium	4. Jaké je vaše povolání?	49	A) Středoškolské vzdělání
170	B) Střední třída	266	B) 2 a více		134	B) Student 1. ročníku.		35	B) Vyšší odborná škola
40	C) High-end	40	C) 1 a více		100	C) Student		225	C) Ukončené vysokoškolské
					30	D) Zaměstnanec		15	D) Nedokončené vysokoškolské
20	A) Základní třída	5	A) 3 a méně	5	A) Uchazeč o studium	10		A) Středoškolské vzdělání	
60	B) Střední třída	90	B) 2 a více	0	B) Student 1. ročníku.	16		B) Ukončená vyšší odborná škola	
30	C) High-end	20	C) 1 a více	14	C) Student	85		C) Ukončené vysokoškolské	
				95	D) Zaměstnanec	4		D) Nedokončené vysokoškolské	
20	A) Základní třída	16	A) 3 a méně	0	A) Uchazeč o studium	5		A) Středoškolské vzdělání	
40	B) Střední třída	40	B) 2 a více	0	B) Student 1. ročníku.	19		B) Vyšší odborná škola	
				5	C) Student	46	C) Ukončené vysokoškolské		
20	C) High-end	19	C) 1 a více	75	D) Zaměstnanec	10	D) Nedokončené vysokoškolské		
		6. Cenová třída vašeho mobilního telefonu?							

7. Umí váš mobil skenovat QR kódy?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
312	0	4	105	2	0	55	5	9
8. Možnost využít nový, nebo dražší, mobilní telefon je podnětem ke skenování QR kódů.								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
146	174	5	50	65	0	20	55	5
9. Je pro vás výhodné používat QR kódy?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
310	10	5	89	5	21	55	5	20
10. Jak často skenujete QR kódy?								
A) 4x nebo vícekrát týdně	B) 2–3x týdně	C) 2–4x za měsíc	D) Jednou za měsíc či méně často	A) 4x nebo vícekrát týdně	B) 2–3x týdně	C) 2–4x za měsíc	D) Jednou za měsíc či méně často	A) 4x nebo vícekrát týdně
								B) 2–3x týdně
								C) 2–4x za měsíc
								D) Jednou za měsíc či méně často

109	116	35	15	0	20	95	0	0	5	15	60
11. Myslíte si, že vám QR kódy šetří čas?											
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
291	5	29	76	20	14	35	5	40			
12. Myslíte si, že můžete použít QR kód jako zdroj informací?											
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
291	5	29	76	20	14	35	5	40			
13. Může bezplatný přístup k internetu ovlivnit frekvenci skenování QR kódů na tomto místě?											
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
105	105	30	65	10	40	26	5	49			
14. Naskenuji QR kód pro vyplnění formuláře?											
A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím	A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím	A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím	A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím
295	0	30	100	0	15	40	5	35			
15. Je výhodnější použít QR kód než vyhledávat informace přes internetové vyhledávače?											
A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím	A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím	A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím	A) Spíše ano	B) Spíše ne	C) Nevím
296	0	29	99	0	16	40	5	35			

16. Který z těchto QR kódů vypadá přitažlivěji?								
A) 1. Klasický černobílý	B) 2. S vloženou grafikou	C) Nevím	A) 1. Klasický černobílý	B) 2. S vloženou grafikou	C) Nevím	A) 1. Klasický černobílý	B) 2. S vloženou grafikou	C) Nevím
40	265	10	20	85	10	10	65	10
17. Je lepší použít nestandardní, ale atraktivnější QR kód?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
285	30	10	95	15	5	55	15	10
18. QR kód s vloženou grafikou vám může umožnit rychle se dostat k požadovanému tématu?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
306	10	9	110	0	5	64	5	11
19. Který designový prvek vypadá zajímavěji?								
A) 1. Vložený obrázek	B) 2. Vložené logo	C) 3. Zaoblení rohů	D) Změna barvy	A) 1. Vložený obrázek	B) 2. Vložené logo	C) 3. Zaoblení rohů	D) Změna barvy	A) 1. Vložený obrázek
								B) 2. Vložené logo
								C) 3. Zaoblení rohů
								D) Změna barvy

161	139	0	25	60	50	0	15	36	34	0	0
20. Kde je nejlepší umístění QR kódu v textu?											
A) Na začátku textu	B) Uprostřed textu	C) Na konci textu	A) Na začátku textu	B) Uprostřed textu	C) Na konci textu	A) Na začátku textu	B) Uprostřed textu	C) Na konci textu			
170	60	95	16	5	94	40	5	35			
21. QR kód v žádném případě nepřechtu, pokud je nevhodně umístěn.											
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím			
258	34	33	75	25	15	30	30	20			
22. Je velikost QR kódu pro vás důležitá?											
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím			
285	25	15	101	4	10	75	0	5			
23. Který z těchto QR kódů vypadá zajímavěji?											
A) 1.	B) 2.	C) 3.	A) 1	B) 2.	C) 3.	A) 1	B) 2.	C) 3.			

51	199	75	20	85	10	21	39	0
24. Myslíte si, že je možné použít QR kód s vloženým logem pro reklamní účely?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
290	0	35	106	0	9	70	0	10
25. Chtěli byste vidět QR kódy s vloženou grafikou častěji?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
265	0	70	115	0	0	35	15	30
26. Jsou podle vás QR kódy s vloženou grafikou vhodné pro venkovní reklamu?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
246	24	55	94	21	0	55	15	10
27. Může krásný QR kód sloužit jako dekorace?								
A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím	A) Ano	B) Ne	C) Nevím
281	0	44	115	0	0	70	0	10
28. Měli jste nějaké problémy se čtením QR kódu s vloženou grafikou?								

A) Ano	B) Ne	A) Ano	B) Ne	A) Ano	B) Ne
10	260	0	90	0	60
29. Jaká je první neobvyklá aplikace QR kódu, která vás napadne?					
- Slevová akce – 34					
- Stojí v zoo – 15					
- Popis kosmetiky – 77					
- Popis lihovin – 103					
- Historické informace – 21					
- Popis nádobí, domácích potřeb – 39					

Tabulka 1: Výsledky průzkumu

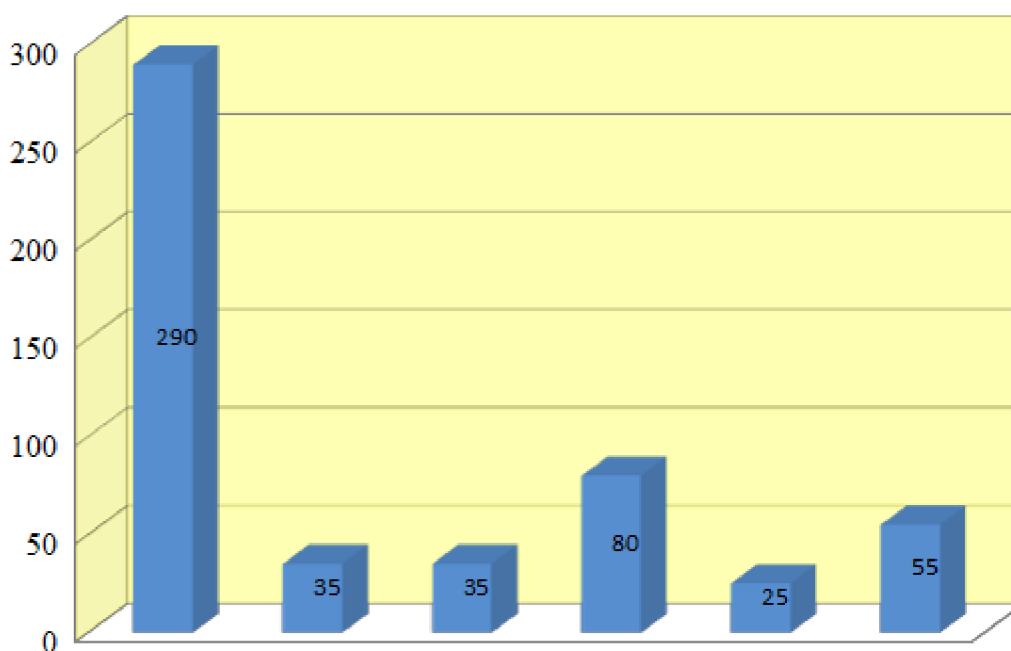
(Zdroj: autor a SibADI)

4.1.2 Analýza výsledků průzkumu

Mezi respondenty převažovala věková skupina 16-25 let (62,5 %), další byla věková skupina 25-35 let (22,1 %), a pak věková skupina 35 let a více (15,3 %).

Většina respondentů byli muži (67,4 %). Většina žen patří věkovým skupinám 25-35 let a 35 let a více – to znamená, většina žen v dotazníku jsou zaměstnankyně SibADI.

Ve věku 16 až 25 let bylo celkem 89,2 % mužů. Tato situace vyplývá z technického zaměření univerzity.



Obrázek 4: Věkové skupiny

(Zdroj: autor)

200 respondentů (38,5 %) jsou pracovníci SibADI, z nichž 10 % pokračuje ve studiu. Zbylí respondenti (320 lidí) jsou studenti nebo uchazeči o studium.

Z výzkumu vyplývá, že 100 % respondentů má alespoň základní představu o skenování QR kódů pomocí jejich mobilního telefonu a jenom 3,8 % odpovědělo, že tuto funkci nemají nebo o ní neví. Tuto situaci lze vysvětlit anti-covidovými omezeními a aktivním používáním QR kódu během pandemií.

52 % odpovědělo, že mají mobilní zařízení střední třídy, asi 18 % ve třídě high-end a ostatní (30 %) v základní třídě.

Existuje vztah mezi inteligenčním kvocienem a schopnostmi ovládnání nových věcí, včetně nových technologií (Rapier, 1962, s. 15-17). V rámci dané práce lze použití QR kódů a dalších tipů maticových kódů přiřadit k novým technologiím. I když maticové kódy nejsou novou technologií a vznikly v 60. letech 20. století a samotný koncept byl patentován v roce 1949, kombinace moderních mobilních telefonů, možnosti skenování QR kódů a nejnovější metodiky marketingu je možné zařadit do této kategorie (Woodland, Bernard, 1949).

Nejjednodušším způsobem pro vyjádření inteligenčního kvocientu jako schopnost učit se novým věcem v rámci univerzitního pracoviště jsou studijní výsledky. Podle analýzy mají největší podíl střední studijní výsledky (76 %), což odpovídá normálnímu rozdělení. Další

skupinou v rámci studijních výsledků jsou studenti s nadprůměrnými známkami (15,4 %). To znamená, že 91,4 % respondentů má vysokou schopnost učit se novým věcem.

Navíc s vyšším stupněm formálního vzdělání nebo se zvyšováním kvality vzdělání se zvyšuje i schopnost jednotlivce používat technologická zařízení (Zin a kol., 2015, s. 354-355). To má také dopad na výsledky tohoto výzkumu.

Například 87,5 % odpovědělo pozitivně na otázku o jednoduchosti využití QR kódů. Navíc 50 % skenuje QR kódy velmi často. Ale je nutné mít na paměti, že tyto výsledky byly pořízeny v období pandemie při pravidelném používání QR kódů jako potvrzení vakcinace.

Pokud se hlavní činnost člověka přímo netýká práce s high-tech zařízením nebo jinými technologiemi, neexistují podněty k jejich osvojení. Potvrzuje to pokles zájmu o téma, jak ve starší věkové skupině, tak i mezi zaměstnanci.

U studentů je vyžadována schopnost studovat nové věci.

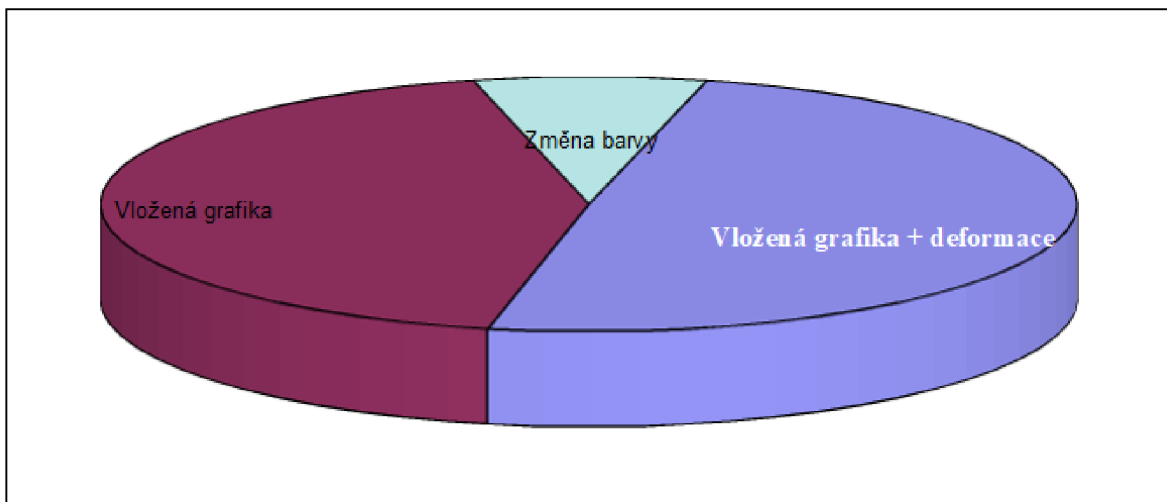
Více než 75 % pozitivních odpovědí na otázky 11 až 15 potvrzuje, že z pohledu jednoduchosti:

- QR kódy mohou ušetřit čas,
- QR kódy nejsou finančně náročné,
- pomáhají zvyšovat vzdělávací a odbornou úroveň.

44,3 % respondentů mladších 35 let a se zájmem o novinky v technologiích odpovědělo, že jedním z možných podnětů ke skenování QR kódů je možnost využít k tomu nový, nebo dražší, mobilní telefon a mít možnost demonstrovat nové zařízení.

Byl tedy nalezen vztah mezi cenou mobilního telefonu a touhou naskenovat QR kód. Výzkum ukázal, že četnost používání QR kódů v životě, práci nebo studiu je ovlivněna:

- přístupem k wifi,
- bezplatným přístupem k internetu,
- pozicí QR kódů, včetně pozice v textu,
- velikostí QR kódu,
- typem a vzhledem QR kódu,
- designem QR kódu.



Obrázek 5: Tři skupiny QR kódů

(Zdroj: autor)

Respondenti předložili řadu návrhů na využití QR kódů v různých oblastech:

- v reklamních akcích při gamifikaci,
- na stojanech v zoo s popisy zvířat,
- na prodejním obalu kosmetiky,
- pro popis jídla, alkoholu, nápojů atd. v jídelních lístcích restaurací,
- popis historických objektů a budov v rámci venkovní reklamy,
- popis nádobí, různých domácích potřeb atd.

Na základě průzkumu lze říci, že QR kódy s vloženou grafikou jsou z řady důvodů výhodnější než klasické černobílé

- vyvolají touhu je více používat,
- pomáhají rychleji najít požadované téma vyhledávání,
- jsou vizuálně atraktivnější,
- mohou být použity pro reklamní, vzdělávací nebo herní účely,
- mohou být použity jako rozpoznatelné firemní logo,
- stejně snadno se skenují s vhodně zvolenými parametry.

Pokud existuje přístup ke vhodné hotové aplikaci pro tvorbu vlastních QR kódů, je možné generovat jednoduché QR kódy s vloženou grafikou skoro stejně rychle jako běžné.

Na druhou stranu je nutná příprava designu, ale výhody QR kódu s vloženou grafikou převáží dočasné ztráty.

4.2 QR kód s vloženou grafikou pro reprezentaci SibADI

Vzhledem k tomu, že dotyčná organizace je poměrně stará, navrhovaný QR kód by měl odpovídat zavedenému stylu a designu. To vyžaduje analýzu aktuálního loga organizace.

4.2.1 Charakteristika univerzity

Federální státní rozpočtová vzdělávací instituce vysokoškolského vzdělávání „Sibiřská automobilová a dálniční univerzita (SibADI)“ je jednou ze dvou technicky specializovaných ruských státních univerzit, která připravuje kvalifikovaný inženýrský personál pro stavbu silniční dopravy v Rusku. Specializuje se na stavby v odlehlých oblastech Sibiře, Dálného východu a Dálného severu.

Univerzita byla založena ve městě Omsk 20. srpna 1930. Dnes je to inovačně zaměřená, sektorová univerzita v oboru dopravy a stavebnictví. SibADI má výkonnou vzdělávací a vědeckou základnu, laboratoře s moderním vybavením, konferenční místnosti, počítačové učebny s multimediálním vybavením. Ve vzdělávacím procesu se používají nejmodernější výukové metody.

V současné době se SibADI skládá z 31 kateder, 3 institutů a 6 fakult:

- Dálnice a mosty,
- Silniční doprava,
- Manažerské informační systémy,
- Plynárenské, ropní a stavební zařízení,
- Průmyslové a občanské stavby,
- Ekonomika a management,
- Stavební ústav,
- Ústav magisterského a postgraduálního studia,
- Institut dalšího vzdělávání.

Univerzita nabízí programy v kombinované i prezenční formě studia. SibADI zaměstnává pedagogický sbor, výzkumné pracovníky, inženýry a další personál, celkem 758 lidí.

Průměrný roční počet studentů v prezenční a kombinované formě studia je 6 273 osob.

- 2018 – 6 512 studentů,

- 2019 – 6 131 studentů,

- 2020 – 6 176 studentů.



Obrázek 6: *Hlavní budova SibADI*

(Zdroj: SibADI. <https://sibadi.org/en/>)

4.2.2 Analýza designu

Základními prvky každého QR kódu podle standardu ISO 18004 jsou tmavé a světlé moduly o stejné výšce a šířce reprezentující data, přičemž tmavý modul značí binární jedničku a světlý binární nulu. Ale pokud barevné provedení QR kódů není dostatečně kontrastní k odlišení světlé a tmavé složky, lze použít prakticky libovolnou barevnou kombinaci (ISO/IEC 18004:2000(E), 2000).

Kromě toho geometrické provedení bodů nemusí odpovídat soustředným čtvercům. Standard ISO 18004 dovoluje toleranci 0,5 oproti perfektnímu poměru 1:1:3:1:1.

QR kódy obvykle začínají přibližně 21 řádky a sloupci. Pro každé další 4 řádky a sloupce kód zvyšuje svou hustotu o faktor 1. Například v případě 3 nebo 4 megapixelového fotoaparátu, by každý bod neměl mít průměr menší než 0,016 palce (0,4 mm). Velikost bodu se tedy vypočítá jako šířka kódu dělená počtem řádků (Hoch, 2017).

Při generování QR kódu s vloženou grafikou je třeba si uvědomit, že QR kód může ztratit jen určitou část dat a zachovat si čitelnost.

Z technického hlediska jakákoliv změna designu QR kódu je v praxi poškození kódu. V důsledku toho změny využívají rezervní schopnosti maticového kódu k opravě chyb čtení. Pro opravu chyb se používá Reed-Solomonův kód s 8bitovým kódovým slovem.

Existuje několik standardních úrovní opravy chyb, které určují podíl nadbytečných dat:

- L: 7 %,
- M: 15 %,
- Q: 25 %,
- H: 30 %.

Protože podíl redundance snižuje množství užitečné informace v QR kódu, měla by být úroveň redundance zvolena tak, aby zůstala určitá rezerva. Tato potřeba vychází z potřeby zachovat schopnost přečíst kód v následujících nejběžnějších případech:

- slabé osvětlení,
- špatné povětrnostní podmínky,
- nedostatečné schopnosti čtečky,
- ostré úhly čtení,
- poškození nebo zhoršení kvality kódu,
- čtení z obrazovky jiného digitálního zařízení.

Nevýhodou vysoké redundance je kromě snížení množství užitečné informace také snížení rychlosti čtení kódu.

Kromě úrovně redundance existuje i problematika verzí QR kódu. Denso Wave uvádí, že číselný kód verze je specifikován jako čtvercová mřížka bodů rozměru $17 + 4 \cdot V = V$, kde V je verze kódu (Denso Wave, 2016).

Každá verze má jinou konfiguraci modulu nebo počtu modulů. Modul odkazuje na černé a bílé čtverečky, které tvoří QR kód.

Obvykle určuje výslednou velikost QR kódu množství a typ zakódovaných dat. V navržené verzi generátoru QR kódů je možné verzi manuálně změnit. To umožňuje rozšířit možnosti změny kódu.

Specifikováno je celkem 40 verzí, přičemž originální QR kód „Model 1“ měl pouze 14 verzí (73 x 73 modulů) (Hara a kol., 1994). Nejmenší QR kód (verze 1) má 21×21 pixelů,

největší (verze 40) má 177×177 pixelů. QR kód následující verze je přesně o 4 moduly větší než předchozí vodorovně i svisle (Nojiri, 2003).

Sekundárním faktorem, který je nutné vzít v úvahu při generování QR kódu s vloženou grafikou, je velikost vnějšího okraje. Z hlediska generování v programovacím jazyku Java se jedná o rozšířené pozadí QR kódu. Zvětšení velikosti vnějšího okraje usnadňuje tisk kódu na fyzické objekty a usnadňuje skenování pod ostrým úhlem, ale může negativně ovlivnit vizuální vnímání kódu. Pokud máme dostatečnou míru nadbytečných informací, můžeme okraj úplně opustit.

Na základě výše uvedených požadavků je nutné zvolit optimální kombinaci následujících faktorů:

- vzhled,
- vizuální přitažlivost,
- reakce respondentů,
- technická čitelnost,
- snadnost tisku,
- složitost implementace,
- náklady.

Použití QR kódu je vhodné nejen jako logo vzdělávací instituce jako celku, ale i jako lidským okem rozpoznatelný identifikátor pro samostatnou část vzdělávací instituce univerzitního typu, například katedru. Při výběru nejvhodnějšího řešení je třeba zvážit řadu parametrů z technického hlediska, z hlediska designu a zohlednit nutnost zachování historie instituce. Historická barva loga SibADI je modrá a je zachována od založení organizace v roce 1930.

Současné logo školy obsahuje:

- ozubené kolečko, demonstrující technické zaměření univerzity,
- silnice a most, které odkazují na zaměření univerzity na inženýrské stavby a stavbu silnic,
- symbol vlaštovky spojený s řekou Irtyš, na jejímž břehu se univerzita nachází.

Mořská symbolika odkazuje na skutečnost, že Omsk je místem odpočinku ptáků během migrace.

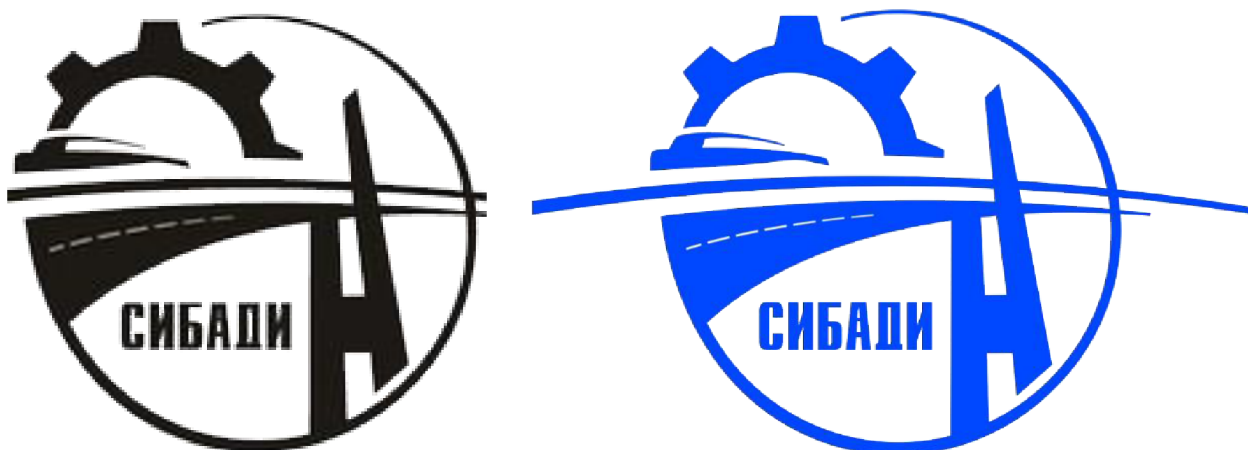


Obrázek 7: *Plná verze loga SibADI se všemi prvky*

(Zdroj: SibADI. <https://sibadi.org/en/>)

Při vytváření QR kódu je nutné zachovat stylistickou jednotu s logem pro situace, kdy je původní logo nahrazeno QR kódem a není použito. Proto je nutné zachovat původní barvu pro barevný tisk. Univerzita poskytla 4 různé odstíny loga:

- černá (**29, 26, 21**) RGB nebo **#1d1a15** HEX pro černobílý tisk,
- modrá 1. (**0, 72, 255**) RGB nebo **#0048ff** HEX pro vysoce kontrastní barevný tisk,
- modrá 2. (**0, 88, 159**) RGB nebo **#00589f** HEX,
- modrá 3. (**35, 106, 188**) RGB nebo **#236abc** HEX.



Obrázek 8: Varianty loga navržené pro umístění do QR kódu.

(Zdroj: SibADI)



Obrázek 9: Varianty loga navržené pro umístění do QR kódu.

(Zdroj: SibADI)

Alternativně je možné použít černou barvu jako neutrálnější vzhledem k rozšířenosti a nízké ceně černobílého tisku. Další výhodou této možnosti je snadné čtení QR kódu z bílého povrchu. Je třeba poznamenat, že v některých případech je výhodné použít různé barvy pro vloženou grafiku a moduly QR kódu. Rozdíl v odstínu přitahuje pozornost a vytvořený program umožňuje tento úkol splnit.

Zaoblené tvary použité v původním logu jsou stylově dobře kombinovány s variantami QR kódu se zaoblenými pixely. Na druhou stranu je třeba vzít v úvahu i nutnost zachovat schopnost číst QR kód za většiny podmínek. Například poměr 0,14 mezi plochou loga a QR kódem umožňuje použít úroveň M korekce (ztráta až 15 %) jenom v ideálních podmínkách. Zároveň nemá smysl snižovat tento poměr, protože logo se stává nerozeznatelné.

Při výběru designu vypadají QR kódy s vloženým logem lépe, pokud mají obrázek vycentrovaný. Je však nutné konstatovat, že tým knihovny ZXing v dokumentaci zmiňuje

vyšší roli centrálních pixelů centrálních modulů v robustnosti kódu. Na druhou stranu pokud se logo přesune ze středu, může zablokovat jeden nebo více finderů, což povede k podstatnému snížení rychlosti skenování nebo dokonce k nečitelnosti kódu (Xu a kol., 2019, s. 1962). I když se kódy nepoužívají k přenosu informací a nejsou technicky potřebné, většina běžných skenovacích programů vyžaduje timing a alignment vzory.

Z toho vyplývá, že technické specifikace a použití v reálném případě jsou odlišné věci. Většina lidí používá chytré telefony ke skenování QR kódů. Telefony mohou být různých značek, různé cenové kategorie, s různými fotoaparáty, operačním systémem, skenovacími programy a celkově různými specifikacemi. Lidská chyba je zde také faktorem. Z tohoto důvodu, stejně jako ve většině případů kombinování technologických a marketingových nástrojů, je vyžadována robustnost nad běžné specifikace.

Vzhledem k tomu, že informace plánované k šifrování v rámci QR kódu nepřesahují 4 296 alfanumerických znaků, a to jak v případě odkazu na internetové stránky SibADI, tak i v případě použití QR kódu jako elektronického identifikátoru, může být faktor kapacity matice vyřazen. V důsledku toho se jako nejvhodnější úroveň korekce zdá být úroveň H (ztráta až 30 %).

Také je nutné vzít v úvahu tisk a nejvhodnější podmínky pro skenování tištěné formy kódu (Qian a kol., 2017, s.56-64):

- Optimální poměr mezi skenerem a kódem pro většinu standardních optických zařízení je 10:1.
- Nedoporučuje se vytvářet kódy menší než 1,2 čtverečních palců (3 centimetry čtvereční). Je však možné zmenšit kódy, které jsou stále čitelné, pokud obsahují dostatečně krátké adresy URL. Někdy se to dělá například u vizitek.
- V případě vytištěných QR kódů se doporučuje zahrnout okraje pro lidské oči. Doporučený okraj je minimálně 0,3 cm.
- Pokud je QR kód nasměrován na web, obvykle je dobrý nápad udržovat web optimalizovaný pro mobily. Většina skenů se provádí pomocí mobilního telefonu, takže většina čtení bude provedena stejným zařízením.

4.3 Realizace vlastního programu

Pro tvorbu QR kódu s vloženou grafikou bylo rozhodnuto použít knihovnu ZXing, jako hlavní a nejoblíbenější nástroj pro Java vývojáře pracující s QR kódy. ZXing je užitečný jak pro vytváření, tak pro čtení QR kódů.

4.3.1 ZXing

ZXing ("zebra crossing") je open-source, multiformátová knihovna pro zpracování obrazu 1D/2D čárových kódů, která je implementována v programovacím jazyce Java s porty do jiných jazyků.

Knihovna ZXing distribuována pod licencí Apache 2.0, která dovoluje tuto knihovnu bezplatně používat, modifikovat a tyto modifikované verze dále šířit.

V současné době (5. 11. 2021) je projekt v režimu údržby, což znamená, že budou implementovány pouze opravy chyb a drobná vylepšení. Jinak neexistuje žádný aktivní vývoj.

Permissions	Limitations	Conditions
✓ Commercial use	✗ Trademark use	ⓘ License and copyright notice
✓ Modification	✗ Liability	ⓘ State changes
✓ Distribution	✗ Warranty	
✓ Patent use		
✓ Private use		

Obrázek 10: Licenční oprávnění.

(Zdroj: ZXing team. <https://github.com/zxing/zxing/blob/master/LICENSE>)

V současné době ZXing podporuje následující formáty kódů:

1D product	1D industrial	2D
UPC-A	Code 39	QR Code
UPC-E	Code 93	Data Matrix
EAN-8	Code 128	Aztec
EAN-13	Codabar	PDF 417
UPC/EAN Extension 2/5	ITF	MaxiCode
		RSS-14
		RSS-Expanded

Obrázek 11: *Podporované formáty*

(Zdroj: ZXing team. <https://github.com/zxing/zxing/>)

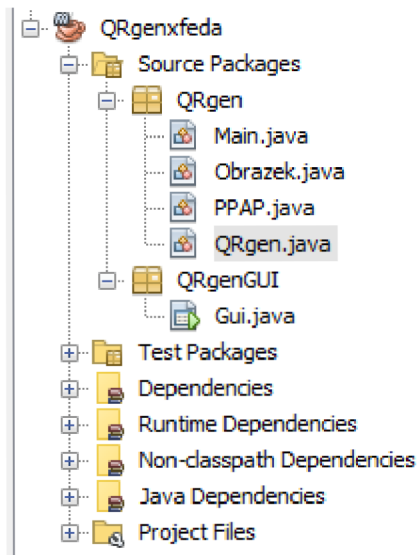
Aktuální vydání mimo jiné sestává z následujících součástí:

- core: základní knihovna pro dekódování obrazu a testovací kód,
- javase: klientský kód specifický pro JavaSE,
- android: předpřipravený základní klient pod názvem Barcode Scanner pro Android,
- android-integration: podporuje integraci do vlastní aplikace s výše uvedeným skenerem čárových kódů Barcode Scanner,
- android-core: kód související se systémem Android sdílený mezi Barcode Scanner a dalšími aplikacemi pro Android,
- zxingorg: předpřipravený základní online-klient pod názvem ZXing Decoder Online. Dostupné z URL <zxing.org>,
- zxing.appspot.com: backend kód webového generátoru čárových kódů. Dostupné z URL <zxing.appspot.com>,
- docs: dokumentace,
- LICENSE: licenční ujednání.

4.3.2 Popis vlastního programu

Program se skládá ze dvou balíčků:

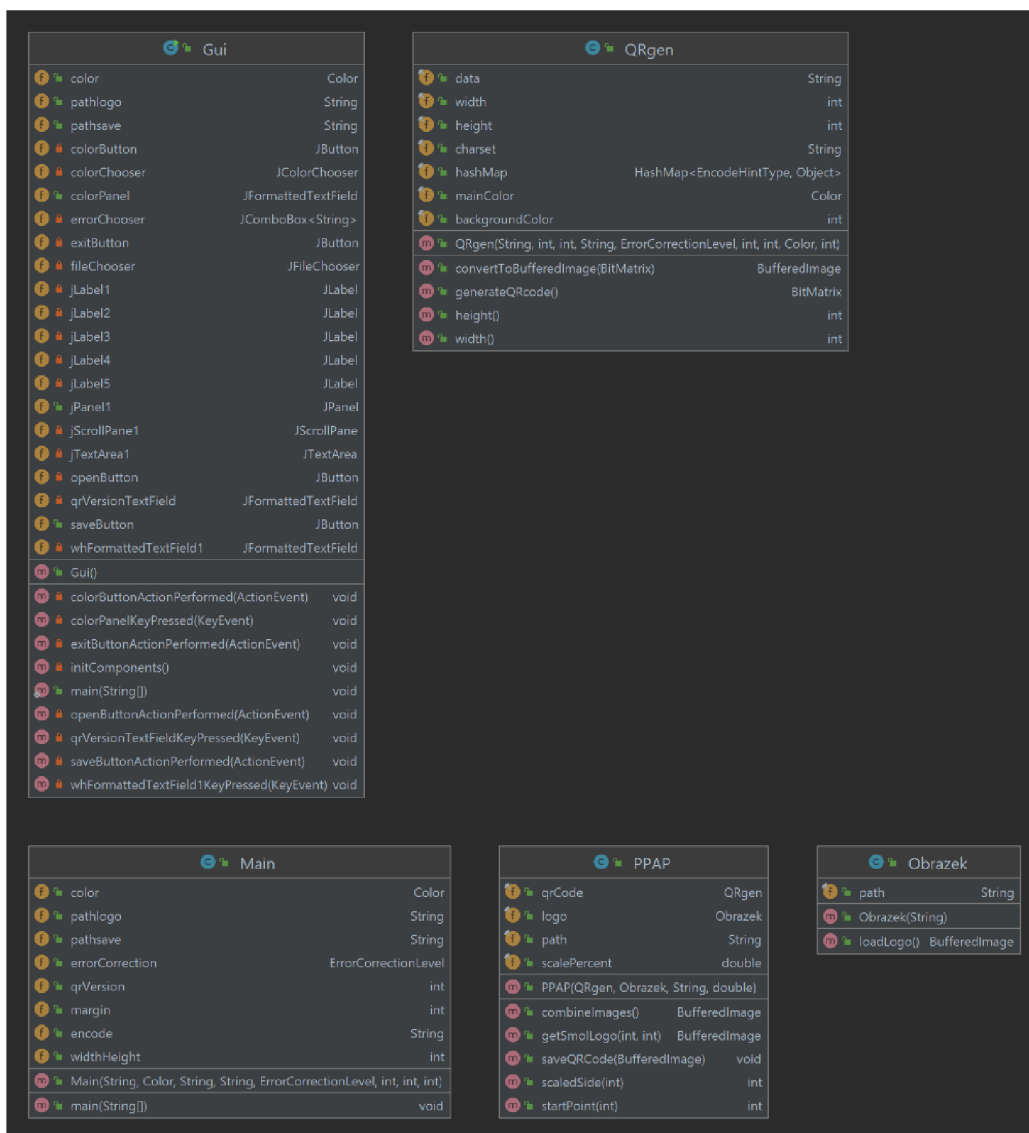
- QRgen,
- QRgenGUI.



Obrázek 12: *Balíčky a třídy vlastního programu*

(Zdroj: autor)

Diagram tříd je diagram implementace, který zahrnuje všechny třídy programu, všechny jejich atributy, metody a konstruktory.



Obrázek 13: UML diagram tříd vlastního programu

(Zdroj: autor)

Třída „QRgen” obsahuje všechny potřebné atributy pro generace základního QR kódu. V prvním kroku program kóduje zadanou informaci jako matice bitů. Uživatel může nastavit verze QR kódu (1-40), úroveň korekce (L-H). Následuje ukázka čtení parametrů pro generování matice bitů a některých parametrů pro generování QR kódu s vloženou grafikou z nastavení uživatelského rozhraní:

```

private void saveButtonActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    int widthHeight = Integer.parseInt(whFormattedTextField1.getText());
    if (widthHeight <= 0) {widthHeight = 400;}
    ErrorCorrectionLevel errec = ErrorCorrectionLevel.H;
    String errorcorrection = errorChooser.getSelectedItem().toString();
    switch (errorcorrection) {
        case "L: 7%": errec = ErrorCorrectionLevel.L;
        case "M: 15%": errec = ErrorCorrectionLevel.M;
        case "Q: 25%": errec = ErrorCorrectionLevel.Q;
        case "H: 30%": errec = ErrorCorrectionLevel.H;
    }

    int qrVers = Integer.parseInt(qrVersionTextField.getText());
    if (qrVers < 1) {qrVers = 1;}
    if (qrVers > 40) {qrVers = 40;}
    //int clr = color.getRGB(); //ARGB Integer version
    String encode = jTextAreal.getText();

    int userVal = fileChooser.showSaveDialog(this);
    fileChooser.setDialogTitle("Specify a file to save");
}

```

Obrázek 14: Čtení parametrů

(Zdroj: autor)

Dále je nutné převést BitMatrix do BufferedImage neboli do obrázku. To umožňuje používat třídu Java Graphics2D. Během této změny je jednodušší a rychlejší provést všechny potřebné změny v návrhu QR kódu.

Ve druhém kroku podle informace uložené v matici bitu kreslí program obrázek a zároveň mění QR kód podle požadovaných přání uživatele. V tuto chvíli lze změnit vlastnosti designu QR, například přidat zkreslení, změnit tvar QR modulů ze čtverců na zaoblené čtverce nebo zvolit barvu atd. První verze programu používala ARGB Integer ke změně barvy QR kódu, ale současná verze používá přímo HEX hodnoty, což vedlo k mírnému zvýšení rychlosti a jednoduchosti kódu programu.

```

BufferedImage image = new BufferedImage(width, height, BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
Graphics2D graphics = image.createGraphics();

graphics.setRenderingHint(RenderingHints.KEY_ANTIALIASING, RenderingHints.VALUE_ANTIALIAS_ON);
graphics.setBackground(Color.white);
graphics.clearRect(0, 0, width, height);
graphics.setColor(mainColor);

for (int i = 0; i < width; i++)
{
    for (int j = 0; j < height; j++)
    {
        if (matrix.get(i, j) == true)
        {
            graphics.fillOval(i, j, 3, 3);
        }
    }
}

graphics.dispose();

```

Obrázek 15: Změna typu proměnné z *BitMatrix* na *BufferedImage* a kreslení modulů QR kódů širšími tečkami

(Zdroj: autor)

Třída „Obrázek” je zodpovědná za načtení loga nebo jakéhokoliv jiného obrázku.

Třída „PPAP” v prvním kroku zmenšuje logo, které jí bylo předáno ze třídy „Obrázek“. Pak spočítá počáteční souřadnice pro kreslení loga/obrázku uprostřed QR kódu. V tomto kroku existuje možnost změnit počáteční bod pro kreslení nebo velikost obrázku v procentech ve srovnání s QR kódem.

```

public void main(String[] args) throws IOException, WriterException
{
    QRgen qrCode = new QRgen(encode, widthHeight, widthHeight, "UTF-8", errorCorrection, qrVersion, 2, color, -1);
    Obrazek logo = new Obrazek(pathlogo);
    PPAP ppap = new PPAP(qrCode, logo, pathsave + ".png", 0.23);
    ppap.saveQRCode(ppap.combineImages());
}

```

Obrázek 16: Volání metody „saveQRCode“ třídy „PPAP“

(Zdroj: autor)

V dalším kroku program sjednotí obrázek QR kódu a loga.

```

public BufferedImage combineImages ()
    throws IOException, WriterException
{
    BufferedImage qr = qrCode.convertToBufferedImage(qrCode.generateQRcode());
    BufferedImage logo = getSmolLogo(scaledSide(qrCode.width()), scaledSide(qrCode.height()));
    BufferedImage combined = new BufferedImage(qrCode.width(), qrCode.height(), BufferedImage.TYPE_INT_RGB);
    Graphics2D image = combined.createGraphics();
    image.drawImage(qr, 0, 0, null);
    image.drawImage(logo, startPoint(qrCode.width()), startPoint(qrCode.height()), null);
    image.dispose();
    return combined;
}

```

Obrázek 17: *Sjednocení obrázku a QR kódu*

(Zdroj: autor)

Na závěr umí třída uložit výsledný QR kód s vloženou grafikou ve formátu .png.

```

public void saveQRCode(BufferedImage image)
    throws IOException
{
    File outputfile = new File(path);
    ImageIO.write(image, "png", outputfile);
}

```

Obrázek 18: *Uložení QR kódu s vloženou grafikou*

(Zdroj: autor)

Pro jednoduchost použití programu bylo navrženo uživatelské rozhraní. Uživatel může specifikovat některá nastavení pro generace QR kódu:

- co chce zakódovat do QR kódu,
- úroveň korekce,
- verze QR kódu,
- barvu QR kódu,
- rozměr výsledného obrázku,
- specifikovat obrázek pro vložení do QR kódu.

The image shows a software interface for encoding QR codes. It features a large text input field at the top labeled "Enter information for encoding". Below this, there are several configuration options: "Error Correction Level" is set to "L: 7%" in a dropdown menu; "QR version (1-40)" is an empty text input field; "QR module color (HEX)" is another empty text input field. To the right of the version field, there is a "Set size (default is 400)" label and a text input field containing the value "400". At the bottom of the interface, there are four buttons: "Exit" in the bottom-left corner, "Add Picture" and "Color" stacked vertically on the right side, and "Save" in the bottom-right corner.

Obrázek 19: Uživatelské rozhraní vlastního programu

(Zdroj: autor)

Program je k dispozici v příloze č. 1.

5 Výsledky a diskuse

5.1 Testování výsledků

S ohledem na požadavky uvedené v kapitole 4 bylo vyvinuto několik verzí QR kódu s vloženou grafikou pro testování v rámci univerzity.



Obrázek 20: Varianty QR kódů 1-3, vytvořené službou Unitaglive

(Zdroj: autor na základě služby Unitaglive. <https://www.unitag.io/>)



Obrázek 21: Varianty QR kódů 4-6

(Zdroj: autor)

5.1.1 Technické testování

Pro skenování bylo použito několik nejběžnějších modelů mobilních telefonů:

- Poco F3,
- Xiaomi Redmi 10,
- Apple iPhone 12 mini,
- Samsung Galaxy A52.

Výsledky testu byly u všech modelů stejné.

Výraznou vlastností QR kódů, která hraje ústřední roli v jejich rychlosti dekódování, je použití binarizace jako první krok v procesu dekódování (Garateguy a kol., 2014, s. 2844). Standard QR kódu nedefinuje specifické metody binarizace, ty se obvykle volí jako kompromis mezi rychlostí a kvalitou. To je důvod, proč používat různá skenovací zařízení s různými operačními systémy.

Při testování navržených variant byly získány následující výsledky:

- Varianta 1 je čtena pouze v nejideálnějších podmínkách nebo není skenována vůbec.
- Varianta 2 je čtena pouze za nejideálnějších podmínek nebo skenování trvá déle než 1 sekundu.
- Variantu 3 lze ve většině běžných případů bez problémů naskenovat.
- Varianta 4 byla kontrolní. Má korekční úroveň H a vyšší verzi pro měření doby skenování v náročnějších podmínkách (0,5 s.).
- Varianta 5 byla druhou kontrolní variantou. Má stejné nastavení jako varianta 4, ale má vložené logo, které zabírá přesně 24 % plochy QR kódu. Má stejné výsledky skenování jako varianta 4, což je neočekávaný výsledek.
- Varianta 6 byla na základě výsledků prvního průzkumu druhou nejoblíbenější možností. Kód lze číst rychle, ale skenování funguje pouze za lepších podmínek nebo nefunguje vůbec.

Po konzultaci se SibADI, i přes oblibu relativně jednoduché verze 6, která využívá pouze metodu „zaoblení“ pixelů a volitelnou změnu barvy, byly z hlediska rovnováhy mezi atraktivitou a technickým výkonem vybrány 2 předběžné návrhy.

První využívá kombinaci „zaoblených“ modulů, vloženého loga a černobílé barvy, druhý vychází z robustnější varianty číslo 5, ale s barvami ladícími s modrými barvami původního loga. První návrh by měl být použit na jednodušeji skenovatelných místech, druhý je určen pro jakýkoli případ použití.

Během testování byla použita specifická nastavení pro zaokrouhlování a výsledkem byla zajímavě vypadající variace, která ideálně kombinovala obě možnosti.

Testy robustnosti a testy rychlosti této varianty skenování ukázaly perfektní výsledky (pod 0,5 sekundy). Tato varianta byla zvolena jako primární varianta pro všechny účely.



Obrázek 22: *Preferovaná varianta (vzorek č. 7)*

(Zdroj: autor)

Extrémní kombinace podobných nastavení ukázala překvapivě dobré výsledky skenování, což potvrzuje výše uvedená teoretická východiska.



Obrázek 23: „Extrémní“ nastavení

(Zdroj: autor)

5.1.2 Dotazníkový průzkum

Na základě výše uvedených sedmi QR kódů byl proveden další průzkum mezi studenty a zaměstnanci SibADI. Cílem dotazování bylo nalézt parametry pro nejatraktivnější variantu QR kódu.

Byl proveden výběrový anonymní průzkum mezi studenty (dotazováno 48 studentů dvou skupin prezenčního studia) a mezi zaměstnanci SibADI (17 osob) s cílem:

- zjištění vizuálních preferencí respondentů,
- identifikovat nejatraktivnější QR kódy s vloženou grafikou (logo SibADI) mezi vygenerovanými,
- zjistit možné technické problémy se skenováním.

Metodou dotazování byl dotazník bez záznamu identity respondenta se seznamem cílových otázek s vícenásobným výběrem odpovědí.

65 respondentů různých věkových skupin bylo požádáno, aby naskenovalo předložené QR kódy vlastním mobilním zařízením a aby v dotazníku uvedlo své preference a zjištěné nedostatky. Výsledky výzkumu jsou uvedeny v příloze č. 2.

5.1.3 Výsledky dotazování

Z celkového počtu respondentů tvoří většinu (73,8 %) studenti ve věkové kategorii od 16 do 25 let.

Při čtení pomocí vlastních mobilních zařízení zaznamenali technické potíže v rámci všech věkových skupin zaměstnanců i studentů pouze 4 lidé, tedy 6 % respondentů. Mezi navrženými variantami se technické problémy objevily pouze u varianty **1** (3 případy) a **6** (1 případ). Tento výsledek je plně v souladu s výše uvedenou teorií i testováním.

Před pokusem skenování kódů bylo provedeno hodnocení designu. Z hlediska vizuálního vnímání je hodnocení navrhovaných vzorků následující:

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7
Preference respondentů, počet	9	3	4	1	2	10	36
Preference respondentů, %	13,8	4,6	6,2	1,5	3,1	15,4	55,4
Místo v hodnocení	3	5	4	7	6	2	1

Tabulka 2: *Hodnocení vizuálního vnímání*

(Zdroj: autor a SibADI)

První místo v hodnocení vizuálního vnímání (barva, design, umístění loga) získala varianta číslo 7. Byla zaznamenána preference respondentů pro barevné varianty. Černobílé varianty získaly méně kladných hlasů, což není v souladu s výsledky prvního průzkumu. Pravděpodobně je to způsobeno přesnějším výběrem odstínů barev a obrázků.

Navíc 65 % respondentů kladně hodnotilo pohodlnost použití QR kódu s logem k nalezení potřebných informací.

95,4 % respondentů se domnívá, že všechny navržené vzorky mohou sloužit jako reprezentativní logo SibADI.

73,8 % je přesvědčeno, že navržené QR kódy lze využít jako reklamní nástroj pro vysokou školu.

5.2 Ekonomický efekt

Využití QR kódu s vloženou grafikou pro marketing organizace lze zařadit do reklamních a marketingových aktivit, tedy lze k posouzení ekonomického efektu použít tradiční přístupy.

Hlavní problémy hodnocení efektivity investic do marketingu jsou spojeny s obtížným vyjádřením efektu reklamy v kvantitativní podobě. Je těžké určit, o kolik vzrostly příjmy společnosti díky určitému množství peněz investovaných do marketingu. Je ještě obtížnější definovat tento vztah pro jeden prvek větší marketingové strategie.

Důsledkem toho je hodnocení souboru vzájemně se ovlivňujících faktorů a problémů, které je často značně problematické.

Při posuzování ekonomického efektu používání QR kódu je třeba mít na paměti, že v marketingu se reklama zpravidla neměří jednou publikací nebo reklamou přímo při vydání a je zbytečné hned počítat přínosy.

V marketingu existují dva jevy: wow efekt a hysterezní efekt:

Neexistuje přesná akademická definice pojmu „wow efekt“, ale lze jej interpretovat jako emoci, kterou klient prožívá z komunikace se značkou. Tento jev obvykle prodávající plánuje a často je to pocit obdivu, který kupující zažívá při setkání s produktem (Pine II, Gilmore, 2018, s. 326).

Tento pocit by měl spotřebitele přimět k určité akci, nejčastěji ke koupi určitého produktu. Wow efekt je způsob, jak vytvořit emocionální spojení se svým spotřebitelem, což zvyšuje loajalitu ke značce a mění člověka na nositele hodnot organizace (Thaler, 2018 s. 28).

Hystereze je fenomén, jehož podstatou je, že dočasná změna jednoho faktoru způsobí dlouhodobou změnu jiného. U hystereze (přeloženo z řeckého hysteresis – zpoždění) účinek přetrvává i poté, co pomine hlavní příčina. Termín poprvé použil v roce 1881 fyzik J.A. Ewing (1881, s. 21-23).

Již v roce 1934 byla hystereze vnímána jako fenomén, který se projevuje i v podnikání. Většina ekonomů tohoto období ztotožňovala hysterezi s přetrváváním zvyku a zdůrazňovala její širokou použitelnost s tím, že sociální chování nelze vysvětlit bez pojmu

hystereze. Pojem hystereze se v ekonomii uplatňuje především na problémy nezaměstnanosti a zahraničního obchodu. Bylo zjištěno, že po zániku pobídek, které vedly ke zvýšení nezaměstnanosti, nezaměstnanost zůstává na vyšší úrovni a neklesá na výchozí úroveň (Němec, 2010, s. 163-164).

Mechanismus působení hystereze v marketingu je následující: v čase t vzniká pozitivní marketingová pobídka, jako je například snížení ceny. Objem prodeje a podíl na trhu začínají růst. V čase $t + 1$ se stimul vrátí na počáteční úroveň, ale objem prodeje a podíl na trhu zůstávají na vyšší úrovni, aniž by klesly zpět na počáteční úroveň. Udržování rozdílu mezi úrovněmi prodeje nebo podíly na trhu před zahájením a po skončení stimulu může být úplné nebo částečné (Simon, 1997, s. 46-47).

To však neznamená, že nelze odhadnout ekonomický efekt použití QR kódu. Je možné ho měřit pomocí intervalového pravděpodobnostního odhadu. Takové hodnocení zpravidla stačí k určení ekonomické efektivity pro marketing konkrétní organizace.

Finanční investice do tvorby QR kódů není vysoká. Potřeba investice vzniká při tvorbě obrázku a vlastního QR kódu s vloženou grafikou, její výše závisí na náročnosti, náležitosti práce a dalších parametrech. V této práci bylo použito původní logo SibADI, náklady na jeho vytvoření byly již dříve pokryty. (V roce 2021 by tato práce stála 6 000 - 15 000 Kč.). Bezplatné programy využívají i snímací zařízení, například osobní mobilní telefony zaměstnanců, studentů a návštěvníků univerzity.

Využití QR kódů je téměř ve všech odvětvích ekonomického života nízkonákladový proces s krátkou dobou návratnosti v závislosti na složitosti vložené grafiky, počtu generovaných kódů a výši odměn programátorů (Centrální banka Ruské federace, 2018, s. 13). Cena vlastního QR kódu v roce 2021 se pohybuje mezi 1 500 Kč a 5 000 Kč. Vzhledem k tomu, že trh práce pro programátory je mezinárodní, není v ceně hodiny práce zohledněna regionální specifika. Z tohoto důvodu je největším nákladem vytvoření vlastního programu s uživatelským rozhraním pro generování QR kódů. V roce 2021 se cena za takovou službu pohybuje v rozmezí 50 000 - 150 000 Kč.

I přes to lze v této studii získat odhadovaný ekonomický efekt použití QR kódu s vloženou grafikou k reprezentaci vzdělávací instituce univerzitního typu bez hodnocení investic a čekání na dobu návratnosti. Žádné další náklady nebyly vyžadovány ani při kontrole QR kódů s potvrzením o očkování při vstupu do budovy univerzity, prováděné pomocí mobilních zařízení pracovníky ostrahy.

Ekonomický efekt použití QR kódu lze odhadnout na základě toho, že využití této technologie přiláká ke vstupu na univerzitu širší spektrum uchazečů a ve výsledku tak zvýší počet studentů 1. ročníku.

5.2.1 Výpočet výsledků

Podle ustavujících dokumentů SibADI jako hlavní činnost vykonává vzdělávací činnost jako státní vysoká škola. Školení studentů se provádí na náklady federálního rozpočtu Ruské federace. Kromě toho univerzita poskytuje placené vzdělávací služby.

Univerzitě je každoročně zadáván státní úkol na poskytování vzdělávacích služeb. Tento plán je realizován formou přijímacího plánu pro každý studijní program:

Fakulta	STUDIJNÍ PROGRAMY	STUDIJNÍ OBORY	Bakalář/ Specialista	Celkem míst bez poplatku	Počet míst				Minimální počet bodů pro přijetí	Přijímací zkoušky
					Prezenční		Kombinované			
					Bez poplatku	S poplatkem	Bez poplatku	S poplatkem		
Stavební ústav	Architektura	Architektonický design	B	10	10	40	0	0	227	Rus jazyk Matematika Talentová zk.
	Stavební inženýrství	Stavební inženýrství		B		53	7	3	90	Informatika, FYZIKA (odborní), RUSKÝ JAZYK, MATEMATIKA (odborní), FYZIKA (odborní), CZJ (jazyk)
		Inženýrské systémy bytových a komunálních služeb		B		25	5	0	0	
		Automobilové silnice		B	157	29	21	2	90	
		Dopravní infrastruktura		B		25	5	0	0	
		Investice ve stavebnictví		B		25	5	0	0	
	Výstavba dálnic, letišť a speciálních staveb	Výstavba dálnic, letišť a speciálních staveb	S	0	0	20	0	0	-	
	Provoz silnic, mostů a tunelů	Provoz silnic, mostů a tunelů	S	0	0	30	0	0	-	
Bezpečnost technosféry	Ochrana životního prostředí	B	48	24	6	0	0	125	RUSKÝ JAZYK, CZJ (jazyk)	
	Bezpečnost technologických procesů a výroby	B		24	6	0	0			
Geodézie a dálkový průzkum Země (DPZ)	Geodézie	B	0	0	0	0	25	-		
Automobilová doprava	Profesní vzdělávání	Stavebnictví / Doprava	B	25	25	5	20	10	-	Ruský jazyk Informatika/CZJ (jaz.) Matematika
	Energetické strojírenství	Energetické zařízení pro elektrárny, vozidla a systémy přepravy ropy a plynu	B	0	0	0	20	10	-	
	Technologie dopravy a přepravy	Bezpečnost silničního provozu	B	45	23	7	22	33	193	RUSKÝ JAZYK, MATEMATIKA (odborní), FYZIKA (Informatika, CZJ (jazyk))
		Dopravní logistika	B		22	8	21	34		
		Mezinárodní autodoprava	B		0	0	0	25		
	Provoz dopravních a technologických strojů	Automobily a automobilový průmysl	B	45	11	9	15	35	179	RUSKÝ JAZYK, MATEMATIKA (odborní), FYZIKA (Informatika, CZJ (jazyk))
		Autoservis	B		11	9	15	35		
		Těžba a přeprava ropy a plynu	B		0	0	15	35		
Technologické prostředky pozemní dopravy	Údržba v ropném a plynárenském průmyslu	B		23	7	15	35	123	RUSKÝ JAZYK, MATEMATIKA (odborní), FYZIKA (Informatika, CZJ (jazyk))	
	Dopravní systémy a technika	S	90	30	5	0	0			
Řízení v technických systémech	Dopravní, stavební a manipulační technika	S			60	5	0	0	-	
Automatizace technologických procesů a výroby	Technické prostředky automatizace	B	0	0	0	0	25	-		
	Automatizace ropných, plynárenských a stavebních zařízení	B	0	0	0	30	25	-		
Informační systémy v managementu	Informační bezpečnost automatizovaných systémů	Informační bezpečnost automatizovaných systémů	S	25	25	5	0	0	139	
	Informační a výpočetní technika	Automatizované systémy pro zpracování a řízení informací	B	25	25	5	0	0	157	
	Aplikovaná informatika	Aplikovaná informatika ve veřejné správě	B	25	25	5	25	25	136	
	Informační bezpečnost	Zabezpečení automatizovaných systémů	B	25	25	5	25*	5*	159/133*	
Ekonomika a management	Řízení a kontrola kvality	Řízení a kontrola kvality ve výrobních a technologických systémech	B	0	0	0	0	25	-	
	Ekonomika	Digitální ekonomika	B	0	0	25	0	0	-	Ruský jazyk Informat. (CZJ jaz.) Matematika
		Ekonomika podniků a organizací	B	0	0	0	0	30+25*	-	
Management	Logistika nákupu a řízení zásob	B	0	0	25	0	30+25*	-		

* večerní studium

Obrázek 24: Přijímací plán: bakalářské studium

(Zdroj: SibADI)



PŘIJÍMACÍ ŘÍZENÍ 2021

Magisterské studium

STUDIJNÍ PROGRAMY	STUDIJNÍ OBORY	Počet míst				Přijímací zkoušky
		Prezenční		Kombinované		
		Bez poplatku	S poplatkem	Bez poplatku	S poplatkem	
Informační a výpočetní technika	Správa vývoje softwaru	0	0	0	20	
	Analýza a interpretace dat					
Bezpečnost technosféry	Environmentální regulace	0	0	0	20	
	Komplexní bezpečnost v ergatických systémech					
Stavební inženýrství	Automobilové silnice	66	9	0	90	
	Informační modelování staveb					
	Mosty a tunely					
	Investice ve stavebnictví					
	Výroba stavebních materiálů, výrobků a konstrukcí					
	Stavební inženýrství: Projektování					
	Stavební inženýrství: Technologie a řízení výstavby					
Automatizace technologických procesů a výroby	Automatizace ropných, plynárenských a stavebních zařízení	0	0	15	15	
Provoz dopravních a technologických strojů	Údržba dopravních a technologických strojů (přeprava ropy a přeprava plynu)	0	0	19	26	
	Údržba dopravních a technologických strojů (úspora surovin, mechanizace a automatizace procesů)					
	Údržba dopravních a technologických strojů (ropný a plynárenský průmysl)					
	Provozování silniční dopravy					
Technologie dopravy a přepravy	Bezpečnost silničního provozu a vyšetřování silničních dopravních nehod	0	0	20	25	
	Řízení dopravy					
	Logistika v dopravních systémech					
Energetické strojírenství	Energetické zařízení a elektronické řídicí systémy	0	0	0	15	
Technologické prostředky pozemní dopravy	Automobily	0	0	15	15	
	Dopravní, stavební a manipulační technika v ropném a plynárenském průmyslu					
	Řízení a kontrola kvality ve výrobních a technologických systémech					
Řízení a kontrola kvality	Řízení kvality a konkurenceschopnosti	0	0	0	15	
Ekonomika	Inovativní rozvoj	0	0	0	30	
	Ekonomická bezpečnost					
Management	Strategické řízení v logistice	0	0	0	30	
	Řízení podniku					

Ústav magisterského a postgraduálního studia

Přijímací zkouška formou počítačového testu



644080, Rusko, Omsk, Mira 5



(3812) 65-99-88,65-98-81



www.sibadi.org



@sibadilife



vk.com/sibadilife



sibaditv



info@sibadi.org

Licence 90L01 №009628, №2555 / 07.03.2017.

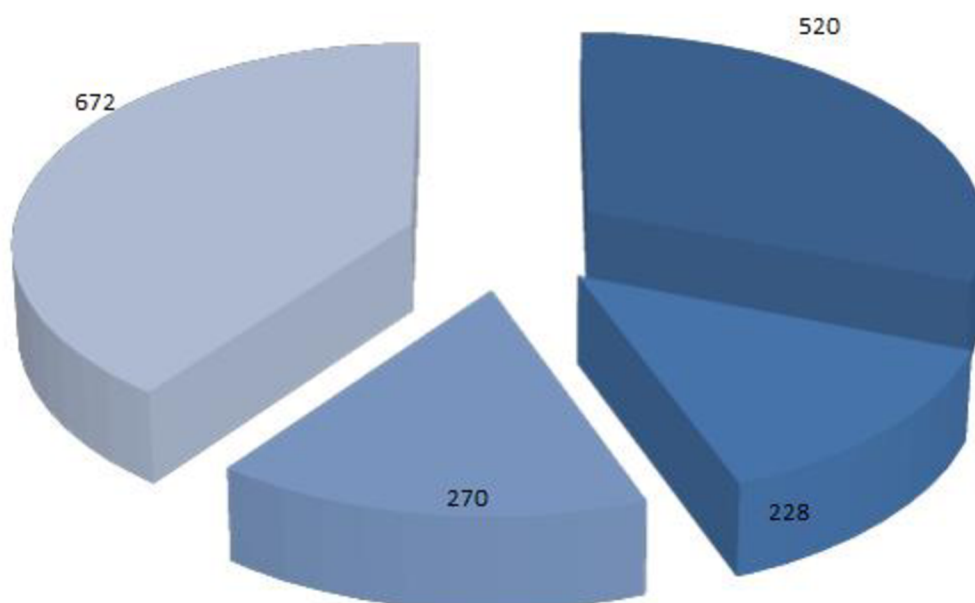
Osvědčení o státní akreditaci 90A01 №0003165, №3011 / 06. 03. 2019.

Obrázek 25: Přijímací plán: magisterské studium

(Zdroj: SibADI)

Podle výsledků přijímacího řízení v roce 2021 bylo do SibADI zapsáno 2 135 studentů, z toho:

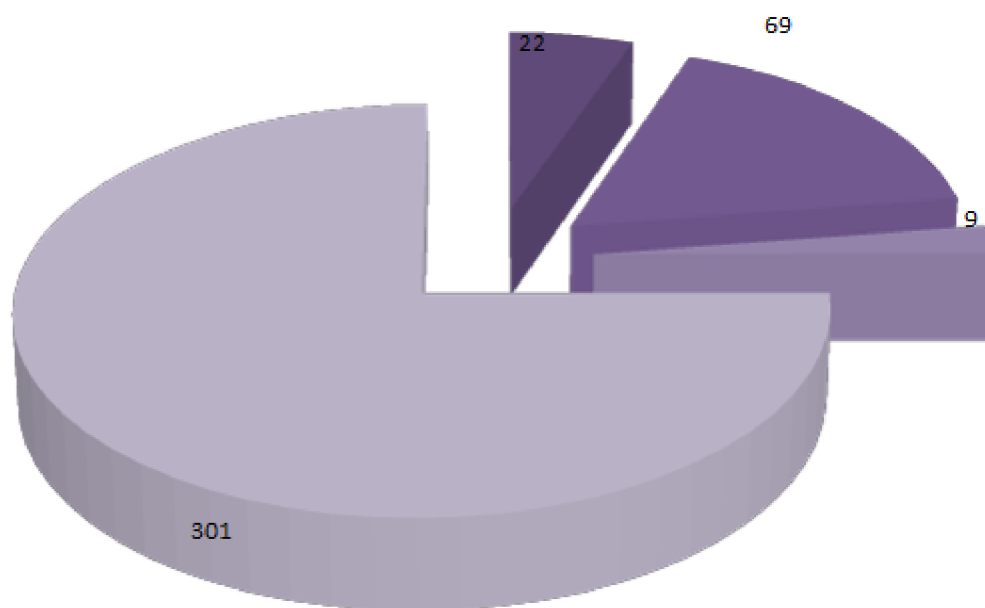
- 1690 studentů bakalářského studia:
 - 748 studentů studujících na náklady federálního rozpočtu:
 - 520 studentů denní formy studia,
 - 228 studentů kombinované formy studia,
 - 942 studentů studujících na vlastní náklady:
 - 270 studentů denní formy studia,
 - 672 studentů kombinované formy studia.



Obrázek 26: *Přijímací řízení: bakalářské studium*

(Zdroj: autor)

- 445 studentů magisterského studia:
 - 135 studentů studujících na náklady federálního rozpočtu:
 - 66 studentů denní formy studia,
 - 69 studentů kombinované formy studia,
 - 310 studentů studujících na vlastní náklady:
 - 9 studentů denní formy studia,
 - 301 studentů kombinované formy studia.



Obrázek 27: *Přijímací řízení: magisterské studium*

(Zdroj: autor)

Ministerstvo vědy a vysokého školství Ruské federace stanoví základní standardy pro náklady na poskytování vzdělávacích služeb při realizaci vzdělávacích programů vysokoškolského vzdělávání.

S přihlédnutím k opravným koeficientům dostává SibADI z federálního rozpočtu 2021 na školení jednoho studenta ročně (Ministerstvo vědy a vysokého školství Ruské federace, 2019 N MN-Pr-18 / SK):

- 102 360 RUB (v přepočtu 30 963 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro bakalářské studium v prezenční formě,
- 10 236 RUB (v přepočtu 3 096 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro bakalářské studium v kombinované formě,
- 108 480 RUB (v přepočtu 32 814 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro magisterské studium v prezenční formě,
- 10 848 RUB (v přepočtu 3 281 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro magisterské studium v kombinované formě.

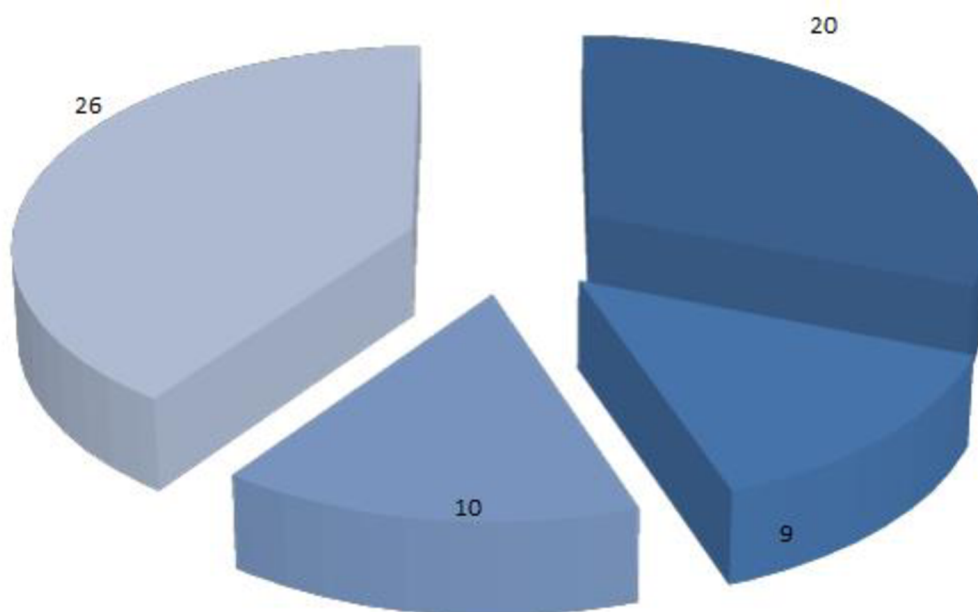
Nařízením rektora SibADI byly stanoveny náklady na placené vzdělávací služby v akademickém roce 2021-2022 pro studenty 1. ročníku (školné):

- 129 970 RUB (v přepočtu 39 314 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro bakalářské studium v prezenční formě (Nařízení rektora P-21-176 / AF),
- 137 788 RUB (v přepočtu 41 679 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro magisterské studium v prezenční formě (Nařízení rektora P-21-176 / AF),
- 38 550 RUB (v přepočtu 11 661 Kč k 1. 9. 2021) ročně pro kombinované studium (Nařízení rektora P-21-175 / AF).

Zkušenosti jiných univerzit v Rusku ukázaly, že využití QR technologií vede ke zvýšení počtu studentů 1. ročníku až o 7 %. Podle analýzy odborníků z Oddělení pro inovace, marketing a strategický rozvoj SibADI může použití QR kódu přivést vyšší počet studentů 1. ročníku až o 4 %, s přihlédnutím k regionálním specifikům a vzhledem k technickému zaměření univerzity.

V přepočtu se jedná o dalších 81 studentů:

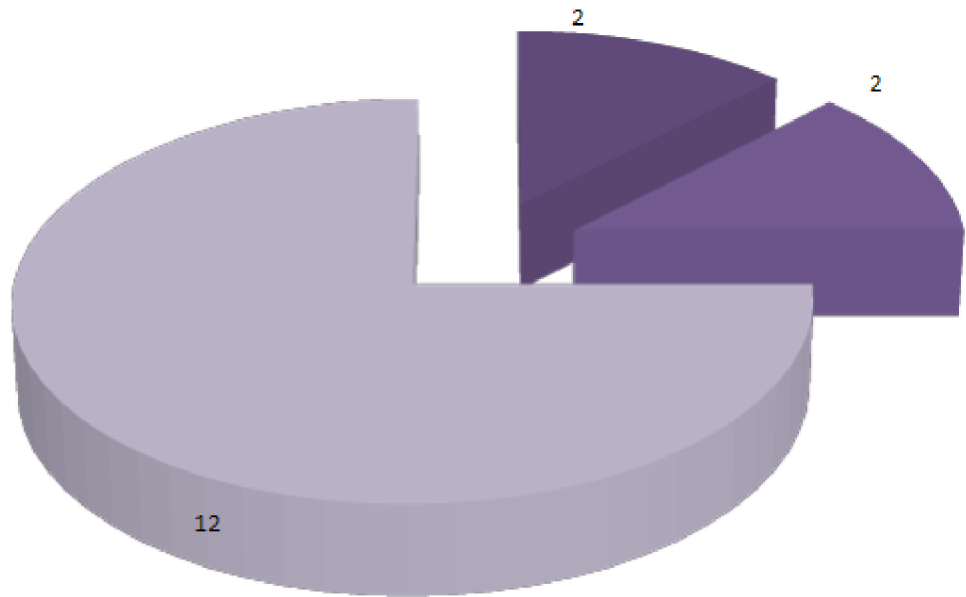
- 65 studentů bakalářského studia:
 - 29 studentů studujících na náklady federálního rozpočtu:
 - 20 studentů denní formy studia,
 - 9 studentů kombinované formy studia,
 - 36 studentů studujících na vlastní náklady:
 - 10 studentů denní formy studia,
 - 26 studentů kombinované formy studia.



Obrázek 28: *Zvýšení počtu studentů: bakalářské studium*

(Zdroj: autor)

- 16 studentů magisterského studia:
 - 4 studenti studujících na náklady federálního rozpočtu:
 - 2 studenti denní formy studia,
 - 2 studenti kombinované formy studia,
 - 12 studentů studujících na vlastní náklady:
 - 0 studentů denní formy studia,
 - 12 studentů kombinované formy studia.



Obrázek 29: *Zvýšení počtu studentů: magisterské studium*

(Zdroj: autor)

Podle výpočtu (2012, 273-FZ „O vzdělávání v Ruské federaci“) bude ekonomický efekt díky dodatečnému financování ze státního rozpočtu činit 2 377 980 rublů v ročním finančním vyjádření (v přepočtu 719 276 Kč k 1. 9. 2021), z toho:

- 2 139 324 RUB ze státního rozpočtu pro studenty bakalářského studia (v přepočtu 647 116 Kč k 1. 9. 2021):
 - 2 047 200 RUB (v přepočtu 619 250 Kč k 1. 9. 2021) prezenční studium,
 - 92 124 RUB (v přepočtu 27 866 Kč k 1. 9. 2021) kombinované studium,
- 238 656 RUB ze státního rozpočtu pro studenty magisterského studia (v přepočtu 72 190 Kč k 1. 9. 2021):
 - 216 960 RUB (v přepočtu 65 627 Kč k 1. 9. 2021) prezenční studium,
 - 21 696 RUB (v přepočtu 6 562 Kč k 1. 9. 2021) kombinované studium.

Ekonomický efekt v důsledku dodatečného přilákání uchazečů činí 2 764 600 rublů (v přepočtu 836 254 Kč k 1. 9. 2021) v ročním finančním vyjádření, z toho:

- 2 302 000 RUB školné pro studenty bakalářského studia (v přepočtu 696 324 Kč k 1. 9. 2021):
 - 1 299 700 RUB (v přepočtu 393 142 Kč k 1. 9. 2021) prezenční studium,
 - 1 002 300 RUB (v přepočtu 303 182 Kč k 1. 9. 2021) kombinované studium,

- 462 600 RUB školné pro studenty magisterského studia (v přepočtu 139 930 Kč k 1. 9. 2021).

Celkový ekonomický efekt z použití QR kódu v důsledku dodatečného přilákání 81 studentů SibADI tedy bude činit 5 142 580 rublů (v přepočtu 1 555 560 Kč k 1. 9. 2021) v ročním finančním vyjádření.

Navíc je třeba poznamenat, že zvýšení počtu studentů 1. ročníku o 81 osob povede k vytvoření 6 dalších pracovních míst pro pedagogický sbor na základě současného poměru učitel / student 1:12. (2014, N 722-r „Změny v odvětvích sociální sféry zaměřené na zvýšení efektivity vzdělávání a vědy“)

Podle ustavujících dokumentů provádí SibADI výzkum, vývoj a technologické práce na základě dohod a smluv s průmyslovými, silničními a stavebními společnostmi.

Podle expertů SibADI Technology Transfer Center, použití QR kódů může vést ke zvýšení příjmů SibADI za vyplnění norem NIOKTR (výzkum a vývoj) (Ministerstvo financí Ruské federace, 2016, 2002 N 115n). Podle výpočtů by měla univerzita dostat ze státního rozpočtu navíc až 3 % do fondu výzkumu a rozvoje, což bude představovat roční dodatečný příliv finančních prostředků ve výši až 1 420 000 rublů (v přepočtu až 429 830 Kč k 1. 9. 2021). V roce 2020 SibADI obdržel 47 380 900 (v přepočtu 14 342 080 Kč k 1. 9. 2021) rublů do fondu výzkumu a rozvoje.

Stručně řečeno, celkový ekonomický efekt používání QR kódů v SibADI může přivést finanční prostředky až ve výši 6,5 milionu rublů:

- zvýšení počtu studentů až o 81,
- zvýšení počtu pracovních míst až o 6,
- přilákání finančních prostředků do mzdového fondu,
- přilákání finančních prostředků do vzdělávacího fondu,
- přilákání finančních prostředků do fondů výzkumu a rozvoje.

Při posuzování ekonomického potenciálu použití QR kódů v dalších letech je nutné vzít v úvahu vliv hystereze, která může vést k exponenciálnímu poklesu dodatečných finančních příjmů. Proto jsou tyto výpočty platné pro studijní rok 2021/2022. Kvůli pandemiím byly výsledky nižší, než bylo předpokládáno, pokud vezmeme v úvahu průměrnou efektivitu této technologie pro Rusko.

Lze konstatovat, že v případě větší organizace bude přínosem jak vytvoření vlastního QR kódu s vloženou grafikou, tak vlastní program pro tento účel. I při započtení všech nákladů, které jsou v případě potřeby práce najatého programátora obzvláště vysoké, převažuje pozitivní efekt nad všemi nevýhodami.

6 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit QR kód s vloženou grafikou pro federální státní rozpočtovou vzdělávací instituci vysokoškolského vzdělávání „Sibiřská automobilová a dálniční univerzita (SibADI)“ (Ruská federace, Omsk), který bude sloužit jako elektronický identifikátor a firemní logo.

Úkolem bylo vytvořit QR kód s vloženou grafikou reprezentující konkrétní instituci, který umožní přilákat další absolventy středních škol a uchazeče s bakalářským vzděláním.

Nejprve byly představeny potřebné teoretické základy pro tvorbu a také klasifikace QR kódů. Dále byly uvedeny faktory ovlivňující využití a vývoj QR technologií. Teoretická část práce je podpořena příklady praktické aplikace QR technologií s využitím čárových kódů a QR kódů ve vzdělávání.

Praktická část práce ukazuje proces tvorby QR kódu s vloženou grafikou pro SibADI a průběh jednotlivých fází až do obdržení finální podoby QR kódu.

Pro upřesnění požadavků byl proveden průzkum za účelem zjištění parametrů největší atraktivity QR kódů mezi uchazeči, studenty a zaměstnanci SibADI.

Analýza výsledků dotazníku byla provedena z hlediska efektivity a proveditelnosti využití QR kódů s vloženou grafikou pro reprezentaci vzdělávací instituce. Pro potvrzení teorie a zvolení finální podoby QR kódu bylo provedeno několik testů. Poté byl proveden druhý průzkum, který dále otestoval finální podobu QR kódu a ověřil, jak bude fungovat v praxi.

Nejdůležitějším výsledkem této práce je vytvoření vlastního projektu QR kódu a vytvoření programu pro tvorbu podobných QR kódů pro reprezentaci SibADI na základě výběru a aplikace nejvhodnějšího řešení při dodržení programovacích standardů, zejména UML a programovacího jazyka Java.

Analýza aplikace vytvořeného QR kódu ukázala možnost získání pozitivního ekonomického efektu pro SibADI ve formě:

- vyššího počtu uchazečů o studium,
- zvýšení příjmů univerzitního rozpočtu,
- vytvoření dalších pracovních míst pro pedagogický sbor.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Knižní zdroje

BROWN, Stephen Allen. *Revolution at the Checkout Counter*. Massachusetts: Harvard University Press, 1997. ISBN 9780674767201.

BURLUCKAYA, N. A. *QR Codes as a means to increase learning motivation*. Science and Perspectives, s. 31-36. 2016. ISSN 2415-7171.

COLLINS, Charlie; D GALPIN, Michael; KAPPLER, Matthias. *Android in practice*. Shelter Island, NY.: Manning, 2012. ISBN 1935182927.

EWING, J. A. *On the Production of Transient Electric Currents in Iron and Steel Conductors by Twisting Them When Magnetised or by Magnetising Them When Twisted*. Proceedings of the Royal Society of London, 33(216-219), s. 21-23. 1881. ISSN 0370-1662.

GARATEGUY, G. J.; ARCE, G. R.; LAU, D. L.; VILLARREAL, O. P. *QR Images: Optimized Image Embedding in QR Codes*. IEEE Transactions on Image Processing, vol. 23, no. 7, s. 2842-2853, 2014. MN 2321501.

HARA, Masahiro. *Development and popularization of QR code*. Synthesiology Vol.12 No 1, s.19-27, 2019. ISSN 1882-6229.

KENG, T. Tan; DOUGLAS, Chai; HIROKO, Chai. *Frontmatter*. Barcodes for Mobile Devices. Cambridge: Cambridge University Press, s. 21-33, 2010. ISBN 9781139487511.

KOTLER, Philip. *Moderní marketing: 4. evropské vydání*. Praha: Grada, 2007. ISBN 9788024715452.

MIKHAILOVA, P. S. *On using QR-codes in education*. Yekaterinburg: RSVPU, 2015. ISBN 9785829502621.

NĚMEC, D. *Hystereze nezaměstnanosti v České republice v makroekonomických souvislostech*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2010. ISBN 9788021054073.

NIKOLAENKO, G. A.; EVSIKOVA, E. V. *Perspectives of using QR-codes in the academic sphere*. Sociology of Science and Technology Vol. 6 No. 2, Nestor, s. 110, 2015. ISSN 2079-0910.

PINE II, B. Joseph; GILMORE, James H. *Experience Economy*. Moskva, Alpina Publisher, 2018, ISBN 9785604287972.

QIAN, Jianping; DU, Xiaowei; ZHANG, Baoyan; FAN, Beilei; YANG, Xinting. *Optimization of QR code readability in movement state using response surface methodology for implementing continuous chain traceability*. Computers and Electronics in Agriculture 139:56-64, s. 56-64, 2017. ISSN 0168-1699.

RAPIER, Jacqueline L. *Measured intelligence and the ability to learn*. Acta Psychologica Vol. 20, s. 1-17, 1962. ISSN 0001-6918.

SIMON, Hermann. *Hysteresis in Marketing*. Sloan Management Review; Cambridge Vol. 38, Iss. 3, (Spring 1997): 39-49, 1997. ISSN 1532-9194.

ŠOUSTEK, Petr; MATOUŠEK, Radek. *Moderní čárové kódy*. Automa: odborný časopis pro automatizační techniku. Praha: FCC public, 2012. ISBN 9771210959006.

THALER, Richard. *Misbehaving: The Making of Behavioral Economics*. Moskva, Eksmo, 2018. ISBN 9785040907984.

XU, M a kol. *Stylized Aesthetic QR Code*. IEEE Transactions on Multimedia, vol. 21, no. 8, s. 1960-1970, Aug. 2019, MN 2891420.

ZIN, Mohamad Zaid Mohd; SAKAT, Ahamad Asmadi; AHMAD, Nurfahiratul Azlina; BHARI, Azri. *Relationship Between the Multimedia Technology and Education in Improving Learning Quality*. Procedia – Social and Behavioral Sciences, Vol. 90, s. 351-355, 2013. ISSN 1877-0428.

7.2 Elektronické zdroje

Centrální banka Ruské federace, 2018. *Přehled mezinárodních zkušeností s používáním QR kódů ve finančním sektoru*. Dostupné [online] https://cbr.ru/content/document/file/36011/rev_qr.pdf

Denso, Wave. *Information capacity and versions of QR Code*. 2016. Dostupné [online] <https://www.qrcode.com/en/about/version.html>

HARA, Masahiro; WATANABE, Motoaki; NOJIRI, Tadao; NAGAYA, Takayuki; UCHIYAMA, Yuji. *Two-dimensional code*, JAP Patent JP2938338B2, 1994. Dostupné [online] <https://patents.google.com/patent/JP2938338B2/en>

HOCH, Benjamin. *QR Code Printing and Positioning Best Practices*. 2017. Dostupné [online] <https://qcreateandtrack.com/>

HRDLIČKOVÁ, Lucie. *Neuroplasticita a osvojování strategií v průběhu vzdělávání*. 2013. Dostupné [online] <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/S/17923/NEUROPLASTICITA-A-OSVOJOVANI-STRATEGII-V-PRUBEHU-VZDELAVANI.html>

NOJIRI, Tadao. *Two-dimensional code, methods and apparatuses for generating, displaying and reading the same*. JAP Patent JP3996520B2, 2003. Dostupné [online] <https://patents.google.com/patent/JP3996520B2/en>

PORCILE, Andrea; FERRARI, Fabrizio. *Tamper-proof barcode, system and method for generating and authenticating credentials on the basis of said code*. IT Patent IT201700014359A1, 2017. Dostupné [online] <https://patents.google.com/patent/IT201700014359A1/en>

WOODLAND, Norman J; BERNARD, Silver. *Classifying apparatus and method*. US Patent US2612994A, 1949. Dostupné [online] <https://patents.google.com/patent/US2612994A/en>

7.3 Legislativa

Část 10 článku 11 federálního zákona ze dne 29. prosince 2012 273-FZ, *O vzdělávání v Ruské federaci*.

ISO/IEC 18004:2000(E). International Standard ISO/IEC 18004:2000(E). Švýcarsko: ISO/IEC, 2000.

Nářízení rektora SibADI P-21-175 / AF.

Nářízení rektora SibADI P-21-176 / AF.

Nářízení vlády Ruské federace ze dne 30. dubna 2014 N 722-r, *Změny v odvětvích sociální sféry zaměřené na zvýšení efektivity vzdělávání a vědy*.

Vyhláška Ministerstva financí Ruské federace ze dne 19. listopadu 2002 N 115n (ve znění ze dne 16. května 2016), *Účtování nákladů na výzkum, vývoj a technologické práce*, PBU 17/02.

Vyhláška Ministerstva vědy a vysokého školství Ruské federace ze dne 25. června 2019 N MN-Pr-18 / SK.

8 Přílohy

Práce obsahuje dvě přílohy:

1. Soubor QRgenxfeda002.zip obsahující zdrojový kód a spustitelný soubor programu.
2. Soubor Npubxfeda002.zip, který obsahuje materiály poskytnuté SibADI (v ruštině): recenze od SibADI, nepublikovaná data z druhého dotazníku, nepublikovaná data pro výpočet ekonomického efektu.