



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

**ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ**

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

**ANALÝZA VLASTNOSTÍ DIAGRAMŮ  
URČENÝCH PRO PREZENTACI DAT  
V INFORMAČNÍCH DASHBOARDDECH**

ATTRIBUTE ANALYSIS OF CHARTS USED FOR DATA

PRESENTATION USING INFORMATION DASHBOARDS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**FILIP BARIČ**

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. Ing. TOMÁŠ HRUŠKA, CSc.**

BRNO 2017

**Vysoké učení technické v Brně - Fakulta informačních technologií**

Ústav informačních systémů

Akademický rok 2016/2017

**Zadání bakalářské práce**

Řešitel: **Barič Filip**

Obor: Informační technologie

Téma: **Analýza vlastností diagramů určených pro prezentaci dat v informačních dashboardech**

**Attribute Analysis of Charts Used for Data Presentation Using Information Dashboards**

Kategorie: Informační systémy

**Pokyny:**

1. Prostudujte možnosti, jakými je možné graficky vizualizovat data v informačních dashboardech. Prostudujte jejich vlastnosti - zejména pak ty, které mají dopad na výslednou použitelnost diagramu (např. barvy, množství grafických prvků apod.).
2. Proveďte průzkum existujících knihoven pro tvorbu diagramů ve webovém prostředí.
3. Pro vybrané diagramy navrhnete model popisující jejich vybrané vlastnosti.
4. S využitím vybrané knihovny implementujte nástroj, který bude generovat grafické reprezentace diagramů na základě interních reprezentací odpovídajících navrženému modelu.
5. Prostřednictvím implementovaného nástroje vygenerujte přiměřené množství testovacích diagramů a proveďte uživatelský průzkum jejich použitelnosti v souvislosti se zvolenými vlastnostmi diagramů.
6. Získané poznatky vyhodnoťte a navrhnete sadu doporučení pro správné prezentování dat prostřednictvím analyzovaných diagramů.

**Literatura:**

- Few, S.: Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data. Sebastopol [MA]: O'Reilly, 2006, ISBN 978-059-6100-162.
- Harris, R. L.: Information Graphics: A Comprehensive Illustrated Reference. Oxford: Oxford University Press, 2000. ISBN 978-0-1951-3532-9.
- Hynek J., Informační dashboardy. Skriptum pro předmět Pokročilé informační systémy, VUT Brno, 2014.

Pro udělení zápočtu za první semestr je požadováno:

- Body 1 až 3.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování bakalářské práce naleznete na adrese

<http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Technická zpráva bakalářské práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap (20 až 30% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním nepřepisovatelném paměťovém médiu (CD-R, DVD-R, apod.), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Hruška Tomáš, prof. Ing., CSc.**, UIFS FIT VUT

Konzultant: Hynek Jiří, Ing., UIFS FIT VUT

Datum zadání: 1. listopadu 2016

Datum odevzdání: 17. května 2017

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
Fakulta Informačních technologií  
Ústav informačních systémů  
612 66 Brno, Božetěchova 2



---

doc. Dr. Ing. Dušan Kolář  
vedoucí ústavu

## Abstrakt

Táto bakalárska práca sa zaoberá problematikou návrhu diagramov určených pre prezentáciu dát v informačných dashboardoch. Predstavuje úvod do procesu tvorby dashboardov, základné princípy dizajnu a ľudského vnímania. Súčasťou práce je aj analýza jednotlivých diagramov, ich výhod, nevýhod a prípadov využitia. Cieľom práce je výskum vizuálnych vlastností a ich dopad na výslednú použiteľnosť. Testová sada bola vyhotovená s využitím implementovaného generátoru grafov, ktorý pracuje s definovaným modelom popisujúcim zvolené vlastnosti diagramov. Výsledkom práce je sada doporúčení pre návrh skúmaných diagramov.

## Abstract

This bachelor thesis is related to the issue of diagrams used for data presentation in informational dashboards. The thesis also explains the process of creating dashboards, basic design principles and the area of human perception. Analysis of each individual diagram, together with their pros and cons and possibilities of use is introduced as well. The primary objective is the research of visual properties and their impact on final usability. Test set was created using the implemented graph generator, working with defined model which describes selected properties of diagrams. As the output of this thesis, a set of recommendations suitable for design of selected diagrams is defined.

## Klíčové slová

informačné dashboardy, grafy, diagramy, vlastnosti diagramov, generátor grafov, výskum použiteľnosti diagramov

## Keywords

information dashboards, charts, diagrams, diagram properties, graph generator, diagrams usability research

## Citácia

BARIČ, Filip. *Analýza vlastností diagramů určených pro prezentaci dat v informačních dashboardech*. Brno, 2017. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce prof. Ing. Tomáš Hruška, CSc.

# Analýza vlastností diagramů určených pro prezentaci dat v informačních dashboardech

## Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne pod vedením pána prof. Ing. Tomáša Hrušku, CSc., a ďalšie informácie mi poskytol Ing. Jiří Hynek. Všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal sú uvedené v zozname literatúry.

.....  
Filip Barič  
17. mája 2017

## Podakovanie

V prvom rade by som rád vyslovil podakovanie vedúcemu mojej bakalárskej práce prof. Ing. Tomášovi Hruškovi, CSc., ktorý dohliadal na moju prácu z pedagogického hľadiska. Taktiež ďakujem aj konzultantovi mojej práce Ing. Jířimu Hynekovi za veľkú pomoc, ochotu, priateľský prístup, za poskytnutie potrebných materiálov a za čas, ktorý mi venoval.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Informačný dashboard</b>	<b>5</b>
2.1	Poskytované informácie . . . . .	6
2.2	Rozmer dashboardu . . . . .	6
2.3	Klasifikácia dashboardov . . . . .	6
2.3.1	Strategické účely . . . . .	7
2.3.2	Analytické účely . . . . .	7
2.3.3	Operačné účely . . . . .	7
2.4	Využitie dashboardov . . . . .	8
2.5	Merateľnosť dát a ich obnovovanie . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Princípy tvorby dashboardov</b>	<b>9</b>
3.1	Vizuálne princípy . . . . .	11
3.1.1	Krátkodobá pamäť . . . . .	11
3.1.2	Vnímanie vizuálnych vlastností . . . . .	11
3.1.3	Princípy tvarovej psychológie . . . . .	12
3.2	Dizajnové princípy . . . . .	13
3.2.1	Rozloženie obsahu . . . . .	13
3.2.2	Farebnosť . . . . .	14
3.2.3	Typografia . . . . .	15
3.3	Princípy spojené s použiteľnosťou dashboardu . . . . .	16
3.3.1	Usporiadanie zobrazovaných informácií . . . . .	16
3.3.2	Zladený dizajn . . . . .	16
3.3.3	Vizuálna príťažlivosť . . . . .	16
3.3.4	Efektívne dashboardy . . . . .	16
3.3.5	Sústavné vylepšenia . . . . .	17
3.4	Časté chyby . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Vizualizačné médiá</b>	<b>19</b>
4.1	Vizualizácia kľúčových indikátorov . . . . .	19
4.2	Vizualizácia analytickej podpory . . . . .	21
4.3	Ostatné komponenty . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Návrh generátoru grafov</b>	<b>26</b>
5.1	Architektúra . . . . .	26
5.2	Návrh internej reprezentácie . . . . .	27
5.3	Podporované grafy a ich vizuálne vlastnosti . . . . .	28

<b>6 Implementácia</b>	<b>30</b>
6.1 Tvorba grafov . . . . .	30
6.2 Webové rozhranie . . . . .	31
6.3 Spracovanie výsledného grafu . . . . .	32
6.4 Generovanie testovacích dát . . . . .	32
6.5 Problematika spracovania dát a pozicionania . . . . .	32
<b>7 Testovanie a výskum použiteľnosti grafov</b>	<b>33</b>
7.1 Testovanie . . . . .	33
7.2 Výskum použiteľnosti grafov . . . . .	33
<b>8 Záver</b>	<b>40</b>
<b>Literatúra</b>	<b>41</b>
<b>Prílohy</b>	<b>43</b>
Zoznam príloh . . . . .	44
<b>A Interná reprezentácia bullet grafu – dáta</b>	<b>45</b>
<b>B Interná reprezentácia bullet grafu – mapa</b>	<b>46</b>
<b>C Interná reprezentácia bullet grafu – vizuálne vlastnosti</b>	<b>47</b>
<b>D Ukážky grafov vytvorených generátorom</b>	<b>50</b>
<b>E Obsah CD</b>	<b>52</b>

# Kapitola 1

## Úvod

Neoddeliteľnou súčasťou bežného života sa stali informačné technológie, ale nebolo tomu tak vždy. Stúpajúci rast vplyvu informačných technológií vo všetkých odvetviach a v bežnom živote priniesol hromadu informácií. Uskladnenie čoraz viac narastajúceho objemu dát v databázach viedlo k tomu, že ich spracovanie sa stalo hlavným cieľom informačného priemyslu. Jedným z nástrojov, ktorý vznikol z tohto úsilia v posledných rokoch je Dashboard.

Dashboards predstavujú významný vizualizačný nástroj prostredníctvom ktorého môže užívateľ pracovať s dátami uloženými v databázach a na základe toho s nimi uskutočňovať rôzne operácie. Je známe, že v minulosti s dátami v databázach pracovali len ľudia s pokročilými schopnosťami práce s počítačom. Zmyslom dashboardu je podať informácie tak, aby ich dokázali prijať aj neskúsení užívatelia. Dashboard má veľký potenciál a je vhodným komunikačným prostriedkom, ale len vtedy ak je správne navrhnutý a vytvorený.

Popularita dashboardov narastá a v dnešnej dobe je ich možné nájsť skoro všade, avšak s rýchlo narastajúcim počtom dashboardov, je ich čoraz viac chybných [7]. Problémom býva ich nesprávny návrh. Množstvo dashboardov nezobrazuje informácie efektívne a v zrozumiteľnej forme, čo má za následok ich nepoužiteľnosť. Dashboards musia zobrazovať mnoho rozličných informácií na malej ploche, hlavne s dôrazom na formu poskytovaných dát a nie grafických skrások. Preto je potrebný návrh dizajnu, ktorý využije naše možnosti vizuálneho vnímania dát čo najlepšie. Pri tvorbe dashboardu je nutné myslieť a nezabudnúť aj na to, že užívateľ sa s ním bude stretávať denne. Na internete existuje mnoho nástrojov, ktoré ponúkajú vytváranie dashboardov jednoduchým pridávaním elementov, no žiadna aplikácia za nás dashboard nespraví optimálnym.

Do vývoja dashboardov vkladajú firmy nemalé peniaze. Aby sa predišlo možným chybám pri návrhu, je nutné sa riadiť nejakými pravidlami, doporučeniami. Dashboards sú veľmi rozmanité a nedá sa jednoznačne definovať postup ich návrhu. Touto problematikou sa zaoberá viacero autorov vo svojich publikáciách, no naše vnímanie, nie je stále dokonale preskúmané. Všeobecné pravidlá je možné aplikovať na jednotlivé časti dashboardu, čo môže priniesť vždy iný výsledok. Preto cieľom tejto práce je snaha o vytvorenie základných doporučení pri návrhu diagramov užívaných v prostredí informačných dashboardov. Súčasťou tejto práce je teda analýza vlastností diagramov, grafov a všetkých elementov, ktoré sa bežne používajú na tvorbu informačných dashboardov. To znamená – ako je možné dané dáta zobrazovať, ktoré grafy a diagramy sú pre to vhodné a ktoré vlastnosti týchto elementov ovplyvňujú ich použiteľnosť, mieru efektivity. Ďalším krokom je voľba vhodných grafov pre výskum, vytvorenie internej reprezentácie popisujúcej ich vlastnosti tak, aby ju bolo možné v prípade potreby ľahko pozmeniť, z dôvodu možnosti pokračovania v práci. S využitím existujúcich knižníc na tvorbu grafov a vytvorených modelov, je teda mojím cieľom

vytvoriť nástroj, generátor, ktorý bude slúžiť na prípravu testovacích grafov pre užívateľský výskum. Cieľom výskumu je zistiť, ktoré grafické vlastnosti sú pre jednotlivé grafy dôležité a ako ich jednotliví užívatelia vnímajú. Hlavnou myšlienkou je dopomôcť k návrhu dizajnu analyzovaných grafov.

Kapitola 2 obsahuje základné pojmy a definície, ktoré vymedzujú práve to, čo presne pojem informačný dashboard znamená, aké typy poznáme a ako ich delíme, čo obsahujú a na čo slúžia. Kapitola 3 je venovaná analýze návrhu dashboardov, základným vizuálnym a dizajnovým princípom, ktoré majú vplyv na vnímanie človeka a nakoniec častým chybám pri návrhu dashboardov. Kapitola 4 som venoval prieskumu vizualizačných médií, najčastejšie používaných v informačných dashboardoch a rozobral som ich výhody, nevýhody a prípady využitia. V kapitole 5 som stanovil požiadavky na generátor grafov a jeho architektúru. Tak tiež obsahuje definovanie internej reprezentácie mnou zvolených grafov pre výskum a ich nastaviteľné atribúty, ktoré budú sledované. Implementáciu, použité technológie a problémy pri tvorbe generátoru som popísal v kapitole 6. Posledná kapitola 7 je venovaná výskumu a jeho výsledkom, na základe ktorých som zostavil sadu doporčení pre tvorbu sledovaných grafov.



## Kapitola 2

# Informačný dashboard

Dashboard – v anglickom jazyku znamená prístrojová doska. Denne sa človek v bežnom živote stretáva s prístrojovou doskou, napríklad v automobiloch, ale existuje aj mnoho iných, menej bežných, ako napríklad palubná doska v lietadlách, elektrárňach a pod. Informačné dashboardy vychádzajú práve z vyššie spomenutých prístrojových dosiek. Ak sa pozrieme na princípy prístrojovej dosky v aute a princípy informačných dashboardov zistíme, že majú veľa spoločného. Základom je poskytovať užívateľovi potrebné informácie pre riadenie a vykonávanie určitých operácií. Prístrojová doska v spomenutých autách poskytuje vodičovi informácie o rýchlosti, otáčkach motora, stave paliva, teplote motora a v dnešnej dobe mnoho ďalších informácií. Tieto informácie neumožňujú len bezpečnejšie riadenie vozidla, ale aj väčší komfort pri jazde. Rovnaké je to aj s informačnými systémami, ktoré potrebujú ovládanie. Dashboardy predstavujú vizualizačný nástroj, prostredníctvom ktorého môže užívateľ pracovať s dátami uloženými v databázach a na základe toho uskutočňovať operácie s nimi. Informačné dashboardy, či prístrojové dosky, obe kladú dôraz na jednoduchosť a intuitívnosť [13]. Príklad informačného dashboardu je uvedený ako obrázok 2.1.

Existuje mnoho produktov, ktoré poskytovatelia nazývajú dashboard, no ich definície sa často líšia. Definícia dashboardu od Stephena Fewa:

*„A dashboard is a visual display of the most important information needed to achieve one or more objectives; consolidated and arranged on a single screen so the information can be monitored at a glance.“*

– Stephan Few, *Information Dashboard Design* [7]

Stephan Few takto definoval dashboard, aby bolo možné jednoznačne odlíšiť informačné dashboardy od iných foriem prezentácie dát a zhrnul podstatné vlastnosti dashboardu do štyroch bodov:

- Zobrazenie dát s dôrazom na grafickú reprezentáciu.
- Prezentované sú len najdôležitejšie informácie.
- Zrozumiteľná forma.
- Všetko na jednej obrazovke.



Obr. 2.1: Názorná ukážka informačného dashboardu<sup>1</sup>

## 2.1 Poskytované informácie

Informácie prezentované dashboardom predstavujú typicky kombináciu textu a grafiky, avšak s dôrazom na grafiku. Dashboardy sú prevažne grafické, no nie preto, lebo je to pekné, ale kvôli tomu, že grafická prezentácia poskytuje bohatší význam a je ľahšie pochopiteľná pre ľudí. Úlohou dashboardov je zobrazovanie informácií potrebných pre dosiahnutie určitých cieľov, pričom sa nejedná o špecifický druh informácií, ale o informácie rôzneho typu, ktoré sú potrebné pre vykonávanie danej práce [7].

## 2.2 Rozmer dashboardu

Dashboard sa musí zmestiť na jednu obrazovku. Je to práve preto, aby užívateľ pri pohľade na dashboard videl všetky informácie pohromade, na prvý pohľad, naraz. V prípade, ak by bolo nutné sa pre získanie ďalších informácií po obrazovke posúvať, dashboard by stratil svoju efektívnosť, užívateľ súvislosti a kontext daných informácií. Užívateľ by mal jediným pohľadom určiť, o aké informácie sa jedná, ich kontext, čo predstavujú a ich aktuálny stav [7]. Dôvodom, prečo práve jediným pohľadom, je krátkodobá pamäť. Táto problematika je ďalej rozobratá v kapitole 3.1.1.

## 2.3 Klasifikácia dashboardov

Dashboardy môžu zobrazovať mnoho typov dát a preto je ich možné deliť podľa viacerých kategórií. Stephan Few vo svojej knihe [7] rozdelil dashboardy nasledovne:

- Úloha – strategická, analytická, operačná.

<sup>1</sup><https://www.datapine.com/decision-support-system>

- Typ dát – kvantitívne, nekvantitívne.
- Dátová doména – predaje, financie, marketing, manufaktúra, ľudské zdroje.
- Typy meraní – balancované, scorecard, six sigma, nevýkonové.
- Rozpätie dát – celopodnikové, rezortné, individuálne.
- Frekvencia aktualizácie – mesačná, týždenná, denná, hodinová, v reálnom čase.
- Interaktivita – statický displej, interaktívny displej, drilldown filter atď.

Few taktiež tvrdí, že dashboardy sa najlepšie delia podľa typu podnikateľskej činnosti, ktorú podporujú, a to na strategické, analytické a operačné. Najrozšírenejšie sú dashboardy pre analýzu, monitorovanie a riadenie podnikania. Autor Wayne W. Eckerson vo svojej knihe [6] rozdelil obdobne tieto dashboardy na operačné, taktické a strategické. Hoci pomenoval kategóriu taktických dashboardov rozdielne, obaja autori popisujú tento typ rovnako. Stephan Few sa vo svojej knihe viac zameriava na dizajn všeobecne, pričom Wayne W. Eckerson sa skôr sústreďí na priame použitie týchto dashboardov pri obchodnej činnosti, na ich výhody, nevýhody a hlavne na aké metriky sa pri ich návrhu sústreďiť, zostaviť. Pri popise typov som vychádzal z definícií oboch autorov [7, 6].

### 2.3.1 Strategické účely

Najväčšie zastúpenie v rámci dashboardov majú strategické dashboardy. Tieto dashboardy slúžia prevažne manažérom. Ich cieľom je podať rýchly prehľad o stave biznisu. Ich výhodou je, že poskytujú istý náhľad k možnému vývoju. Pre tento typ dashboardov sú najvhodnejšie jednoduché zobrazovacie mechanizmy a dôraz je kladený na to, aby neobsahovali príliš veľa informácií. Zobrazované informácie nemusia byť real-time, práve naopak. Výhodou sú snímky, napríklad mesačné alebo týždenné.

### 2.3.2 Analytické účely

Analytické dashboardy vyžadujú iný prístup k dizajnu ako tomu bolo pri strategických dashboardoch. Potrebný je väčší kontext, porovnávanie a tiež rozsiahlejšia história dát. Na rozdiel od strategických dashboardov, analytické podporujú interakciu, skúmanie podrobností a detailov, ktoré môžu pomôcť pri odhalovaní príčiny nejakej udalosti. Z tohto vyplýva, že analytik musí vynaložiť viac času na pochopenie toho, ako veci fungujú a nájsť dôvod, prečo sa dané udalosti stali, napr. pokles ceny akcií. Výhodné sú statické snímky, podobne ako pri strategických dashboardoch.

### 2.3.3 Operačné účely

Poslednou kategóriou sú operačné dashboardy. Základným rozdielom je, že sa jedná o viac dynamický typ. Informácie sa menia v reálnom čase a na základe ich zmeny je v niektorých prípadoch nutné konať. Všetko sa odvíja od toho, o ako dôležité dáta sa jedná. Tieto dáta musia byť zobrazené jednoducho, aby bolo možné spozorovať kritické hodnoty a na ne následne reagovať. V prípade, že sú potrebné nejaké ďalšie informácie, je prípustná interakcia, alebo dáta môžu byť zobrazené automaticky.

## 2.4 Využitie dashboardov

Využitie dashboardov je veľmi široké. Je možné ich použiť takmer v každej profesii, počnúc riaditeľom veľkej firmy kontrolujúcim obraty, až po meteorológa predpovedajúceho počasie. Najčastejšie sa jedná o tzv. *business dashboards* alebo *performance dashboards* definované nasledovne:

*„A performance dashboard is a multilayered application built on a business intelligence and data integration infrastructure that enables organizations to measure, monitor, and manage business performance more effectively.“*

– Wayne W. Eckerson, *Performance Dashboards* [6]

Performance dashboardy sú v podstate komplexný systém, ktorý slúži pre analýzu a vizualizáciu dát potrebných pre riadenie podnikania. Dashboard teda slúži pre prezentáciu dát. Pretože dashboardy tohoto typu pracujú s obrovským množstvom dát, je nutné ich podať zrozumiteľne. Preto návrh tvorí neoddeliteľnú súčasť pri tvorbe dashboardu. Z toho dôvodu je kapitola 3 venovaná základným princípom návrhu a tvorby dashboardov a v ďalšej časti práce sa pokúsím analyzovať konkrétnejšie jednotlivé elementy a grafy dashboardov a následne v praktickej časti preukázať niektoré nedostatky alebo zlepšenia pri návrhu grafov.

## 2.5 Merateľnosť dát a ich obnovovanie

Merateľnosť dát je jedným z ďalších faktorov pri tvorbe dashboardov. Dáta delíme na kvalitatívne a kvantitatívne [13]. Príkladom pre kvantitatívne dáta je napríklad denná tržba, počet zamestnancov, počet objednávok a pod. Pri kvalitatívnych dátach sa jedná napríklad o 20 najlepších zamestnancov alebo zoznam objednávok. Kvantitatívne dáta majú význam práve vtedy, ak nás zaujímajú podrobnosti. V opačnom prípade sú vhodné kvalitatívne dáta, ktoré dávajú veci do súvislostí. Časté sú merania vo forme zhrnutia, súčtov, porovnávaní a menej často aj vo forme korelácií. Dôležitým faktorom pri návrhu dashboardu je aj voľba toho, ako často budú zobrazované dáta obnovované. Pri operačných dashboardoch býva frekvencia obnovovania najväčšia. Môže sa jednať o sekundy, minúty a hodiny. Pri strategických môže práve ísť až o mesiace. Podstatné je, aby dáta boli obnovované v správny moment, keď pre užívateľa majú význam.

## Kapitola 3

# Princípy tvorby dashboardov

Návrh a implementácia informačného dashboardu, či už pre veľkú alebo malú firmu je náročná operácia a veľká investícia. Harold Kerzner vo svojej knihe [14] zostavil desať otázok týkajúcich sa cieľov projektu, ktoré by sme mali zodpovedať ešte pred návrhom dashboardu, aby sme zistili či skutočne daný dashboard potrebujeme, či je zvolený typ vhodný pre danú problematiku a tiež preto, aby sme predišli častým chybám a dosiahli čo najlepšieho výsledku.

Desať otázok podľa Harolda Kerznera:

1. Aké sú vaše potreby?
2. Aké riešenie práve používate?
3. Čo je zahrnuté do integrácie?
4. Ako dlho trvá inštalácia?
5. Aké jednoduché je použitie systému?
6. Kto bude používať systém?
7. Môžete získať prispôsobenia?
8. Čo sa podieľa na behu a údržbe?
9. Koľko systém bude stáť?
10. Ako dlho sa bude používať?

Investícia do dashboardu je veľkým krokom a hlavným cieľom týchto otázok je minimalizovať možný neúspech. Prvé dve otázky smerujú k tomu, aby sme si riadne stanovili požiadavky na systém. Vo väčšine prípadov už firma vlastní nejaký systém pre hlásenie a preto je potrebné vykonať rozhodnutie, či je potrebné vytvárať nový alebo pospájať už existujúce časti. Otázky 3, 4, 8 a 9, sú skôr zamerané na back-end systému a rozpočet firmy. To ale nemá vplyv na užívateľské rozhranie. Naopak, práve otázky 5 a 6 sú pre užívateľské rozhranie podstatné. Ich zámerom je stanoviť cieľovú skupinu užívateľov, ktorí budú so systémom pracovať. Na základe toho je potrebné prispôbiť rozhranie ich potrebám. Nakoniec však musíme rátať aj s prípadnými zmenami do budúcnosti.

V prípade, že sa rozhodneme vytvoriť informačný dashboard pre našu firmu, je nutné nezanedbať jeho návrh. Práve v tejto fáze dochádza k zlyhaniu, čo vedie k zníženiu účinnosti až nepoužitelnosti. Pri tvorbe dashboardu sa môže jednať o návrh okna v rámci už existujúceho a používaného užívateľského rozhrania, alebo sa môže jednať o zásah do celej štruktúry systému a podľa toho prispôbiť nároky, či už na dashboard samotný alebo rozhranie.

Dôležitou fázou pri vytváraní dashboardov je teda ich návrh, ktorý by mal vytvoriť dashboardy tak, aby sa plne využil ich potenciál. Prezentované dáta by mali vychádzať zo zamerania a účelu daného dashboardu. Už z definície dashboardu v kapitole 2 podľa Stephana Fewa vyplýva, že dashboard by mal obsahovať výhradne potrebné dáta, a tak sa snažiť vyvarovať nepotrebným dátam, ktoré zbytočne zaberajú drahocenný priestor a nemajú informačnú hodnotu. Výber dát teda úzko súvisí so stanovením metrík.

*„Crafting sound metrics is more an art than a science.“*

– Wayne W. Eckerson, *Performance Dashboards* [6]

Príkladom metriky môže byť KPI (kľúčový indikátor výkonu) často používaný v spomínaných performance dashboards. KPI alebo *Key Performance Indicator* je relatívna alebo abstraktná hodnota, ktorá demonštruje práve to, ako efektívne podnik dosahuje kľúčový bod/cieľ, ktorý má naplánovaný [14]. Organizácie používajú KPI pre hodnotenie ich úspechu. Zobrazovanými dátami na takýchto dashboardoch môžu byť napríklad príjmy, výdaje, tržby, počet objednávok, predajné ceny a mnohé ďalšie.

Pri návrhu dashboardov je okrem výberu vhodných dát dôležité zamerať sa na spôsob prezentácie, teda toho ako sú dáta/metriky podávané a následne interpretované užívateľom. Ďalším z radu faktorov, ktoré z tohto vyplývajú, je nutnosť brať do úvahy užívateľa a jeho nároky. Keďže väčšina dashboardov je využívaných pravidelne, napríklad denne, je potrebné ich prispôbiť užívateľom tak, aby neboli príliš rušivé alebo agresívne v rámci každodenného využitia [7]. Spôsob prezentácie sa môže líšiť, a práve preto je dôležité už pri návrhu rozhodnúť, aké grafy alebo elementy sú pre konkrétnu metriku najvhodnejšie. Často používané prostriedky pre vizualizáciu, ich výhody a nevýhody popíšem v kapitole 4 a grafické aspekty, ktoré hrajú dôležitú úlohu pri ľudskom vnímaní popíšem v kapitole 3.1.

Následne takto zvolené a vytvorené grafy, elementy tvoria komponenty finálneho dashboardu, ktoré je potrebné vhodne rozmiestniť na jednu obrazovku, pretože aj ich rozmiestnenie má vplyv na celkový výsledok a funkčnosť dashboardu. V prípade, že medzi niektorými grafmi a inými prvkami dashboardu existujú väzby, je potrebné prispôbiť tomu výsledné rozloženie prvkov. Podľa Stephana Fewa [7] sú všetky dáta na dashboarde dôležité, no nie všetky sú si rovné.

Je možné ich rozdeliť na:

- informácie, ktoré sú dôležité neustále,
- informácie, ktoré sú dôležité len v určitý čas.

Informácie, ktoré sú dôležité len v určitý čas je možné zvýrazniť pomocou rôznych praktík, či už rozličnou farbou alebo veľkosťou. Naopak, najvhodnejším spôsobom pre zdôraznenie informácií, ktoré majú pre nás dôležitý význam stále, je prostredníctvom ich pozície na obrazovke. O rozmiestnení sa môžete viac dočítať v kapitole 3.2.1.

Postup tvorby dashboardu môžeme nakoniec zhrnúť do týchto bodov [13]:

1. stanovenie účelu dashboardu
2. výber dát a stanovenie metrík
3. voľba zobrazovacích médií
4. rozmiestnenie na obrazovku
5. opakované zjednodušovanie a vylepšovanie

V rámci tejto kapitoly **3** som popísal základný postup pri vytváraní dashboardu, voľbe metrík a ich spôsobu prezentácie. Ďalej sú popísané v kapitolách **3.1** a **3.2** princípy, ktoré je vhodné dodržať pri samotnom návrhu prezentačných prostriedkov, grafov a elementov.

## 3.1 Vizúálne princípy

Ako uvádza Few [7], zrakové vnímanie je u ľudí dominantné, a preto je nutné venovať pozornosť a pokúsiť sa pochopiť ako funguje. Zistenia je následne potrebné skúsiť pretaviť do princíпов, ktorých dodržiavanie pri návrhu dashboardu dokáže zvýšiť jeho informačnú hodnotu. Nie vždy existujú spôsoby prezentácie informácií, pri ktorých vyniknú dôležité informácie. V prípade, že je ich prezentácia náročná na pochopenie, nie je jednoduché vyvodiť záver, v istých prípadoch môže dôjsť až k zavádzaniu užívateľa.

Few [7] spomína 3 oblasti na ktoré sa zameriava v súvislosti s vizuálnymi princípmi, a to:

- Limity krátkodobej pamäte
- Optimalizácia pre čo najrýchlejšie pochopenie
- Princípy tvarovej psychológie (*gestaltizmus* [8])

### 3.1.1 Krátkodobá pamäť

Krátkodobá pamäť trvá desiatky sekúnd, pri vzácnejších môže ísť až o minúty. Zachytáva pôsobiacie podnety a je možné ju chápať ako filter zachytávajúci rôzne informácie. O ďalšom spracovaní týchto informácií alebo ich uložení rozhoduje mnoho faktorov. Dôležité ale je, že kapacita krátkodobej pamäte je obmedzená, limit je určený počtom jednotiek, ktoré si môžeme naraz zapamätať. Viac informácií o pamäti sa môžete dočítať v knihe *Základy psychologie* od autorky Márie Vágnerovej. [18]

Dashboard správne vykonáva svoju úlohu v prípade, že vám letmý pohľad stačí na to aby ste vedeli, že máte konať. Skrátka, dashboard musí zvýrazniť informácie, ktoré si zaslúžia užívateľov pohľad. Hlavným významom dashboardov je teda spracovanie, transformácia a prezentovanie informácií vo vhodnej podobe pre ľudí a tým zvýšenie efektivity ich práce.

### 3.1.2 Vnímanie vizuálnych vlastností

Colin Ware vo svojej knihe *Information Visualization: Perception for Design* definoval štyri predbežné vizuálne vlastnosti vid. tabuľka **3.1**. Predbežné vizuálne vlastnosti sú také, ktoré náš mozog spracováva v priestorovej pamäti bez nášho vedomia, za veľmi rýchly čas. Tieto vlastnosti môžu byť využívané k tomu aby uľahčili užívateľovi pochopenie prezentovanej veci prostredníctvom dizajnu. Výsledkom je šetrenie užívateľa a jeho krátkodobej pamäte.[3]

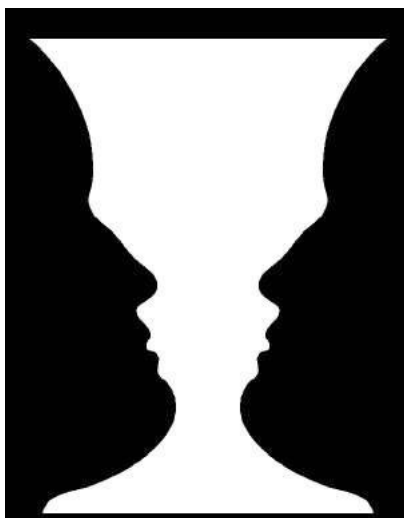
Kategória:	Atribúty:
Farba	Odtieň, Sýtosť, Svetlosť
Forma	Kolineárnosť, Zakrivenie, Dĺžka a šírka, Značky Početnosť, Tvar, Veľkosť, Zoskupenie, Priestorová orientácia
Pohyb	Blikanie, Pohyb
Priestorové polohovanie	2D polohovanie, Stereoskopická hĺbka Konvexné a konkávna polohovanie

Tabuľka 3.1: Štyri predbežné vizuálne vlastnosti

### 3.1.3 Princípy tvarovej psychológie

Gestalt, je možné z nemčiny preložiť ako tvar, štruktúra či konfigurácia. Základnou myšlienkou tohto smeru, je, že celok je viac než súčet jednotlivostí. Gestalt znamená komplexnú kvalitu. Mysleň vníma svet v celkových tvaroch, ktoré potom interpretuje. Medzi základnú metódu patrí *itrospekcia*<sup>1</sup> – introspektívne sledovanie psychických javov.

Veľmi známim sa stal obrázok 3.1 dve figúry s pozadím.



Obr. 3.1: Dve figúry. Obrázok je možné vnímať dvojakým spôsobom. Buď ako figúru s bielym kalichom na tmavom pozadí, alebo naopak, ako dve tmavé tváre na bielom pozadí.

Max Wertheimer sformuloval niekoľko základných princípov vnímania v šiestich zákonoch. Patrí sem:

- Zákon proximity
- Zákon podobnosti
- Zákon uzavretia
- Zákon kontinuity

<sup>1</sup>introspekcia je sebazpozorovanie, skúmanie vlastného duševného života, vnútorných zážitkov, procesov a stavov prebiehajúcich vo vedomí.



- Zákon ohrady
- Zákon spojenia.

## 3.2 Dizajnové princípy

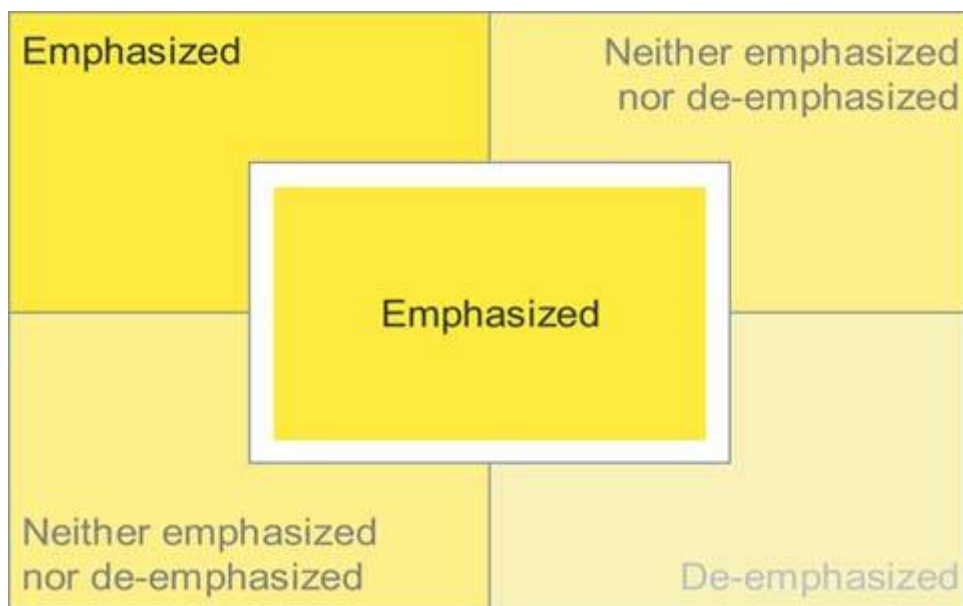
Ako sa spomína v publikácii [9], základný dizajnový princíp dashboardu je podobný ako dizajnový princíp využívaný pri tvorbe webových stránok. Jednoduchosť by mala byť hlavným cieľom práve preto, aby sa obmedzil výskyt nepotrebných elementov a užívatelia sa mohli na dashboarde ľahko zorientovať a sústrediť na pochopenie obsahu.

Hlavné oblasti, na ktoré je vhodné sa zamerať sú:

1. Rozloženie
2. Farebnosť
3. Typografia

### 3.2.1 Rozloženie obsahu

Na obrázku 3.2 Stephan Few popisuje, ako vnímame jednotlivé časti obrazovky.



Obr. 3.2: Vnímanie jednotlivých častí plochy [7]

Najdôležitejší obsah by mal byť umiestnený vľavo hore, prípadne v strednej časti dashboardu. Najmenej dôležité informácie potom v pravom dolnom rohu. Pomerne časté sú doporučená používať mriežkovú štruktúru. Mriežková štruktúra delí obsah na niekoľko stĺpcov určitej šírky a tým prispieva k dojmu poriadku a usporiadanosti viz. obrázok 3.3.

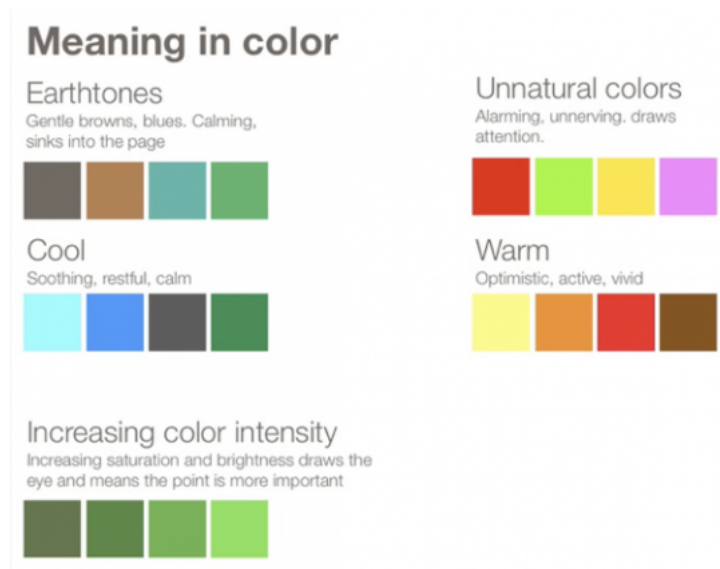


Obr. 3.3: Mriežková štruktúra<sup>2</sup>

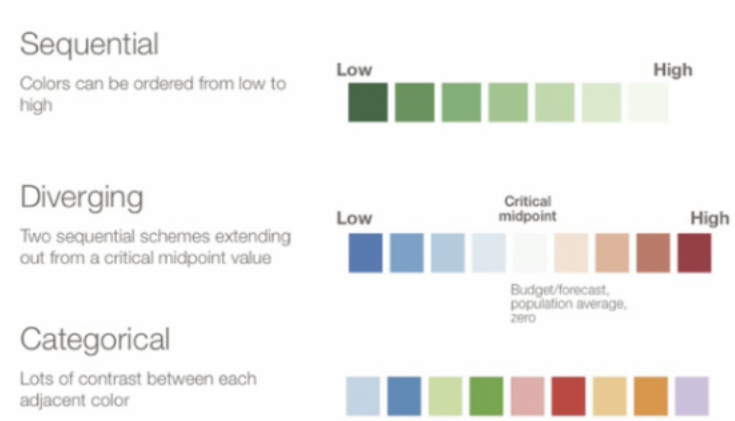
### 3.2.2 Farebnosť

Ludské oči sú mimoriadne citlivé na farebné variácie. Trénovaný človek dokáže rozlíšiť až 1000000 farieb pri ich vzájomnom porovnávaní, pričom bez tréningu len 20000 [17]. Pridelovanie farieb informáciám, je podobné ako pri maľbe. Maľovať správne je jednoducho priradiť farbu na správne miesto. Edward R. Tufte tvrdí, že dokonca aj dobrá farba na dobrom mieste je zložitá záležitosť. Z čoho plynie prvý princíp pri výbere farby, predovšetkým neuškodiť [17]. Farba dokáže pritiahnuť našu pozornosť na to, čo je dôležité a spájať podobné veci. Používanie farieb vyžaduje obmedzenie. Pri návrhu dashboardu by sme mali začínať s odtieňmi šedej a postupne pridávať farby pre užitočné dáta. Naopak krikľavé farby nám hneď padnú do očí a sú ideálne pre upozornenia. [9]. Obrázky 3.4 a 3.5 popisujú vhodné použitie farieb.

<sup>2</sup><http://www.dashboardinsight.com/articles/digital-dashboards/fundamentals/a-guide-to-creating-dashboards-people-love-to-use-two.aspx>



Obr. 3.4: Obrázok rozdeľuje farby podľa tónov a ich vplyvu na človeka[9]



Obr. 3.5: Obrázok názorne poukazuje na užitie farieb pri jednotlivých dátach ako je zoradenie hodnôt od najmenej po najväčšiu, stret hodnôt na nule a keď dáta spadajú do rôznych kategórii [9]

### 3.2.3 Typografia

Typografia má pre niektorých ľudí veľký význam. Nejdná sa len o výber typu písma, ale tiež o veľkosť bodu, kearning,<sup>3</sup> riadkový preklad<sup>3</sup> a mnoho ďalších vlastností písma. Písma môžeme rozdeliť na pätkové (*Serif*) a bezpätkové (*sans-serif*) písma. Dôležité je v rámci dashboardu zvýraznenie textu. Opäť mu môžeme priradiť vhodnú farbu, orientáciu a veľkosť. Navyše, môžeme text zvýrazniť napríklad pomocou kurzívy, ktorá dodáva pocit dôrazu alebo použitím tučného písma, kedy naopak v nás vyvoláva pocit naliehavosti.

<sup>3</sup><http://www.scribus.cz/zakladni-typograficke-pojmy-co-byste-meli-vedet-o-pismu/>

### 3.3 Princípy spojené s použiteľnosťou dashboardu

Popri vyššie spomínaných princípoch je nutné dbať aj na ďalšie aspekty dizajnu aby sme dosiahli to, že dashboardy sa jednoducho používajú a podporujú užívateľa v tom, aby správne reagoval na informácie.

#### 3.3.1 Usporiadanie zobrazovaných informácií

Few [7] odporúča niekoľko vecí, na ktoré sa zamerať pri usporiadaní informácií na dashboarde. Dobrým začiatkom v organizovaní je pokúsiť sa o základné triedenie a usporiadanie zobrazovaných informácií do skupín podľa jednotlivých pozícií a činností užívateľov dashboardu podľa toho, akej časti organizácie sa týkajú alebo podľa zamerania zobrazovaných dát v prípade, že sú využívané v rámci jedného alebo viacerých procesov. Opäť je potrebné vychádzať z požiadaviek užívateľov a zohľadniť ich v návrhu. Akonáhle máme vytvorené skupiny zobrazovaných informácií, môžeme upraviť návrh tak, aby zobrazované informácie patriace do rovnakej skupiny boli umiestnené spoločne, no zároveň boli dostatočne oddelené od iných (okolitých) skupín. Najjednoduchším spôsobom ako oddeliť zobrazované dáta je prázdny priestor, pretože nepúta pozornosť užívateľa a tento spôsob sa odporúča použiť vždy keď je to možné. Ďalším krokom ako sprehľadniť a zefektívniť dashboard je porovnávanie metrík tam, kde to má pridanú hodnotu a naopak zdržanie sa porovnávaním metrík, ktoré nie sú relevantné. Porovnanie je možné docieľiť vložением viacerých metrík do jedného komponentu (tabuľky, grafu a pod.), umiestnením metrík blízko sebe, vizuálnym prepojením pomocou rôznej farby alebo doplnením porovnávacích hodnôt ako sú pomery, percentá či rozdiely.

#### 3.3.2 Zladený dizajn

Pokiaľ je to možné tak by prvky dashboardu mali zdieľať rovnaký dizajn. Pri použití rôzneho dizajnu na jednotlivé komponenty bez toho, aby sme rozdielnym dizajnom chceli niečo vyjadriť, znižujeme efektivitu dashboardu, nakoľko užívatelia budú premýšľať a snažiť sa pochopiť dôvody prečo komponenty vyzerajú inak.

#### 3.3.3 Vizuálna príťažlivosť

Názor, že by dashboardy mali byť v prvom rade prehľadné sa nevyklučuje s tým, že môžu byť pre užívateľa aj vizuálne príťažlivé. Veľký dopad na vizuálnu príťažlivosť má dodržiavanie princípov z kapitoly 3.2. Štúdia v článku [16] preukázala tesné vzťahy medzi počiatočným vnímaním estetiky rozhrania a vnímaním použiteľnosti systému. Výsledky štúdie sa zhodujú s poznatkami sociálnej psychológie, že ľudia spájajú osobnú fyzickú príťažlivosť s inými osobnými atribútmi. Záverom článok určuje tri možné procesy, ktoré môžu vyvolať pozitívne vzťahy medzi príťažlivosťou rozhrania a vnímanou použiteľnosťou. Prvým procesom sú populárne stereotypy, druhým haló efekt a nakoniec efektívna odpoveď na estetiku dizajnu, má za následok zlepšenie užívateľovej nálady a následného hodnotenia systému.

#### 3.3.4 Efektívne dashboardy

Efektívne dashboardy by mali nie len zobrazovať informácie, na ktoré by mal užívateľ reagovať, ale zároveň mu poskytnúť jednoduchú a rýchlu možnosť hlbšie analyzovať jednotlivé informácie. Častá je nutnosť interakcie s dashboardom, ako napríklad zobrazenie detailných

informácií po kliknutí na časť alebo celú komponentu. Dôležité je, aby bol tento spôsob konzistentný naprieč celým dashboardom a užívateľ dokázal intuitívne pokračovať v práci s informáciami.

### 3.3.5 Sústavné vylepšenia

Je takmer nemožné uspokojiť všetky predstavy a požiadavky užívateľov už prvým návrhom, navyše postoje a požiadavky užívateľov sa v čase menia a na to je možné reagovať len postupnými úpravami v závislosti na spätnej väzbe. Preto je vhodné pripraviť čo najdokonalejší prototyp a použiť ho ako odrazový mostík a základ pre ďalšiu diskusiu. Využitie spätnej väzby od užívateľov prototypu je pomerne efektívna metóda a jeden z krokov metodiky návrhu softwaru zameraného na užívateľa.

## 3.4 Časté chyby

Dnešným trendom je časté využívanie dashboardov. Túto situáciu zapríčinili jednotliví predajcovia, ktorí lákajú zákazníkov tým, že každý má dashboard a každý ho potrebuje. Lákajú zákazníkov na to, že ich dashboard je nevyhnutnosť, ktorá dokáže zlepšiť ich biznis. Jednotliví predajcovia sa predbiehajú v tom, kto poskytne lepší produkt. Ich snahou je vytvoriť dashboard, aby vyzeral atraktívne už na prvý pohľad a aby jednotlivé časti žiarili farbami a priťahovali pozornosť. Prevažne väčšina dashboardov zlyháva v komunikácii. Nie je to kvôli použitým technológiám, ale práve z dôvodu zlého designu, ktorý predajcovia orientujú len na marketingové účely. A tak vzniká rada dashboardov, ktoré sa po pár dňoch stávajú otravnými, neužitočnými a nevyužívajú svoj potenciál. Design je to, čo robí dashboard úspešným, ale len v prípade, že využije silu vizuálneho vnímania a prispôbi sa tomu, ako užívatelia vnímajú a myslia [7].

Dashboard by mal poskytovať nevyhnutné dáta. Príkladom, môže byť riadiaca doska v elektrárňach. V prípade, že by kvôli neprehľadnosti užívateľ prehliadol kritické hodnoty, mohlo by dôjsť ku katastrofe. Napriek tomu existuje veľké množstvo dashboardov, ktoré odvádzajú pozornosť od kritických dát zle navrhnutým rozhraním. Grafická reprezentácia nemusí byť vždy najprehľadnejšia.

Stephan Few zhrnul trinásť chýb, ktoré sa najčastejšie objavujú. Ako sám poznamenal, príliš prehnaný dôraz na povrchné a funkčne rozptyľujúce vizuálne charakteristiky má za následok vznik chýb v dizajne, ktoré pôsobia rušivo a znižujú užitočnosť. Návrhári sa často snažia reprezentovať všetko graficky, aj keď to nie je potrebné.

Trinásť základných chýb podľa Stephana Fewa:

- Presah hraníc jednej obrazovky
- Neadekvátny kontext pre dáta
- Príliš detailné zobrazovanie
- Výber nevhodných meraní
- Výber nevhodného média pre zobrazenie
- Výber nevhodných médií z dôvodu rozmanitosti
- Zlý dizajn zobrazovacích médií

- Nesprávne kódovanie kvantitatívnych údajov
- Nesprávne rozloženie dát
- Chýbajúce zvýraznenie dôležitých dát
- Používanie zbytočnej dekorácie
- Používanie nadmerného množstva farieb
- Neatraktívne vizuálne prostredie

## Kapitola 4

# Vizualizačné médiá

Voľba správnych vizualizačných médií (určitá forma prezentácie informácií) má veľký vplyv na celkovú efektivitu dashboardov. Táto kapitola má za cieľ priblížiť najčastejšie používané komponenty (grafy), zamerať sa na ich silné stránky a situácie, kedy je vhodné ich využiť a taktiež popísať ich limity a situácie, v ktorých je možné zvoliť vhodnejšie médium. Pri popise týchto komponentov som vychádzal z kníh [12],[7] a [15]. Na vizuálne atribúty vybraných grafov, ktoré som vybral pre výskum, poukážem v kapitole 5.3. Podľa týchto atribútov som zostavil internú reprezentáciu grafov.

Ako uvádza Tom Gonzalez v článkoch [10] a [11], komponenty dashboardu spadajú do dvoch hlavných kategórií – kľúčové indikátory výkonu a analytická podpora. Výber jednotlivých médií z daných skupín je potrebné podriaďiť potrebám užívateľa vo vzťahu k informáciám, ktoré monitoruje alebo analyzuje. Vo všeobecnosti platí, že čím viac špecifický je daný dashboard, tým detailnejšie a bohatšie informácie môžeme zobraziť. Naopak, v prípade všeobecne zameraného dashboardu je vhodné použiť menej komplexné informácie a menej detailov.

Stephen Few zas rozdeľuje vizualizačné médiá do šiestich kategórií [7]:

- Grafy
- Obrázky
- Ikony
- Objekty
- Text
- Organizéry

### 4.1 Vizualizácia kľúčových indikátorov

V rámci tejto sekcie sa najčastejšie stretávame s nasledovnými komponentmi:

#### 1. Ikony upozornení (*Alert icons*)

Najjednoduchší komponent je pravdepodobne ikona upozornenia, ktorá môže mať formu geometrického tvaru s rôznymi farbami alebo vzormi v závislosti na stave upozornenia. Pravdepodobne najzrozumiteľnejšími sú červené, žlté alebo oranžové a zelené ikony znázorňujúce stav.

**Použitie:** najčastejšie využívané v kontexte s ďalšími informáciami, na zvýraznenie sady dát v rámci veľkých dátových súborov, prípadne indikáciu stavu alebo funkčnosti.

**Obmedzenie:** význam v spojení s ďalšími informáciami, jediná dimenzia.

## 2. Semafor (*Traffic light icons*)

Veľmi podobné ikonám upozornení, s výhodou toho, že svetlá semaforu sú všeobecne rozpoznateľné a používané na informovanie o dobrom stave, varovaní a zlom stave.

**Použitie:** užitočné v situáciách, kedy s dashboardom pracujú dobre oboznámení užívatelia, kde asociácia so semaforom pomôže rýchlemu vyhodnoteniu situácie.

**Obmedzenie:** iba jediná dimenzia.

## 3. Ikony trendov (*Trend icons*)

Ikony reprezentujú vývoj ukazovateľa v čase. Používajú sa symboly, šípky, prípadne čísla. Ikonu trendu je možné kombinovať s upozornením.

**Použitie:** vhodné použiť pri zobrazovaní a upozornení na vývoj ukazovateľa v čase, prípadne jeho zmenu oproti poslednému sledovanému obdobiu.

**Obmedzenie:** význam v spojení s ďalšími informáciami, iba jediná dimenzia.

## 4. Ukazovateľ priebehu (*Progress bar*)

Tento komponent vo svojej najjednoduchšej podobe znázorňuje aktuálny stav naplnenia cieľa v rámci jednodimenzionálnej osi, no s pridaním farby alebo kombináciou s ikonami je možné pridať informácie o prekročení určitých mílnikov alebo indikáciu priblíženia sa k určitým limitom.

**Použitie:** používané pri zobrazení pokroku smerom k vytýčenému cieľu reprezentovanému kladným číslom.

**Obmedzenie:** nefungujú dobre s metrikami, ktoré obsahujú záporné čísla.

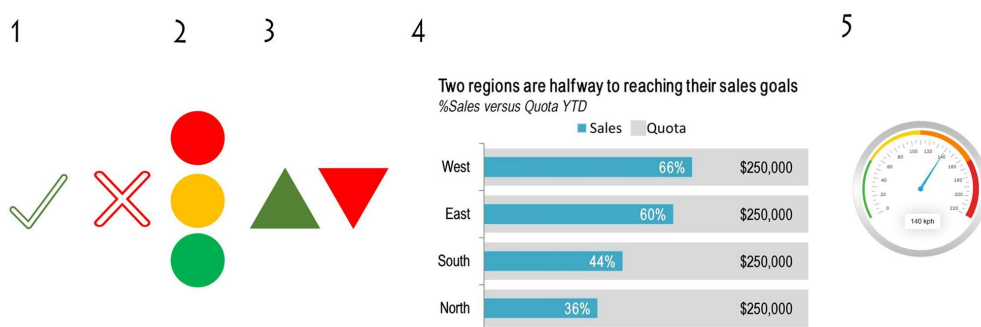
## 5. Meradlá (*Gauges*)

Ideálny komponent na intuitívne zobrazenie kladných alebo záporných hodnôt v rámci meraného cieľa a znázornenie stavu jeho naplnenia. V kombináciami s farbami poskytuje dodatočné informácie o dôležitých mílnikoch v rámci sledovaného cieľa.

**Použitie:** meradlá by mali byť vyhradené pre najvyššiu úroveň a najdôležitejšie metriky vzhľadom na schopnosť pútať pozornosť užívateľa. Tiež vhodné na sledovanie ukazovateľov, ktoré sa počas dňa často menia a to oboma smermi. Ako pomerne dominantný element si nájdu využitie aj ako navigačný prvok vedúci užívateľa k podstatnejším informáciám.

**Obmedzenie:** nevhodné pri sledovaní viacerých ukazovateľov zároveň.





Obr. 4.1: Obrázok znázorňuje grafy 1-5 pre vizualizáciu kľúčových indikátorov<sup>1</sup>

## 4.2 Vizualizácia analytickej podpory

Analytická podpora obsahuje komponenty vhodné k analýze stavu daného ukazovateľa alebo ukazovateľov. Medzi najčastejšie používané komponenty patria:

### 6. Stĺpcové grafy (*Bar charts*)

Stĺpcové grafy sa najčastejšie používajú na porovnávanie hodnôt, pretože jednotlivé stĺpce používajú rovnaké merítka a je vizuálne veľmi jednoduché ich porovnať navzájom. Časté je zobrazenie hodnôt, ktoré spadajú do rovnakej kategórie pričom stĺpce je možné kombinovať a zobraziť vzájomný vzťah viacerých podobných sád dát. Stĺpce môžu byť orientované horizontálne alebo vertikálne.

**Použitie:** využívané na analýzu hodnôt v rámci jednej kategórie dát, no taktiež časovú analýzu, napríklad porovnanie ukazovateľa v rôznych mesiacoch roku. Rovnako vhodné na zobrazenie hodnôt ako častí celku, kde pri ich vyššom množstve nemusí byť koláčový graf dostatočne prehľadný.

**Obmedzenie:** v prípade, že jedna z hodnôt je výrazne vyššia než ostatné stĺpcový graf stráca svoju čitateľnosť a z dôvodu využitia lineárnej stupnice je pomerne ťažké porovnávať medzi sebou menšie hodnoty. Ak nás zaujíma vývoj v čase je vhodnejšie použiť čiarový graf a v prípade že kategória obsahuje jedinou hodnotu, mali by sme využiť bullet alebo gauge.

### 7. Zložené stĺpcové grafy (*Stacked Bar charts*)

Variácia na stĺpcový graf, kde sa každý stĺpec skladá z viacerých segmentov reprezentujúcich podiel na celkovej hodnote. Môžu byť užitočným doplnkom dashboardu v prípade, že chceme zobraziť ako celkovú hodnotu, tak aj hodnotu jednotlivých častí, no s dôrazom na hodnotu celkovú.

**Použitie:** zobrazenie viacerých hodnôt celkovo a ich častí, pričom dôraz je kladený na celkové hodnoty.

**Obmedzenie:** ak je dôraz kladený na časti celku, alternatívy ako napríklad stĺpcový graf sú prehľadnejšie.

<sup>1</sup>Graf č.4:<http://speakingppt.com/2012/02/>

<sup>1</sup>Graf č.5:<http://www.jqwidgets.com/angular-components-documentation/documentation/jqygauge/angular-gauge-styling-and-appearance.htm?search=>

## 8. Koláčové grafy (*Pie charts*)

Vhodné použiť pri zobrazení podielu zložiek na celku, už menej na ich vzájomné porovnanie. Pri koláčových grafoch platí, že celkový počet zobrazených častí grafu by nemal presiahnuť 5 alebo 6 a ich súčet by mal tvoriť 100%. V prípade zobrazenia viacerých častí je pomerne komplikované odhadnúť ich pomerné veľkosti a v kombinácii s nutnosťou umiestniť hodnoty buď priamo dovnútra jednotlivých výrezov alebo pri ich väčšom počte na okraj grafu sa graf veľmi rýchlo stáva nečitateľným a je vhodné voliť inú formu zobrazenia dát. Koláčové grafy sú častým prvkom na dashboardoch, no pomerne často existuje vhodnejší komponent na zobrazenie daných dát – či už tabuľka alebo stĺpcový graf.

**Použitie:** malá sada dát, kde súčet segmentov tvorí 100 % sledovanej hodnoty, vhodné na získanie rýchleho avšak menej detailného prehľadu o zložení celku.

**Obmedzenie:** je komplikované odhadnúť veľkosť segmentov, kvôli neobvyklým uhlom v kruhu a porovnávať veľkosť jednotlivých segmentov medzi sebou. V prípade väčšieho počtu segmentov (6 a viac) graf stráca na prehľadnosti. Pokiaľ sa jedná o 3D koláčový graf dochádza k skresleniu podávaných informácií a nepresnému vyhodnoteniu situácie užívateľom, v extrémnych prípadoch až o zavádzanie užívateľa.

## 9. Čiarové grafy (*Line charts*)

Grafy sú tvorené sériou hodnôt zobrazených ako jednotlivé body navzájom prepojené čiarou, aby bol zrejмый trend. Ideálne pre časovú analýzu, kde je žiaduce zobrazíť vývoj jedného alebo viacerých ukazovateľov v čase. Vďaka kombinovaniu viacerých sád dát do jedného grafu, je možné jednoducho porovnávať trendy navzájom. Najčastejšie tvorené dimenziou času na osi X a hodnotou ukazovateľa na osi Y. Výhodou je tiež možnosť prispôbiť stupnicu zobrazovaným hodnotám tak, aby ešte lepšie vynikol detail vývoja hodnôt. **Použitie:** zobrazenie trendu v čase, prípadne porovnanie viacerých trendov navzájom, identifikácia výkyvov alebo vzorcov vo vývoji ukazovateľa. **Obmedzenie:** pomerne obmedzené možnosti hlbšej analýzy hodnôt, pri upravenej stupnici môže dochádzať k skresleniu informácie.

## 10. Sparklines

Ideálne do dashboardov, ktoré vyžadujú veľmi husté zobrazenie informácií pre ich schopnosť poskytnúť dostatočný pohľad na vývoj trendu za dlhé obdobie na relatívne malom priestore. Sparklines zámerne neobsahujú stupnicu, pretože neposkytujú presnosť štandardných veľkoformátových grafov, ale na rozdiel od nich sa zameriavajú na rýchly prehľad o historickom vývoji a následné detaily môžu byť analyzované s využitím dodatočných grafov a reportov. Na rozdiel od jednoduchých ikon trendov je prostredníctvom sparklines možné pokryť dlhý časový úsek, nie len zmenu oproti poslednému sledovanému obdobiu.

**Použitie:** zobrazenie trendu v čase, kde nie je podstatný detail a konkrétne hodnoty, ale rýchle informovanie užívateľa o dlhodobom vývoji, alebo v spojení s dodatočnou grafikou informovanie o vybočení zo stanoveného pásma.

**Obmedzenie:** neobsahujú detailné informácie a v prípade potreby hlbšej analýzy je nutné siahnuť po dodatočných médiách a tiež ich nie je vhodné použiť na zobrazenie viacerých trendov zároveň.

## 11. Krabicové grafy (*Box plots*)

Krubicové grafy sú pomerne mladým prírastkom do rodiny grafov a slúžia na vizualizáciu numerických dát pomocou ich kvartilov. Stredná časť grafu je zhora ohraničená

3. kvartilom a zdola 1. kvartilom a medzi nimi sa nachádza línia vymedzujúca medián. K tejto časti grafu sa zvyknú pripájať vertikálne línie, ktoré vyjadrujú variabilitu dát pod prvým a nad tretím kvartilom.

**Použitie:** používaný na zobrazenie detailov o rozložení dát, kde len jednoduchý súčet hodnôt, ich priemer alebo medián nestačí.

**Obmedzenie:** pomerne komplexný a ťažšie čitateľný graf.

## 12. Bullet graf

Výborný na zobrazenie viacerých závislostí v rámci metriky na malom priestore. Zobrazuje jednu metriku, ktorú dopĺňa o ďalšie informácie vzťahujúce sa k metrike, ako napríklad jej aktuálnu hodnotu, pásma splnenia cieľa či prognózu danej metriky. Vďaka úspornému lineárnemu dizajnu je jednoducho čitateľná užívateľmi dashboardu. Graf môže byť orientovaný horizontálne alebo vertikálne a časté je zobrazovanie viacerých grafov zameraných na rôzne ukazovatele.

**Použitie:** úspora miesta pri zobrazení viacerých dát, prípadne dáta ktoré majú aktuálnu hodnotu, cieľ a plánovanú hodnotu.

**Obmedzenie:** nehodí sa v prípade porovnávania viacerých sád dát alebo zobrazenie iného než aktuálneho stavu.

## 13. Korelačný graf (*Scatter plots*)

Používané výhradne na zobrazenie korelácie – či existuje a aká výrazná je korelácia medzi dvomi sadami kvantitatívnych dát. V rámci osi X býva zobrazená jedna sada dát a na osi Y následne druhá sada. Smer a sila korelácie býva potom znázornená čiarou trendu, ktorá zvýrazní a zrýchli pochopenie grafu užívateľom. V jednom grafe je možné zobraziť kategórie jednej zo sád tak aby sme dostali podrobnejšie informácie o koreláci v závislosti na kategórii.

**Použitie:** používaný na zobrazenie detailov o rozložení dát, kde len jednoduchý súčet hodnôt, ich priemer alebo medián nestačí.

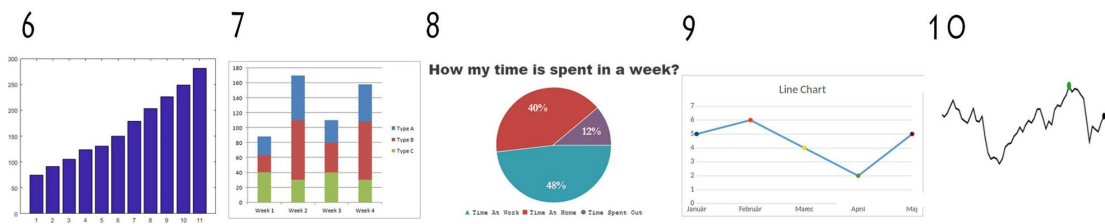
**Obmedzenie:** bez čiary trendu je komplikované grafu porozumieť, má jediný účel – koreláciu.

## 14. Radar graf (*Radar charts*)

Graf slúžiaci na zobrazenie hodnôt troch a viacerých premenných v rámci jedného grafu – každá premenná na samostatnej osi s počiatkom v strede grafu. Obzvlášť vhodný nástroj pre ilustráciu rovnováhy alebo nerovnováhy, prípadne porovnanie silných a slabých stránok. Aj po meraní viacerých prvkov vo viacerých kategóriách je pomerne jednoduché porovnať výkonnosť prvkov v rámci jednotlivých kategórií a identifikovať nadpriemerne a podpriemerne výkonné prvky.

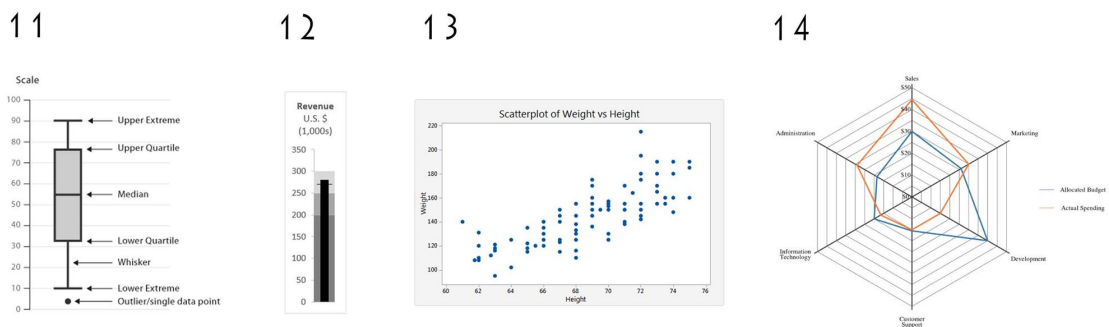
**Použitie:** vhodný na zobrazenie relatívnej rovnováhy alebo nerovnováhy v dátach a rýchlu identifikáciu silných a slabých stránok.

**Obmedzenie:** obsahuje veľké množstvo informácií a má pomerne veľké nároky na zobrazovaciu plochu aby sa zachovala čitateľnosť.



Obr. 4.2: Obrázok znázorňuje grafy 6-10 pre vizualizáciu analytickej podpory<sup>2</sup>

3



Obr. 4.3: Obrázok znázorňuje grafy 11-14 pre vizualizáciu analytickej podpory<sup>4</sup>

### 4.3 Ostatné komponenty

Na záver je nutné spomenúť komponenty, ktoré môžu slúžiť na prehľad o stave ukazovateľov ako aj poskytovanie informácií slúžiacich k analýze dát:

#### 15. Tabuľky (*Tables*)

Tabuľky zobrazujú dáta usporiadané do riadkov a stĺpcov, pričom môžu okrem obyčajného textu alebo čísel obsahovať ďalšie vizualizačné médium, napríklad sparkline, bullet chart, ikony trendov alebo upozornení a podobne. Sú vhodné na zobrazovanie dvojdimenzionálnych informácií organizovaných do kategórií. Častá býva možnosť poskytnúť užívateľovi ďalšie detaily o konkrétnej metrike ak ho niečo upúta na základnom zobrazení (tzv. Drill-down).

<sup>3</sup>Grafč.6:[https://www.mathworks.com/help/examples/graphics/win64/SingleDataSeriesExample\\_01.png](https://www.mathworks.com/help/examples/graphics/win64/SingleDataSeriesExample_01.png)

<sup>3</sup>Graf č.7:[http://www.betterevaluation.org/sites/default/files/2d\\_StackedColumnChart2.png](http://www.betterevaluation.org/sites/default/files/2d_StackedColumnChart2.png)

<sup>3</sup>Graf č.8:[http://canvasjs.com/wp-content/uploads/2013/01/javascript\\_pie\\_chart.jpg](http://canvasjs.com/wp-content/uploads/2013/01/javascript_pie_chart.jpg)

<sup>3</sup>Graf č.10:[https://s3.amazonaws.com/edwardtufte.com/sparkline\\_d3\\_angular.png](https://s3.amazonaws.com/edwardtufte.com/sparkline_d3_angular.png)

<sup>4</sup>Graf č.11:[http://www.datavizcatalogue.com/methods/box\\_plot.html](http://www.datavizcatalogue.com/methods/box_plot.html)

<sup>4</sup>Graf č.12:<http://www.excel-university.com/wp-content/uploads/2014/10/24c.png>

<sup>4</sup>Graf č.13:<http://support.minitab.com/en-us/datasets/>

<sup>4</sup>Graf č.14:<http://i.imgur.com/kFB5PVd.png>

**Použitie:** s využitím ďalších komponentov poskytuje pomerne rýchly a podrobný prehľad o metrikách, vhodné pri zobrazení viacerých kategórií dát pre danú metriku.  
**Obmedzenie:** tabuľky môžu zobrazovať obrovské množstvo informácií a v takom prípade sa stávajú ťažko čitateľnými a zároveň zaberú veľkú časť zobrazovacej plochy.

## 16. Mapy (*Maps*)

Pri dashboardoch zameraných na sledovanie ukazovateľov v súvislosti s geografickými lokalitami je možné využiť mapu doplnenú o ďalšie komponenty. V spojení s ďalšími komponentmi dokáže užívateľ získať pomerne široký prehľad o stave ukazovateľov v rôznych lokalitách. Opäť je možné poskytnúť odkaz na detaily o konkrétnej oblasti, takže dashboard zobrazuje len najdôležitejšie informácie, no zároveň poskytuje možnosť hlbšej analýzy v prípade potreby.

**Použitie:** ideálne na zobrazenie ukazovateľov, ktoré sú rôzne alebo sledované zvlášť pre viacero oblastí.

**Obmedzenie:** veľké nároky na zobrazovaciu plochu, ťažko sa kombinuje s niektorými vizualizačnými médiami ako sú napríklad stĺpcové alebo čiarové grafy.

15



16

Site KPIs Past 30 Days   www.awesomecompany.com					
Metric	Past 30 Days	Previous	Delta	Change	Sparkline
Visitors	152,485	99,772	▲	34.6%	
Goals	3,923	2,533	▲	35.4%	
Events	72,866	65,755	▲	9.8%	
Bounce Rate	67.8%	69.0%	▼	-1.7%	
GCR %	2.3%	2.4%	▼	-3.1%	
Time on Site	62.9s	90.5s	▼	-44.0%	

Obr. 4.4: Obrázok znázorňuje príklad mapy a tabuľky<sup>5</sup>

6

<sup>5</sup>Grafč.15:[http://www.perceptualedge.com/articles/visual\\_business\\_intelligence/geographical\\_data\\_visualization.pdf](http://www.perceptualedge.com/articles/visual_business_intelligence/geographical_data_visualization.pdf)

<sup>6</sup>Graf č.16:<https://www.klipfolio.com/blog/business-dashboard-design-visualization-types>

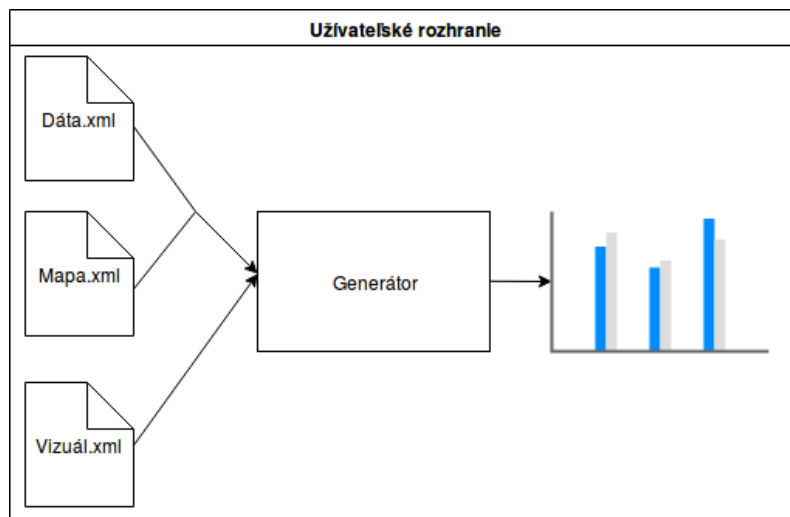
## Kapitola 5

# Návrh generátoru grafov

Primárnym cieľom tvorby tohto nástroja je príprava testovacej sady grafov pre užívateľský prieskum. Jeho využitie však nie je ohraničené len touto prácou a je možné ho použiť na ďalšie účely alebo rozšíriť pre ďalší výskum, podľa čoho som stanovil požiadavky. V tejto kapitole popíšem stanovené požiadavky na tento nástroj vyplývajúce z výskumu z kapitoly 7. V ďalšej fáze sa budem zaoberať architektúrou rozhrania, internou reprezentáciou grafov a podporovaným grafom s priblížením na ktoré časti grafov som sa zamerlal. Nástroj bol navrhnutý v súvislosti s požiadavkami projektu na evaluáciu použiteľnosti dashboardov.

### 5.1 Architektúra

Po zvážení možností som sa rozhodol preto, aby nástroj bežal lokálne vo webovom prehliadači bez nutnosti použiť server. Dôvodom je jednoduchšia manipulácia so súbormi obsahujúcimi internú reprezentáciu grafov (časté zmeny súborov) a nezávislosť generátoru na ďalších technológiách. Obrázok 5.1 znázorňuje architektúru generátora.



Obr. 5.1: Obrázok znázorňuje manipuláciu s generátorom prostredníctvom užívateľského rozhrania. Vloženie internej reprezentácie, mapovanie dát a následné vytvorenie príslušného grafu. Obrázok bol vytvorený službou draw.io<sup>2</sup>

Hlavnou požiadavkou na činnosť generátora je prijať na vstupe internú reprezentáciu podporovaných grafov definovaných v kapitole 5.2 a následne ich vykresliť do okna prehliadača. Nakoniec je tu tiež možnosť uložiť výsledný graf pre ďalšiu prácu vo formáte SVG, ktorý je stanovený použitím knižnice D3 a je podrobnejšie vysvetlený v kapitole 6.1.

## 5.2 Návrh internej reprezentácie

Interná reprezentácia alebo model, definuje graf pre generátor. Pre modely grafov som zvolil značkovací jazyk XML, pretože využíva DOM podobne ako formát SVG a zvolená knižnica pre tvorbu webových diagramov definuje radu selectov, ktoré uľahčujú prístup k jednotlivým položkám. Internú reprezentáciu grafu tvoria tri súbory. Patria sem súbory pre dáta, mapovanie dát a vizuálne vlastnosti. Pri návrhu internej reprezentácie bolo nutné dodržať istý základný formát XML. Pre názornú ukážku príloha obsahuje vzor internej reprezentácie pre bullet graf. Na začiatok som pre každý graf definoval názvy dimenzií a ich minimálny a maximálny počet pre správne vykresľovanie.

V prílohe A je zobrazená ukážka obsahu dátového súboru. Značka `<values>` predstavuje sekciu pre dáta grafu, kde sa jednotlivé hodnoty zapisujú do `<value>`, odkiaľ je vyberaný vždy len prvý výskyt hodnoty jednotlivých dimenzií grafu. Sekcia `<dimensions>` slúži na priradenie dátového typu k dimenzii. Dátový typ môže byť textový reťazec (string) alebo číslo (integer). Dátový typ má dôležitú úlohu pri kontrole jednotlivých hodnôt a mapovaní na dimenziu grafu, kde opäť prebieha kontrola validity.

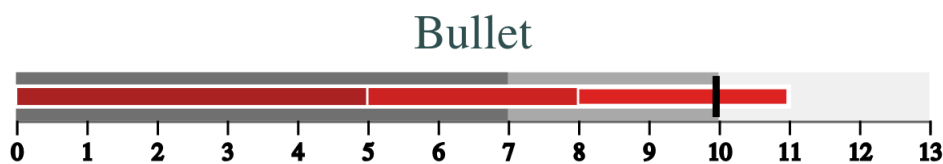
Súbor s mapovaním dát na dimenzie grafu je zobrazený v prílohe B. Tento súbor slúži na priradenie ľubovoľne nazvaných značiek predstavujúcich dáta dimenziám grafu. Výhodou tohto riešenia je možnosť ponechať rovnaký dátový súbor pre viac grafov a mapovať len potrebné dáta.

Pre všetky grafy je štruktúra dátového súboru a súboru s mapovaním dát rovnaká, líšia sa len v súboroch s vizuálnymi vlastnosťami. Pre prácu je práve najdôležitejší súbor s vizuálnymi vlastnosťami, ktorý popisuje celkový vzhľad grafu. Príloha C zobrazuje obsah súboru s vizuálnymi vlastnosťami bullet grafu. V ukážke je vidieť základné nastavenia pre graf, ako napríklad `<width>`, tj. šírku a výšku obálky grafu. Štruktúra pre grafy sa mení iba v obsahu sekcie `<style>`, kde je graf rozdelený do častí, napr. časť scale (stupnica), ktoré sú následne popísané jednotlivými atribútmi, ako v tomto prípade šírka, farba a rotácia hodnôt. Podporované grafy na ktoré som sa zameral a ich časti s vizuálnymi atribútmi sú popísané v kapitole 5.3.

Návrh štruktúry kladie dôraz na rozšíriteľnosť. Pre každú časť grafu je definovaná štruktúra sekcie `<style>` so svojimi časťami a atribútmi a je možné pridať či už celé časti alebo ich atribúty. Rozšíriteľnosť nie je problém ani z hľadiska spracovania dát. Na obrázku 5.2 je zobrazený výsledný graf pre súbory z prílohy A, B a C.

---

<sup>2</sup><https://www.draw.io/>



Obr. 5.2: Výsledný bullet graf pre vzorovú internú reprezentáciu

### 5.3 Podporované grafy a ich vizuálne vlastnosti

Na základe analýzy vizualizačných médií z kapitoly 4 som vybral sedem grafov pre generátor a následný výskum.

Vybrané grafy:

- stĺpcový graf,
- bullet graf,
- meradlá,
- čiarový graf,
- koláčový graf,
- korelačný graf,
- sparkline.

Následne som pre grafy musel stanoviť popis ich vzhľadu pre internú reprezentáciu. Pri ich popise som vychádzal z poznatkov z kapitoly 3.1 a 3.2. Snažil som sa stanoviť popis tak, aby bol graf čo najviac modifikovateľný. Každý graf sa skladá z jednotlivých častí, celkov, ako sú napríklad osi, legenda, názov, dátová časť a pod. Práve do takýchto častí som každý graf rozdelil a každej časti stanovil atribúty, pomocou ktorých je možné meniť ich vzhľad. Vo svojej práci som sa konkrétne zameril na vplyv týchto atribútov na použiteľnosť grafu. Prvým krokom bolo definovanie častí, ktoré sú pre viaceré grafy spoločné, ako napríklad spomínané osi a legenda. U týchto častí je pre každý graf možné nastavovať rovnaké atribúty, čo ale neznamená, že majú na jednotlivé grafy rovnaký dopad. Ako druhé som definoval pre každý graf jeho špecifické časti a príslušné atribúty, napr. u meradiel ich stupnicu alebo ukazateľ hodnoty. Medzi základné nastaviteľné vlastnosti môžeme zaradiť farbu a rozmery. Ostatné vlastnosti sú špecifické, príkladom sú výplne, tvary, pozícia a pod. V nasledujúcich odrážkach podrobnejšie popíšem vybrané grafy a dôležité časti grafov, na ktoré som sa zameril.

#### Spoločné časti a ich atribúty

- Základný vzhľad – odsadenie grafu v obálke, jednotlivé pozadia.
- Osi – farba osí, rotácia, farba a veľkosť hodnôt, šírka a typ čiary osí.
- Súradnicová sieť – farba, šírka, počet vertikálnych a horizontálnych čiar, typy čiar.



- Legenda – farba popisu, veľkosť, voliteľnosť zobrazenia.
- Text – farba, veľkosť, typ písma.
- Názov grafu – pozícia, rotácia, veľkosť, farba, nezávislý typ písma.

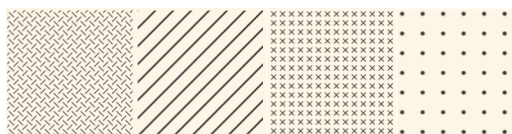
### Dôležité časti grafov a ich atribúty

- Stĺpcový graf – zameranie prevažne na vzhľad jednotlivých stĺpcov, ich farby, výplne, pozadia, šírky, orámovanie.
- Bullet graf – zameranie na vzhľad pozadia vyjadrujúceho hodnotenie (zle, dobre), čiaru aktuálnej hodnoty, veľkosť, farbu, symbol cieľa.
- Meradlá – zameranie na ich tvary napr. poloblúk, vyznačenie sektorov, farbami, výplňami, ich rozmery, hodnoty stupnice, vzhľad ukazateľa.
- Čiarový graf – zameranie prevažne na čiary jednotlivých meraní, ich typy, veľkosti, farby a vzľad bodov čiar, ich symbolov a veľkostí.
- Koláčový graf – voľba typu ako je prstencový alebo klasický tvar, zameranie na jednotlivé dátové časti, ich medzery, výplne, spôsob popisu.
- Korelačný graf – hlavný je vzhľad bodov, voľba symbolov, rozmerov, farieb a iných vlastností.
- Sparkline – zameranie podobné ako pri čiarovom grafe doplnené o možnosť interpolácie, výplne pod čiarami.

Príloha C obsahuje popis bullet grafu, ktorý je rozdelený do spomínaných častí, ako napríklad názov grafu (`<title>`) a následné atribúty, ktoré je pre danú časť možné nastaviť. Podrobný popis a definovanie štruktúry XML súboru som popísal pomocou XSD. Na obrázkoch 5.3 a 5.4 môžete vidieť názorné ukážky výplne a symboly, ktoré je možné nastavovať.



Obr. 5.3: Symboly, ktoré je možné nastaviť pri bodoch čiarového a korelačného grafu, tiež pri sparkline alebo ako cieľ bullet grafu<sup>4</sup>



Obr. 5.4: Ukážka časti možných výplní, či už pri stĺpcoch stĺpcového grafu alebo iných plôch<sup>6</sup>

<sup>4</sup><https://github.com/d3/d3/blob/master/API.md>

<sup>6</sup><https://riccardoscalco.github.io/textures/>

## Kapitola 6

# Implementácia

Implementácia bola rozdelená do nasledujúcich častí: tvorba grafov, webové rozhranie, spracovanie výsledného grafu a generovanie testovacích dát.

### 6.1 Tvorba grafov

Na základe analýzy dostupných technológií som sa rozhodol pre voľbu programovacieho jazyka JavaScript<sup>1</sup>, pretože väčšina dashboardov je implementovaných vo webovom prostredí.

JavaScript(JS) je interpretovaný, multiplatformový a objektovo orientovaný jazyk. Je veľmi známy ako skriptovací jazyk pre webové stránky, často vkladajú priamo do HTML kódu stránky, ale používa sa aj v mnohých iných prostrediach. Syntax je podobná ako u jazyka C++ alebo Java ale sémanticky je odlišný. Je prototypovo založený, dynamický jazyk, podporujúci objektovo orientované, imperatívne a funkcionálne programovacie štýly. JavaScript sa spúšťa na strane klienta a používa sa na programovanie správania webových stránok [5].

Pre jazyk JavaScript je voľne dostupných hneď niekoľko knižníc na tvorbu grafov, čo bolo ďalším faktorom pri voľbe jazyka. Rozhodol som sa využiť knižnicu D3.js [2]. D3.js je knižnica pre manipuláciu s dokumentmi na základe dát. Na vizualizáciu dát využíva SVG (Scalable Vector Graphics). D3 sa nesnaží poskytnúť všetky mysliteľné vlastnosti ale rieši podstatu vecí a to manipuláciu s dokumentmi na základe údajov a poskytuje flexibilitu pri používaní webových štandardov, ako je HTML, SVG a CSS. D3 je extrémne rýchla, podporuje veľké množiny údajov a dynamické správanie pre interakciu a animáciu. Funkčný štýl D3 umožňuje opakované používanie kódu prostredníctvom rôznorodých kolekcí oficiálnych a komunitou vyvinutých modulov.

SVG je vektorový grafický formát založený na XML. Obsah môže byť statický, dynamický, interaktívny, alebo animovaný. SVG je celkovo veľmi flexibilný formát. Navyše je ho možné upravovať pomocou CSS a dynamicky pomocou SVG DOM. Výhodou je dobrý prístup k elementom a nezávislosť na rozlíšení. Nevýhodou je spomalenie s nárastom zložitosti, čo sa mierne prejaví pri voľbe generovania vyššieho počtu grafov [4].

Dôvodom pre výber knižnice je rad podporovaných grafov (podpora mnou zvolených grafov 5.3) a množstvo užitočných funkcií nie len na kreslenie, ako sú selecty, čítanie zo súborov atď. Jej výhodou oproti iným knižniciam, ako napríklad Canvas.js alebo Chart.js, je množstvo podporovaných grafov a formát SVG. Canvas.js a Chart.js využívajú HTML5 Canvas, ktorého nevýhodou je zlá prístupnosť, pretože nepodporuje DOM a v prípade

---

<sup>1</sup><https://www.javascript.com/>

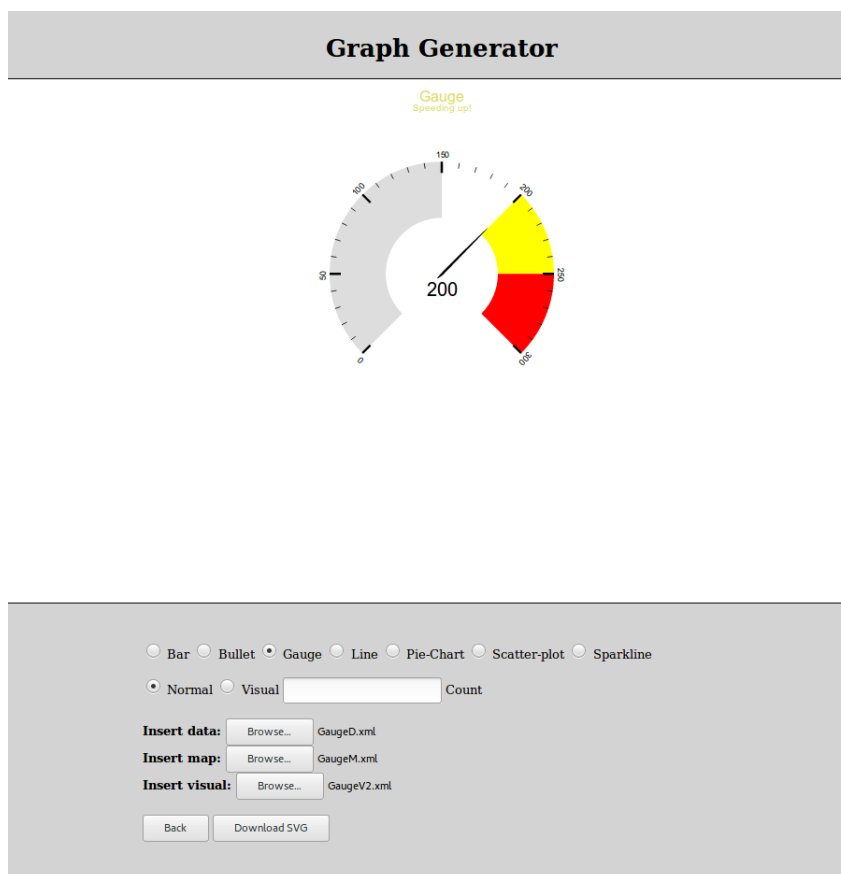
rozšírenia nemá žiadne rozhranie pre animácie, tie je nutné kresliť pomocou udalostí. Nad knižnicou D3.js je vytvorených mnoho komunitných nadstavieb, napríklad NVD3, ktoré sú vhodné na opakované používanie už definovaných grafov, ale nie sú vhodné na vizuálne zmeny. Nevýhodou toho, že knižnica D3 dokáže mnoho vecí je náročnosť a pracná úprava.

Ako doplnková knižnica k D3.js je knižnica Texture.js. Knižnica definuje niekoľko základných textúr a vzorov pre výplne vid. obrázok 5.4, ktoré je možné upravovať, prípadne zjednodušuje pridanie nových vzorov.

Ukážky výsledných grafov, môžete vidieť v prílohe D.

## 6.2 Webové rozhranie

Na obrázku 6.1 je zobrazené rozhranie generátoru grafov z prostredia webového prehliadača Mozilla Firefox. Na implementáciu bol využitý značkový jazyk HTML5 a CSS. Vstup internej reprezentácie grafov bol vytvorený pomocou formulára HTML5 a rozhrania FileReader, ktoré umožňuje asynchrónne načítanie obsahu súborov a tiež výber súborov z ľubovoľného umiestnenia v počítači.



Obr. 6.1: Screenshot generátoru grafov s vykresleným meradlom

## 6.3 Spracovanie výsledného grafu

Uloženie výsledného grafu, spracováva knižnica `d3-save-svg`<sup>2</sup>. V prípade generovania viacerých grafov som využil knižnicu `FileSaver.js`<sup>3</sup> a `JSZip`<sup>4</sup> som použil na zazipovanie grafov.

## 6.4 Generovanie testovacích dát

Príprava testovacích dát, manuálnym klikaním a prepisovaním súboru s vizuálnymi vlastnosťami by bola neefektívna. Preto som vytvoril súbor `Random.js`, ktorý obsahuje funkcie pre vygenerovanie odpovedajúceho XML s vizuálnymi vlastnosťami. Zmeny v generovaní je možné nastaviť v tomto súbore priradením hodnôt do jednotlivých premenných grafu. Súbor obsahuje napríklad funkciu pre vytvorenie náhodnej farby, výplne a iné. Vhodným vylepšením by bola automatizácia nastavovania hodnôt, ktoré sa majú generovať.

## 6.5 Problematika spracovania dát a pozicionania

V tejto kapitole by som rád uviedol príkladné riešenie niektorých problémov, s ktorými som sa stretol pri implementácii. Ako prvý by som spomenul problém s pozicionovaním jednotlivých elementov grafov. Ide o elementy premenlivej veľkosti, ako napríklad legenda alebo titulný názov a podobne. Tento problém som vyriešil definovaním veľkosti, teda šírky a výšky obálky celého grafu a následnou voľbou odsadenia (`margin`) grafu z jednotlivých strán. Následne ostatné elementy ukladám na pevné pozície. V prípade, že užívateľ zadá zlú celkovú veľkosť a odsadenie, sa jedná o zle definovaný graf. Druhým problémom pri implementácii bola rozšíriteľnosť a spracovanie dát. Pre každý graf je možné definovať mnoho atribútov, ktoré treba vybrať zo stromovej štruktúry a skontrolovať ich hodnotu. Z toho dôvodu je každý graf v osobitnom súbore, tým pádom je jednoduché pridať ďalšie. Spoločným rozhraním je `index.html` a súbor `Common.jm` s výberom, ošetrovaním vstupných dát a spoločných častí ako je legenda a osi.

---

<sup>2</sup><https://github.com/edeno/d3-save-svg>

<sup>3</sup><https://github.com/eligrey/FileSaver.js/>

<sup>4</sup><https://stuk.github.io/jszip/>

## Kapitola 7

# Testovanie a výskum použiteľnosti grafov

Táto kapitola obsahuje v prvej časti stručný popis spôsobu testovania implementovaného generátoru grafov a v druhej časti výskum použiteľnosti grafov. Ďalej popisujem ako prebehol samotný prieskum, na čo som sa zamerlal a následne zhrniem získané poznatky.

### 7.1 Testovanie

Generátor grafov je určený pre interné použitie projektu evaluácie použiteľnosti dashboardov a nebude dostupné širokej verejnosti. Užívateľské testovanie preto prebiehalo interne v rámci tohto projektu. Otestoval som funkčnosť aplikácie na operačnom systéme Windows 10 64-bit ako aj na operačnom systéme Ubuntu 16.04.2 LTS 64-bit s prehliadačom Mozilla Firefox verzie 52.0, s ktorého využitím bol generátor implementovaný. Pri dokončovaní práce som sa rozhodol otestovať nástroj aj v inom prehliadači, konkrétne som aplikáciu otestoval ešte v prehliadači Google Chrome verzie 58.0.3, kde pri testovaní došlo k chybe, ktorú som následne odstránil a generátor fungoval aj v tomto prehliadači. Keďže generátor slúži ako nástroj pre túto prácu a pri generovaní testovacej sady k ďalšej chybe nedošlo, tak ďalšie testovanie neprebehlo. Funkčnosť generátoru je overená len v prehliadači Firefox verzie 52.0 a v iných prehliadačoch a verziách nie je zaručené správne fungovanie.

### 7.2 Výskum použiteľnosti grafov

Výskum prebehol formou dotazníku<sup>1</sup>, pre ktorý bol vygenerovaný vhodný počet grafov, ktoré sa líšia svojimi vizuálnymi vlastnosťami (vyplýva z kapitól 3.1 a 4). Dotazník zodpovedalo celkom 122 respondentov. Hlavnú skupinu respondentov tvoria študenti a pracujúci v obore informačných technológií, medzi ktorých bol dotazník rozšírený. Na zhotovenie dotazníku som využil voľne dostupnú službu Google Forms. Dotazník obsahoval 3 sekcie a celkovo 31 povinných otázok a jednu nepovinnú pre prípadné návrhy a pripomienky respondentov. Väčšina otázok mala formu, kde sa volil jeden z dvoch alebo viacerých obrázkov. Pri ostatných otázkach bola možnosť voľby viacerých obrázkov. Pre dotazník som využil všetky implementované grafy a pri každom som sledoval iné vlastnosti.

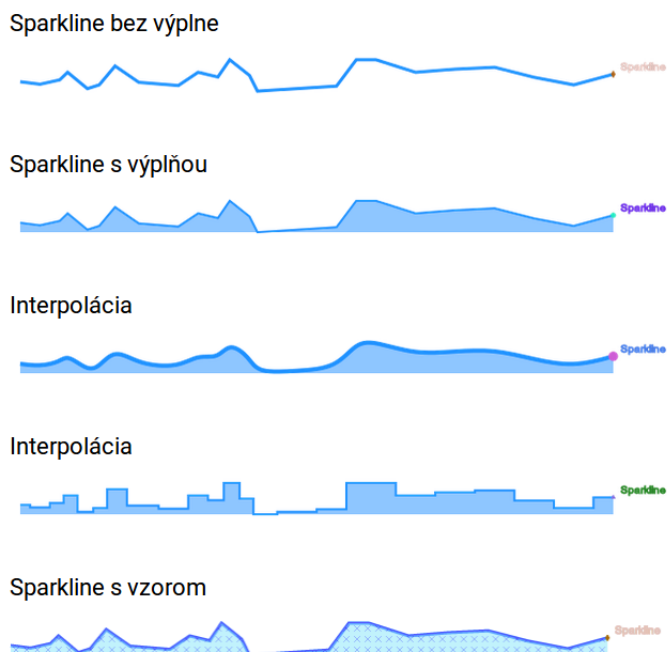
<sup>1</sup><https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd3QVurbhpbzBmrS4KDwKjuk1et9fczJBkq1A0zZPgExAdVaHA/viewform>

## Korelačný graf

Na grafe scatter-plot som testoval spôsob vyznačovania dát a odlišnosť jednotlivých meraní. V prvej otázke bolo na výber rozlíšenie pomocou farby alebo farby aj veľkosti. Prevažná väčšina respondentov označila v prvej otázke ako najlepšiu možnosť, odlišenie jednotlivých bodov (meraní) len pomocou farby. Rovnako aj pri voľbe medzi farbou a farbou a symbolmi opäť užívatelia zvolili len farbu, kde za farbu hlasovalo až 111 respondentov. Nakoniec som zvolil otázku z viacerými kombináciami, kde 51,6% respondentov zvolilo odpoveď ako u predošlých otázok a 31% respondentov zvolilo odlišenie farbou a veľkosťou.

## Sparkline

Sparkline je graf, ktorý sa dosť často objavuje v informačných dashboardoch. Na internete je dostupných mnoho variánt. Preto som sa rozhodol otestovať jeho najčastejšie varianty, ktoré sú bez výplne, s výplňou pod čiarou a s využitím interpolácie, vid. obrázok 7.1.



Obr. 7.1: Variácie sparkline grafu

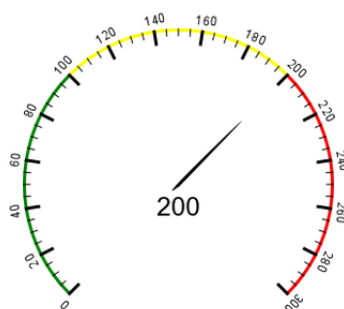
Z výsledkov dotazníku vyplýva, že najvhodnejším je práve sparkline bez výplne a interpolácie, alebo so základnou interpoláciou, ktorá je využitá pri 3. sparkline v poradí.

## Meradlá

Meradlá alebo tachometer som zvolil z dôvodu, že sa s nimi stretávame najčastejšie v podobe tachometru áut. Pretože pri našom vnímaní majú vplyv aj predchádzajúce skúsenosti, očakávaný výsledok bol tvar podobný tachometru áut. Na základe výsledkov však skončil rovnako ako meradlo v tvare poloblúka 7.2, ktoré je pre dashboardy vhodnejšie, pretože šetrí miesto. Ďalšia otázka smerovala na typ vyznačenia sektorov a stupnice. Najvhodnejšie zobrazenie môžete vidieť na obrázku 7.3



Obr. 7.2: Meradlo v tvare poloblúka

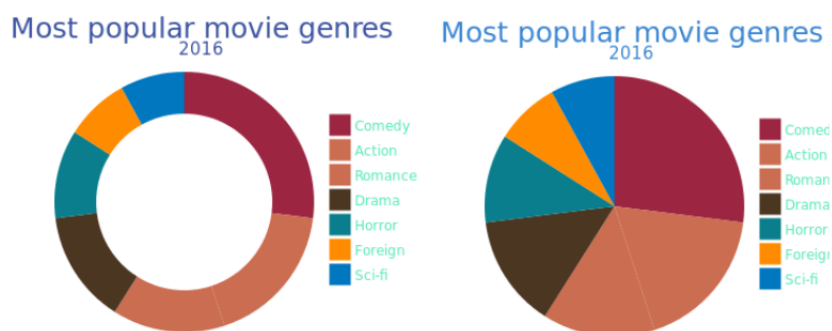


Obr. 7.3: Meradlo s vyznačením sektorov

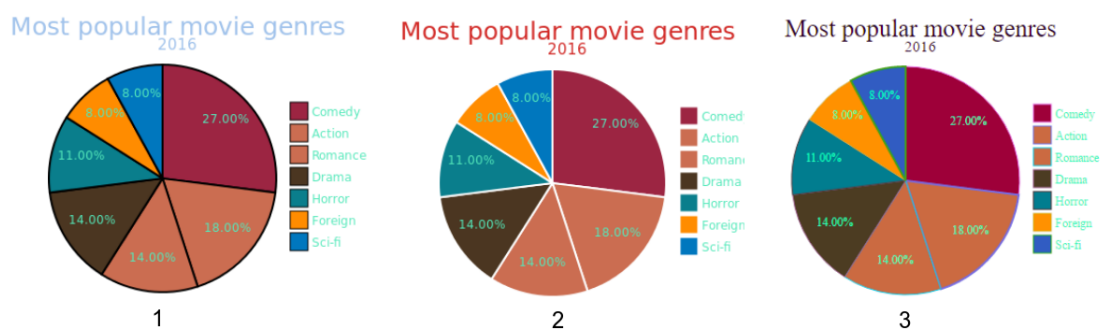
### Koláčový graf

Aj keď Stephan Few neodporúča používať koláčové grafy a namiesto nich odporúča zvoliť iný typ, som im venoval značnú časť výskumu práve kvôli ich popularite. Moderným trendom sú tzv. *donnut* verzie koláčového grafu, inak nazývaný aj prstencový graf. Pri voľbe z viacerých variánt grafov jednoznačne zvíťazila klasická verzia koláčového grafu, na obrázku 7.4 graf v pravo. Naopak pri voľbe len medzi týmito dvomi grafmi až 78% respondentov označilo graf vľavo, pričom podotýkam, že obe verzie boli obsiahnuté aj medzi ostatnými variantami. Ďalšie otázky sa týkali označenia jednotlivých častí grafu, pričom 78,7% respondentov si myslí, že vo vnútri koláčového grafu majú byť len samostatné hodnoty a graf je potrebné doplniť o legendu.

V ďalšom pokračovaní výskumu som sa zamerlal na odlíšenie jednotlivých výsekov grafu, so snahou sprehľadniť graf. Ako prvý sa umiestnil graf 2 z obrázku 7.5, po ňom nasledoval graf 3 a nakoniec graf 1. Zároveň na ďalšiu otázku prevažná väčšina respondentov potvrdila, že oddelenie častí grafu je prehľadnejšie.



Obr. 7.4: Typy koláčového grafu



Obr. 7.5: Oddelenie jednotlivých častí koláčového grafu

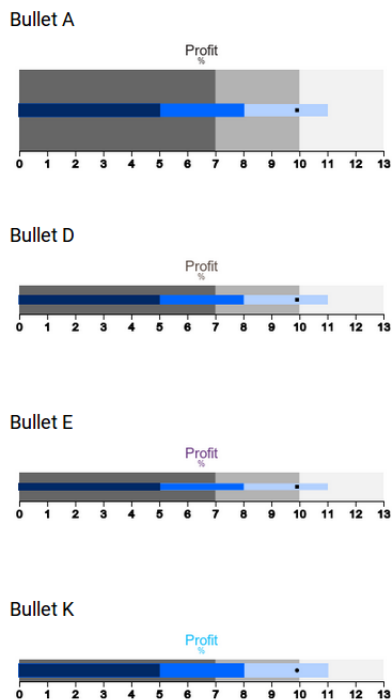
### Čiarový graf

Čiarový graf som využil na testovanie pomeru vhodných veľkostí osí, ich popisu, legendy a nadpisu. Pri tejto časti výskumu, som nezobieral potrebné dáta pre vyvodenie záveru, pretože som pochybil pri tvorbe dotazníku a nepripravil dostatočný počet testovacích vzoriek.

### Bullet graf

Bullet graf testoval veľkosti jednotlivých častí, ktoré sú najvhodnejšie tak, aby zaberol čo najmenej miesta a stále poskytoval plnohodnotný význam. Na obrázku 7.6 som vybral pár grafov z testovacej sady pre názornú ukážku.

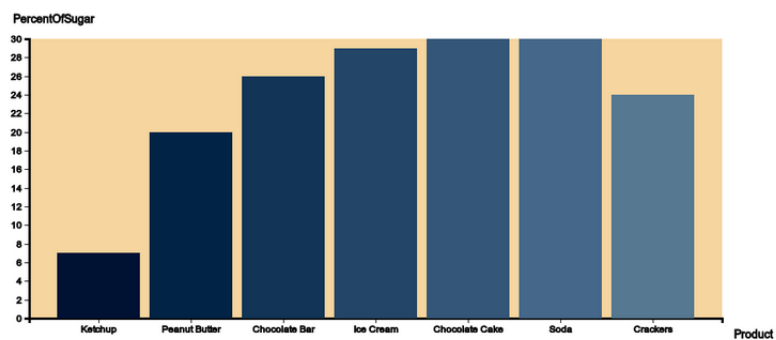




Obr. 7.6: Bullet grafy s rôznymi veľkosťami

## Stĺpcový graf

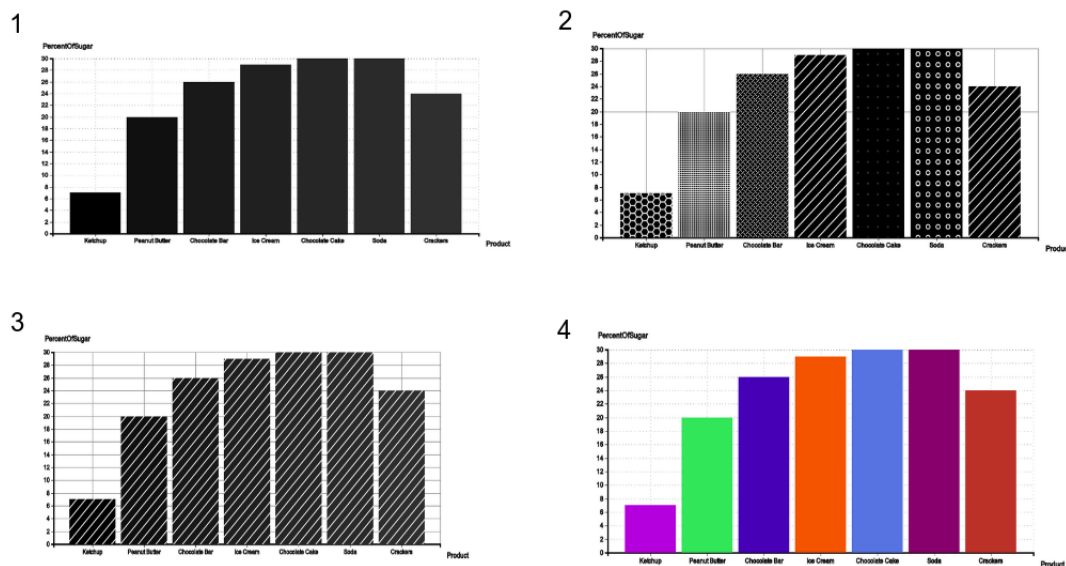
Stĺpcový graf poslužil pri výskume farieb pozadia a typu pomocných čiar, pričom som vychádzal z princípov z teoretickej časti práce. Respondenti mali zvoliť medzi stĺpcovým grafom s pozadím okolo grafu, vo vnútri dátovej časti, s oboma pozadiami a nakoniec bez pozadia. Najväčší počet získal stĺpcový graf bez pozadia a pri voľbe farieb značne prevažovali farby zemitých odtieňov oproti kriklavým a tmavým, vid. obrázok 7.7.



Obr. 7.7: Stĺpcový graf z otázky zameranej na testovanie farieb pozadia

Pri stĺpcových grafoch som taktiež uskutočnil prieskum použiteľnosti čiernobielych grafov a ich porovnanie s farebnými, či odlíšenie pomocou vzorov. Na obrázku 7.8 sú názorné príklady grafov z dotazníku. Pri voľbe medzi grafom č.1 a č.2 68,9% opýtaných zvolilo graf

č.1. Pri voľbe vhodného vzoru preferujú opýtaní výplň grafov rovnakým vzorom ako môžete vidieť na obrázku č.3. Nakoniec pri porovnávaní medzi farebnými a čiernobielymi, 82% jednoznačne zvolilo farebné grafy.



Obr. 7.8: Výber stĺpcových grafov z jednotlivých otázok, kde boli navzájom porovnávané

## Fonty

V mnohých publikáciach ako napríklad v Guide to (doplniť citáciu), autori kladú dôraz na výber správneho písma, no nikde nie sú odporúčané žiadne fonty ani ich porovnanie. Preto som sa rozhodol do výskumu zaradiť prieskum najpoužívanejších typov písma vo webovom prostredí podľa W3C [1]. V jednej z otázok som sa rozhodol porovnať pätkové písmo s bezpätkovým a v ďalšej som nechal vybrať užívateľov z viacerých typov. Pri prvej otázke 61.5% respondentov zvolilo bezpätkové písmo ako prehľadnejšie. Pri druhej otázke medzi prvými skončili práve pätkové písma:

- Georgia, serif,
- Palatino Linotype, Book Antiqua, Palatino, serif

- Times New Roman, Times, serif

Za nimi skončili bezpätkové písma:

- Comic Sans MS, cursive, sans-serif
- Lucida Sans Unicode, Lucida Grande, sans-serif

## Doporučenia

Pri tvorbe doporučení som vychádzal čisto z výsledkov užívateľského prieskumu a princípov dizajnu.

Stanovené doporučenia:

1. Pri návrhu grafov ako sú čiarový a korelačný je pre vizuálne oddelenie jednotlivých meraní najvhodnejšie použiť výhradne rozdielne farby bodov, poprípade čiar s rovnakými veľkosťami a tvarmi.
2. Z výskumu vyplýva, že najľepšie plnia funkciu čiarové sparklines bez interpolácie. Výplň a interpolácia zbytočne skresľuje dáta.
3. V prípade rôznych meradiel doporučujem využívať meradlá v tvare poloblúku viz. 7.2, ktoré šetria cenným priestorom dashboardu a v prípade vyznačovania sekcií voliť výraznejšie farby a menšiu šírku zvýraznenej plochy.
4. V prípade koláčového grafu doporučujem na základe výsledkov využívať jeho klasický tvar oproti tvaru prstenca, ktorý je medzi respondentami preferovanejší. Vhodným je oddelenie jednotlivých častí medzerou, kedy je porovnávanie jednotlivých hodnôt oveľa rýchlejšie, obdobne plní funkciu aj orámovanie bielou farbou. Nakoniec pri koláčovom grafe doporučujem kombináciu zobrazenia hodnôt vo vnútri grafu doplnených legendov.
5. Pri stĺpcovom grafe neodporúčam využívať iné pozadie ako biele, a následne odporúčam využiť súradnicovú sieť, ktorá zrýchľuje získanie jednotlivých hodnôt, pokiaľ je to možné. V prípade použitia čiernobielych grafov odporúčam využívať výplň s rovnakým vzorom.
6. Pri bullet grafe z výskumu vyplýva, že najideálnejším pomerom šírky pozadia a čiary je 3:1.
7. Pri výbere písma vo webovom prostredí odporúčam zvoliť z pätkových písiem práve Palatino Linotype, Book Antiqua, Palatino, serif, a z bezpätkových Lucida Sans Unicode, Lucida Grande, sans-serif.

## Kapitola 8

# Záver

Hlavným cieľom tejto bakalárskej práce bolo analyzovať diagramy využívané na prezentáciu dát v informačných dashboardoch a následne zvoliť vhodné diagramy na výskum, za účelom zistenia, ktoré vizuálne vlastnosti majú vplyv na výslednú použiteľnosť grafov. Na základe získaných výsledkov som stanovil sadu doporučení pre návrh týchto diagramov.

Po oboznámení sa s princípmi návrhu a tvorby informačných dashboardov a ich diagramov bolo vybraných niekoľko z nich pre výskum. Ďalším krokom bolo navrhnutie internej reprezentácie pre odpovedajúce diagramy a následná implementácia generátoru grafov, ktorého úlohou je podľa tejto reprezentácie vytvárať diagramy. Po úspešnom otestovaní generátoru prebehla príprava testovacej sady. Výskum prebehol formou dotazníku, kde respondenti mali na výber spomedzi niekoľkých grafov s obmenenými vizuálnymi vlastnosťami, ktoré boli skúmané. Výsledky dotazníku priniesli nové poznatky pre návrh diagramov.

Okrem získaných poznatkov zo skúmaných diagramov boli v práci načrtnuté možné rozšírenia vizuálnych vlastností skúmaných grafov a tiež možnosť pridať ďalšie grafy, ktoré môžu mať vplyv na prípadný nadväzujúci výskum na túto tému. Vytvorený generátor je taktiež možné použiť na prípravu plnohodnotných grafov, ktoré môžu byť využité aj pre iné účely. V prípade pokračovania vo výskume by bolo vhodné doplniť sadu ďalších podporovaných grafov a atribútov a taktiež využiť inú službu na tvorbu dotazníkov pre lepšie rozloženie testovacích grafov na obrazovke.

# Literatúra

- [1] CSS Web Safe Font Combinations. [online; navštívené 13.5.2017].  
URL [https://www.w3schools.com/cssref/css\\_websafe\\_fonts.asp](https://www.w3schools.com/cssref/css_websafe_fonts.asp)
- [2] D3's documentation. [online; navštívené 13.5.2017].  
URL <https://github.com/d3/d3/wiki>
- [3] Preattentive Visual Properties and How to Use Them in Information Visualization. [online; navštívené 13.5.2017].  
URL <https://www.interaction-design.org/literature/article/preattentive-visual-properties-and-how-to-use-them-in-information-visualization>
- [4] SVG. [online; navštívené 13.5.2017].  
URL <http://jecas.cz/svg>
- [5] What is JavaScript? [online; navštívené 13.5.2017].  
URL [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/First\\_steps/What\\_is\\_JavaScript](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript)
- [6] Eckerson, W. W.: *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring and Managing Your Business*. John Wiley & Sons, Inc., 2006, ISBN 0-471-72417-3.
- [7] Few, S.: *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data*. Italy: O'Reilly Media, Inc., 2006, ISBN 0-596-10016-7.
- [8] Franče, V.: Gestalt psychologie. [online; navštívené 13.5.2017].  
URL <http://ografologii.blogspot.cz/2010/09/gestalt-psychologie.html>
- [9] Gemignani, Z.: A Guide to Creating Dashboards People Love to Use. [online; navštívené 13.5.2017].  
URL [http://www.cpoc.org/assets/Data/guide\\_to\\_dashboard\\_design1.pdf](http://www.cpoc.org/assets/Data/guide_to_dashboard_design1.pdf)
- [10] Gonzalez, T.: Dashboard Design: Executive Dashboards Part 1. *Data Visualization Articles*, 2005, [online; navštívené 8.5.2017].  
URL <http://www.brightpointinc.com/dashboard-design-executive-dashboards-part-1/>
- [11] Gonzalez, T.: Dashboard Design: Executive Dashboards Part 2. *Data Visualization Articles*, 2005, [online; navštívené 8.5.2017].  
URL <http://www.brightpointinc.com/dashboard-design-executive-dashboards-part-2/>

- [12] Harris, R. L.: *Information Graphics: Visual Tools for Analyzing, Managing, and Communicating*. New York: Oxford University Press, Inc., 1999, ISBN 978-0-1951-3532-9.
- [13] Hynek, J.: *Informační dashboardy: Skriptum pro předmět Pokročilé informační systémy*.
- [14] Kerzner, H.: *PROJECT MANAGEMENT METRICS, KPIs, AND DASHBOARDS: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. John Wiley & Sons, Inc., 2011, ISBN 978-1-118-02652-6.
- [15] Taylor, J.: Business dashboard design: Choosing the right visualization for your dashboard. [online; navštívené 15.5.2017].  
URL <https://www.klipfolio.com/blog/business-dashboard-design-visualization-types>
- [16] Tractinsky, N.: What is beautiful is usable. *Interacting with Computers*, ročník 13, č. 2, December 2000 2000: s. 127–145.
- [17] Tufte, E. R.: *Envisioning Information*. Graphics Press, 1990, ISBN 0-9613921-1-8.
- [18] Vágnerová, M.: *Základy psychologie*. Praha: KAROLINUM, 2005, ISBN 80-246-0841-3.

# Prílohy

## Zoznam príloh

<b>A</b> Interná reprezentácia bullet grafu – dáta	<b>45</b>
<b>B</b> Interná reprezentácia bullet grafu – mapa	<b>46</b>
<b>C</b> Interná reprezentácia bullet grafu – vizuálne vlastnosti	<b>47</b>
<b>D</b> Ukážky grafov vytvorených generátorom	<b>50</b>
<b>E</b> Obsah CD	<b>52</b>



## Príloha A

# Interná reprezentácia bullet grafu – dáta

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<dataset>
  <values>
    <value>
      <range>7</range>
      <measure>5</measure>
      <marker>10</marker>
    </value>
    <value>
      <range>10</range>
      <measure>8</measure>
    </value>
    <value>
      <range>13</range>
      <measure>11</measure>
    </value>
  </values>
  <dimensions>
    <dimension>
      <name>range</name>
      <type>integer</type>
    </dimension>
    <dimension>
      <name>measure</name>
      <type>integer</type>
    </dimension>
    <dimension>
      <name>marker</name>
      <type>integer</type>
    </dimension>
  </dimensions>
</dataset>
```

## Príloha B

# Interná reprezentácia bullet grafu – mapa

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<mapping>
  <map>
    <data-dimension>range</data-dimension>
    <graph-dimension>x</graph-dimension>
  </map>
  <map>
    <data-dimension>measure</data-dimension>
    <graph-dimension>y</graph-dimension>
  </map>
  <map>
    <data-dimension>marker</data-dimension>
    <graph-dimension>marker</graph-dimension>
  </map>
</mapping>
```

## Príloha C

# Interná reprezentácia bullet grafu – vizuálne vlastnosti

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
  <graphicalElement>
    <type>Bullet</type>
    <x>0</x>
    <y>0</y>
    <width>400</width>
    <height>150</height>
    <style>
      <graph-style>
        <left>10</left>
        <right>10</right>
        <top>30</top>
        <bottom>10</bottom>
        <orientation>vertical</orientation>
        <backgroundOutsideColor>#ffffff</backgroundOutsideColor>
      </graph-style>
      <colorsRange>
        <range>
          <rangesWidth>20</rangesWidth>
          <fill>normal</fill>
          <fillColor>#707070</fillColor>
          <backgroundColor>#0000FF</backgroundColor>
        </range>
        <range>
          <rangesWidth>20</rangesWidth>
          <fill>normal</fill>
          <fillColor>#A9A9A9</fillColor>
          <backgroundColor>#0000FF</backgroundColor>
        </range>
      </colorsRange>
    </style>
  </graphicalElement>
```

```

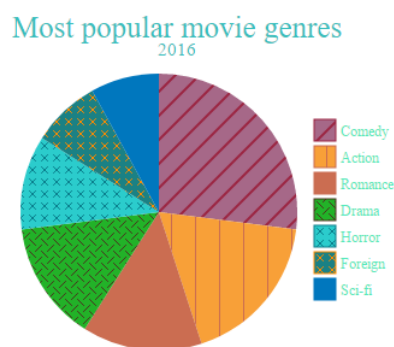
    <range>
      <rangesWidth>20</rangesWidth>
      <fill>normal</fill>
      <fillColor>#F0F0F0</fillColor>
      <backgroundColor>#0000FF</backgroundColor>
    </range>
  </colorsRange>
  <scale>
    <width>1</width>
    <color>#666666</color>
    <valueRotation>0</valueRotation>
  </scale>
  <marker>
    <Color>#000000</Color>
    <size>17</size>
    <type>line</type>
  </marker>
  <line>
    <height>8</height>
    <fill>normal</fill>
    <fillColor>#DD2222</fillColor>
    <backgroundColor>#0000FF</backgroundColor>
    <border>
      <width>2</width>
      <color>#ffffff</color>
    </border>
  </line>
  <line>
    <height>8</height>
    <fill>normal</fill>
    <fillColor>#CC2222</fillColor>
    <backgroundColor>#0000FF</backgroundColor>
    <border>
      <width>1</width>
      <color>#ffffff</color>
    </border>
  </line>
  <line>
    <height>8</height>
    <fill>normal</fill>
    <fillColor>#AA2222</fillColor>
    <backgroundColor>#0000FF</backgroundColor>
    <border>
      <width>1</width>
      <color>#ffffff</color>
    </border>
  </line>

```

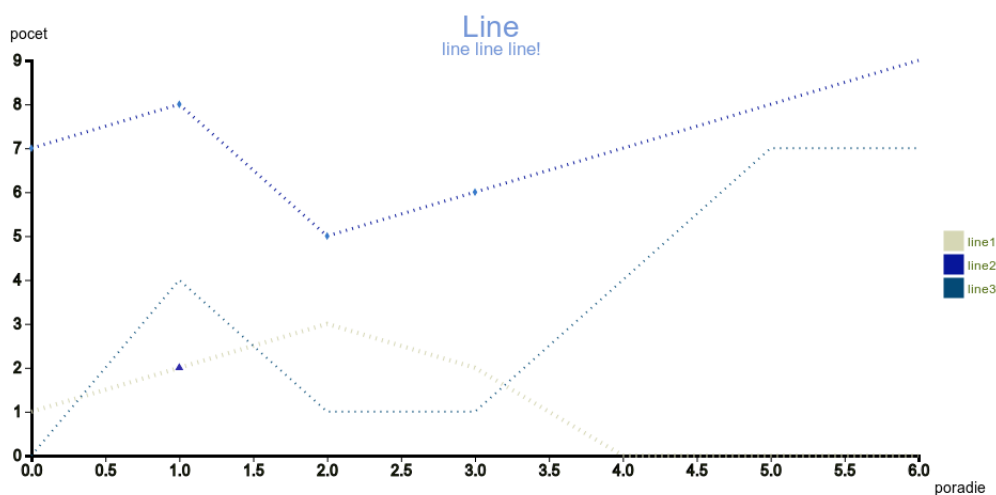
```
<text>
  <font>Times</font>
  <size>10</size>
  <color>#000000</color>
</text>
<title>
  <title>Bullet</title>
  <subtitle></subtitle>
  <size>20</size>
  <color>#2F4F4F</color>
  <rotation>0</rotation>
  <position>top</position>
</title>
</style>
<dimensions>
<dimension>
  <name>range</name>
  <type>integer</type>
</dimension>
<dimension>
  <name>measure</name>
  <type>integer</type>
</dimension>
<dimension>
  <name>marker</name>
  <type>integer</type>
</dimension>
</dimensions>
</graphicalElement>
```

## Príloha D

# Ukážky grafov vytvorených generátorom



Obr. D.1: Ukážka náhodne vygenerovaného koláčového grafu



Obr. D.2: Ukážka náhodne vygenerovaného čiarového grafu



# Príloha E

## Obsah CD

- Technická správa a zdrojové kódy.
- Zdrojové kódy generátoru grafov.
- Návod na obsluhu.
- Vzorové dáta pre generátor.
- README