



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ  
FAKULTA**  
Univerzita Karlova

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Filip Čižmář

# **Analýza real-time dat vozidel městské hromadné dopravy**

Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Martin Nečaský, Ph.D.

Studijní program: Informatika

Studijní obor: SW a datové inženýrství

Praha 2020

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů. Tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

V ..... dne .....

Podpis autora

Především děkuji svému vedoucímu, který mi pomohl najít zajímavé zaměření mé práce, přístup k otevřeným datům a pomoc při vypracování.

Stejně tak děkuji i Janu Vlasatému, který mi poskytl odbornou pomoc při získávání dat z datové platformy Golemio a inspiraci pro obsah mé práce.

A také děkuji všem přátelům, kteří mi pomohli se stylistikou psaného textu.

Název práce: Analýza real-time dat vozidel městské hromadné dopravy

Autor: Filip Čížmář

Katedra: Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Martin Nečaský, Ph.D., Department of Software Engineering

Abstrakt: Tato práce se zaměřuje na analýzu dostupných otevřených real-time dat z vozidel hromadné dopravy v Praze a okolí. Jejím cílem je poskytnout základní statistické informace a na základě historických dat zlepšit odhad zpoždění spoje na trase mezi dvěma referenčními body. Jako vedlejší produkt vytvoří aplikaci pro webové rozhraní, kde zobrazí aktuální polohy spojů do mapového podkladu a rozšiřující informace o nich. Aplikace bude aktivně interagovat s uživatelem.

Klíčová slova: zpoždění MHD otevřená data veřejná doprava

Title: Analysis of real-time data of public transport vehicles

Author: Filip Čížmář

Department: Department of Software Engineering

Supervisor: doc. Mgr. Martin Nečaský, Ph.D., Katedra softwarového inženýrství

Abstract: Abstract. Tato práce se zaměřuje na analýzu dostupných otevřených real-time dat z vozidel hromadné dopravy v Praze a okolí. Jejím cílem je poskytnout základní statistické informace a na základě historických dat zlepšit odhad zpoždění spoje na trase mezi dvěma referenčními body. Jako vedlejší produkt vytvoří aplikaci pro webové rozhraní, kde zobrazí aktuální polohy spojů do mapového podkladu a rozšiřující informace o nich. Aplikace bude aktivně interagovat s uživatelem.

Keywords: delay open data public transport

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>2</b>
<b>1 Analýza problému a jeho řešení</b>	<b>3</b>
1.1 Popis problému . . . . .	3
1.2 Souasn� řešení . . . . .	3
1.3 Analýza požadavků na uživatelskou aplikaci . . . . .	3
1.3.1 Poskytovatel� mapových podkladů . . . . .	4
<b>2 Analýza zdroje dat</b>	<b>6</b>
2.1 Přístup k datům . . . . .	6
2.1.1 Dokumentace . . . . .	6
<b>3 Tabulky, obrázky, programy</b>	<b>9</b>
3.1 Tabulky . . . . .	9
3.2 Obrázky . . . . .	10
3.3 Programy . . . . .	10
<b>4 Formát PDF/A</b>	<b>15</b>
<b>Závěr</b>	<b>16</b>
<b>Seznam pou�it� literatury</b>	<b>17</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>18</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>19</b>
<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>20</b>
<b>A Přílohy</b>	<b>21</b>
A.1 První příloha . . . . .	21

# Úvod

Městská hromadná doprava v Praze a Středočeském kraji je jeden z hlavních pilířů přepravy osob v této oblasti. Svým rozsahem a důležitostí se přímo dotýká každého z nás a její fungování do značné míry ovlivňuje naše konání v krátkém i dlouhém časovém horizontu.

Každého cestujícího v přepravě jistě někdy trápilo zpoždění svého spoje. To člověka přivádí k myšlenkám jestli by nebylo možné určit s jakou pravidelností, pokud s nějakou, takové zpoždění vznikají. A jestli by nemohl být informován za včasu o vzniklé anomálii.

Ve vymezené oblasti operuje spousta soukromých i městských přepraveců. Ti kteří spadají do naší zájmové oblasti zastřešuje organizace ROPID, která objednává jednotlivé spoje. Pro tuto práci je však důležité, že tato organizace zadala jednotlivým dopravcům vysílat aktuálními polohy jejich vozů. Tato data jsou přes zprostředkovatele zveřejňována na pražské datové platformě zvané Golemio, jež je ve správě společnosti Operátor ICT, a. s., která je vlastněná hlavním městem Praha.

Nicméně v době návrhu práce, kvůli právním komplikacím, nebyly k dispozici real-time data z majoritního přepravce na území Prahy Dopravní podnik hl. m. Prahy. Vzhledem k povaze této práce avšak tyto data nenabývají takové důležitosti jako data od přepraveců operujících mimo Prahu. Vzhledem k tomu, že zbylí dopravci využívají převážně autobusy k přepravě cestujících, jinými způsoby dopravy se tedy zabívat nebudeme.

Práce se tedy pokusí využít dostupná otevřená data k získání informací o zpoždění spojů na trase. Řešení ovšem není pouze založeno na real-time datach, ale využívá také statická data o jízdních řádech nebo zastávkách hromadné dopravy, ale také mapové podklady.

## Uživatelská aplikace

Při dispozici dat o aktuálních polohách vozidel MHD se nabízí jejich využití tak, že budou vynesena do mapy a tím vznikne vizuálně přívětivé uživatelské prostředí pro prohlížení aktuálního stavu sítě vozidel. Proto práce navrhuje a implementuje uživatelskou aplikaci, která tyto vozidla zobrazí a bude interagovat s uživatelem tak, že po na uživatelskou žádost zobrazí additivní informace o daném spoji nebo vybrané zastávce.

TODO popis aplikace

TODO testování

TODO design

Podle získaných dat se v pracovní den vypraví přibližně (TODO spočítat počet autobusu denne) autobusových spojů.

# 1. Analýza problému a jeho řešení

V této kapitole je detailně popsán problém a způsoby jeho navrženého a současného řešení.

## 1.1 Popis problému

Spoje které zajišťují hromadnou dopravu se řídí jízdními řády, které určují jejich trasu a udávají časy příjezdu a odjezdu do daných zastávek. Toto jsou zpravidla jediné referenční body u kterých jsme schopni zjistit skutečné zpoždění, nebo předjetí (dále uvažováno jako zpoždění se zápornou hodnotou).

Vzhledem k tomu, že délka trasy mezi dvěma referenčními body nezřídka dosahuje i několika desítek kilometrů (TODO spočítat průměr a median), kde mohou vznikat mimořádné události, ale zpravidla je ovlivněna obvyklým provozem, je potřeba navrhnout systém na odhad zpoždění v průběhu jízdy.

Toto celé je potřeba počítat v reálném čase, tak aby uživatelé byli dobře informováni o stavu jejich spoje. Proto je potřeba zpracovávat data okamžitě po jejich vydání, spočítat odhad zpoždění a vystavit tyto data veřejně. Vzhledem k tomu, že tyto data velmi rychle zastarávají je nutné provést tento proces co možná nejrychleji.

Pro vyjasnění je potřeba uvést, že se systém nesnaží předpovědět zpoždění, které spoj může nabrat vzhledem k dosavadnímu průběhu trasy. Ale snaží se odhadnout zpoždění v daný bod na trase vzhledem k obvyklému profilu jízdy.

TODO obrazy nelineární trasy

## 1.2 Současné řešení

Takový algoritmus na odhad aktuálního zpoždění již existuje a je zakomponován v systému, ze kterého se čerpají data pro tuto práci. (Detailní popis dat uveden v kapitole ??.) Nicméně nezohledňuje základní parametry průběhu trasy. Tento algoritmus nahlíží na postup vozidla na trase jako na lineární funkci vůči času. Jak ale z praxe víme (TODO doplnit zdroj), rychlost vozidel není konstantní, neboli doba jízdy není lineárně závislá na ujeté vzdálenosti.

## 1.3 Analýza požadavků na uživatelskou aplikaci

Součástí práce je i vizualizace spočítaných dat. Jinými slovy nástroj umožňující přístup uživatelů ke spočítaným datům.

### 1.3.1 Poskytovatelé mapových podkladů

K takovému účelu nejlépe poslouží vykreslení aktuálních poloh vozidel do mapy, kde se po vyžádání uživatelem tyto data zobrazí.

Za účelem vytvoření dostatečně přívětivé uživatelské aplikace je nezbitné využít některého z poskytovatelů mapového API, neboli využít již existující mapový podklad a zanést do něj získané informace.

Jedním z těchto poskytovatelů je společnost Google, která má propracované mapové podklady a prostřednictvím služby Google Maps poskytuje pro tuto práci požadovanou službu. Další platformou je Mapbox, který poskytuje velmi podobné služby jako Google Maps. Nicméně natozdíl od Googlu využívá jako mapový podklad OSM otevřená geografická data. Protože smyslem práce je v co největší míře využít otevřená data je žádoucí využít právě Mapbox.

TODO dokumentace mapbox, zeptat se jestli je to vubec nutne rozebirat

#### Funkční požadavky

- Aplikace vykreslí interaktivní mapu Prahy a širšího okolí, kterou bude možné posunovat či oddalovat. V této mapě budou zobrazeny jednotlivé vozidla na aktuálních pozicích a budou se automaticky posouvat po mapě.
- Po kliknutí na vozidlo se zobrazí jeho celá trasa včetně zastávek a jeho dopočítané zpoždění.
- Celá aplikace bude postavena na principu server – client. Tedy serverová strana se postará o přístup k otevřeným datům o vozidlech a jejich uložení a také obsluhu požadavků klienta. Klientská část bude webová stránka poskytující služby popsané výše. Měla by být schopná zobrazit řádově tisíce vozidel.

#### Nefunkční požadavky

- Serverová část bude napsaná v jazyce Python 3.
- Webová část bude napsaná pomocí jazyků pro webové technologie, převážně v JavaScriptu.
- Pro vykreslení mapy bude využita služba Mapbox.
- Ukládání dat na serverové straně bude řešeno MySQL databází.
- Pro různé odhady zpoždění na základě historických dat bude využita knihovna scikit-learn.

#### Proces běhu aplikace

Jak je již zmíněno aplikace bude využívat historická data, tedy bude nutné nechat aplikaci tato data nějakou dobu sbírat. Pro efektivní odhady by bylo vhodné mít uložené historické polohy vozidel alespoň z uplynulých několika týdnů.



Avšak již v průběhu sběru dat může aplikace poskytovat základní službu a to vizualizování vozidel v mapě.

## 2. Analýza zdroje dat

V této kapitole je popsán zdroj real-timeových dat o polohách vozidel využívané v této práci.

### 2.1 Přístup k datům

Na mnohých jednáních s kolegy ze společnosti Operator ICT bylo řečeno, že využívané vozidlo vysílají data o své poloze při různých událostech. Zejména pak při brždění, rozjezdu, ale také, pro účely této práce nejdůležitější, při vyhlášení zastávky, nebo jinak každých 20 sekund.

Taková data pak přímo putují k provozovateli systému na monitorování vozidel. Ten však tato data zpracovává a posílá ke zveřejnění na platformě Golemio. Bohužel při tomto procesu zpracování se vytratí informace o události v jaké byly data pořízeny. Tedy informace o příjezdu nebo odjezdu ze zastávky je zjistitelné pouze z GPS souřadnic.

Po té co jsou tyto data přeneseny do společnosti Operátor ICT by měla být zveřejněna, nicméně data ve výše popsané podobě jsou poměrně chudá, proto je k nim přidáno více atributů. Z pohledu této práce je nejzajímavější informace o vzdálenosti, kterou vozidlo urazilo od jeho výchozí zastávky. Dále jsou přidána data o jízdních řádech a zastávkách jejichž původcem je ROPID.

#### 2.1.1 Dokumentace

Na úvod je nutné poznamenat, že datová platforma je stále ve vývoji a formát dat se může měnit. S tím mohou přicházet určité výpadky a problémy. K jednomu takovému výpadku dosšlo při vývoji této práce, kdy po dobu 14 dnů platforma vůbec neodpovídala na dotazy nebo vracela prázdné datasety.

Současně s využívaným datovým formátem, je nasazený pokročilý formát který obsahuje více informací a je přehledněji opraven. Nicméně při zahájení vývoje této práce nebyl k dispozici, proto jsou využívána data pouze ze starší verze.

Oficiální dokumentace datové platformy je poměrně zastaralá sama o sobě, tak že aktuální sada parametrů jí neodpovídá a neobsahuje žádné popisy dat. Proto vysvětlení jednotlivých atributů se zakládá na intuitivním pochopení nebo vyplynulo z jednání se správcem platformy. V následujících kapitolách bude popsán formát dat, tak jak přichází od zdroje, a proto se může od oficiálně vystaené dokumentace lišit. A také budou popsány pouze atributy využívané v této práci nebo zajímavé pro její budoucí rozvoj.

TODO reference na dokumentaci

Každá datová sada je exportována ve formátu GEOJSON pokud se jedná o geografická data, nebo jinak ve formátu JSON. A přistupuje se k nim přes jednotné API pomocí HTTP požadavku daného URL adresou a jeho hlavičkou.

TODO reference na specifikace geojson <https://tools.ietf.org/html/rfc7946>

Ačkoli se dokumentace tváří tak, že data jsou exportována ve formátech JSON nebo GEOJSON, většinou formát dat není přesně podle specifikace těchto formátů. Například může být uveden atribut `wheelchair_accessible`, který je typu `bool` a je nastaven na hodnotu `True`, nicméně podle specifikace se tyto hodnoty píší s malým písmenem. Pro tuto práci to sice nepředstavuje komplikaci, protože tento atribut není potřeba, ale mohlo by se stát, že některé parsery JSONu vyhodnotí řetězec jako nevalidní a skončí chybou.

## Pozice vozidel

Jsou nejdůležitější datovou sadou pro tuto práci. Jelikož se jedná o real-time data, data rychle zastarávají a je nutné je velmi často aktualizovat.

- `coordinates` aktuální GPS souřadnice vozidla
- `origin_timestamp` čas zachycení pozice vozidla, v časovém pásmu UTC
- `gtfs_trip_id` unikátní identifikátor tripu pro spárování s jízdním řádem
- `gtfs_shape_dist_traveled` vzdálenost vozidla uražená od začátku tripu v metrech
- `delay_stop_departure` zpoždění zachycené při odjezdu z poslední projeté zastávky v sekundách

## Jednotlivé tripy

TODO jak se rekne trip cesky

Dále jsou k dispozici data o každém tripu. To je popis trasy vozidla, včetně zastávek a časů příjezdů a odjezdů do/z nich. Také může být vyžádáno k informacím o tripu připojit celý shape trasy, tj. lomená čára kopírující celou trasu daného tripu po povrchu Země.

Míra unikátnosti těchto tripů je předmětem dohadů a zřejmě jsou pod správou plánovačů MHD, nicméně můžeme s určitou mírou spolehlivosti tvrdit, že každý trip se jede nejvýše jednou za den.

- `trip_headsign` nápis na čele vozidla, typicky cílová stanice
- `route_id` číslo linky
- `trip_id` unikátní identifikátor tripu pro spárování s real-time daty, pravděpodobně odpovídá atributu `gtfs_trip_id`

Navíc s každým tripem může být vyžádáno zaslání seznamu zastávek, kterými projíždí. Po té se obdrží tento seznam s kompletními informacemi o zastávkách, tedy má stejnou informační hodnotu jako samostatný dotaz na zastávky. Navíc je každá zastávka doplněna o informace vázající se k danému tripu.

## Zastávky

- `arrival_time` čas příjezdu spoje do zastávky
- `departure_time` čas odjezdu spoje do zastávky
- `shape_dist_traveled` vzdálenost zastávky na trase od výchozího bodu daného tripu v metrech
- `stop_id` unikátní identifikátor zastávky
- `coordinates` GPS souřadnice zastávky, často `None`, je třeba využít atributy `stop_lat` a `stop_lon`
- `stop_name` název zastávky

TODO Vypořováním zjištěno, že `shape traveled` je po celých 100 metrech.

## 3. Tabulky, obrázky, programy

Používání tabulek a grafů v odborném textu má některá společná pravidla a některá specifická. Tabulky a grafy neuvádíme přímo do textu, ale umístíme je buď na samostatné stránky nebo na vyhrazené místo v horní nebo dolní části běžných stránek. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X se o umístění plovoucích grafů a tabulek postará automaticky.

Každý graf a tabulku očíslováme a umístíme pod ně legendu. Legenda má popisovat obsah grafu či tabulky tak podrobně, aby jim čtenář rozuměl bez důkladného studování textu práce.

Na každou tabulku a graf musí být v textu odkaz pomocí jejich čísla. Na příslušném místě textu pak shrneme ty nejdůležitější závěry, které lze z tabulky či grafu učinit. Text by měl být čitelný a srozumitelný i bez prohlížení tabulek a grafů a tabulky a grafy by měly být srozumitelné i bez podrobné četby textu.

Na tabulky a grafy odkazujeme pokud možno nepřímou v průběhu běžného toku textu; místo „*Tabulka 3.1 ukazuje, že muži jsou v průměru o 9,9 kg těžší než ženy*“ raději napíšeme „*Muži jsou o 9,9 kg těžší než ženy (viz Tabulka 3.1)*“.

### 3.1 Tabulky

U **tabulek** se doporučuje dodržovat následující pravidla:

- Vyhybat se svislým linkám. Silnějšími vodorovnými linkami oddělit tabulku od okolního textu včetně legendy, slabšími vodorovnými linkami oddělovat záhlaví sloupců od těla tabulky a jednotlivé části tabulky mezi sebou. V L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xu tuto podobu tabulek implementuje balík `booktabs`. Chceme-li výrazněji oddělit některé sloupce od jiných, vložíme mezi ně větší mezeru.
- Neměnit typ, formát a význam obsahu políček v tomtéž sloupci (není dobré do téhož sloupce zapisovat tu průměr, onde procenta).
- Neopakovat tentýž obsah políček mnohokrát za sebou. Máme-li sloupec *Rozptyl*, který v prvních deseti řádcích obsahuje hodnotu 0,5 a v druhých deseti řádcích hodnotu 1,5, pak tento sloupec raději zrušíme a vyřešíme to jinak. Například můžeme tabulku rozdělit na dvě nebo do ní vložit popisné řádky, které informují o nějaké proměnné hodnotě opakující se v následujícím oddíle tabulky (např. „*Rozptyl = 0,5*“ a níže „*Rozptyl = 1,5*“).
- Čísla v tabulce zarovnávat na desetinnou čárku.

Efekt	Odhad	Směrod. chyba <sup>a</sup>	P-hodnota
Abs. člen	−10,01	1,01	—
Pohlaví (muž)	9,89	5,98	0,098
Výška (cm)	0,78	0,12	< 0,001

Pozn: <sup>a</sup> Směrodatná chyba odhadu metodou Monte Carlo.

Tabulka 3.1: Maximálně věrohodné odhady v modelu M.

- V tabulce je někdy potřebné používat zkratky, které se jinde nevyskytují. Tyto zkratky můžeme vysvětlit v legendě nebo v poznámkách pod tabulkou. Poznámky pod tabulkou můžeme využít i k podrobnějšímu vysvětlení významu některých sloupců nebo hodnot.

## 3.2 Obrázky

Několik rad týkajících se obrázků a grafů.

- Graf by měl být vytvořen ve velikosti, v níž bude použit v práci. Zmenšení příliš velkého grafu vede ke špatné čitelnosti popisků.
- Osy grafu musí být řádně popsány ve stejném jazyce, v jakém je psána práce (absenci diakritiky lze tolerovat). Kreslíme-li graf hmotnosti proti výšce, nenecháme na nich popisky **ht** a **wt**, ale osy popíšeme *Výška [cm]* a *Hmotnost [kg]*. Kreslíme-li graf funkce  $h(x)$ , popíšeme osy  $x$  a  $h(x)$ . Každá osa musí mít jasně určenou škálu.
- Chceme-li na dvourozměrném grafu vyznačit velké množství bodů, dáme pozor, aby se neslily do jednolitě černé tmy. Je-li bodů mnoho, zmenšíme velikost symbolu, kterým je vykresluje, anebo vybereme jen malou část bodů, kterou do grafu zaneseme. Grafy, které obsahují tisíce bodů, dělají problémy hlavně v elektronických dokumentech, protože výrazně zvětšují velikost souborů.
- Budeme-li práci tisknout černobíle, vyhneme se používání barev. Čáry rozlišujeme typem (plná, tečkovaná, čerchovaná, ...), plochy dostatečně rozdílnými intenzitami šedé nebo šrafováním. Význam jednotlivých typů čar a ploch vysvětlíme buď v textové legendě ke grafu anebo v grafické legendě, která je přímo součástí obrázku.
- Vyhýbejte se bitmapovým obrázkům o nízkém rozlišení a zejména JPEGům (zuby a kompresní artefakty nevypadají na papíře pěkně). Lepší je vytvářet obrázky vektorově a vložit do textu jako PDF.

## 3.3 Programy

Algoritmy, výpisy programů a popis interakce s programy je vhodné odlišit od ostatního textu. Jednou z možností je použití L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xového balíčku **fancyvrb** (fancy verbatim), pomocí něhož je v souboru **makra.tex** nadefinováno prostředí **code**. Pomocí něho lze vytvořit např. následující ukázky.

```
> mean(x)
[1] 158.90
> objekt$prumer
[1] 158.90
```

Menší písmo:

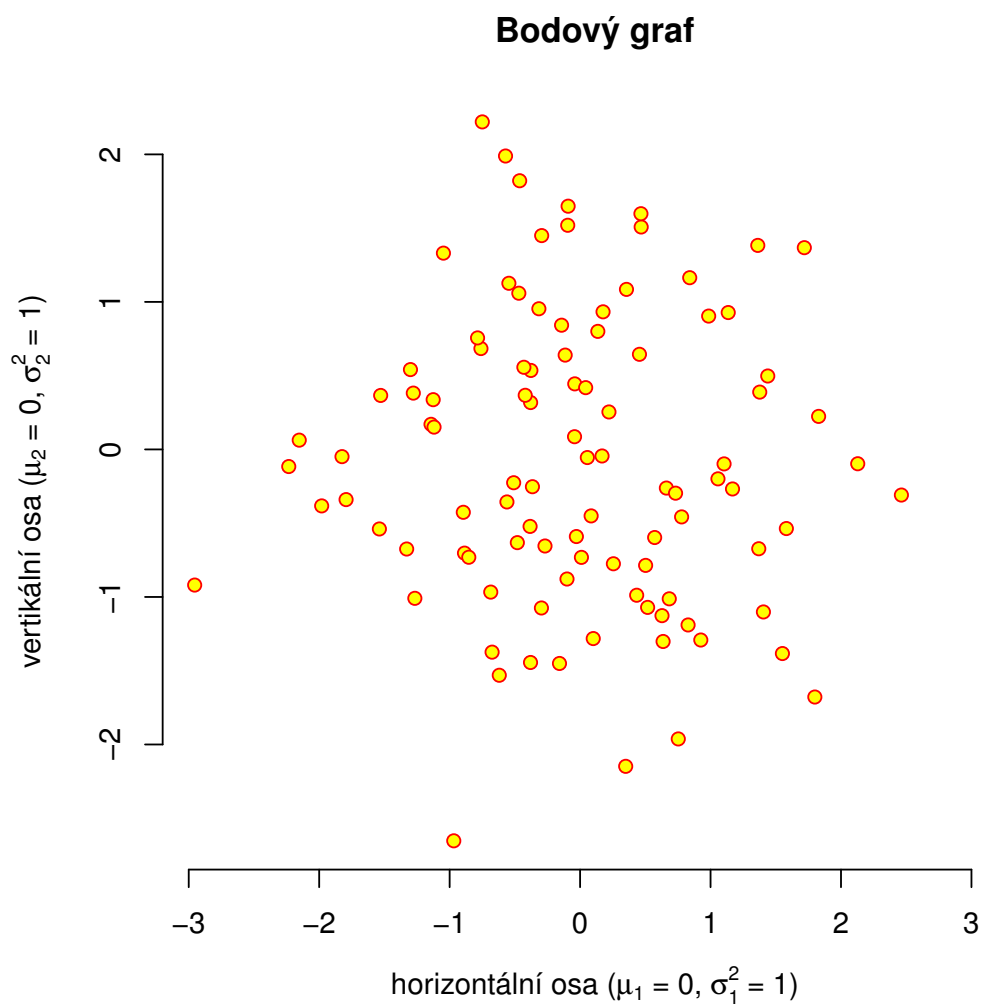
```
> mean(x)
[1] 158.90
> objekt$prumer
[1] 158.90
```

Bez rámečku:

```
> mean(x)
[1] 158.90
> objekt$prumer
[1] 158.90
```

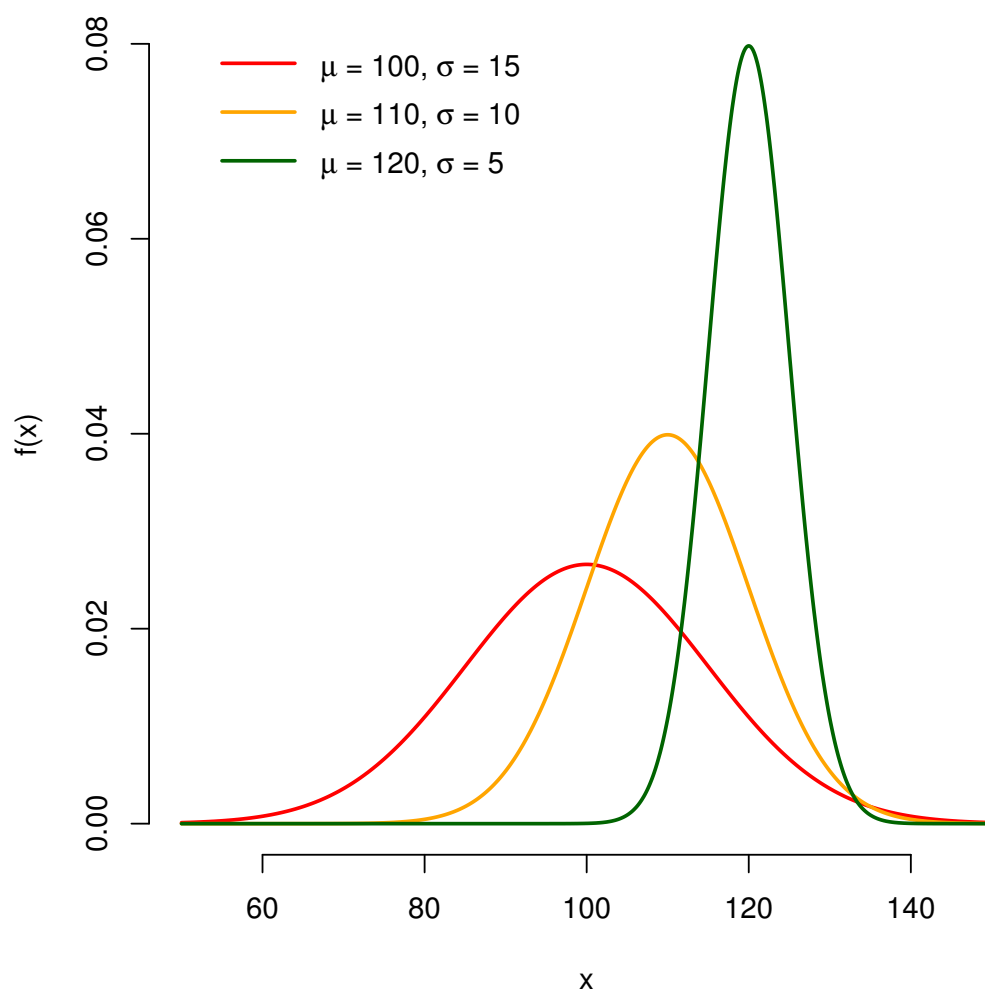
Užší rámeček:

```
> mean(x)
[1] 158.90
> objekt$prumer
[1] 158.90
```

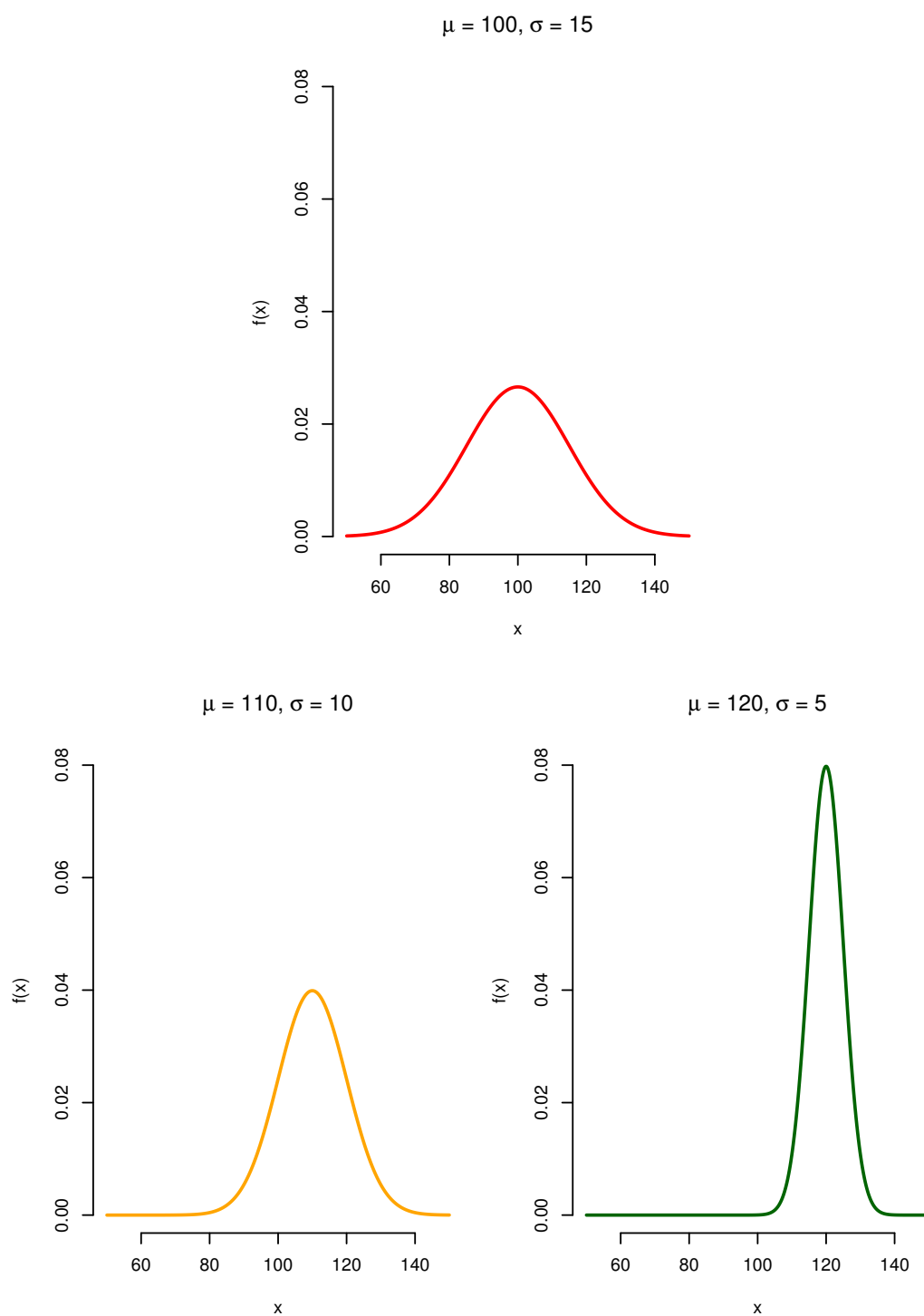


Obrázek 3.1: Náhodný výběr z rozdělení  $\mathcal{N}_2(\mathbf{0}, I)$ .





Obrázek 3.2: Hustoty několika normálních rozdělení.



Obrázek 3.3: Hustoty několika normálních rozdělení.

## 4. Formát PDF/A

Opatření rektora č. 13/2017 určuje, že elektronická podoba závěrečných prací musí být odevzdávána ve formátu PDF/A úrovně 1a nebo 2u. To jsou profily formátu PDF určující, jaké vlastnosti PDF je povoleno používat, aby byly dokumenty vhodné k dlouhodobé archivaci a dalšímu automatickému zpracování. Dále se budeme zabývat úrovní 2u, kterou sázíme  $\text{\LaTeX}$ .

Mezi nejdůležitější požadavky PDF/A-2u patří:

- Všechny fonty musí být zabudovány uvnitř dokumentu. Nejsou přípustné odkazy na externí fonty (ani na „systémové“, jako je Helvetica nebo Times).
- Fonty musí obsahovat tabulku ToUnicode, která definuje převod z kódování znaků použitého uvnitř fontu to Unicode. Díky tomu je možné z dokumentu spolehlivě extrahovat text.
- Dokument musí obsahovat metadata ve formátu XMP a je-li barevný, pak také formální specifikaci barevného prostoru.

Tato šablona používá balíček `pdfx`, který umí  $\text{\LaTeX}$  nastavit tak, aby požadavky PDF/A splňoval. Metadata v XMP se generují automaticky podle informací v souboru `prace.xmpdata` (na vygenerovaný soubor se můžete podívat v `pdfa.xmpi`).

Validitu PDF/A můžete zkontrolovat pomocí nástroje VeraPDF, který je k dispozici na <http://verapdf.org/>.

Pokud soubor nebude validní, mezi obvyklé příčiny patří používání méně obvyklých fontů (které se vkládají pouze v bitmapové podobě a/nebo bez unicodových tabulek) a vkládání obrázků v PDF, které samy o sobě standard PDF/A nesplňují.

Další postřehy o práci s PDF/A najdete na <http://mj.ucw.cz/vyuka/bc/pdfaq.html>.

# Závěr

# Seznam použité literatury

# Seznam obrázků

3.1	Náhodný výběr z rozdělení $\mathcal{N}_2(\mathbf{0}, I)$ . . . . .	12
3.2	Hustoty několika normálních rozdělení. . . . .	13
3.3	Hustoty několika normálních rozdělení. . . . .	14

# Seznam tabulek

3.1	Maximálně věrohodné odhady v modelu M. . . . .	9
-----	--	---

# Seznam použitých zkratek



# Slovník

**API** rozhraní pro programování aplikací. 4, 6

**GEOJSON** standardní formát navržený pro reprezentaci jednoduchých prostorových geografických dat. 6, 7

**GPS** Global Position System. 6, 7, 8

**HTTP** HyperText Transfer Protocol. 6

**JSON** JavaScript Object Notation. 6, 7

**MHD** městská hromadná doprava. 2, 7

**OSM** OpenStreetMap. 4

**ROPID** Regionální organizátor pražské integrované dopravy, p. o.. 2, 6

**URL** Unique Resource Link. 6

**UTC** Koordinovaný světový čas. 7

## A. Přílohy

### A.1 První příloha