

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA INFORMATIKY A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

STATISTICKÉ METODY VYUŽITELNÉ PŘI ANALÝZE
MEDICÍNSKÝCH DAT

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu na konci práce.

V Plzni dne

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Rád bych chtěl poděkovat vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Janě Klečkové za cenné rady a veškerý čas, který mi věnovala při konzultacích a panu Mudr. Vladimíru Rohanovi, Ph.D. za odbornou pomoc. Dále bych chtěl poděkovat moji rodině za veškerou podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zaměřuje na statistické zpracování dat zdravotnické záchranářské služby Plzeňského kraje. Data zachycují pacienty, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu. Hlavním cílem této práce je poskytnout přehled o statistických metodách využitelných při analýze medicínských dat. Dalším cílem je provést vhodné očistění dat a vytvořit grafický přehled o rozdělení těchto dat a vazbách proměnných. Posledním cílem je provést porovnání popisných statistik a zhodnotit možnost využití získaných znalostí k vytvoření prediktivních modelů.

Klíčová slova

medicínská data, záchranářská služba Plzeňského kraje, cévní mozková příhoda, testování hypotéz, parametrické a neparametrické testy, statistické zpracování dat

Abstract

This diploma thesis is focused on statistical processing data of medical rescue services of the Pilsen region. Data capture patients who have suffered a stroke. The main aim of this work is to provide an overview of statistical methods usable in the analysis of medical data. Another aim is to make appropriate data cleanup and create a graphical overview of the distribution of these data and variables bindings. Finally, the aim is to compare descriptive statistics and evaluate the possibility of using acquired knowledge to create predictive models.

Keywords

medical data, rescue service of Pilsen region, stroke, hypothesis testing, parametric and nonparametric tests, statistical data processing

Obsah

1	Úvod	2
2	Lékařský systém	4
2.1	Medicínská data	4
2.2	Registr SITS	4
3	Statistické zpracování medicínských dat	6
3.1	Testování hypotéz	7
3.2	Statistické testy	8
4	Parametrické testy	10
4.1	Jednovýběrový t-test	10
4.2	Dvouvýběrový F-test pro rozptyl	11
4.3	Dvouvýběrový t-test o shodě středních hodnot	11
4.4	Analýza rozptylu	12
4.4.1	Metody mnohonásobného porovnávání	15
4.4.2	Levenův test	16
4.4.3	Bartlettův test	16
5	Neparametrické testy	17
5.1	Znaménkový test	17
5.2	Mediánový test	18
5.3	Dvouvýběrový Wilcoxonův test	19
5.4	Kruskal-Wallisův test	20
5.4.1	Post hoc analýza pro Kruskal-Wallisův test	21
6	Statistická analýza ZZS Plzeňského kraje	23
6.1	ZZS Plzeňského kraje	23
6.1.1	Historie ZZS Plzeňského kraje	23
6.1.2	Současnost	23
6.2	Charakteristika a zpracování dat	24
6.3	Testování dat	26
6.3.1	Testování jednotlivých okresů	30
6.3.2	Porovnání okresů v jednotlivých letech	72
6.3.3	Porovnání okresů mezi jednotlivými roky	84
6.4	Implementace databázové aplikace	86
7	Závěr	87

1 Úvod

Hlavním cílem této práce je uvést statistické metody využitelné při zpracování medicínských dat. Pro statistické zpracování dat byla poskytnuta data zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje. Analyzovaná data se týkají výjezdů záchranné služby pro pacienty, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu. Cévní mozková příhoda je druhou nejčastější příčinou úmrtí na celém světě [12]. Analyzovaná data byla poskytnuta v dostatečném objemu a to konkrétně v letech 2016 až 2018. Dalším cílem je porovnat činnosti záchranné služby mezi jednotlivými okresy Plzeňského kraje a zjistit zda během sledovaných let došlo ke zhoršení či zlepšení vykonávání činností záchranné služby.

V kapitole 2 je stručně popsán lékařský systém. Z počátku se seznámíme s typy dat, se kterými se lze setkat v oblasti lékařství a zdravotnictví. Dále bude popsán registr SITS do něhož přispívá také Fakultní nemocnice v Plzni.

V kapitole 3 budou popsány fáze týkající se statistického zpracování dat v oblasti lékařství. Dále budou popsány základní pojmy ke statistickému testování hypotéz, které jsou důležité pro osvojení problematiky v následujících kapitolách.

V kapitole 4 a 5 budou uvedeny parametrické a neparametrické testy, které budou dále využity v praktické části této práce. U jednotlivých testů budou uvedeny základní předpoklady pro jejich použití a následně budou popsány výpočetní principy těchto testů.

V kapitole 6 budou aplikovány testy na data zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje týkající se pacientů, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu. Testy budou provedeny pro všechny okresy v Plzeňském kraji. Data budou analyzována během let 2016 až 2018. Na základě charakteru pozorovaných dat bude dále zjištěno, který test je výhodnější pro získání věrohodnějších výsledků. Očištění dat bude provedeno ve strukturovaném dotazovacím jazyce SQL, který je součástí databázového softwaru Microsoft Access. Všechny testy a jejich výsledky či grafické výstupy budou provedeny v programu Microsoft Excel. Po provedení testů bude vytvořena databázová aplikace v softwaru Microsoft Access, která bude sloužit pro zobrazení výjezdů záchranné služby a pro porovnání činností záchranné služby mezi jednotlivými okresy a roky.

V závěrečné kapitole 7 bude shrnuta celá práce. Budou zhodnoceny veškeré dosažené výsledky u jednotlivých okresů Plzeňského kraje. Tyto výsledky budou následně mezi sebou porovnány. Nakonec bude zhodnocena možnost využití získaných výsledků k vytvoření prediktivních modelů a budou zmíněny náměty pro případné rozšíření práce.

Seznam použitých zkratek

ANOVA	analýza rozptylu
CLV	centrální limitní věta
CMP	cévní mozková příhoda
CT	tomografie
EEG	elektroencefalografie
FNL	fakultní nemocnice Lochotín
LZS	letecká záchranná služba
PNP	přednemocniční neodkladná péče
RLP	rychlá lékařská pomoc
RV	rychlá lékařská pomoc v systému Rendez-Vous
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
SITS	bezpečná implementace léčby mozkové mrtvice
SQL	strukturovaný dotazovací jazyk
ZZS PK	zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje

2 Lékařský systém

2.1 Medicínská data

Pod pojmem medicínská data si můžeme představit data, která popisují pozorování pacienta. V oblasti lékařství a zdravotnictví se lze setkat s velmi širokou stupnicí typu dat [5]. Typem dat rozumíme:

- numerická data - výsledky měření či věk,
- textová data - slouží k popisu a ohodnocení situace pacienta,
- signálová data - vznikají například po použití elektroencefalografie (EEG),
- obrazová data - fotografie pocházející například z ultrazvukového vyšetření nebo z tomografie (CT),
- zvuková data - nahrávka srdeční odezvy či mluvený komentář.

Medicínská data jsou multimediálního charakteru. V takovém případě bychom měli při práci s těmito daty zacházet velmi opatrně, jelikož by mohlo dojít ke znehodnocení dat, což by mohlo mít katastrofální následky pro pacienta. Z tohoto důvodu musí medicínská data splňovat následující kritéria [5]:

- Dostupnost autorizovaným osobám,
- Přesnost - data by měla být ověřená,
- Jedinečnost a integritu,
- Úspornost a
- Veřejnost / ochrana - v případě chráněných dat musí být uvedeno za jakých pravidel lze k těmto datům přistupovat.

2.2 Registr SITS

Safe Implementation of Treatments in Stroke neboli SITS je registr, který zahrnuje pacienty s cévní mozkovou mrtvicí (dále jen CMP). Jedná se o největší databázi pacientů, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu [19]. Data obsažena v registru SITS jsou zpracovávána a následně využita k analýze pro zlepšení léčby pacientů. Fakultní nemocnice v Plzni je jedním ze zdravotních zařízení v České republice, které v registru SITS sdružuje své pacienty s prodělanou mozkovou mrtvicí. Pro zhodnocení následků CMP slouží **modifikovaná rankinova škála**, která udává stav ve kterém se pacient nachází po mrtvici [11]. Pro vyhodnocení stavu lze postupovat graficky (viz Příloha A). Modifikovaná rankinova škála je zobrazena v následující tabulce.

Stupeň	Vyhodnocení stavu
0	zdravý člověk, plně soběstačný
1	lehký deficit, zvládá všechny aktivity jako před CMP
2	neschopen vykonávat dřívější činnosti, ale je plně soběstačný bez cizí pomoci
3	vyžaduje pomoc při některých aktivitách, schopen chůze bez pomoci druhé osoby
4	chůze jen s pomocí, neschopen sám zvládnout své tělesné potřeby
5	pacient je upoután na lůžko, vyžaduje trvalou péči
6	smrt

Tabulka 1: Modifikovaná rankinova škála

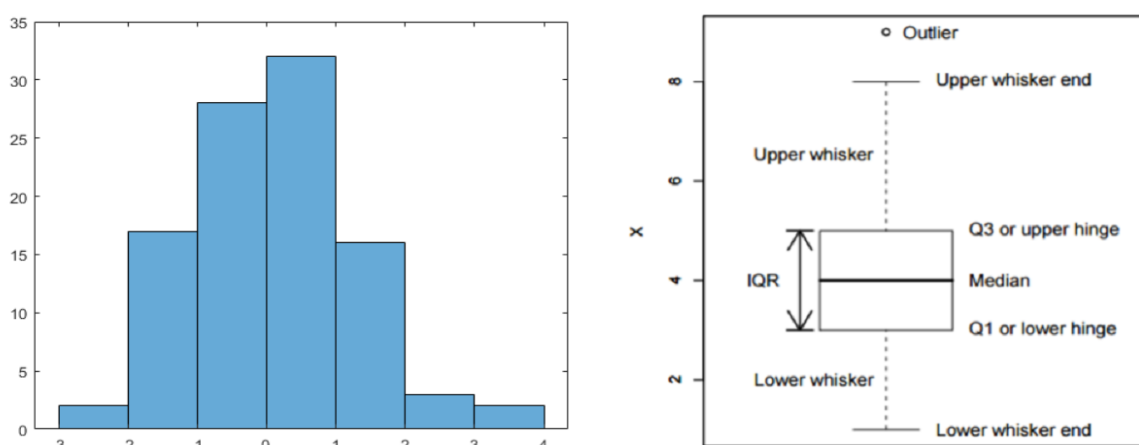
3 Statistické zpracování medicínských dat

V lékařství mají statistické metody velmi silný význam v oblasti rozhodování, kde jsou jejich dosažené výsledky použity k zajištění následné péče o pacienta. Statistika je v oblasti lékařství rozdělena na 3 části [3]:

1. Sběr dat,
2. analýza dat a
3. statistické usuzování.

První fáze tj. sběr dat je považována za nejdůležitější jelikož mezi hlavní faktory, které značně ovlivní výsledky analýzy patří reprezentativnost, náhodnost a velikost vzorku. Při statistickém průzkumu se setkáváme se vzorky, které nejsou dostačující a je tedy nutné před sběrem dat stanovit otázky na základě kterých bude určena cílová skupina výzkumu. Pro vytvoření výběrového schématu, identifikaci chybných měření či odhalení odlehlých hodnot nám poslouží softwarové nástroje.

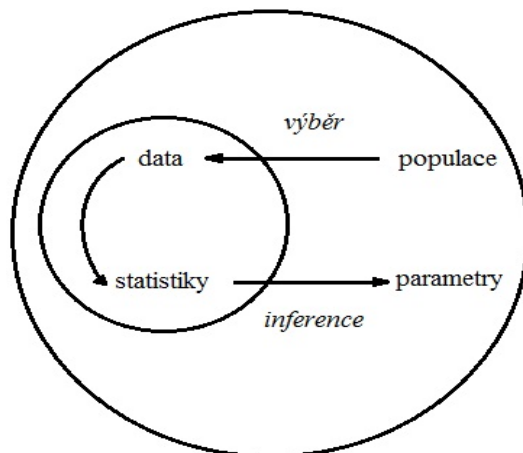
Druhá fáze představuje analýzu dat. Hlavním úkolem je nalézt číselné charakteristiky sesbíraných dat, které postačí pro shrnutí vlastností dat. Toho dosáhneme použitím vhodného softwarového nástroje. Nejvíce se využívají hodnoty popisné statistiky jako například modus, medián, aritmetický průměr, rozptyl či směrodatná odchylka. Pro lepší přehled v datech slouží grafické zobrazení. Nejčastěji se v oblasti lékařství pro grafické znázornění dat používá krabicový graf, histogram nebo sloupcový graf. Krabicový graf poskytuje možnost nalezení odlehlých hodnot, umožňuje odhadnout symetrii rozdělení či porovnat rozptyl u dvou nebo více výběrů. Stejně jako krabicový graf i histogram dokáže identifikovat odlehlé hodnoty či odhadnout tvar rozdělení sledovaného výběru. Následující obrázek zobrazuje příklad histogramu a krabicového grafu.



Obrázek 1: Ukázka histogramu [7] a krabicového grafu [8, str. 80]

Poslední fází je statistické usuzování. Na základě výběru náhodného vzorku se vyvozují závěry týkající se celé populace. Jedná se o odhad skutečné pravděpodobnosti výskytu události. Při novém zpracování téhož náhodného vzorku by měl být výsledek stejný, což značí, že podíl

jevu mezi všemi provedenými realizacemi by se měl blížit ke stejné konstantě. Uživatel by měl při analýze dat porozumět metodám zkoumání tj. znát jejich předpoklady, jelikož software uživatele neupozorní pokud provádí analýzu, která nemá smysl pro vybraný vzorek, což může být problematické.



Obrázek 2: Průběh statistického usuzování [25]

3.1 Testování hypotéz

Tato část je zpracována z [10, str. 148-154] a [23, str. 1-23]. Při testování statistických hypotéz porovnáváme mezi sebou dvě hypotézy. Hypotéza H_0 tj. nulová hypotéza nám udává náš předpoklad testu. Naproti nulové hypotéze stojí alternativní hypotéza H_1 , která popírá nulovou hypotézu. Nulová hypotéza je obecně zapisována ve tvaru:

$$H_0 : \Theta = \Theta_0,$$

kde

Θ je neznámá skutečná hodnota určitého populačního parametru a Θ_0 je jeho předpokládaná hodnota.

Alternativní hypotéza je dvojího typu. Existuje oboustranná hypotéza a jednostranná hypotéza. Oboustranná hypotéza udává, že hodnota parametru je jiná, než nám říká nulová hypotéza. Zapisuje se ve tvaru:

$$H_1 : \Theta \neq \Theta_0.$$

Jednostranná hypotéza udává, že hodnota parametru je větší (pravostranná) nebo menší (levostranná), než nám říká nulová hypotéza a je ve tvaru:

$$H_1 : \Theta < \Theta_0 \quad \text{resp.} \quad H_1 : \Theta > \Theta_0.$$

Dále je potřeba stanovit testovací kritérium k otestování nulové hypotézy oproti alternativní hypotéze. Výpočet testové statistiky závisí na testované hypotéze. Obor hodnot testovacího kritéria rozdělujeme do dvou částí:

1. Kritický obor - padne-li testovací statistika do tohoto oboru pak zamítáme H_0 ,

2. Obor hodnot - padne-li testovací hodnota do tohoto oboru pak nezamítáme H_0 .

Kritický obor a obor přijetí od sebe oddělují kritické hodnoty. Kritické hodnoty lze považovat za kvantily rozdělení testovacího kritéria při platnosti H_0 se zvolenou hladinou významnosti α .

Hladina významnosti udává pravděpodobnost, že zamítáme nulovou hypotézu v případě, že platí. Při testování hypotéz se můžeme dopustit jedné ze dvou chyb:

- Chyba I. druhu α - zamítáme H_0 , když platí H_0 ,
- Chyba II. druhu β - přijmeme H_0 , když neplatí H_0 .

Následující tabulka udává přehled o chybách α a β při testování hypotéz.

–	Zamítáme H_0	Nezamítáme H_0
H_0 platí	Chyba I. druhu α	Správně $1 - \alpha$
H_0 neplatí	Správně $1 - \beta$	Chyba II. druhu β

Tabulka 2: Chyby α a β při testování hypotéz

Hladinu významnosti α volíme nejčastěji 0,05 nebo 0,01 a tím dostáváme 95% (99%) jistotu správného rozhodnutí. Většina statistických softwarů (Statistica, R, SAS, Excel) vrací při testování hypotéz jako výsledek tzv. p-hodnotu. P-hodnota je vyjádřena jako nejmenší hladina významnosti, při které bychom nulovou hypotézu ještě zamítli. Pokud je tedy p-hodnota menší než hladina významnosti α pak zamítáme H_0 . V opačném případě H_0 nezamítáme.

3.2 Statistické testy

V této části vycházíme z [10, str. 169] a [18, str. 157]. Při výběru správného testu dle charakteru dat lze postupovat pomocí grafického schématu (viz Příloha B). Ve statistice dělíme statistické testy do dvou základních skupin:

- Parametrické testy** - jsou užívány k rozhodování o zamítnutí či nezamítnutí hypotézy týkající se většinou dvou parametrů, čímž je aritmetický průměr souboru a jeho rozptyl. Většinou není možné získat data z celé populace a obvykle jsou tyto parametry neznámé. Jedná se o skupinu testů, které předpokládají, že rozdělení základního souboru ze kterého byl výběrový soubor pořízen je určitého typu. Většinou se jedná o předpoklad o normálním rozdělení celé populace. Tento předpoklad je poměrně silný a v mnoha praktických příkladech je nesplnitelný. Pro ověření normality dat existuje celá řada testů. Mezi nejpoužívanější patří Shapirův-Wilkův test, Lillieforsův test, Jarque-Bera test, Kolmogorovův-Smirnovův test [18, str. 63-68]. Pokud je předpoklad o normalitě dat výrazně porušen, nemusí být použití parametrického testu správné. V takovém případě se využívá testů neparametrických.
- Neparametrické testy** - jsou užívány v případě, kdy se předpokládá, že neznáme rozdělení základního souboru, což znamená, že se netýkají parametrů rozdělení (aritmetický průměr, rozptyl). Obvykle se u těchto testů pouze požaduje, aby rozdělení zkoumaných náhodných veličin bylo spojitého typu. Předpoklady o rozdělení jsou slabší než

u parametrických testů, což má za následek, že neparametrické testy vykazují menší sílu testu než testy parametrické (menší schopnost zamítnout nesprávnou hypotézu). U neparametrických testů se neodhadují populační parametry rozdělení, ale testují se zde hypotézy týkající se například mediánu. Původní pozorované hodnoty se většinou nahrazují jejich pořadími a proto se těmto testům často říká **pořadové testy**. Výrazné porušení normality dat může být způsobeno především z důvodu, že:

- hodnoty jsou příliš odlehlé,
- výběry jsou malého rozsahu.

Neparametrické testy je dále nutné použít v případě, kdy mají data ordinální charakter. Při výběrech malého rozsahu jsou neparametrické testy výpočetně jednodušší a rychlejší.

Ponámka: Porovnáním mediánu a aritmetického průměru lze zjistit zda se ve výběru vyskytuje odlehlá hodnota. Jsou-li tyto hodnoty sobě blízké můžeme usuzovat na nepřítomnost odlehlých hodnot. Pokud se tyto hodnoty liší vypovídá to o přítomnosti odlehlých hodnot.

4 Parametrické testy

V následující kapitole bude uvedeno pět základních parametrických testů, které budou aplikovány v praktické části této práce. Budou uvedeny předpoklady týkající se použití těchto testů a výpočetní principy podle kterých jsou jednotlivé testy provedeny. Uvedeme zde jeden test týkající se jednoho výběrového souboru (jednovýběrový test), dále tři testy týkající se charakteristik ve dvou souborech podobného typu (tzv. dvouvýběrové testy) a jeden test zaměřený na testování hypotéz o rovnosti středních hodnot u více než dvou skupin.

4.1 Jednovýběrový t-test

U jednovýběrového t-testu předpokládáme, že neznáme střední hodnotu μ a rozptyl σ^2 základního souboru (viz [18, str. 55-56], [13] a [14]). Dále předpokládáme, že populace má normální rozdělení. Testujeme zde hypotézu, že střední hodnota μ je rovna určité hodnotě μ_0 . Nulová hypotéza má v tomto případě tvar:

$$H_0 : \mu = \mu_0.$$

Naproti nulové hypotéze stojí alternativní hypotéza, jejíž tvar závisí na testu zda se jedná o oboustranný nebo jednostranný test. Tvar alternativní hypotézy může být následující:

$$H_1 : \mu \neq \mu_0, \quad H_1 : \mu < \mu_0, \quad H_1 : \mu > \mu_0.$$

Nejdříve se spočítá aritmetický průměr \bar{x} a výběrový rozptyl s^2 základního souboru. Aritmetický průměr je vypočten pomocí vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

a výběrový rozptyl se spočítá pomocí vzorce:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

kde

n je rozsah výběru a

x_i jsou hodnoty jednotlivých pozorování.

Testové kritérium má za platnosti nulové hypotézy Studentovo t-rozdělení s $v = n - 1$ stupni volnosti. Stupně volnosti tedy závisí na rozsahu výběru. Testové kritérium má tvar:

$$T = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}. \quad (3)$$

Testovou statistiku následně porovnáme s kvantily Studentova rozdělení (viz Příloha C). Při oboustranném testu používáme kvantily $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v)$ a $t_{\frac{\alpha}{2}}(v)$. V případě jednostranného testu se používají kvantily $t_{1-\alpha}(v)$ a $t_{\alpha}(v)$. Nulovou hypotézu zamítáme v případě, že padne do kritického oboru. Kritický obor pro oboustranný test je následující:

$$W_{\alpha} = \left\{ T; |T| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v) \right\}. \quad (4)$$

Pro jednostranné testy vypadají kritické obory následovně:

$$W_\alpha = \{T; T \leq t_\alpha(v)\}, W_\alpha = \{T; T \geq t_{1-\alpha}(v)\}. \quad (5)$$

V případě velkého rozsahu výběru ($n > 30$) lze použít kvantily normovaného normálního rozdělení, jelikož se rozdělení na základě centrální limitní věty (CLV) blíží k normálnímu rozdělení (viz Příloha D).

4.2 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl

Rovnost rozptylů se ve statistice označuje pod pojmem homoskedasticita. Heteroskedasticita potom označuje pojem, kdy se rozptyly od sebe odlišují. Předpokladem je, že oba výběry jsou nezávislé a mají normální rozdělení. Nezávislé výběry jsou většinou různě veliké a mezi jednotlivými čísly v prvním a druhém výběru není žádná souvislost [16]. Pořadí prvků lze tedy zaměnit, aniž by došlo ke ztrátě informace. Testujeme zde nulovou hypotézu ve tvaru:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2.$$

Naproti nulové hypotéze opět vystupuje alternativní hypotéza ve tvaru:

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2.$$

Parametry σ_1^2 , σ_2^2 jsou neznámé a proto je nutné udělat jejich odhad. Nejlepšími bodovými odhady jsou výběrové rozptyly (viz [10, str. 188-189] a [18, str. 59-60]). Parametry rozptylů odhadneme pomocí následujících vzorců:

$$s_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2, \quad s_2^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (y_i - \bar{y})^2, \quad (6)$$

kde

n_1 je rozsah prvního výběru a

n_2 je rozsah druhého výběru.

Testové kritérium má za platnosti nulové hypotézy Fisher-Snedecerovo rozdělení s $n_1 - 1$ stupni volnosti pro čitatele a $n_2 - 1$ stupni volnosti pro jmenovatele. Testové kritérium je ve tvaru:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}. \quad (7)$$

Testová statistika je porovnávána s kvantily Fisher-Snedecerova rozdělení (viz Příloha E). Kritický obor pro zamítnutí nulové hypotézy vypadá následovně:

$$W_\alpha = \{F; |F| \geq F_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_1 - 1, n_2 - 1)\}. \quad (8)$$

4.3 Dvouvýběrový t-test o shodě středních hodnot

Předpokládáme, že máme dva nezávislé výběry, které mají normální rozdělení. Testujeme zde hypotézu, že střední hodnoty v obou populacích jsou shodné. Nulová hypotéza je dána ve tvaru:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

oproti alternativní hypotéze ve tvaru:

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2.$$

Dvouvýběrový t-test o shodě středních hodnot se rozděluje na základě shodnosti či neshodnosti rozptylů na:

- a) dvouvýběrový t-test při rovnosti rozptylu,
- b) dvouvýběrový t-test při nerovnosti rozptylu.

Varianta testu je zvolena na základě F-testu. Jednotlivé testy o shodě středních hodnot budou nyní jednotlivě popsány (viz [18, str. 58-59], [10, str. 189-191] a [14]).

Dvouvýběrový t-test při rovnosti rozptylů

Tento test použijeme, je-li na základě F-testu přijata nulová hypotéza. Pokud se rozptyly jednotlivých výběrů rovnají užijeme testovou statistiku ve tvaru:

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}} \sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 n_2}}}. \quad (9)$$

Aritmetické průměry a výběrové rozptyly jednotlivých výběrů jsou vypočítány na základě vzorců (1) a (2). Testová statistika má za platnosti nulové hypotézy Studentovo t-rozdělení s $v = n_1 + n_2 - 2$ stupni volnosti. Kritický obor pro zamítnutí nulové hypotézy je stanoven ve tvaru (4), přičemž má odlišné stupně volnosti než je tomu u jednovýběrového t-testu.

Dvouvýběrový t-test při nerovnosti rozptylů

Tento test použijeme pokud je zamítnuta nulová hypotéza o shodnosti rozptylů na základě F-testu. Pro různé rozptyly užijeme testovou statistiku ve tvaru:

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}. \quad (10)$$

Testová statistika má opět Studentovo t-rozdělení s v stupni volnosti, kde v je určeno na základě následujícího vzorce:

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{1}{n_1-1} \left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 + \frac{1}{n_2-1} \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}. \quad (11)$$

Pro velká n je opět možné použít pro srovnání testové statistiky kvantily normovaného normálního rozdělení na základě CLV.

4.4 Analýza rozptylu

Analysis Of Variance neboli ANOVA je parametrickou metodou, kdy testujeme hypotézu o rovnosti tří a více středních hodnot (viz [18, str. 130-134], [10, str. 209-218] a [22]). V takovém případě není možnost použití t-testu. Použití ANOVY lze uplatnit v situacích, kde zkoumáme zda určitý faktor má vliv na sledovanou veličinu. Analýza rozptylu požaduje určité předpoklady, bez kterých nemůžeme spoléhat na její dosažené výsledky. Mezi předpoklady analýzy rozptylu patří:

- nezávislost hodnot - tento předpoklad bereme automaticky, avšak je dobré se zamyslet nad původem a sběru původních dat, zda jsou nebo nejsou na sobě závislá,
- normalita dat - tento předpoklad je nutné ověřit na základě testů normality uvedených v kapitole 3.2 nebo pomocí grafického zobrazení (např. krabicový graf),
- shodnost rozptylů v jednotlivých výběrech (homoskedasticita) - tento předpoklad lze ověřit pomocí některého z testů shody rozptylů nebo grafickým zobrazením (např. krabicový graf).

Pokud máme k nezávislých skupin dat pocházející z normálního rozdělení se shodným rozptylem pak chceme testovat hypotézu zda platí, že:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k$$

oproti alternativní hypotéze

$$H_1 : \neg H_0.$$

Na základě stanovených předpokladů uvedeme průměry v jednotlivých skupinách a celkový průměr všech skupin. Jednotlivé průměry ve skupinách vypočítáme dle vzorce:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}, \quad (12)$$

kde

n_i je počet pozorování v i -té skupině,

x_{ij} je j -té pozorování v rámci i -té skupiny.

Celkový průměr všech skupin je dále vypočítán pomocí následujícího vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}, \quad n = \sum_{i=1}^k n_i. \quad (13)$$

Analýza rozptylu srovnává pozorovanou variabilitu mezi výběry s pozorovatelnou variabilitou uvnitř výběrů. Na základě toho zavádíme tři odhady variability pro pozorovaná data. Prvním je tzv. **celkový součet čtverců** (total sum of squares). Značíme ho SS_T a popisuje celkovou variabilitu ve výběrovém souboru. Celkový součet čtverců je definován následovně:

$$SS_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2. \quad (14)$$

Při platnosti nulové hypotézy má celkový součet čtverců chí-kvadrát rozdělení (dále jen χ^2 rozdělení) s $df_T = n - 1$ stupni volnosti. Označení df_T vychází z anglického názvu „degrees of freedom“. Z celkového součtu čtverců je rovněž odvozen celkový rozptyl

$$MS_T = \frac{SS_T}{n - 1}. \quad (15)$$

Druhým pojmem je tzv. **skupinový součet čtverců** (group sum of squares). Je označován jako SS_A a popisuje variabilitu mezi jednotlivými skupinami. Pro výpočet se používají skupinové průměry a lze tedy statistiku SS_A definovat následovně:

$$SS_A = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2. \quad (16)$$

I u této statistiky platí, že při platnosti nulové hypotézy se řídí χ^2 rozdělením s $df_A = k - 1$ stupni volnosti. Ze statistiky SS_A lze odvodit rozptyl mezi skupinami

$$MS_A = \frac{SS_A}{k - 1}. \quad (17)$$

Poslední statistikou, kterou odhadujeme při analýze rozptylu je tzv. **reziduální součet čtverců** (residual sum of squares). Reziduální součet čtverců neboli SS_e popisuje variabilitu uvnitř skupin. Při platnosti nulové hypotézy má χ^2 rozdělení s $df_e = n - k$ stupni volnosti. Porovnává rozdíl pozorovaných hodnot od jednotlivých skupinových průměrů. Je zapsán pomocí následujícího vzorce:

$$SS_e = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2. \quad (18)$$

Rovněž je z reziduálního součtu čtverců odhadnut reziduální rozptyl

$$MS_e = \frac{SS_e}{n - k}, \quad (19)$$

kde n je dáno vzorcem (13). Celková variabilita se dá rozložit na variabilitu uvnitř skupin a variabilitu mezi skupinami. Na základě toho platí, že:

$$SS_T = SS_A + SS_e. \quad (20)$$

Poznámka: Oproti dvouvýběrovému t-testu pracuje analýza rozptylu s výběrovými rozptyly. Například reziduální součet čtverců lze vyjádřit pomocí výběrových rozptylů. Výběrové rozptyly uvnitř jednotlivých skupin jsou značeny jako s_i^2 a jsou počítány následovně:

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2. \quad (21)$$

Odhadem společného rozptylu σ^2 jsou odhady rozptylů MS_e a MS_A . Testová statistika je na základě odhadnutých rozptylů dána následovně:

$$F = \frac{MS_A}{MS_e}. \quad (22)$$

Tato statistika má za platnosti nulové hypotézy Fisher-Snedecerovo rozdělení s $v_1 = n - 1$ a $v_2 = n - k$ stupni volnosti. Kritický obor pro zamítnutí nulové hypotézy je dán vztahem (8).

Poznámka: Pokud zamítáme nulovou hypotézu pak je testová statistika mnohem větší než 1. V případě přijetí nulové hypotézy se testová statistika pohybuje kolem 1.

Výsledky analýzy rozptylu jsou prezentovány do tzv. tabulky analýzy rozptylu. Tabulka vypadá následovně:

Variabilita	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	Statistika F	p-value
Skupinová	SS_A	$k - 1$	MS_A	F	$1 - F(F - stat)$
Reziduální	SS_e	$n - k$	MS_e	—	—
Celková	SS_T	$n - 1$	—	—	—

Tabulka 3: Analýza rozptylu

Pokud při analýze rozptylu dojde k zamítnutí nulové hypotézy, zajímá nás která z dvojic se od sebe výrazně liší svými středními hodnotami. K tomuto ověření se používá tzv. **post-hoc analýza** neboli metody mnohonásobného porovnávání.

4.4.1 Metody mnohonásobného porovnávání

Existuje několik metod pro porovnání dvou středních hodnot jako například Tukeyova, Schéffeho a Bonferriho metoda či Fisherovo LSD (viz [10, str. 220-223] a [6]). Nyní si popíšeme **Schéffeho** metodu pro porovnání dvou středních hodnot, která je v praxi nejčastěji používána a bude opět použita v praktické části této práce (viz [18, str. 134-135]).

V případě Schéffeho metody využíváme Fisher-Snedecerovo rozdělení. Schéffeho metodu lze využít pokud jsou rozsahy výběrů různě veliké či stejné. Nulovou hypotézu o rovnosti středních hodnot skupiny i a j zamítáme pokud platí, že:

$$|x_j - x_i| \geq \sqrt{MS_e} \sqrt{F_{1-\alpha}(k-1, n-k) (k-1) \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}. \quad (23)$$

Poznámka: Pokud bychom využili post-hoc analýzu při nezamítnutí nulové hypotézy mohlo by nastat, že bychom získali nesprávné rozdíly mezi středními hodnotami. Můžeme se setkat se situací, kdy při zamítnutí nulové hypotézy neprokáže Schéffeho metoda rozdíl u žádné dvojice středních hodnot. Tato situace nastane, jestliže je rozdíl mezi hladinou významnosti α a p-hodnotou minimální, přičemž platí, že $p < \alpha$. V takovém případě je potom rozdílná některá složitější kombinace středních hodnot [17].

Jak již bylo zmíněno jedním z předpokladů pro analýzu rozptylu je shodnost rozptylů všech skupin. Pro ověření homoskedasticity pro $k > 2$ nezávislých výběrů z normálního rozdělení testujeme nulovou hypotézu ve tvaru:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

oproti alternativní hypotéza, která říká, že alespoň jedna dvojice rozptylů není stejná. Zapišeme jí ve tvaru:

$$H_1 : \neg H_0.$$

Mezi nejpoužívanější testy o shodě rozptylů více skupin patří Levenův, Bartlettův, Hartleyův a Cochranův test. V praktické části bude využit test Levenův a Bartlettův. Tyto dva testy budou nyní detailně popsány (viz [10, str. 204-209], [22] a [6]).

4.4.2 Levenův test

Levenův test má menší sílu než Bartlettův test, avšak ve srovnání s Bartlettovým testem není příliš citlivý na normalitu dat. Jedná se zde o analýzu rozptylu na hodnotách $z_{ij} = |x_{ij} - \bar{x}_i|$ pro $i = 1, 2, \dots, k$ a $j = 1, 2, \dots, n_i$. Označme:

$$\bar{z}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}, \quad \bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij},$$

$$SS_{ZA} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{z}_i - \bar{z})^2, \quad SS_{Ze} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - \bar{z}_i)^2.$$

Z analýzy rozptylu víme, že při platnosti nulové hypotézy má testová statistika tvar (22). Jelikož víme, že Levenův test využívá analýzu rozptylu na hodnotách z_{ij} dostáváme testovou statistiku ve tvaru:

$$F = \frac{\frac{SS_{ZA}}{k-1}}{\frac{SS_{Ze}}{n-k}}. \quad (24)$$

Testová statistika se následně porovnává s kvantily Fisher-Snedecerova rozdělení s $v_1 = k - 1$ a $v_2 = n - k$ stupni volnosti.

Poznámka: V některých situacích (např. při značné šikmosti výběrů) lze zaměnit aritmetický průměr za medián. Analýza rozptylu se poté provádí na hodnotách $z_{ij} = |x_{ij} - \bar{x}_{i0,5}|$.

4.4.3 Bartlettův test

Tento test využijeme, jestliže nedošlo k zamítnutí nulové hypotézy o normalitě dat u žádného z výběrů. Bartlettův test lze použít u stejných či nestejných rozsahů souborů. Používá se pokud je $n_i \geq 5$. Testovou statistikou Bartlettova testu je hodnota B , která je definována jako

$$B = \frac{1}{C} \left((n-k) \ln(s^2) - \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \ln(s_i^2) \right), \quad (25)$$

kde s_i^2 je výběrový rozptyl v i -té skupině, který se spočítá dle vzorce (21) a s^2 je celkový rozptyl, jehož výpočet je definován vzorcem (19). Konstanta C je definována jako

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left(\sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{n-k} \right). \quad (26)$$

Testová statistika B má za platnosti nulové hypotézy χ^2 rozdělení s $v = k - 1$ stupni volnosti (viz Příloha G). Pak kritický obor pro zamítnutí nulové hypotézy o shodě rozptylů vypadá následovně:

$$W_\alpha = \{B; B \geq \chi_{1-\alpha}^2(v)\}. \quad (27)$$

5 Neparametrické testy

V kapitole 4 jsme se seznámili s parametrickými testy, které vyžadují určité předpoklady pro jejich použití. V této kapitole si uvedeme jejich alternativy, tedy testy neparametrické. Jak již bylo zmíněno výše ve srovnání s testy parametrickými nevyžadují příliš předpokladů, jsou výpočetně jednodušší, avšak vykazují menší sílu testu. Zmíníme zde test znaménkový, mediánový, dvouvýběrový Wilcoxonův test neboli Mannův Whitneyův test a nakonec Kruskalův-Wallisův test. U jednotlivých testů budou uvedeny výpočetní principy podle kterých jsou testy provedeny.

Ještě než uvedeme výše zmíněné neparametrické testy zavedeme si pojem **pořadí**. Uvažujme reálná čísla x_1, \dots, x_n . Číslu x_i přiřadíme pořadí R_i , které odpovídá všem číslům $x_1 \dots x_n$, která jsou menší nebo rovna číslu x_i . Při shodě stejných čísel x_i se těmto číslům přiřadí jejich průměrné pořadí, které závisí na velikosti počtu těchto čísel [24, str. 41]. Následující tabulka udává přehlednější pochopení jak stanovit pořadí jednotlivých čísel.

Hodnoty x_i	4	8	2	2	8	5
Seřazené hodnoty x_i	2	2	4	5	8	8
Pořadí R_i	1,5	1,5	3	4	5,5	5,5

Tabulka 4: Stanovení pořadí u neparametrických testů

5.1 Znaménkový test

Znaménkový test je neparametrickou alternativou jednovýběrového t-testu (viz [18, str. 158] a [24, str. 39-41]). Předpokládáme, že výběr X má spojitě rozdělení, které však nemusí být symetrické. Pokud je $x_{0,5}$ mediánem tohoto rozdělení potom platí, že:

$$P(X < x_{0,5}) = P(X > x_{0,5}) = \frac{1}{2}.$$

Testujeme zde nulovou hypotézu, která může být definována třemi způsoby

$$H_0 : x_{0,5} = x_0 \quad \text{resp.} \quad H_0 : x_{0,5} \leq x_0 \quad \text{resp.} \quad H_0 : x_{0,5} \geq x_0,$$

proti jejím alternativám

$$H_1 : x_{0,5} \neq x_0 \quad \text{resp.} \quad H_1 : x_{0,5} > x_0 \quad \text{resp.} \quad H_1 : x_{0,5} < x_0,$$

kde x_0 je předem známé číslo. V prvním kroku testování utvoříme rozdíly

$$x_1 - x_{0,5}, \dots, x_n - x_{0,5}.$$

Následně definujeme testovou statistiku Y , která obsahuje pouze počet (značeno #) kladných hodnot tzn. hodnoty $x_i > x_{0,5}$. Testovou statistiku lze zapsat ve tvaru:

$$Y = \# \{x_i : (x_i - x_{0,5}) > 0\}. \quad (28)$$

Pokud je rozdíl některé z hodnot roven nule potom tuto hodnotu vynecháme a zmenšíme tak počet všech hodnot ve výběru. Statistika Y má potom za platnosti nulové hypotézy binomické rozdělení tj. $Y \sim Bi(n, \frac{1}{2})$. Kritické obory pro zamítnutí nulové hypotézy jsou

$$W_\alpha = \begin{cases} Y; Y \geq k_{2;\frac{\alpha}{2}} \vee Y \leq k_{1;\frac{\alpha}{2}} & \text{pro oboustranný test,} \\ Y; Y \geq k_{2;\alpha} & \text{pro pravostranný test,} \\ Y; Y \leq k_{1;\alpha} & \text{pro levostranný test.} \end{cases} \quad (29)$$

Kritické hodnoty k_1 a k_2 jsou nezáporné a lze je vyhledat v tabulkách pro znaménkový test s předem zvolenou hladinou významnosti α (viz Příloha F). Pro velký rozsah výběru (v praxi $n \geq 20$) lze využít asymptotické normality testové statistiky Y . Střední hodnota a rozptyl pro normální rozdělení plynou z vlastností binomického rozdělení tedy

$$E(Y) = np = \frac{n}{2}, \quad D(Y) = np(1-p) = \frac{n}{4}.$$

Testovací statistika je pro $n \geq 20$ definována jako

$$U_0 = \frac{Y - \frac{n}{2}}{\sqrt{\frac{n}{4}}} = \frac{2Y - n}{\sqrt{n}}. \quad (30)$$

Za platnosti nulové hypotézy a dle CLV má testová statistika U_0 normované normální rozdělení $N(0, 1)$. Kritické obory pro zamítnutí nulové hypotézy pro $n \geq 20$ jsou

$$W_\alpha = \begin{cases} U_0; |U_0| \geq u_{1-\frac{\alpha}{2}} & \text{pro oboustranný test,} \\ U_0; U_0 \geq u_{1-\alpha} & \text{pro pravostranný test,} \\ U_0; U_0 \leq u_\alpha & \text{pro levostranný test.} \end{cases} \quad (31)$$

Znaménkový test má relativně slabou sílu testu a proto je ke spolehlivějšímu výsledku zapotřebí velký rozsah výběru.

5.2 Mediánový test

Mediánový test je neparametrickou alternativou dvouvýběrového t-testu. Používá se v případě, kdy máme dva nezávislé výběry, které nepocházejí z normálního rozdělení. Testujeme nulovou hypotézu zda se rovnají mediány obou výběrů. Test není citlivý na odlehlé hodnoty, jelikož není u tohoto testu předpokladem shodnost rozptylů [21]. Pro výpočet se z počátku zjistí společný medián ze všech pozorování. Následně se u obou výběrů zjistí kolik hodnot se nachází pod mediánem a kolik nad mediánem. Hodnoty rovné mediánu pro další výpočet vynecháváme. Počet hodnot v jednotlivých výběrech, které se nacházejí pod společným mediánem a nad společným mediánem zapíšeme do **čtyřpolní tabulky** (viz [9] a [10, str. 174-175]).

Čtyřpolní tabulka je speciálním případem kontingenční tabulky, kdy mohou hodnoty nabývat pouze dvou možností. Počet řádků i sloupců ve čtyřpolní tabulce je roven 2. Čtyřpolní tabulka pro testování shodnosti mediánů dvou nezávislých výběrů vypadá následovně:

Sledovaná událost	Y_1	Y_2	Celkem
Hodnoty nad mediánem	a	b	$a + b$
Hodnoty pod mediánem	c	d	$c + d$
Celkem	$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d$

Tabulka 5: Ukázka čtyřpolní tabulky pro mediánový test

V každém řádku musí být alespoň 5 prvků jinak test nelze použít. Existují však možnosti jako je Yatesova korekce nebo Fisherův exaktní test, který tento problém umí řešit [9]. V případě čtyřpolní tabulky má testové kritérium tvar:

$$\chi = \frac{(ad - bc)^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)} \cdot n, \quad (32)$$

kde $n = a + b + c + d$. Dále platí, že při platnosti nulové hypotézy má testová statistika χ^2 rozdělení s $v = (r - 1)(s - 1)$ stupni volnosti, kde r a s za sebou udávají počet řádků a sloupců. U čtyřpolní tabulky je vždy jeden stupeň volnosti. Kritický obor pro zamítnutí nulové hypotézy je:

$$W_\alpha = \{\chi; \chi \geq \chi_{1-\alpha}^2(r - 1)(s - 1)\}. \quad (33)$$

5.3 Dvouvýběrový Wilcoxonův test

Dvouvýběrový Wilcoxonův test neboli Mann-Whitneyův test je další neparametrickou alternativou dvouvýběrového t-testu. Opět vycházíme ze situace, kdy nepředpokládáme normalitu dat. Dále předpokládáme, že máme dva nezávislé výběry X_1, \dots, X_n a Y_1, \dots, Y_m se spojitým rozdělením. Testujeme nulovou hypotézu o rovnosti mediánů těchto rozdělení, kterou značíme:

$$H_0 : x_{0,5} = y_{0,5}$$

oproti alternativě ve tvaru:

$$H_1 : x_{0,5} \neq y_{0,5}.$$

Wilcoxonův test je založen na pořadí hodnot. Postup výpočtu pro stanovení testové statistiky je uveden v následujících bodech (viz [18, str. 160-161], [10, str. 192-195] a [2]).

1. Jednotlivé výběry jsou označeny tak, aby platilo pravidlo, že $n \geq m$. Výběry jsou následně sloučeny do jednoho souboru Z_1, Z_2, \dots, Z_{n+m} .
2. V druhém kroku uspořádáme všechny hodnoty vzestupně podle velikosti a přiřadíme jim pořadí R_i , přičemž nejmenší hodnota bude mít hodnotu 1 a největší hodnotu $n + m$. V případě výskytu stejných hodnot bude těmto hodnotám přiřazeno průměrné pořadí.
3. Dále označíme T_1 jako součet pořadí hodnot X_1, \dots, X_n a T_2 jako součet pořadí hodnot Y_1, \dots, Y_m . Pro ověření správnosti pořadí musí platit, že

$$T_1 + T_2 = \frac{1}{2}(n + m)(n + m + 1), \quad (34)$$

kde

$$T_1 = \sum_{Z_i \in (X_1, \dots, X_n)} R_i \quad \text{a} \quad T_2 = \sum_{Z_i \in (Y_1, \dots, Y_m)} R_i. \quad (35)$$

4. Následně vypočteme testové statistiky U_1 a U_2 , které jsou definovány jako

$$U_1 = mn + \frac{n(n+1)}{2} - T_1 \quad \text{a} \quad U_2 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - T_2, \quad (36)$$

přičemž musí platit, že:

$$U_1 + U_2 = mn. \quad (37)$$

5. Testová statistika je na základě U_1 a U_2 určena jako $\min(U_1, U_2)$. Následně je hodnota porovnána s kritickou hodnotou $w_{n,m}(\alpha)$, kde $w_{n,m}$ jsou kvantily Whitneyova rozdělení s příslušnou hladinou významnosti. Kvantily lze nalézt ve statistických tabulkách (viz Příloha H). Pokud je $\min(U_1, U_2) \leq w_{n,m}(\alpha)$ potom zamítáme H_0 o rovnosti mediánů na hladině významnosti α .

Pro příliš velké rozsahy výběrů (v praxi $n > 30, m > 20$) má testová statistika U_1 asymptoticky normální rozdělení. Testová statistika má v takovém případě tvar:

$$U_0 = \frac{U_1 - E(U_1)}{\sqrt{D(U_1)}}, \quad (38)$$

kde

$$E(U_1) = \frac{1}{2}nm \quad \text{a} \quad D(U_1) = \frac{1}{12}nm(n+m+1). \quad (39)$$

Při platnosti nulové hypotézy má tato statistika normované normální rozdělení $N(0, 1)$. Nulovou hypotézu zamítáme v případě pokud testová statistika padne do kritického oboru, který je

$$W_\alpha = \{U_0; |U_0| \geq u_{1-\frac{\alpha}{2}}\}. \quad (40)$$

5.4 Kruskal-Wallisův test

Kruskal-Wallisův test použijeme v případě, kdy je značně porušen předpoklad normality dat nebo shodnosti rozptylů v jednotlivých výběrech. Test je neparametrickou alternativou jednofaktorové analýzy rozptylu tzv. neparametrická ANOVA. Jedná se o zobecnění již zmíněného dvouvýběrového Wilcoxonova testu, kdy předpokládáme počet výběrů $k \geq 3$. Předpokládáme, že máme k nezávislých výběrů, které pocházejí z rozdělení se spojitou distribuční funkcí. Kruskal-Wallisův test neporovnává střední hodnoty výběrů, ale testujeme zde nulovou hypotézu o rovnosti mediánů jednotlivých výběrů ve tvaru:

$$H_0 : x_{0,5_1} = x_{0,5_2} \dots = x_{0,5_k}$$

oproti její alternativě

$$H_1 : \neg H_0.$$

Pro stanovení testové statistiky postupujeme obdobně jako u dvouvýběrového Wilcoxonova testu (viz [18, str. 162-163], [10, str. 224] a [24, str. 47-49]). Postup výpočtu je následující:

1. Všechny hodnoty sloučíme do jednoho souboru o velikosti n .
2. Hodnoty seřadíme vzestupně a každé hodnotě přiřadíme pořadí R_i pro $i = 1, 2, \dots, n$. Stejným hodnotám se přiřadí jejich průměrné pořadí.

3. Následně zjistíme součet pořadí T_i pro jednotlivé výběry, kde $i = 1, 2, \dots, k$. Pro ověření správného výpočtu pořadí jednotlivých výběrů musí platit, že:

$$\sum_{i=1}^k T_i = \frac{n(n+1)}{2}. \quad (41)$$

4. Testovou statistiku Kruskal-Wallisova testu vypočítáme jako

$$Q = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n+1), \quad (42)$$

kde n_i je počet hodnot v i -tém výběru.

5. Testová statistika je porovnána s kritickou hodnotou Kruskal-Wallisova testu. Tyto hodnoty jsou uvedeny ve statistických tabulkách (viz Příloha I). Pro velká n_i a k (v praxi $n_i \geq 5$, $k \geq 4$) má testová statistika při platnosti nulové hypotézy χ^2 rozdělení s $k - 1$ stupni volnosti. Nulovou hypotézu o rovnosti mediánů zamítáme v případě, kdy testová statistika padne do kritického oboru, který je stanoven jako

$$W_\alpha = \{Q; Q \geq \chi_{1-\alpha}^2(k-1)\}. \quad (43)$$

Poznámka: Pokud se v celkovém výběru všech hodnot vyskytuje více než 25 % hodnot, kterým je přiřazeno průměrné pořadí musí se testová statistika Q upravit tzv. **korekčním faktorem** (viz [4, str. 28-29]) ve tvaru:

$$K = 1 - \frac{\sum_{i=1}^p (t_i^3 - t_i)}{n^3 - n}, \quad (44)$$

kde

p je počet tříd se stejným pořadím a

t_i je počet pořadí v i -té třídě.

Upravená testová statistika má potom tvar:

$$Q_{upr.} = \frac{Q}{K}. \quad (45)$$

Obdobně jako u analýzy rozptylu chceme v případě zamítnutí nulové hypotézy zjistit, které dvojice se od sebe statisticky významně liší. V takovém případě využijeme post-hoc analýzu pro Kruskal-Wallisův test.

5.4.1 Post hoc analýza pro Kruskal-Wallisův test

Pro srovnání jednotlivých výběrů mezi sebou použijeme v případě zamítnutí nulové hypotézy tzv. **obecnou metodu mnohonásobného porovnávání** (viz [6, str. 48]). Tuto metodu lze použít pokud jsou rozsahy výběrů různě veliké. Nulovou hypotézu o shodě mediánů i -tého a j -tého výběru zamítáme na hladině významnosti α pokud platí následující nerovnost:

$$|t_i - t_j| \geq \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) h_{KW}(\alpha)}, \quad (46)$$

kde $h_{KW}(\alpha)$ je kritická hodnota Kruskal-Wallisova testu uvedená ve statistických tabulkách, kterou lze nahradit při velkém rozsahu výběrů χ^2 rozdělením s $v = k - 1$ stupni volnosti a t_i udává průměrné pořadí v i -tém výběru definováno vzorcem:

$$t_i = \frac{T_i}{n_i}. \quad (47)$$

Výše zmíněný výpočet provedeme na všech $\frac{k(k-1)}{2}$ rozdílech $|t_i - t_j|$. Pro srovnání výběrů různé velikosti lze použít také například **Dunnovu** metodu nebo **Neményihovu** metodu, která však předpokládá stejný rozsah všech výběrů. Tyto metody nejsou použity v další části práce a proto nebude zmíněn jejich výpočetní postup. Lze je však nalézt v uvedené literatuře [6, str. 48-49] a [10, str. 225].

6 Statistická analýza ZZS Plzeňského kraje

Pro praktickou část byla analyzována data zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje. Data byla získána z Fakultní nemocnice v Plzni ve formátu *.xlsx. Analyzovaná data byla získána z let 2016 až 2018. Data obsahují záznamy o výjezdech záchranné služby v Plzeňském kraji pro pacienty, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu. Záznamy o pacientech jsou anonymizovány a jsou uvedeny pouze obecné údaje tj. věk a pohlaví.

6.1 ZZS Plzeňského kraje

Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje (ZZS PK) je příspěvková organizace a provozovatel zdravotnické záchranné služby v Plzeňském kraji. Hlavním úkolem záchranné služby je poskytování přednemocniční neodkladné péče (PNP). Přednemocniční neodkladná péče zahrnuje péči o pacientech na místě jejich úrazu, v průběhu jejich transportu a při jejich předání do konkrétního zdravotnického zařízení [27].

6.1.1 Historie ZZS Plzeňského kraje

První záchranná služba v Plzeňském kraji vznikla v roce 1963 v Rokycanech. Činnost záchranné služby v Plzni byla zahájena v roce 1974. Dále následoval vznik záchranné služby v Klatovech a to konkrétně v roce 1976. V roce 1988 poté došlo ke vzniku záchranné služby v Domažlicích. Další záchranná služba vznikla v roce 1993 v okrese Plzeň-sever. Záchranná služba v okrese Plzeň-jih zahájila svou činnost v roce 1994. V okrese Tachov byla činnost záchranné služby zahájena jako poslední a to v roce 2002. Se vznikem ZZS PK byl zahájen také provoz zdravotnického operačního střediska, které se stará a řídí posádky záchranné služby v celém kraji [28].

6.1.2 Současnost

V Plzeňském kraji se nachází celkem 7 okresů (Plzeň-jih, Plzeň-sever, Plzeň-město, Domažlice, Klatovy, Rokycany a Tachov). V současné době je v Plzeňském kraji 24 vlastních výjezdových základen, které zajišťují PNP (grafické zobrazení viz Příloha J). Dále jsou zde dvě základny, které jsou provozovány smluvními partnery. V Plzeňském kraji je k dispozici celkem 46 výjezdových skupin a jedna skupina letecké záchranné služby [26]. Rozlišujeme čtyři výjezdové skupiny [27]:

- rychlá zdravotnická pomoc (RZP) - posádka je tvořena dvěma členy (řidič a zdravotnický záchranář),
- rychlá lékařská pomoc (RLP) - posádka je tvořena třemi členy (řidič, zdravotnický záchranář a lékař),
- rychlá lékařská pomoc v systému Rendez-Vous (RV) - posádka je tvořena dvěma členy (řidič a lékař) a
- letecká záchranná služba (LZS) - posádka je tvořena dvěma členy (zdravotnický záchranář a lékař).

PNP musí být dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví zajištěna do 20 minut od nahlášení požadavku [1]. Doba dojezdu k pacientovi by tedy neměla tuto hodnotu překročit.

PNP je zajišťována na území o rozloze 7 561 km^2 . Tabulka 6 zobrazuje rozlohu a počet obyvatel jednotlivých okresů. Přehled výjezdových základen v jednotlivých okresech je potom zobrazen v tabulce 7.

Okres	Počet obyvatel	Rozloha [km^2]	Hustota zalidnění	Počet obcí
Domažlice	61 265	1 123	54	85
Klatovy	86 617	1 946	45	94
Plzeň-jih	62 262	990	63	90
Plzeň-město	188 190	261	717	15
Plzeň-sever	77 478	1 287	60	98
Rokycany	47 986	575	83	68
Tachov	52 837	1 379	38	51
Celkem	576 635	7 561	1 060	501

Tabulka 6: Počet obyvatel a rozloha okresů Plzeňského kraje [15]

Okres	Výjezdové základny
Domažlice	Domažlice, Bělá nad Radbuzou
Klatovy	Klatovy, Nýrsko, Horažďovice, Sušice, Modrava, Železná Ruda
Plzeň-jih	Stod, Nepomuk, Vlčice, Přeštice
Plzeň-město	Koterov, Lochotín, Doubravka, Bory
Plzeň-sever	Kralovice, Manětín, Líně(LZS)
Rokycany	Rokycany, Radnice
Tachov	Tachov, Stříbro, Planá, Konstantinovy Lázně, Bor u Tachova

Tabulka 7: Přehled výjezdových základen [28]

6.2 Charakteristika a zpracování dat

Data získaná z Fakultní nemocnice Lochotín (dále jen FNL) byla poskytnuta v tabulkovém procesoru Microsoft Excel. Microsoft Excel je tabulkový procesor, jehož součástí je spousta statistických funkcí, které byly při práci využity. Dále byl Excel rozšířen o doplněk **Analýza dat**, který v sobě zahrnuje parametrické testy zmíněné v kapitole 4. Pro další zpracování byla data upravena pomocí strukturovaného dotazovacího jazyka SQL tak, aby obsahovala pouze záznamy, které neobsahují chybějící údaje (ukázka kódu viz Příloha K). Celkový počet záznamů použitelných ke statistickému testování je uveden v následující tabulce.

Rok	Počet záznamů
2016	1 051
2017	1 009
2018	968

Tabulka 8: Počet použitelných záznamů k testování

V každém roce se vyskytlo přibližně 400 neúplných záznamů, což bylo zpětně sděleno do Fakultní nemocnice, která bude podnikat kroky k nápravě tohoto stavu.

Data byla dále rozdělena do tří skupin dle transportů směřovaných do FNL, Klatovské nemocnice a ostatních nemocnic, kam patří například Stodská nemocnice, Privamed nebo Fakultní nemocnice Bory. Následně byly záznamy v jednotlivých skupinách rozděleny dle ukazatele charakter výzvy na **primární**, **sekundární** a **sekundární plánované**. Dále se pracovalo pouze se záznamy týkající se pacientů transportovaných do středisek FNL a Klatovská nemocnice, které byly stěžejní pro následné testování dat. Záznamy s chybějícím místem zásahu (okres) byly též odebrány a při dalším postupu s nimi již nebylo počítáno. V následujících tabulkách je zobrazen počet záznamů dle charakteru výzvy a zdravotnického střediska po úpravě datového souboru.

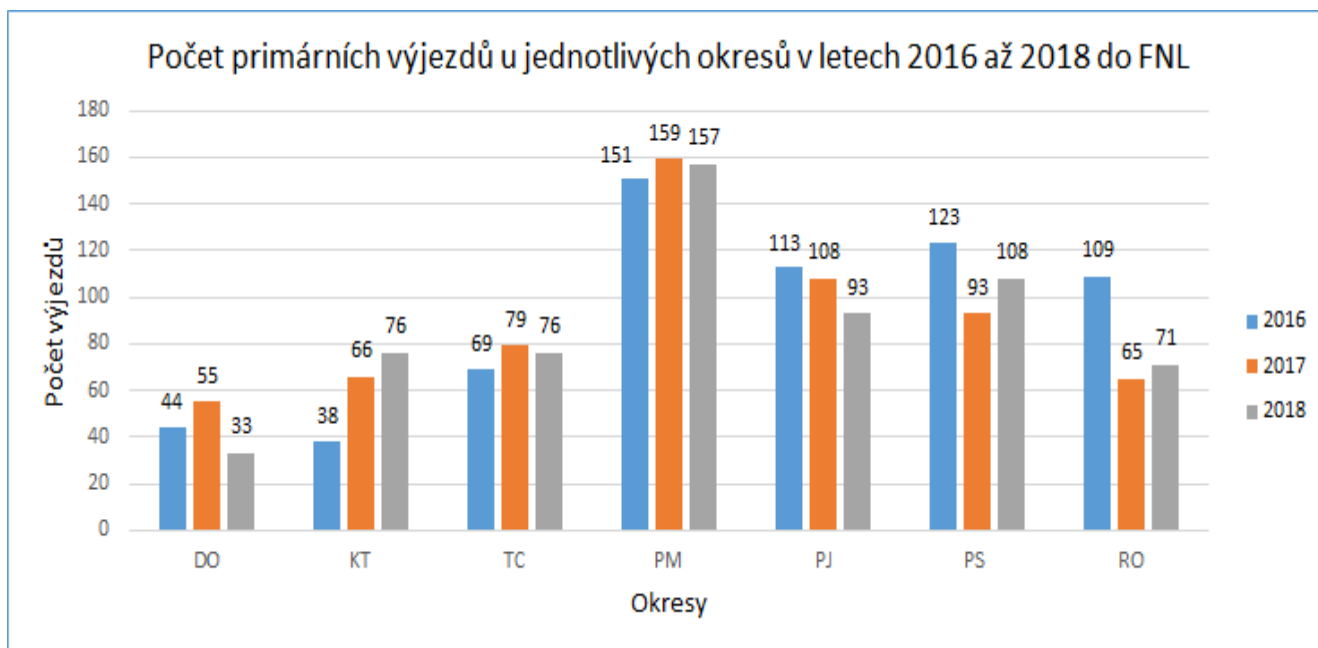
Rok	Primární	Sekundární	Sekundární plánované
2016	647	28	13
2017	625	7	3
2018	614	1	1

Tabulka 9: Počet pacientů převezených do FNL dle charakteru výzvy

Rok	Primární	Sekundární	Sekundární plánované
2016	104	7	11
2017	93	3	2
2018	109	2	3

Tabulka 10: Počet pacientů převezených do Klatovské nemocnice dle charakteru výzvy

Z výše uvedených tabulek je značné, že nejvíce transportů za rok je charakteru **primárního**. Z toho důvodu bylo pro účely dalšího zpracování počítáno pouze s těmito transporty. V období let 2016 až 2018 byli pacienti s CMP převezeni do FNL ze všech okresů Plzeňského kraje. Co se týče Klatovské nemocnice zde nebyl v období těchto let uskutečněn převoz pacientů z okresu Tachov a Plzeň-město. Následující graf zachycuje počet primárních výjezdů do FNL z jednotlivých okresů v letech 2016 až 2018.



Obrázek 3: Primární transporty do FNL u pacientů s CMP v letech 2016 až 2018 dle výjezdových středisek

Nejvíce transportů do FNL bylo uskutečněno z okresu Plzeň-město. Nejméně transportů bylo naopak uskutečněno z okresu Domažlice a Klatovy, kde se očekává převoz pacientů spíše do Klatovské nemocnice. Jelikož se v současné době nachází v Plzeňském kraji pouze jedno iktové oddělení a to konkrétně ve FNL (viz Příloha L), byli do Klatovské nemocnice převážně transportováni pacienti s nízkým rizikem ohrožení života.

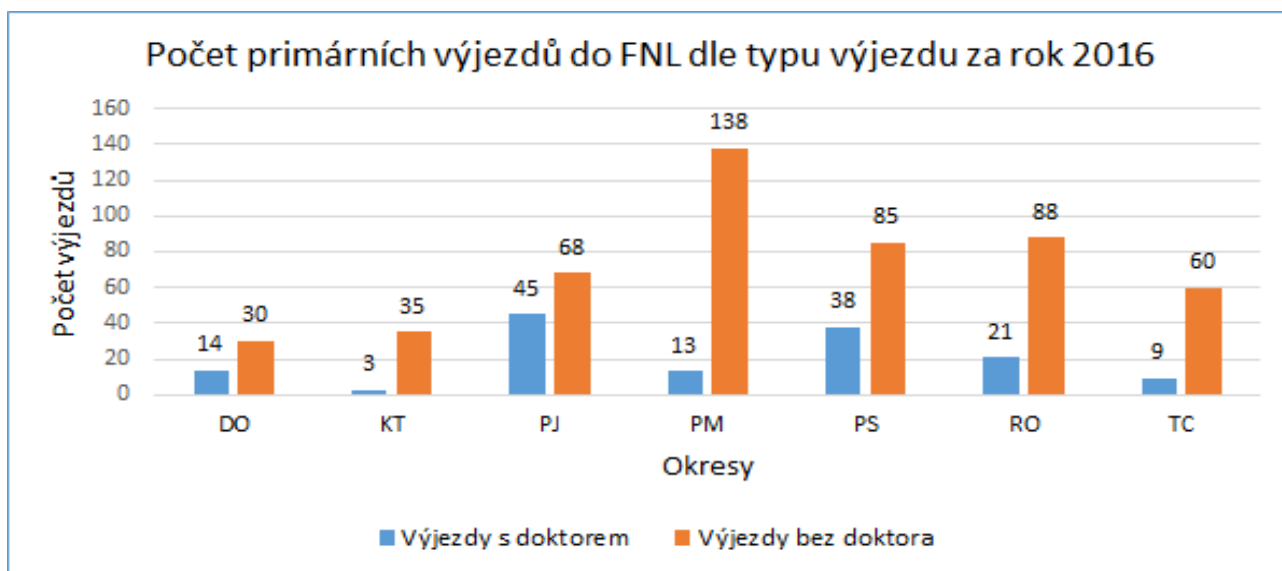
6.3 Testování dat

Pro testování dat byly použity statistické testy uvedené v kapitolách 4 a 5. Veškeré výpočty a grafy se nacházejí na přiloženém CD (viz Příloha M). Jak již bylo zmíněno upravená data pro testování obsahovala pouze záznamy týkající se primárních transportů do zdravotnických středisek FNL a Klatovy z jednotlivých okresů Plzeňského kraje. Výsledky získané testováním dat pomocí parametrických testů byly porovnány s výsledky dosaženými na základě testování pomocí neparametrických testů. Nejprve se testovala data u jednotlivých okresů v jednotlivých letech. Následně došlo k testování, pomocí kterého byly porovnány všechny okresy v daném roce. Nakonec se jednotlivé okresy porovnávaly mezi sebou v jednotlivých letech. Testovaly se doby týkající se činnosti záchranné zdravotní služby jako jsou:

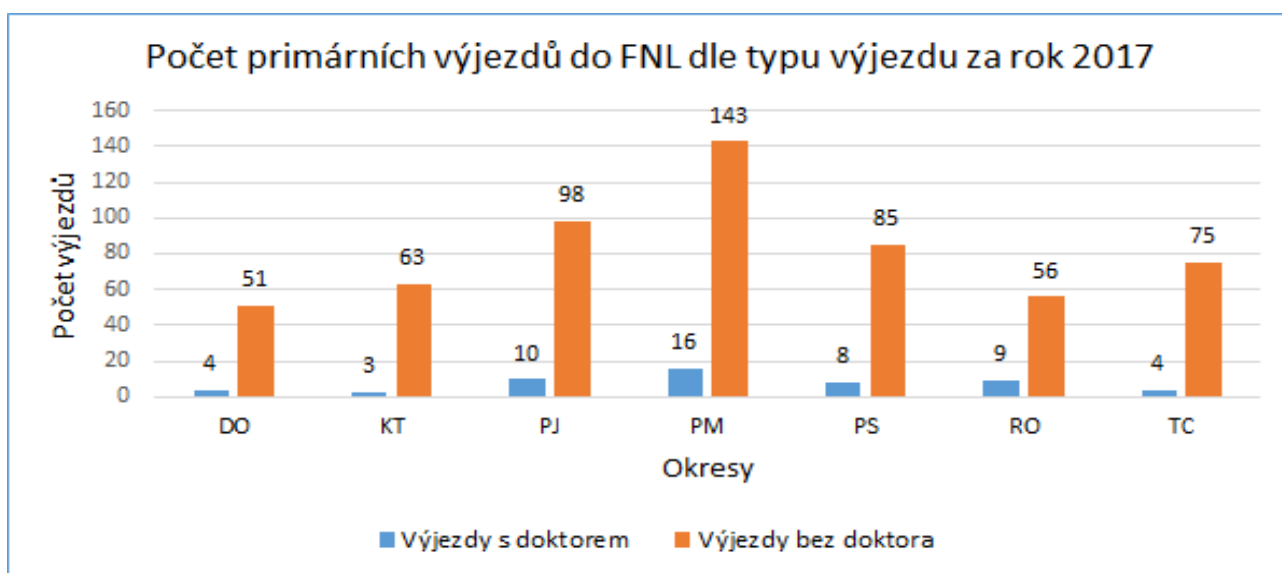
1. **Doba dojezdu na místo** - rozdíl mezi dobou příjezdu na místo a dobou výjezdu ze základny,
2. **Doba ošetření** - rozdíl mezi dobou, kdy byl započat transport a dobou příjezdu na místo,
3. **Doba transportu** - rozdíl mezi dobou, kdy záchranná služba přijela ke zdravotnickému středisku a dobou, kdy byl započat transport,
4. **Doba předání** - rozdíl mezi dobou, kdy byl pacient předán do nemocnice a dobou příjezdu ke zdravotnickému středisku,

5. **Celková doba ošetření** - rozdíl mezi dobou, kdy byl pacient předán do nemocnice a dobou, kdy byla přijata výzva k výjezdu záchranné služby.

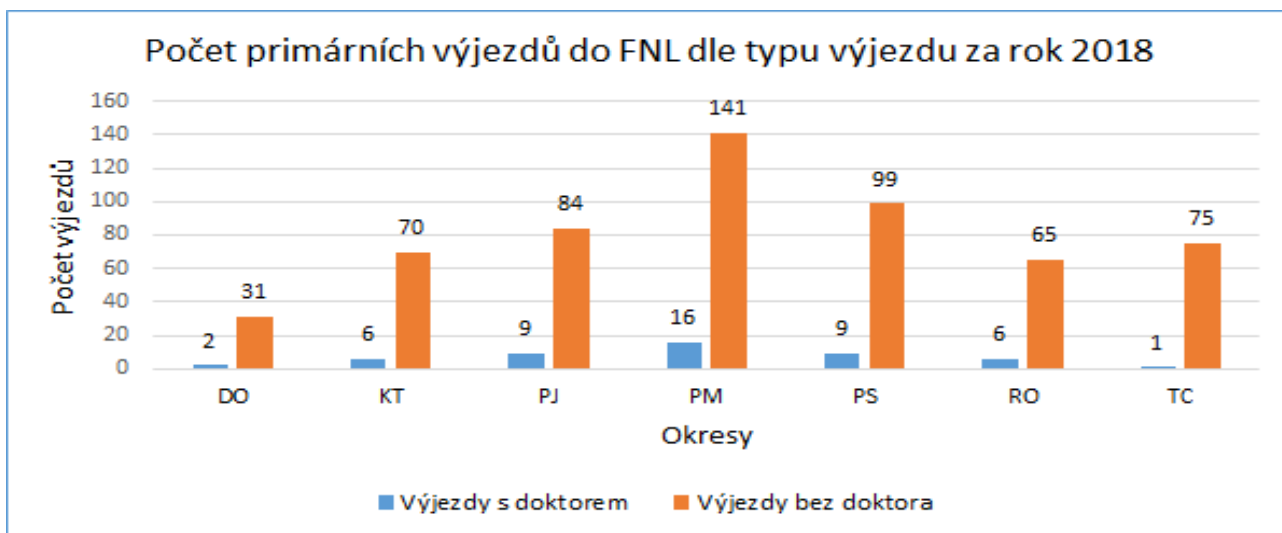
Počet primárních transportů do FNL z jednotlivých okresů, který je zobrazen v grafu na obrázku 3 viz kapitola 6.2 byl dále rozšířen na základě toho zda se jednalo o výjezd bez doktora či s doktorem. Následující grafy zobrazují počet výjezdů s doktorem a počet výjezdů bez doktora směřovaných do FNL z jednotlivých okresů.



Obrázek 4: Primární transporty do FNL dle výjezdového střediska a typu posádky v roce 2016

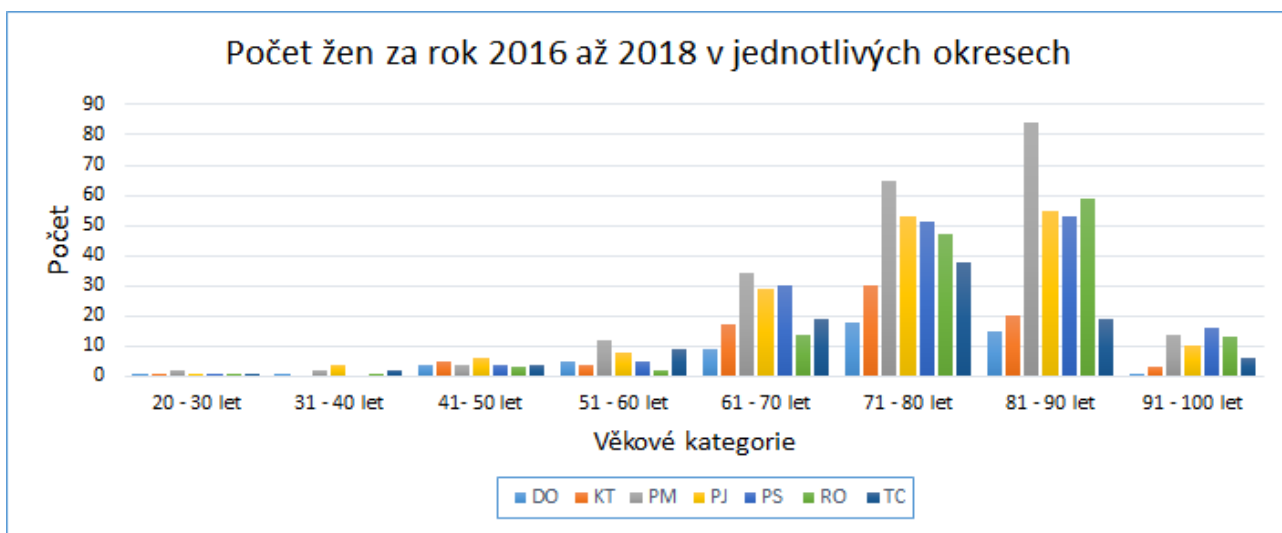


Obrázek 5: Primární transporty do FNL dle výjezdového střediska a typu posádky v roce 2017

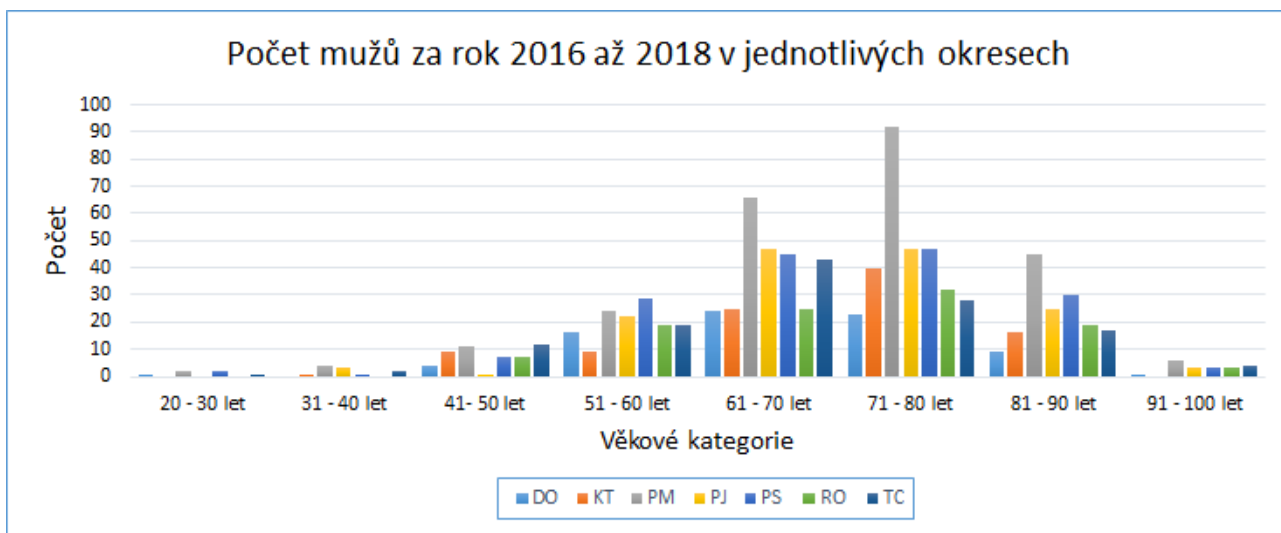


Obrázek 6: Primární transporty do FNL dle výjezdového střediska a typu posádky v roce 2018

Výjezdy směřované do FNL byly dále rozděleny dle demografických údajů. Pacienti u nichž se projevila CMP byly rozděleny dle pohlaví a věkové kategorie do 8 skupin. Celkový střední věk u pacientů, kteří prodělali CMP je mezi 71 až 80 lety. U mužů se projevila CMP nejvíce v rozmezí 71 až 80 let. Ženy se dožívají vyššího věku a z toho důvodu se u nich oproti mužům projevila CMP nejvíce v rozmezí 81 až 90 let. U pacientů v rozmezí 20 až 40 let byl výskyt CMP minimální. Následující sloupcové grafy zobrazují počet žen a mužů v jednotlivých okresech dle věkové kategorie a to ve všech sledovaných letech.



Obrázek 7: Počet žen převezených do FNL z jednotlivých okresů



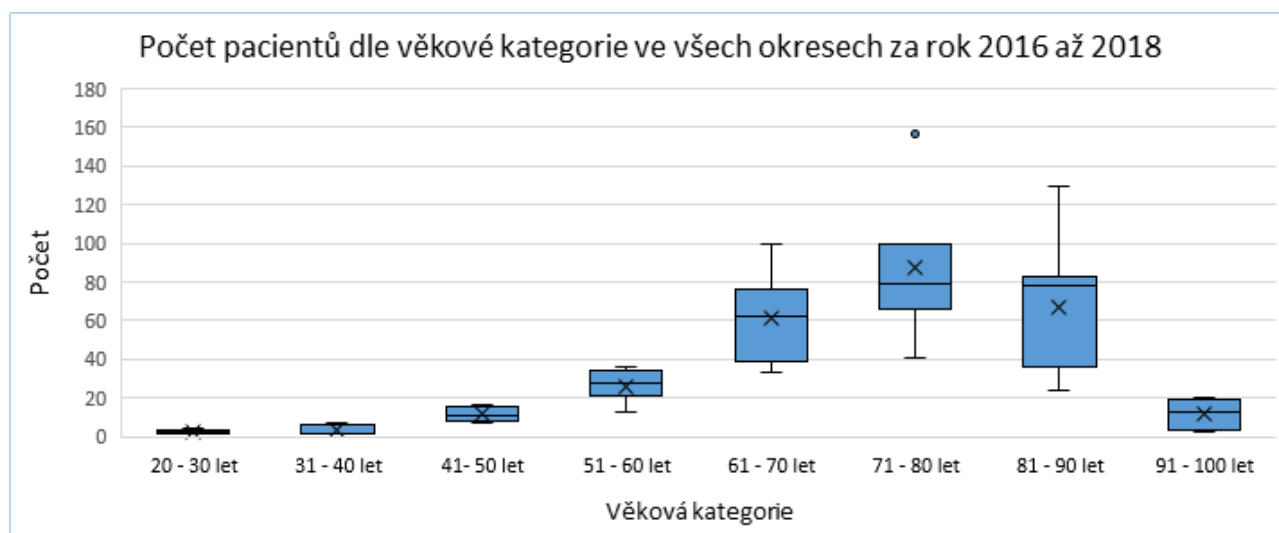
Obrázek 8: Počet mužů převezeneých do FNL z jednotlivých okresů

Nejvíce pacientů s CMP bylo převezeno do FNL z okresu Plzeň-město, což lze vidět ve výše uvedených grafech. Okres Plzeň-město dosahuje nejvyššího počtu obyvatel viz tabulka 6, což také odpovídá nejvyššímu výskytu CMP. Celkový počet CMP v okresu Plzeň-město byl ve sledovaných letech 467. Věk pacientů je spojitá náhodná veličina. Pro porovnání četností v jednotlivých věkových kategoriích byl použit Kruskal-Wallisův test. Provedením tohoto testu bylo dosaženo následujících výsledků:

Kruskal-Wallisův test	
Testová statistika	48,30
Kritický obor	$[14, 07; \infty)$
p-hodnota	$3,1089E-08$
Hladina významnosti α	5 %

Tabulka 11: Výsledky dosažené při testování četností dle věkových kategoriích

Z tabulky 11 lze vidět, že na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ byla zamítnuta nulová hypotéza, že je rozložení četností ve všech věkových kategoriích stejné. V grafu na obrázku 9 je zobrazeno rozložení četností v jednotlivých věkových kategoriích.



Obrázek 9: Četnosti převezených pacientů do FNL dle věkové kategorie

6.3.1 Testování jednotlivých okresů

V této kapitole budeme analyzovat data ZZS PK pro každý okres jednotlivě. Pro grafické znázornění hodnot byl využit krabicový graf na základě kterého si lze udělat základní představu o variabilitě (rozptýlenosti) souboru. Na základě odlehklých hodnot lze také určit zda je výhodnější použití parametrických či neparametrických testů. Pro výpočty byl použit strukturovaný dotazovací jazyk (SQL), který je součástí databázového softwaru Microsoft Access. Testování jednotlivých hypotéz bylo prováděno na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$.

OKRES DOMAŽLICE - v okrese Domažlice se v současné době nachází dvě výjezdové základny. První z nich se nachází v Domažlicích, druhá potom v Bělé nad Radbuzou. Celkový počet výjezdů z okrese Domažlice je zobrazen na obrázku 3 viz kapitola 6.2. Následující tabulka potom zobrazuje počet výjezdů do FNL, které byly realizovány pouze ze základen sídlící v okrese Domažlice v jednotlivých letech. V tabulce je navíc zobrazeno zda se jednalo o výjezd s doktorem či bez doktora. Výjezd posádky typu RV je zařazen do skupiny RLP.

Rok	Domažlice		Bělá nad Radbuzou	
	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	2	26	0	3
2017	1	28	0	7
2018	1	22	0	4

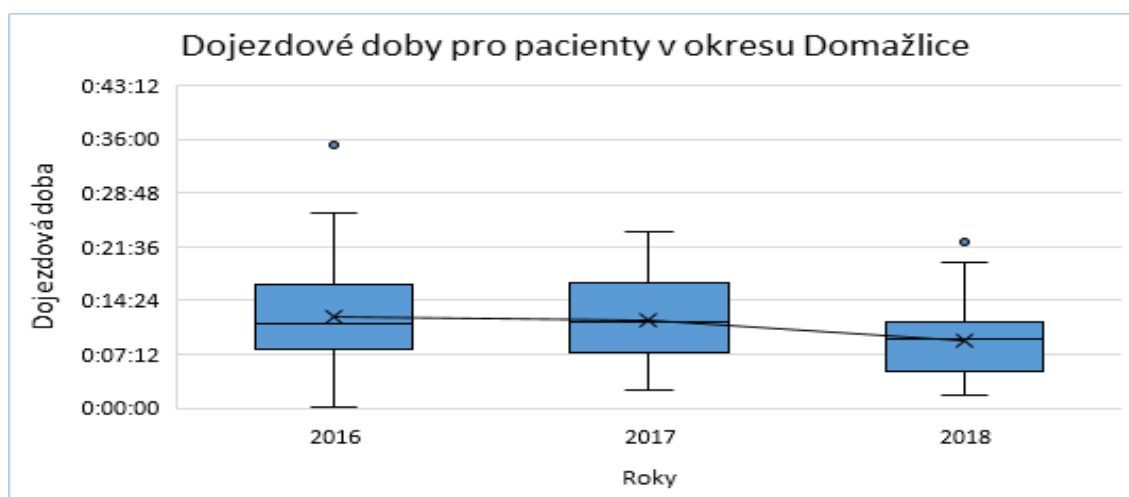
Tabulka 12: Počet výjezdů ze základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou v letech 2016 až 2018

První test byl zaměřen na dojezdovou dobu u pacientů převezených do FNL. Testovala se hypotéza zda je medián dojezdové doby kratší, než je uvedeno ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví (menší než 20 minut). V případě parametrického testu bylo počítáno s aritmetickým průměrem. Provedením znaménkového testu a jednovýběrového t-testu bylo dosaženo následujících výsledků:

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-5,43	[1, 64; ∞)	-7,76	[1, 68; ∞)
2017	-6,61	[1, 64; ∞)	-11,07	[1, 67; ∞)
2018	-5,40	[1, 64; ∞)	-12,58	[1, 69; ∞)

Tabulka 13: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Domažlice

Při postupu výpočtu se jednalo o jednostranné testy. Hypotéza byla testována na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$. Ani v jednom případě nezasahuje testová statistika do kritického oboru a tedy nebyla zamítnuta nulová hypotéza. Střední dojezdová doba v okrese Domažlice tak nepřekračuje hranici 20 minut, která je stanovena dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví. Následující graf zobrazuje hodnoty dojezdových dob v jednotlivých letech.



Obrázek 10: Dojezdová doba pro pacienty v okrese Domažlice v jednotlivých letech

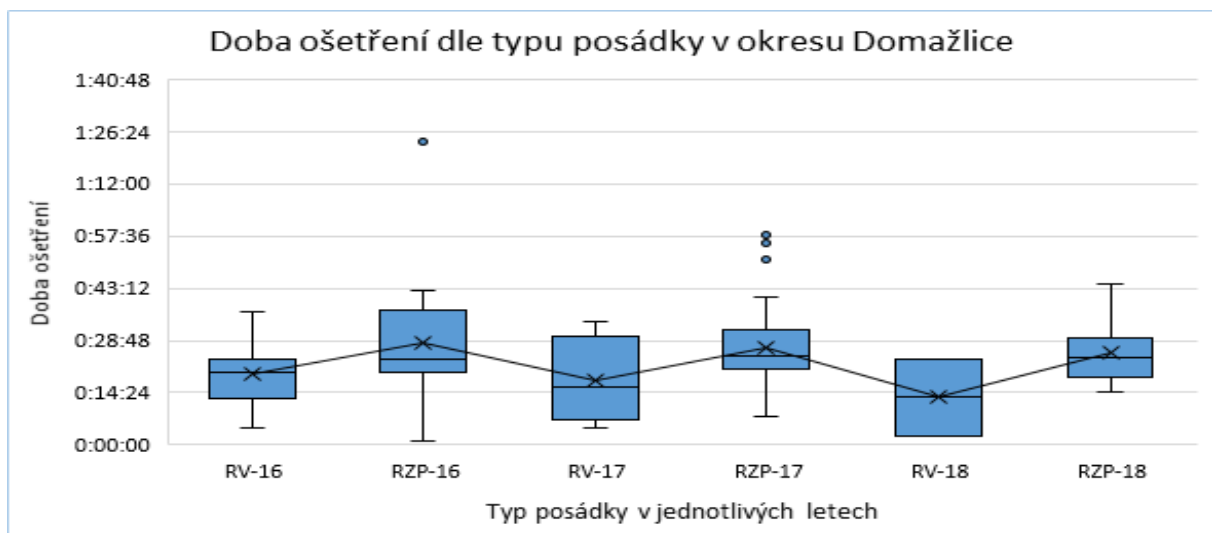
Dle charakteru dat je na výše uvedeném grafu vidět, že může být porušena normalita dat z důvodu výskytu odlehlých hodnot. Pro věrohodnější výsledek je proto lepší zvolit test neparametrický.

Druhý test byl založen na testování hypotézy zda je střední doba ošetření stejná při výjezdu záchranné služby s doktorem či bez doktora. Jednalo se pouze o výjezdy směřované do FNL. Pro testování byl použit dvouvýběrový Wilcoxonův test a dvouvýběrový t-test. Shodnost rozptylů byla testována pomocí F-testu. Dosažené výsledky lze vidět v následující tabulce.

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	123	131	0,054409	0,110230
2017	-1,59	1,96	0,095637	0,499554
2018	-1,21	1,96	0,057393	0,153840

Tabulka 14: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Domažlice

Na základě vysokých p-hodnot ($p > \alpha$) byl zvolen dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů. Grafické zobrazení pozorovaných hodnot je vidět na obrázku 11. Na základě odlehklých hodnot, které se zde vyskytují a malého rozsahu dat některého z výběrů ($n < 4$) nelze testovat ani předpokládat normalitu dat. Dle charakteru dat je tedy zřejmé, že budeme vycházet z výsledků neparametrického testu tj. dvouvýběrový Wilcoxonův test.



Obrázek 11: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice

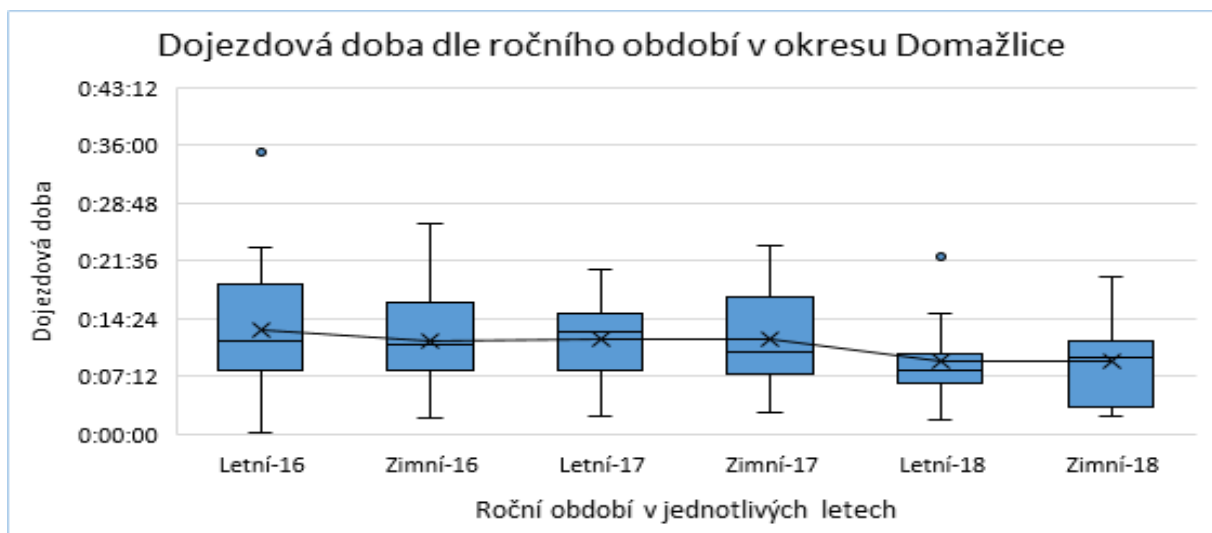
Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ byla zamítnuta nulová hypotéza o shodnosti středních dob ošetření pouze v roce 2016. V letech 2017 a 2018 se výsledek neprokázal jako statisticky významný a proto nulová hypotéza zamítnuta nebyla. Z grafu je dále vidět, že v případě kdy byl k výjezdu přivolán doktor byla střední doba ošetření nižší než u výjezdu RZP. Střední doba ošetření pacienta při výjezdu doktora byla v průměru sledovaných let o **8 minut** rychlejší než při výjezdu záchranné služby bez doktora.

Třetí test zkoumal zda je střední dojezdová doba stejná na základě ročního období. Opět se jednalo pouze o výjezdy směřované do FNL. Jednotlivé výběry dojezdových dob byly rozděleny v každém roce na dvě skupiny. První skupina obsahovala výjezdy uskutečněné v rozmezí měsíců březen až srpen. Druhá skupina obsahovala výjezdy uskutečněné v měsících září až únor. Pro testování byl opět využit dvouvýběrový Wilcoxonův test a dvouvýběrový t-test. Po provedení těchto testů byly získány tyto hodnoty:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	208	147	0,506606	0,045326
2017	0,58	1,96	0,950343	0,832747
2018	105	69	0,996428	0,505154

Tabulka 15: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Domažlice

Hypotéza o shodnosti středních dojezdových dob na základě ročního období nebyla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ v žádném roce. Pro věrohodnější výsledek je opět z důvodu výskytu odlehlých hodnot lepší použít neparametrický test, avšak výsledky jsou v tomto případě stejné v obou variantách. Pozorované hodnoty týkající se jednotlivých období jsou zobrazeny v následujícím grafu.



Obrázek 12: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice

Čtvrtým testem bylo ověřit, jestli se liší střední doba ošetření na základě toho zda jsou pacienti s CMP transportováni z okresu Domažlice do FNL nebo Klatovské nemocnice. Do Klatovské nemocnice bylo z okresu Domažlice transportováno **35** pacientů v roce 2016, **29** pacientů v roce 2017 a **41** pacientů v roce 2018. Počet primárních transportů do FNL v jednotlivých letech je zobrazen na obrázku 3 viz kapitola 6.2. Pro testování byly opět použity dvouvýběrové testy (Wilcoxon, t-test).

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	1,35	1,96	0,523588	0,000388
2017	2,13	1,96	0,030061	0,757126
2018	-0,76	1,96	0,450034	0,825250

Tabulka 16: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okresu Domažlice

Výsledek se projevil statisticky významný v roce 2017, kde byla nulová hypotéza zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$. Lze očekávat, že z důvodu malého rizika ohrožení pacientů nebyla činnost záchranné služby v tomto roce stejně rychlá jako při prevozech závažnějších případů do FNL.

Další test byl obdobný předchozímu s tím rozdílem, že byla testována střední doba předání pacienta do zdravotnického střediska. Pro testování byl použit dvouvýběrový t-test a mediánový test, kde byla testová statistika vypočítána na základě čtyřpolní tabulky. Provedením testů bylo dosaženo následujících výsledků:

Rok	Mediánový test	Dvouvýběrový t-test	F-test
	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	0,947982	0,671631	0,748624
2017	0,698486	0,053546	0,964468
2018	0,973023	0,562017	0,882358

Tabulka 17: Výsledky dosažené při testování střední doby předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okresu Domažlice

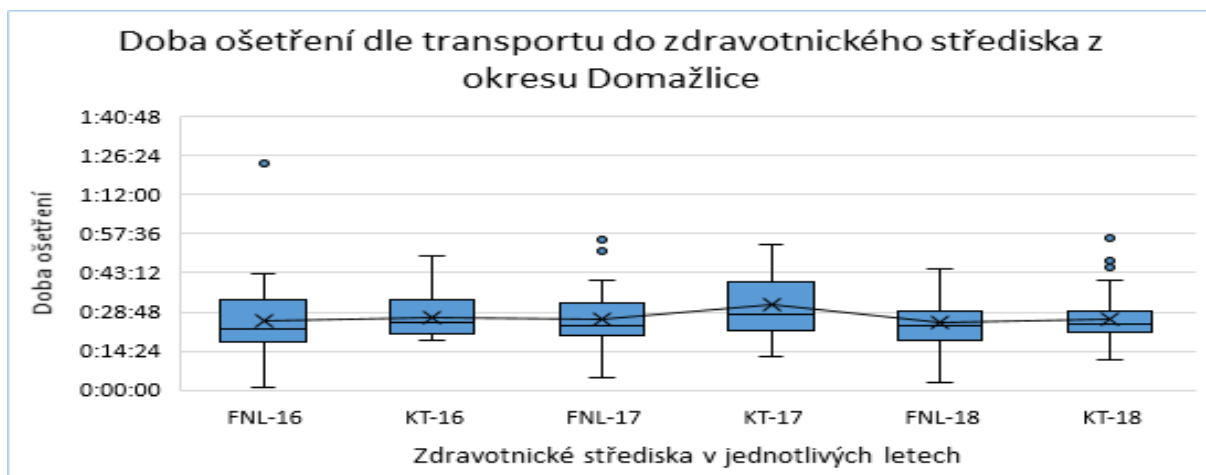
Na základě výsledků nebyla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nulová hypotéza, že je střední doba předání pacienta ve FNL a KT stejná.

Posledním testem, kterým bylo porovnáváno zdravotnické středisko FNL a Klatovská nemocnice byl test o shodnosti střední celkové doby ošetření tj. doba od výjezdu záchranné služby až po předání pacienta do zdravotnického střediska. Provedením dvouvýběrových testů (Wilcoxon, t-test) bylo dosaženo výsledků zobrazujících tabulka 18.

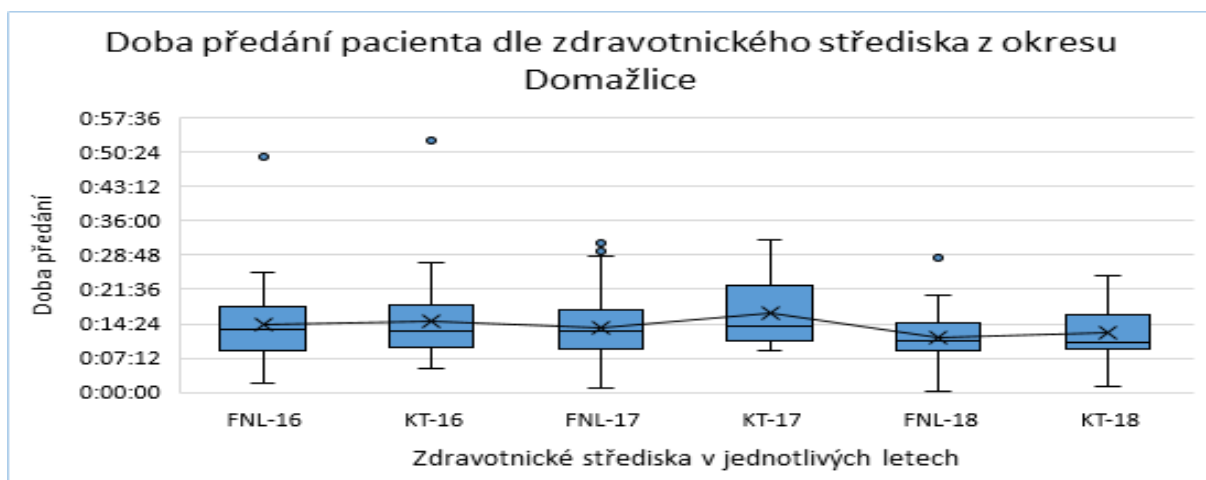
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-2,44	1,96	0,011649	0,002539
2017	0,50	1,96	0,606115	0,003120
2018	2,03	1,96	0,087205	0,403487

Tabulka 18: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okresu Domažlice

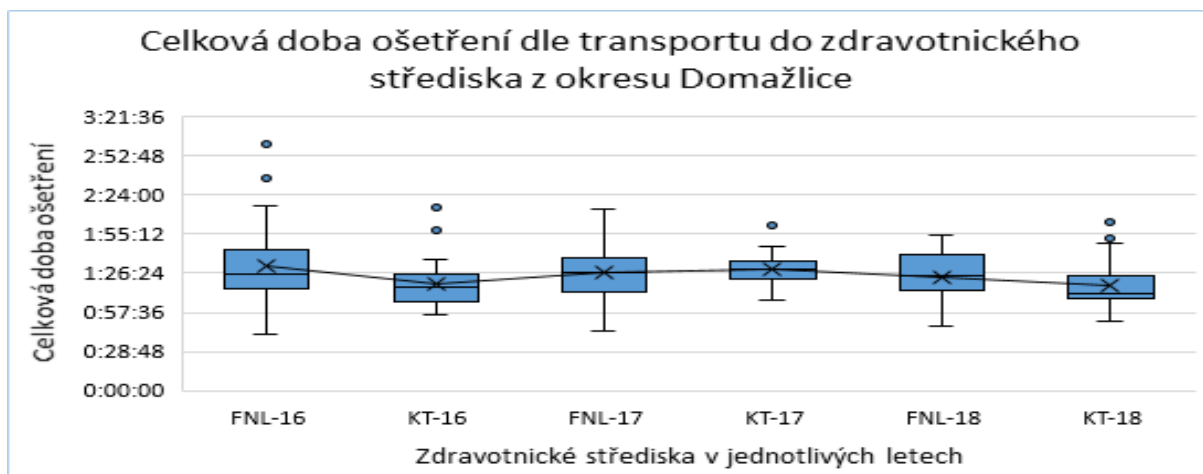
Testy prokázaly různé výsledky. Na základě krabicového grafu zobrazujícího rozložení pozorovaných hodnot je opět výhodnější volit test neparametrický z důvodu nenormality dat. Potom je nulová hypotéza zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ v letech 2016 a 2018. Pokud by tedy v budoucnu došlo ke vzniku nového iktového oddělení v Klatovské nemocnici je výhodnější převážet pacienty z Domažlického okresu tam, namísto do FNL. Rozdíl se u těchto let projevil zhruba o **10 minut**. Následující tři grafy zobrazují dobu ošetření, dobu předání a celkovou dobu ošetření na základě zdravotnického střediska v jednotlivých letech.



Obrázek 13: Doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice



Obrázek 14: Doba předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice



Obrázek 15: Celková doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice

Další dva testy porovnávají výjezdové základny v okrese Domažlice (Domažlice, Bělá nad Radbuzou). Byly testovány hypotézy o rovnosti střední doby ošetření a střední doby transportu mezi těmito dvěma základnami. Jedná se o výjezdy směřované do FNL. Vypočtené výsledky jsou zobrazeny v tabulce 19 a 20.

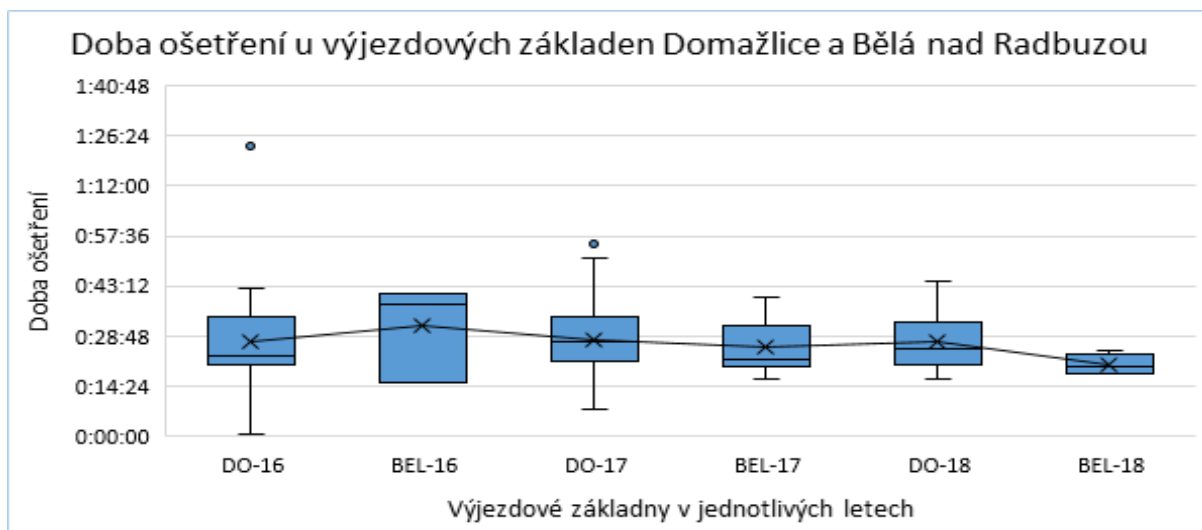
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	33	12	0,620850	0,794842
2017	84	52	0,584280	0,536695
2018	27	17	0,158399	0,100086

Tabulka 19: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou

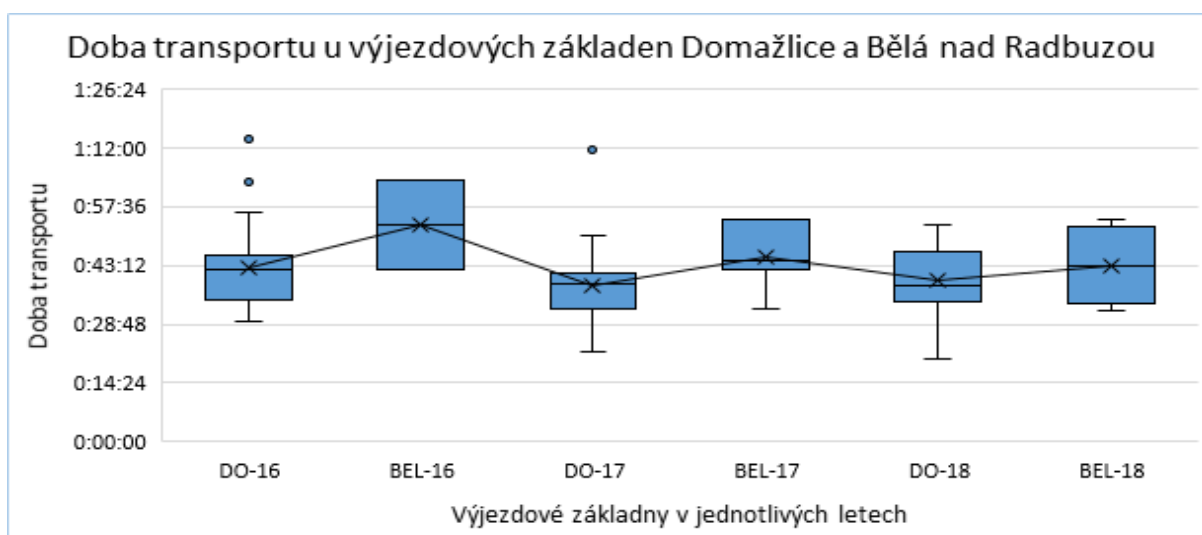
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	18	12	0,096814	0,621346
2017	45	52	0,090635	0,526200
2018	36	17	0,486916	0,606754

Tabulka 20: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou

Na základě rozsahu pozorovaných dat a grafického vykreslení byl výsledek stanoven pomocí ne-parametrického testu. Pozorované hodnoty pro testování jsou zobrazeny v následujících grafech.



Obrázek 16: Doba ošetření u výjezdových základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou



Obrázek 17: Doba transportu do FNL u výjezdových základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou

Nulová hypotéza o rovnosti středních dob ošetření nebyla zamítnuta ani v jednom případě. V druhém testu byla zamítnuta nulová hypotéza o rovnosti středních dob transportu pouze v roce 2017, kdy se výsledek prokázal jako statisticky významný. Doba transportu do FNL závisí na hustotě dopravní sítě a vzdálenosti místa, ze kterého je pacient převážen. Z grafu 17 si lze navíc všimnout, že střední doba transportu pacientů do FNL je ve všech letech lepší u domažlické základny oproti základně v Bělé nad Radbuzou. V průměru sledovaných let je domažlická záchranná služba rychlejší o **6 minut** oproti záchranné službě v Bělé nad Radbuzou.

Posledním testem týkající se okresu Domažlice bylo testování střední celkové doby ošetření na základě skórovacího systému NACA [20]. Toto skóre je používáno převážně u ZZS. Jedná se o skóre, kdy je pacientovi přiděleno číslo na základě závažnosti jeho stavu. Následující tabulka zobrazuje stavy skórovacího systému NACA.

Stupeň	Vyhodnocení stavu
0	pacient nemá žádné zranění či nemoc
1	pacient má mírné poruchy, které nevyžadují jakoukoli intervenci
2	středně těžké poranění vyžadující ambulantní ošetření
3	těžké poranění, které však neohrožuje vitální funkce
4	potenciální ohrožení života
5	přímé ohrožení života
6	selhání vitálních funkcí
7	smrt

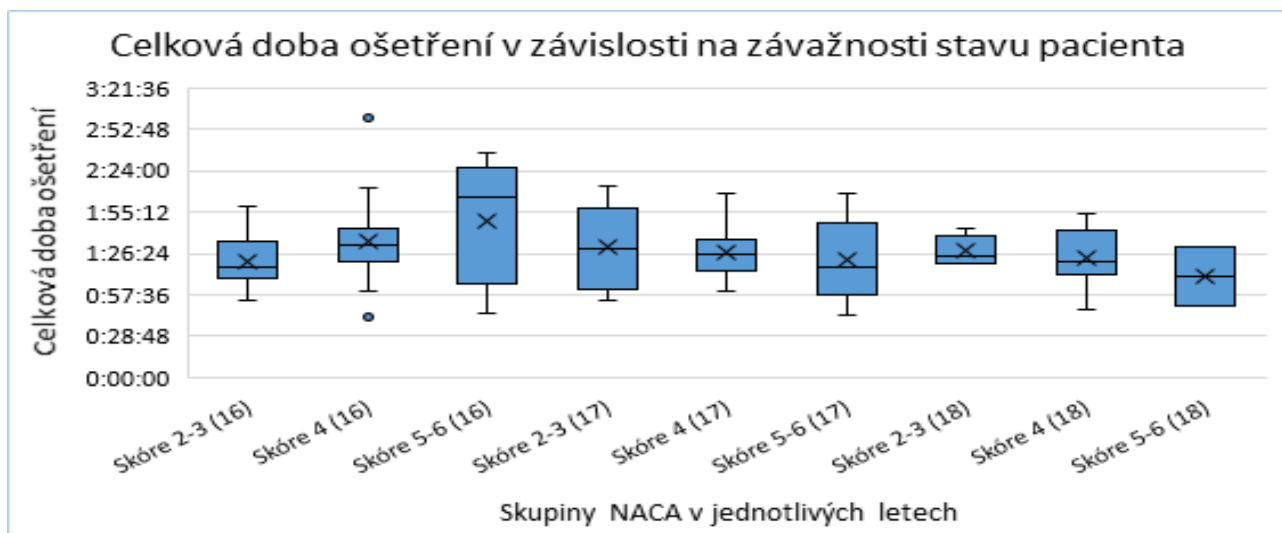
Tabulka 21: Skórovací systém NACA

Jelikož se v pozorovaných datech nevyskytuje stupeň závažnosti 0, 1 a 7 byla data pro testování rozdělena do tří skupin. První skupinu tvořili pacienti se stupněm 2 a 3. Druhá skupina zahrnovala pacienty týkající se skupiny 4 a poslední skupinu tvořili pacienti se stupněm 5 a 6. Pro testování zda má závažnost stavu pacienta vliv na celkovou dobu ošetření byl použit Kruskal-Wallisův test a ANOVA. Před použitím analýzy rozptylu byl proveden Bartlettův nebo Levenův test o shodě rozptylů na základě charakteru dat. Provedením testů byly získány tyto výsledky:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	6,14	$[5, 99; \infty)$	0,080808	0,057591	-
2017	0,54	$[5, 99; \infty)$	0,680753	0,004372	-
2018	1,03	$[5, 99; \infty)$	0,477811	-	0,227346

Tabulka 22: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Domažlice

Krabicový graf na obrázku 18 potom zobrazuje pozorované hodnoty v jednotlivých skupinách NACA ve všech letech.



Obrázek 18: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Domažlice

Kvůli značné nenormalitě dat a malému rozsahu některých výběrů je použití parametrického testu v tomto případě nesprávné. Provedením Kruskal-Wallisova testu byla nulová hypotéza zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ v roce 2016. Pomocí metody mnohonásobného porovnání viz vzorec (46) nebyly však zjištěny žádné významné rozdíly u žádné z testovaných dvojic v tomto roce, jelikož je testová statistika přibližně rovna kritické hodnotě. V této situaci může být tedy rozdílná některá složitější kombinace středních hodnot.

OKRES KLATOVY - okres Klatovy je svou rozlohou považován za největší v Plzeňském kraji. V současné době se v okresu Klatovy nachází 6 výjezdových základen. První se nachází v Klatovech (KT), další potom v Nýrsku (NY), Horažďovicích (HD), Sušicích (SU), Železné Rudě (ZEL) a nakonec v Modravě (MOD). Během let 2016 až 2018 bylo uskutečněno několik výjezdů z těchto základen, jejichž počet je zobrazen v následující tabulce.

Rok	KT		NY		SU		HD		MOD		ZEL	
	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	0	16	0	4	2	8	0	0	0	2	0	2
2017	2	28	0	5	1	17	0	7	0	1	0	0
2018	1	39	0	7	1	12	0	6	0	0	0	2

Tabulka 23: Počet výjezdů ze základen sídlících v okresu Klatovy v letech 2016 až 2018

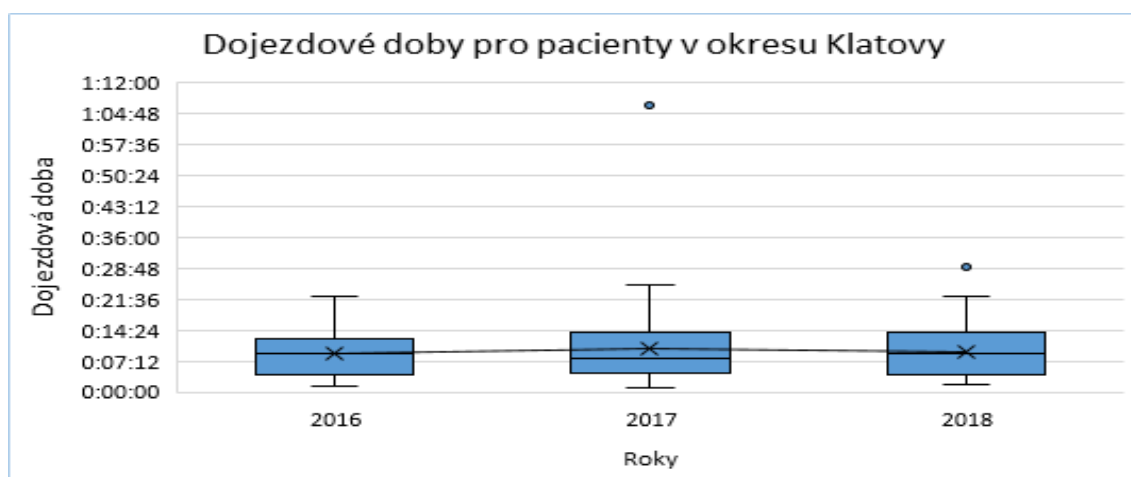
Z okresu Klatovy bylo během let 2016 až 2018 uskutečněno celkem 180 primárních výjezdů směřovaných do FNL. Při testování pozorovaných dat týkající se okresu Klatovy byly provedeny obdobné testy jako pro data zachycující výjezdy v okresu Domažlice.

V prvním kroku byla opět pomocí jednovýběrových testů testována hypotéza zda je střední dojezdová doba u pacientů převezaných do FNL menší než doba stanovená Ministerstvem zdravotnictví tj. 20 minut. Provedením testů byly výsledky následující:

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-5,84	[1, 64; ∞)	-13,58	[1, 68; ∞)
2017	-7,39	[1, 64; ∞)	-8,95	[1, 66; ∞)
2018	-7,80	[1, 64; ∞)	-16,08	[1, 66; ∞)

Tabulka 24: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Klatovy

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba menší než 20 minut. Bylo vycházeno z výsledků znaménkového testu, jelikož se v pozorovaných datech vyskytují odlehlé hodnoty.



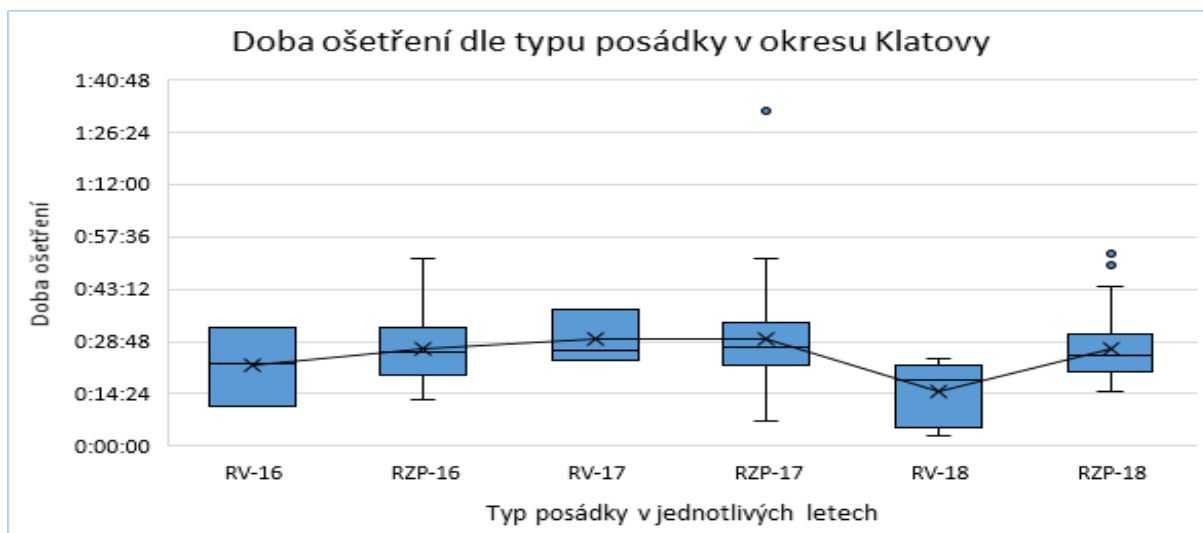
Obrázek 19: Dojezdová doba pro pacienty v okrese Klatovy v jednotlivých letech

Dále pomocí dvouvýběrových testů byla testována hypotéza o shodnosti střední doby ošetření u výjezdů s doktorem oproti střední době ošetření u výjezdů bez doktora. Na základě malého vzorku dat nelze uvažovat, že data pochází z normálního rozdělení. Provedením testů byly získány shodné výsledky, avšak kvůli značné nenormalitě dat je vycházeno z výsledků, kterých bylo dosaženo užitím neparametrického testu.

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,70	1,96	0,373859	0,474435
2017	0,11	1,96	0,975533	0,587655
2018	-2,62	1,96	0,001960	0,789211

Tabulka 25: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Klatovy

Výsledek se prokázal jako statisticky významný pouze v roce 2018, kde byla nulová hypotéza zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$. Ve všech letech byla střední doba ošetření kratší pokud se jednalo o výjezdy s doktorem oproti výjezdům bez doktora. V průměru byl rozdíl těchto dob **4 minuty**.

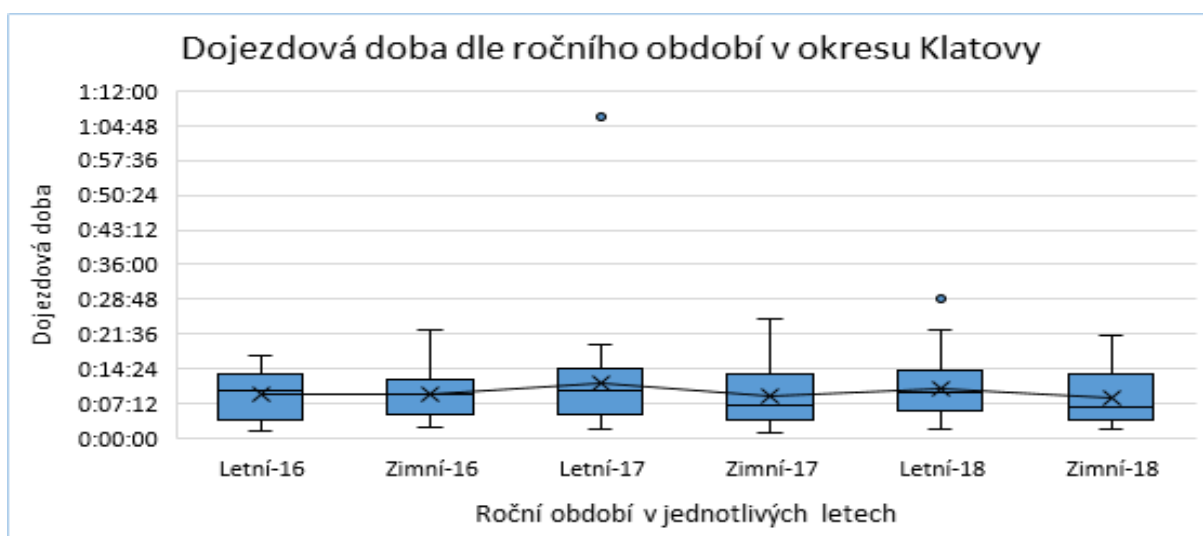


Obrázek 20: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy

Dále bylo opět pomocí dvouvýběrových testů zkoumáno, jestli se střední dojezdová doba liší na základě ročního období. Výsledek se neprokázal statisticky významný ani v jednom případě. Následující tabulka zobrazuje získané výsledky. Rozložení pozorovaných hodnot je potom graficky znázorněno na obrázku 21.

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,22	1,96	0,949778	0,781206
2017	1,43	1,96	0,217202	0,000476
2018	-1,28	1,96	0,130388	0,480591

Tabulka 26: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Klatovy



Obrázek 21: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy

Z okresu Klatovy bylo během jednotlivých let uskutečněno několik výjezdů směřovaných do Klatovské nemocnice. Z toho důvodu i pro tento okres bylo testováno zda se liší střední doba ošetření, střední doba předání a střední celková doba ošetření u pacientů převezených do FNL oproti střední době ošetření, střední době předání a střední celkové době ošetření u pacientů převezených do Klatovské nemocnice. Během jednotlivých let bylo uskutečněno:

- 63 transportů do Klatovské nemocnice a 38 transportů do FNL za rok 2016,
- 60 transportů do Klatovské nemocnice a 66 transportů do FNL za rok 2017 a
- 63 transportů do Klatovské nemocnice a 76 transportů do FNL za rok 2018.

Provedením dvouvýběrových testů byly získány tyto výsledky:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,54	1,96	0,726573	0,710033
2017	0,33	1,96	0,878372	0,037772
2018	2,24	1,96	0,103586	0,518345

Tabulka 27: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okresu Klatovy

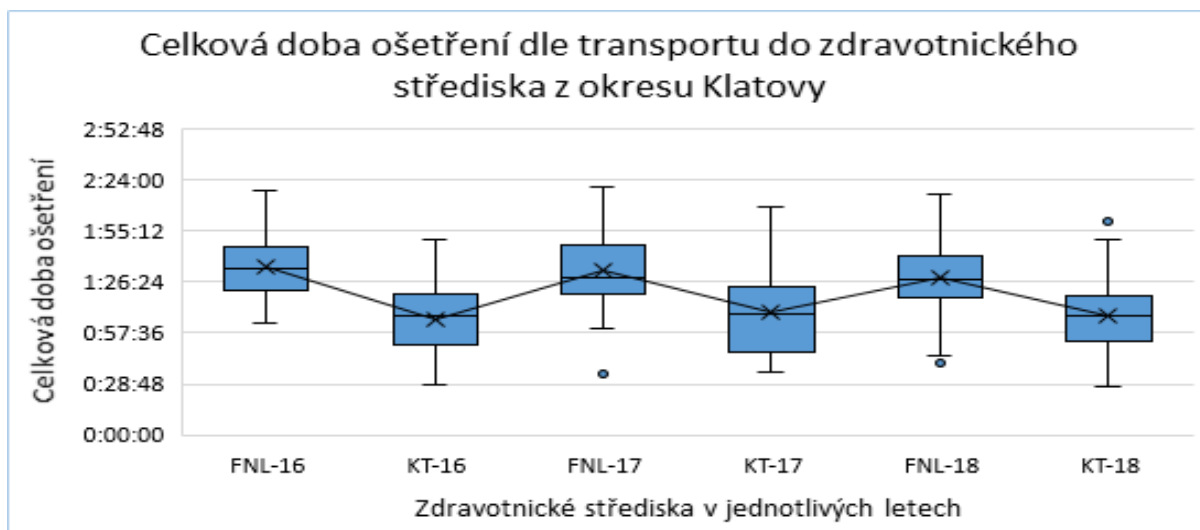
Rok	Mediánový test	Dvouvýběrový t-test	F-test
	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	0,447371	0,961694	0,918168
2017	0,731693	0,743796	0,046050
2018	0,329772	0,853419	0,412620

Tabulka 28: Výsledky dosažené při testování střední doby předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okresu Klatovy

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	6,18	1,96	2,34E-11	0,590778
2017	-5,49	1,96	8,49E-09	0,570660
2018	-5,39	1,96	2,62E-08	0,713961

Tabulka 29: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okresu Klatovy

Jako v předchozích případech bylo na základě charakteru dat vycházeno z výsledků získaných neparametrickým testem (Wilcoxon, Mediánový test). Střední doba předání pacienta se u jednotlivých zdravotnických středisek neliší a tedy nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že jsou



Obrázek 24: Celková doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy

Pro srovnání střední doby ošetření a střední doby transportu mezi jednotlivými výjezdovými základnami Klatovského okresu byla použita analýza rozptylu a Kruskal-Wallisův test. Po provedení těchto testů byly získány tyto výsledky:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	2,30	[9, 49; ∞)	0,615730	-	0,867953
2017	1,94	[7, 81; ∞)	0,398351	4,83E-06	-
2018	5,69	[9, 49; ∞)	0,279419	-	0,794444

Tabulka 30: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základěn Klatovského okresu

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	23,82	[9, 49; ∞)	1,64E-09	-	0,242729
2017	26,21	[7, 81; ∞)	2,66E-05	0,000455	-
2018	27,67	[9, 49; ∞)	4,17E-06	-	0,471918

Tabulka 31: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základěn Klatovského okresu

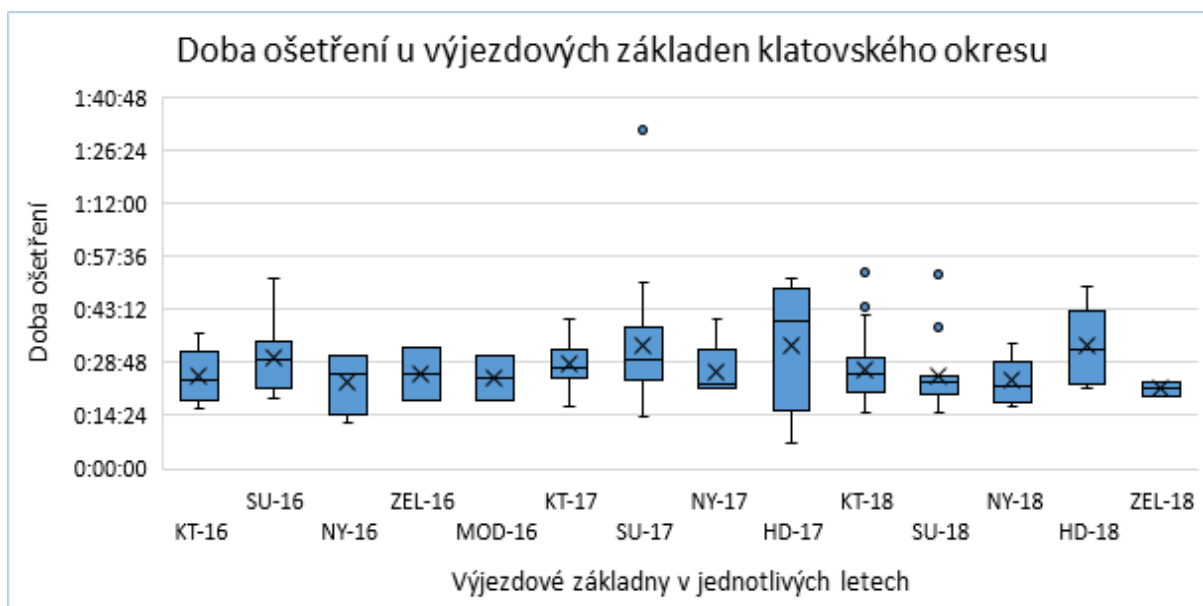
Na základě nenormality dat (malý rozsah pozorovaných dat) a v některém případě i zamítnutí nulové hypotézy o shodě rozptylů, což lze vidět v tabulce 30 a 31 je použití analýzy rozptylu ne- správné. Vycházelo se tedy z výsledků, které byly získány provedením Kruskal-Wallisova testu. Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření ve všech základnách Klatovského okresu stejná. Naopak na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ byla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba transportu pacienta do FNL stejná pro

všechny výjezdové základny. V takovém případě nás zajímá, která dvojice se od sebe výrazně liší. Použitím obecné metody mnohonásobného porovnávání viz vzorec (46) bylo dosaženo statisticky významných rozdílů u těchto dvojic:

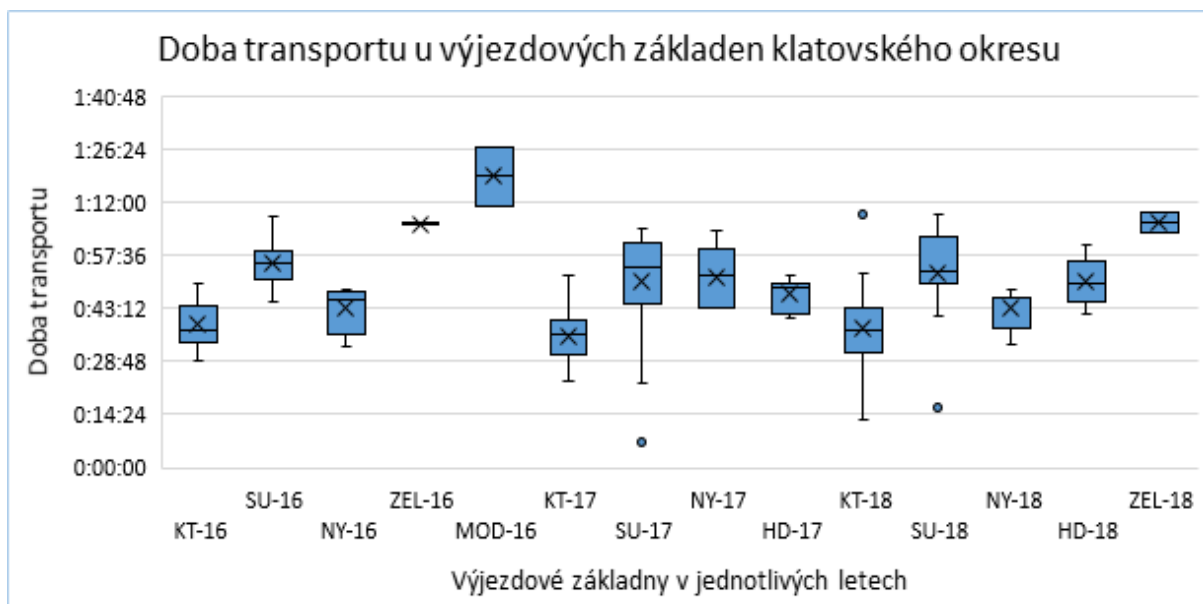
Rok	Rozdíl absolutních hodnot			Testová statistika		
	KT-SU	KT-MOD	KT-NY	KT-SU	KT-MOD	KT-NY
2016	14,98	23,38	-	12,36	23,01	-
2017	23,58	-	25,17	14,56	-	23,58
2018	26,95	-	-	19,44	-	-

Tabulka 32: Metoda mnohonásobného porovnání pro střední dobu transportu u výjezdových základen Klatovského okresu

Následující krabicové grafy znázorňují pozorované hodnoty u jednotlivých výjezdových základen Klatovského okresu v jednotlivých letech.



Obrázek 25: Doba ošetření u výjezdových základen Klatovského okresu



Obrázek 26: Doba transportu do FNL u výjezdových základen Klatovského okresu

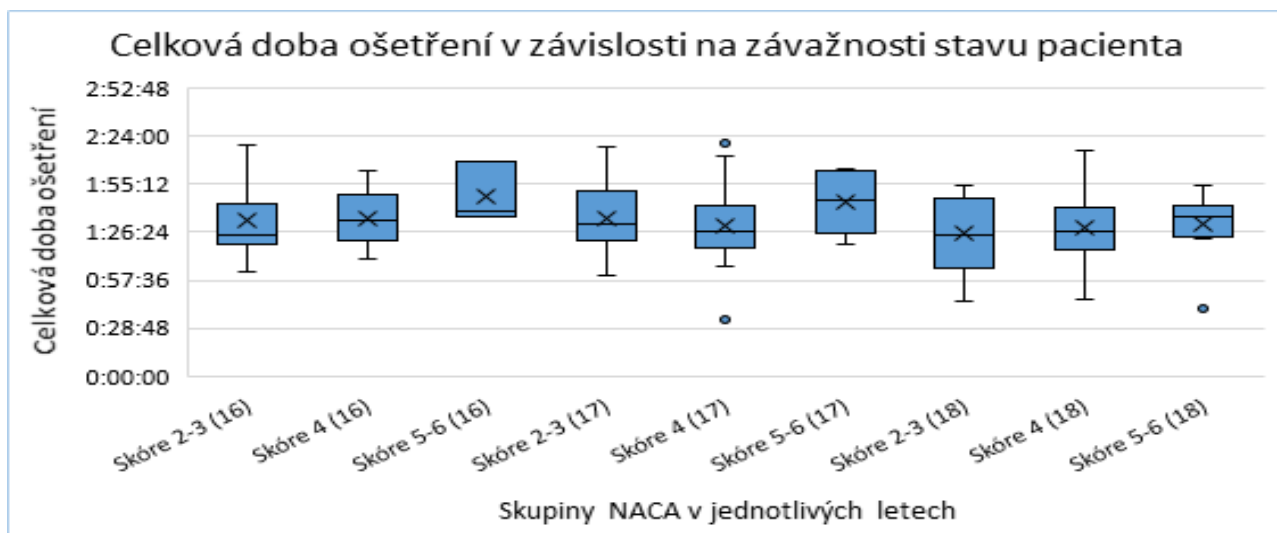
Střední doba transportu se výrazně liší u výjezdové základny v Klatovech oproti výjezdové základně v Sušicích a to ve všech letech. Rozdíl mezi klatovskou základnou a základnou v Modravě se prokázal statisticky významný v roce 2016. Další odlišnost pak byla indikována v roce 2017 a to opět u klatovské základny ve srovnání se základnou v Nýrsku.

Pomocí Kruskal-Wallisova testu a analýzy rozptylu byla dále testována hypotéza zda je střední celková doba ošetření stejná u pacientů převezaných do FNL v závislosti na stavu pacienta. Provedením testů byly získány tyto výsledky:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	2,13	[5, 99; ∞)	0,468135	-	0,364208
2017	2,32	[5, 99; ∞)	0,298594	0,976784	-
2018	0,83	[5, 99; ∞)	0,789975	0,977218	-

Tabulka 33: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Klatovy

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ tedy nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední celková doba ošetření ve všech skupinách NACA stejná. Rozložení pozorovaných hodnot dle skupin NACA v jednotlivých letech lze vidět v následujícím grafu.



Obrázek 27: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Klatovy

Do Klatovské nemocnice byli převezeni pacienti převážně z okresu Domažlice a Klatovy. Testy týkající se srovnání FNL oproti Klatovské nemocnici tak již nebyly pro zbylé okresy provedeny. Pro zbylé okresy bylo opět na základě charakteru pozorovaných dat vycházeno z výsledků získaných neparametrickým testem. Použití parametrických testů není u těchto dat správné avšak přesto byly tyto testy použity kvůli srovnání výsledků s testy neparametrickými. Ve většině případech se výsledky neliší, ale dle charakteru dat je pro věrohodnější výsledky vycházeno právě z testů neparametrických.

OKRES PLZEŇ-JIH - v současné době se nachází v okresu Plzeň-jih čtyři výjezdové základny. První se nachází v Nepomuku (NEP), druhá v Přešticích (PRE), třetí ve Stodu (STO) a poslední ve Vlčicích (VLC). Počet výjezdů z jednotlivých základen je opět zobrazen do tabulky včetně výjezdů s doktorem či bez doktora. Jedná se opět o výjezdy směřované do FNL.

Rok	NEP		PRE		STO		VLC	
	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	0	24	25	1	12	0	6	31
2017	0	17	0	18	3	18	5	30
2018	0	22	0	22	2	7	6	18

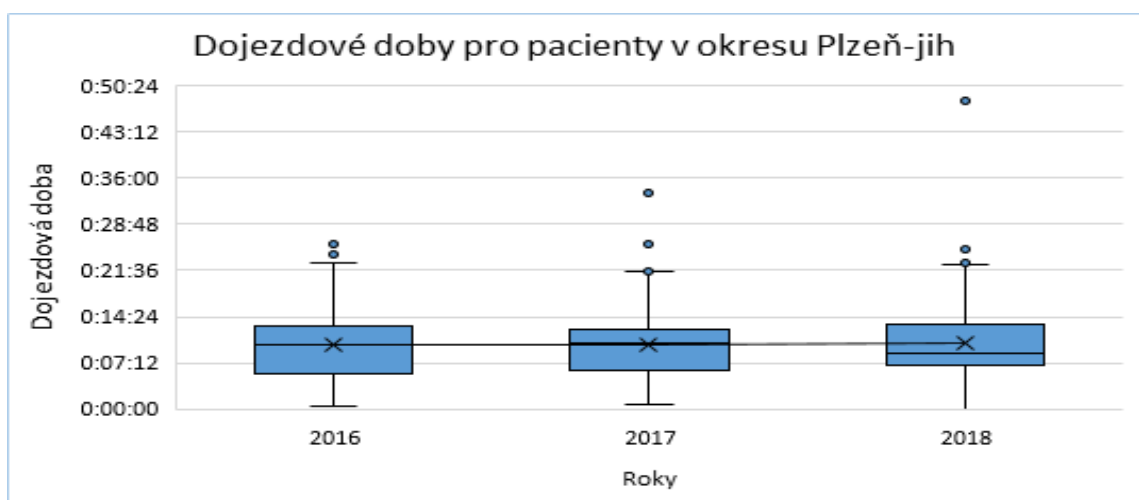
Tabulka 34: Počet výjezdů ze základen sídlících v okresu Plzeň-jih v letech 2016 až 2018

Z okresu Plzeň-jih bylo ve sledovaných letech uskutečněno celkem 314 primárních výjezdů směřovaných do FNL.

Provedením jednovýběrového testu bylo zjištěno, že i výjezdy při nichž zasahovala záchranná služba v okresu Plzeň-jih nepřesahují stanovenou dojezdovou dobu 20 minut. Na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ tedy nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba menší než 20 minut. Výsledky po provedení testu jsou zobrazeny v následující tabulce. Pozorované hodnoty v jednotlivých letech potom znázorňuje graf na obrázku 28.

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-8,94	[1, 64; ∞)	-18,12	[1, 65; ∞)
2017	-9,43	[1, 64; ∞)	-19,36	[1, 65; ∞)
2018	-8,40	[1, 64; ∞)	-14,57	[1, 66; ∞)

Tabulka 35: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Plzeň-jih



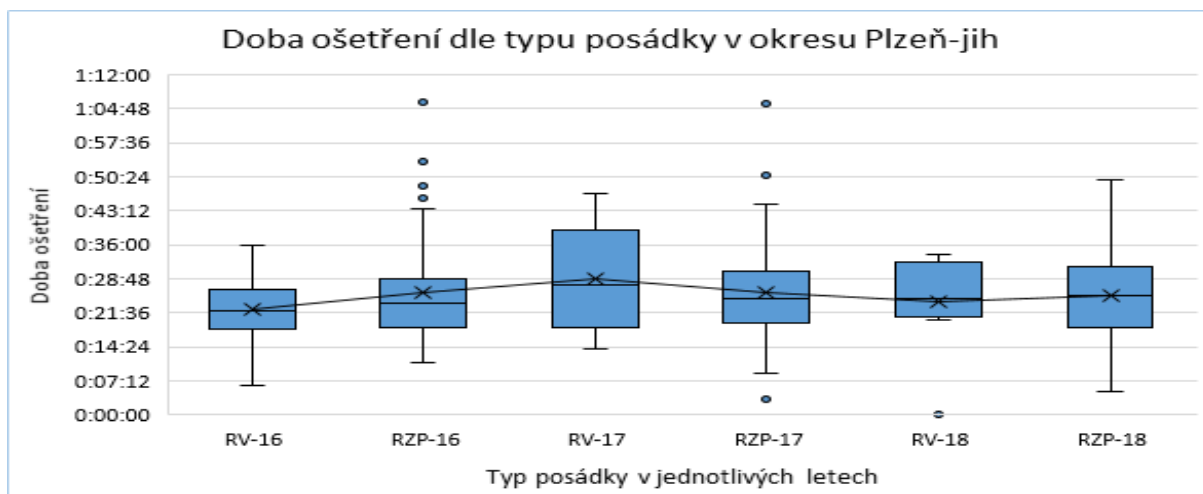
Obrázek 28: Dojezdová doba pro pacienty v okrese Plzeň-jih v jednotlivých letech

Jako v předchozích případech byla dále testována hypotéza zda je střední doba ošetření stejná u výjezdů záchranné služby s doktorem oproti výjezdům záchranné služby bez doktora. Provedením dvouvýběrových testů bylo dosaženo těchto výsledků:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-1,28	1,96	0,021711	1,92E-05
2017	0,73	1,96	0,373105	0,301568
2018	0,17	1,96	0,636538	0,509302

Tabulka 36: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Plzeň-jih

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření stejná v závislosti na typu posádky. Pozorované hodnoty zachycuje následující graf.



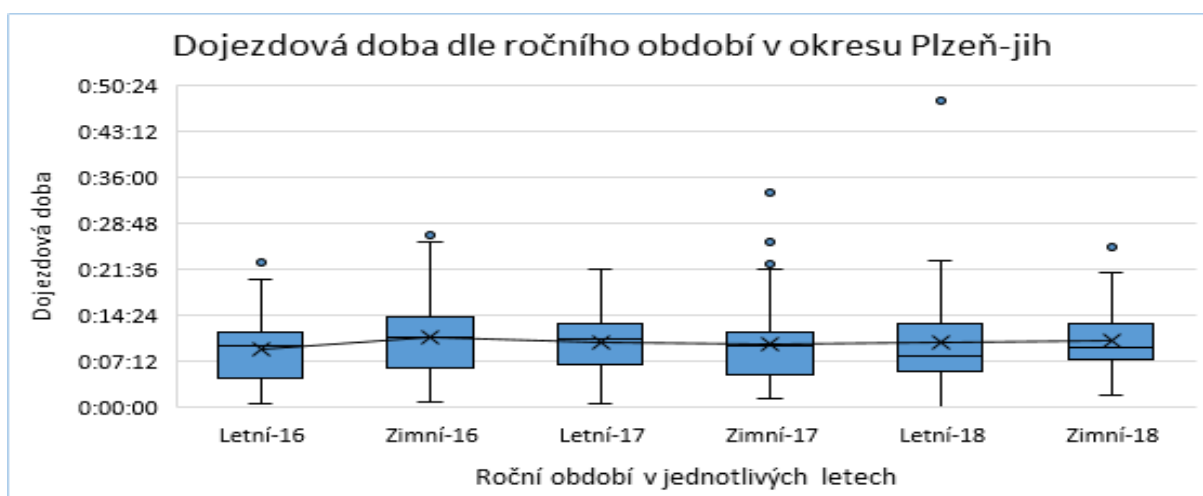
Obrázek 29: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-jih

Pro testování střední dojezdové doby v závislosti na ročním období byly opět použity dvouvýběrové testy. Pro okres Plzeň-jih se výsledek neprokázal jako statisticky významný a tedy v žádném roce nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba stejná v závislosti na ročním období. Provedením testů byly získány následující výsledky:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-1,45	1,96	0,074471	0,079384
2017	1,16	1,96	0,741562	0,133970
2018	-1,12	1,96	0,823717	0,001563

Tabulka 37: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Plzeň-jih

Krabicový graf na obrázku 30 zachycuje rozložení pozorovaných hodnot dle ročního období v jednotlivých letech.



Obrázek 30: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-jih

Dále byla testována hypotéza zda je střední doba ošetření a střední doba transportu stejná ve všech výjezdových základnách v okrese Plzeň-jih. K testování byl použit Kruskal-Wallisův test a analýza rozptylu, jelikož se jedná o porovnání čtyř výjezdových základen.

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	5,57	[7, 81; ∞)	0,045866	0,000145	-
2017	1,87	[7, 81; ∞)	0,500560	0,050000	-
2018	3,62	[7, 81; ∞)	0,356297	0,799138	-

Tabulka 38: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen v okrese Plzeň-jih

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	40,86	[7, 81; ∞)	7,80E-09	0,115802	-
2017	47,91	[7, 81; ∞)	1,46E-12	0,049378	-
2018	29,49	[7, 81; ∞)	8,54E-07	0,532754	-

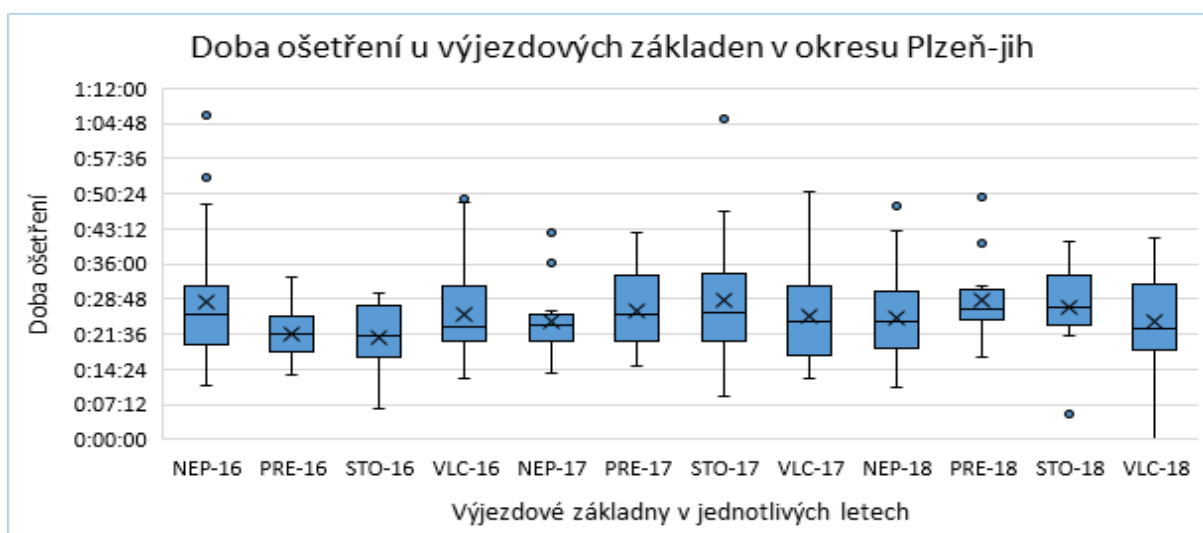
Tabulka 39: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen v okrese Plzeň-jih

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření stejná u všech výjezdových základen v okrese Plzeň-jih. Při porovnání střední doby transportu mezi jednotlivými základnami v okrese Plzeň-jih se výsledek projevil jako statisticky významný ve všech letech a tedy byla nulová hypotéza na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta. Pomocí post-hoc analýzy pro Kruskal-Wallisův test bylo zjištěno, které dvojice se od sebe výrazně liší. Výsledky jsou zobrazeny v následující tabulce.

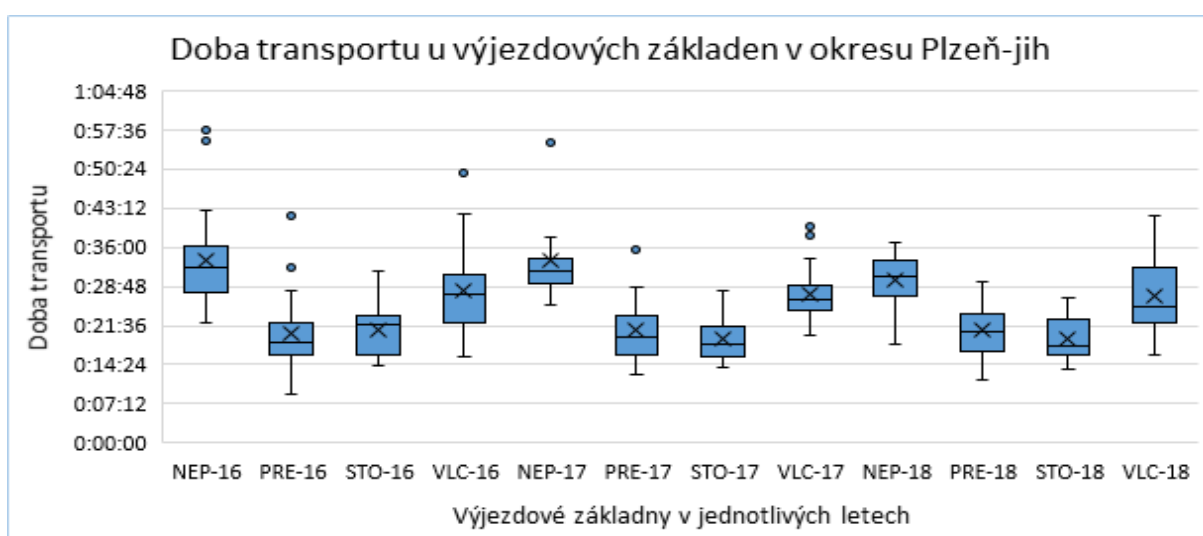
Rok	Rozdíl absolutních hodnot				Testová statistika			
	NEP-PR	NEP-ST	PR-VL	ST-VL	NEP-PR	NEP-ST	PR-VL	ST-VL
2016	47,03	42,75	30,17	-	22,73	28,39	20,55	-
2017	45,18	51,82	26,24	32,89	24,97	24,09	21,42	20,38
2018	30,41	36,27	20,41	26,26	18,86	24,75	18,46	24,44

Tabulka 40: Metoda mnohonásobného porovnání pro střední dobu transportu u výjezdových základen v okrese Plzeň-jih

Provedením metody mnohonásobného porovnání bylo zjištěno, že střední doba transportu se výrazně liší ve všech letech mezi základnami Nepomuk-Přeštice, Nepomuk-Stod a Přeštice-Vlčice. Na rozdíl od roku 2016 se v roce 2017 a 2018 navíc projevil statisticky významný rozdíl mezi základnami Stod-Vlčice. Grafické znázornění pozorovaných hodnot u jednotlivých základen je vidět na následujících dvou grafech.



Obrázek 31: Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Plzeň-jih



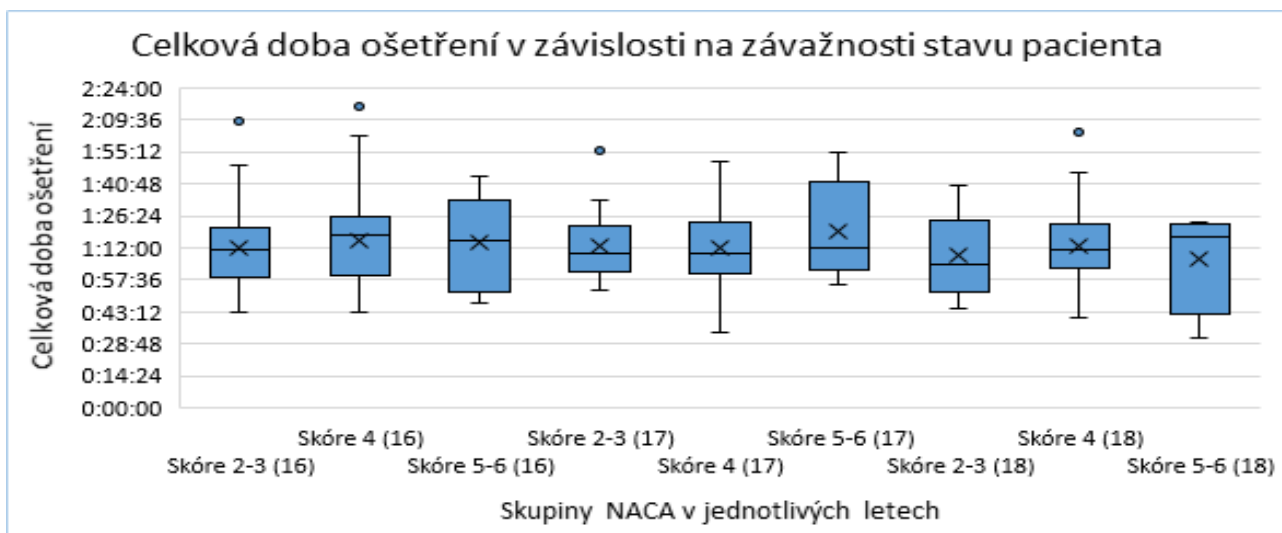
Obrázek 32: Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Plzeň-jih

Posledním testem pro okres Plzeň-jih byl jako v předchozích případech test, kdy byla testována hypotéza, že je střední celková doba ošetření stejná na základě skupin skóre NACA. Provedením Kruskal-Wallisova testu nebyla na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ zamítnuta nulová hypotéza v žádném roce. Po provedení testu byly získány tyto hodnoty:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	1,03	$[5, 99; \infty)$	0,627939	0,395782	-
2017	0,65	$[5, 99; \infty)$	0,366930	0,289656	-
2018	1,20	$[5, 99; \infty)$	0,482489	-	0,467904

Tabulka 41: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-jih

Pozorované hodnoty v jednotlivých skupinách skóre NACA lze vidět v grafu na obrázku 33.



Obrázek 33: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-jih

OKRES PLZEŇ-SEVER - okres Plzeň-sever má v současné době dvě výjezdové základny, jimiž jsou výjezdová základna v Kralovicích a výjezdová základna v Manětíně. Výjezdy uskutečněné z těchto základen do FNL jsou zobrazeny v následující tabulce.

Rok	Kralovice		Manětín	
	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	8	22	0	8
2017	4	19	0	7
2018	4	28	0	16

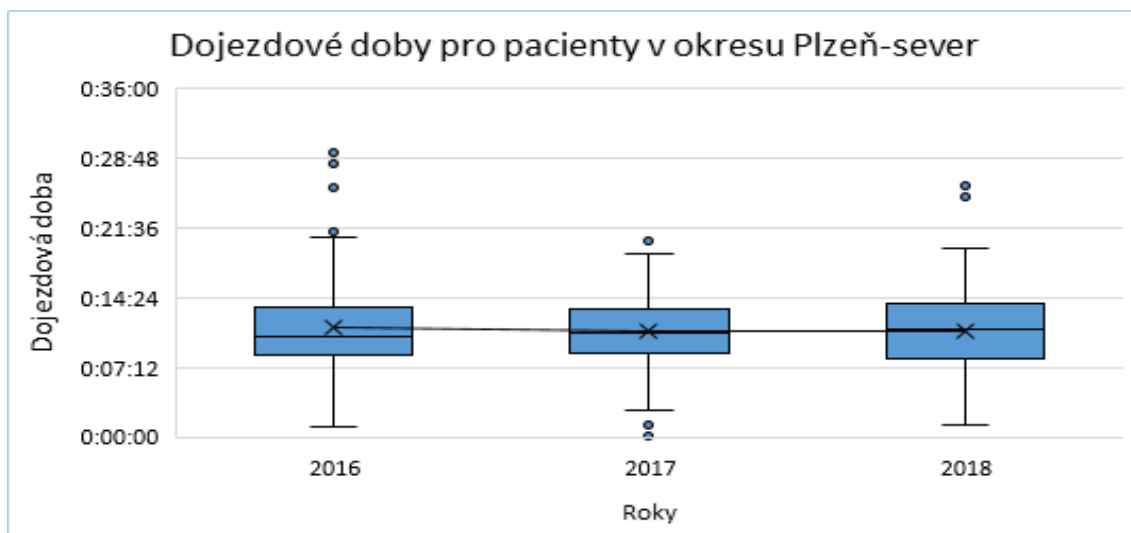
Tabulka 42: Počet výjezdů ze základen Kralovice a Manětín v letech 2016 až 2018

Z okresu Plzeň-sever bylo v rozmezí let 2016 až 2018 uskutečněno celkem 324 primárních výjezdů do FNL.

Provedením jednovýběrového testu nebyla ani u okresu Plzeň-sever zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba menší než 20 minut. Pozorované hodnoty zachycuje krabicový graf na obrázku 34. Dosažené výsledky testu byly následující:

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-10,01	[1, 64; ∞)	-20,12	[1, 65; ∞)
2017	-9,44	[1, 64; ∞)	-21,23	[1, 66; ∞)
2018	-10,01	[1, 64; ∞)	-19,25	[1, 65; ∞)

Tabulka 43: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Plzeň-sever



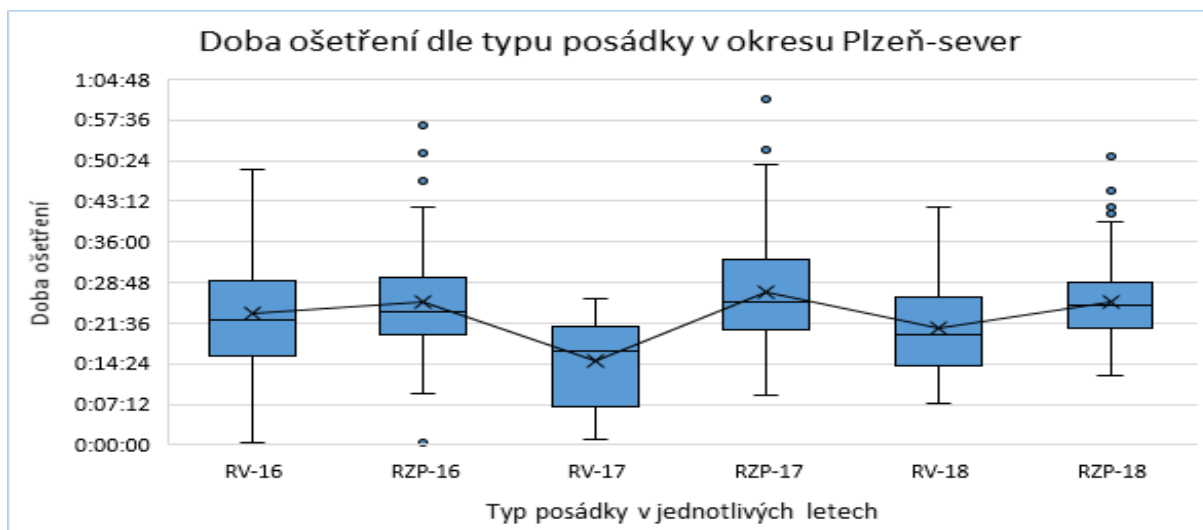
Obrázek 34: Dojezdová doba pro pacienty v okrese Plzeň-sever v jednotlivých letech

Dále byla testována hypotéza zda je střední doba ošetření stejná při výjezdu záchranné služby s doktorem či bez doktora. Provedením dvouvýběrových testů bylo dosaženo tohoto výsledku:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,95	1,96	0,307622	0,693276
2017	-3,17	1,96	0,000752	0,818437
2018	-1,84	1,96	0,075579	0,118465

Tabulka 44: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Plzeň-sever

Výsledek se prokázal statisticky významný pouze v roce 2017, kdy byla na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření při výjezdech záchranné služby s doktorem stejná jako střední doba ošetření při výjezdech záchranné služby bez doktora. Rozložení pozorovaných dat zachycuje graf na obrázku 35.



Obrázek 35: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-sever

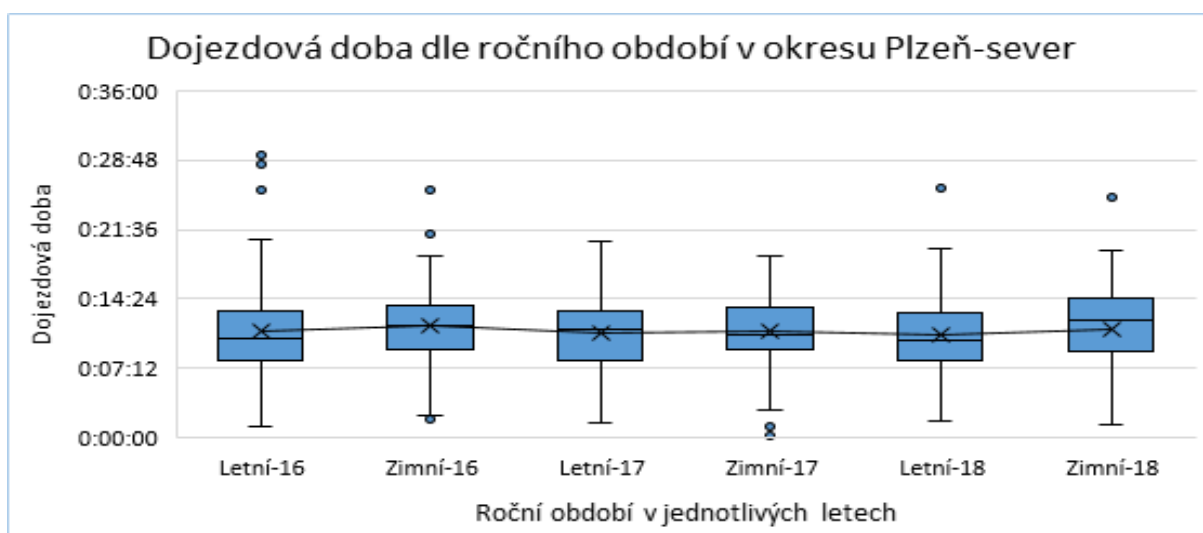
Z grafu lze vidět, že při výjezdech záchranné služby s doktorem je střední doba ošetření opět kratší, než při výjezdech záchranné služby bez doktora a to ve všech letech. Průměrný rozdíl střední doby ošetření dle typu posádky byl přibližně **5 minut**.

Při testování střední dojezdové doby v závislosti na ročním období opět nedošlo k zamítnutí nulové hypotézy jako v předchozích případech. Provedením dvouvýběrových testů bylo dosaženo těchto výsledků:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	1,67	1,96	0,433848	0,093162
2017	-0,32	1,96	0,754849	0,426229
2018	-1,22	1,96	0,519398	0,455728

Tabulka 45: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Plzeň-sever

Ani u tohoto okresu se tedy neprojevil rozdíl středních dojezdových dob v závislosti na počasí statisticky významný. Opět pomocí krabicového grafu byly vykresleny pozorované hodnoty pro testování.



Obrázek 36: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-sever

Dále byla porovnána střední doba ošetření a střední doba transportu do FNL mezi výjezdovou základnou v Kralovicích a výjezdovou základnou v Manětíně. Jelikož se u tohoto okresu jedná pouze o srovnání dvou výjezdových základen byly zde provedeny dvouvýběrové testy, jejichž výsledky byly následující:

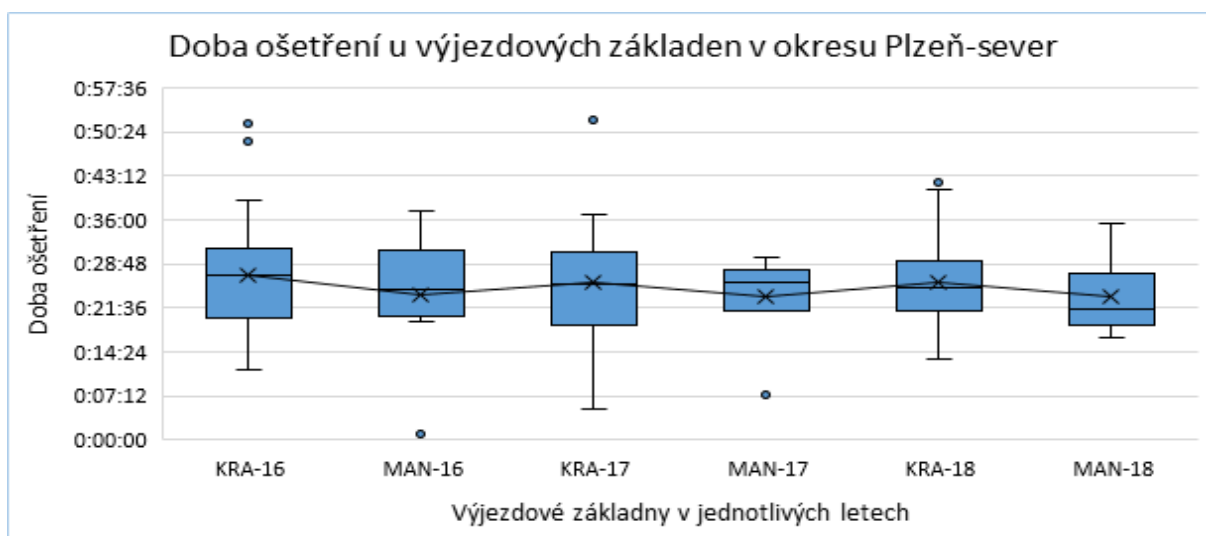
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	114	65	0,906540	0,187573
2017	79	40	0,942554	0,017510
2018	-1,25	1,96	0,255626	0,172827

Tabulka 46: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Kralovice a Manětín

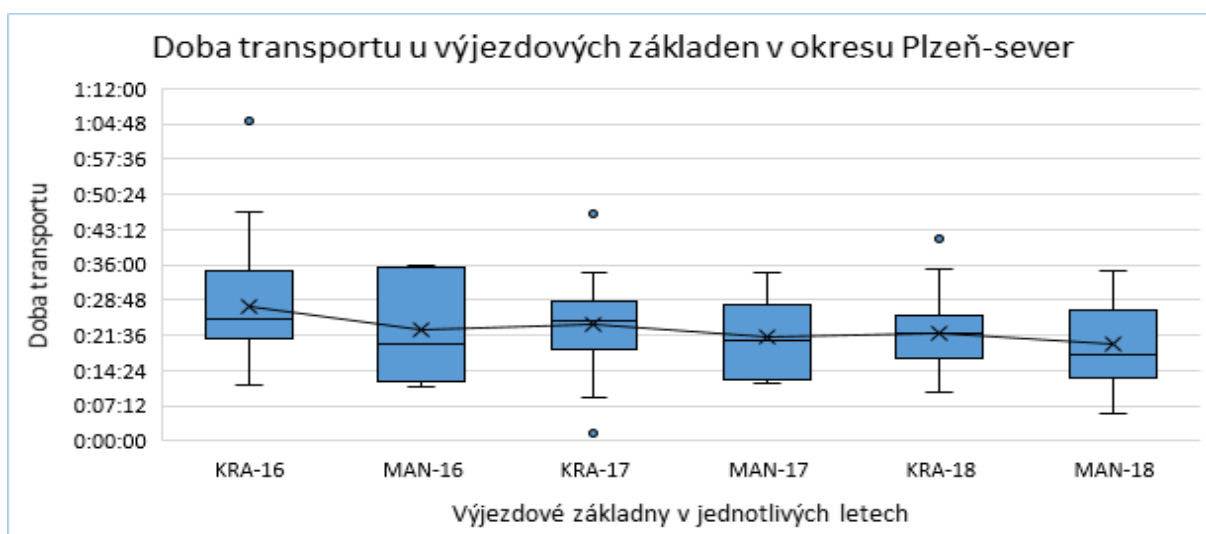
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	90	65	0,385990	0,838514
2017	65	40	0,515498	0,773291
2018	-0,83	1,96	0,321413	0,450238

Tabulka 47: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Kralovice a Manětín

Na základě výsledků viz tabulky 46 a 47 nebyla nulová hypotéza zamítnuta v žádném roce. Rozdíl střední doby ošetření a rozdíl střední doby transportu mezi základnami Kralovice-Manětín se tedy v žádném z pozorovaných roků neprojevil jako statisticky významný. Rozložení pozorovaných hodnot pro jednotlivé testy zobrazují následující grafy.



Obrázek 37: Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Plzeň-sever



Obrázek 38: Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Plzeň-sever

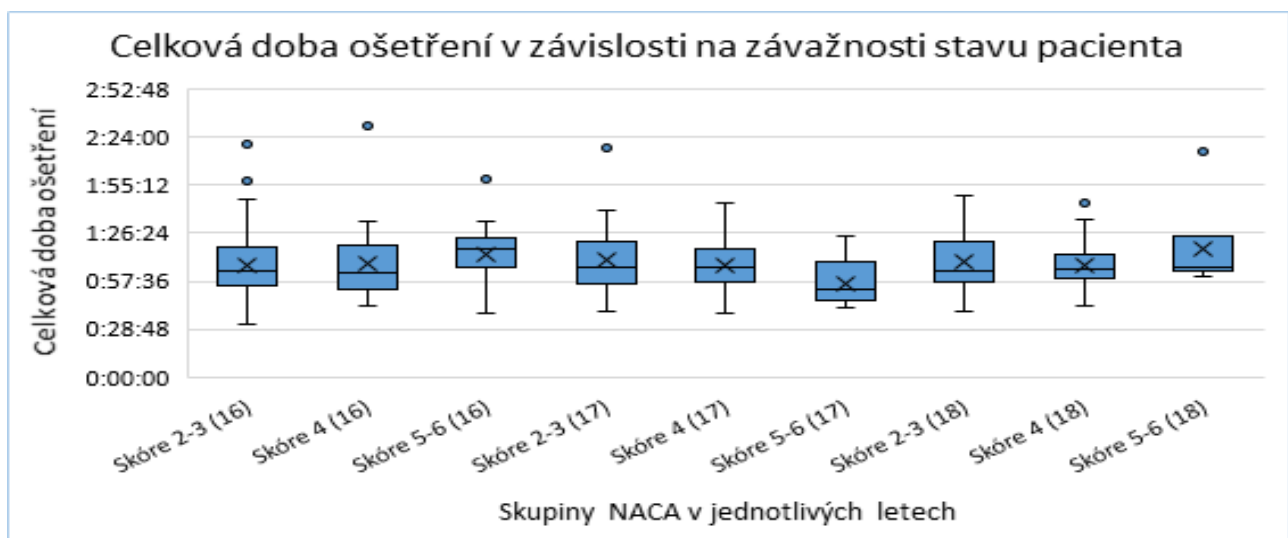
Střední doba ošetření a střední doba transportu je ve všech letech kratší u výjezdové základny v Manětíně oproti výjezdové základně v Kralovicích.

Provedením Kruskal-Wallisova testu potom bylo otestováno zda je celková doba ošetření odlišná na základě závažnosti stavu pacienta. Opět byl stav pacienta rozdělen do tří skupin dle skóre NACA jako u předchozích okresů. Výsledkem bylo:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	3,67	[5, 99; ∞)	0,371232	0,825869	-
2017	3,20	[5, 99; ∞)	0,243606	0,284918	-
2018	0,47	[5, 99; ∞)	0,284259	0,007631	-

Tabulka 48: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-sever

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je celková doba ošetření ve všech skupinách stejná. Pozorované hodnoty v jednotlivých skupinách skóre NACA lze vidět v grafu na obrázku 39.



Obrázek 39: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-sever

OKRES PLZEŇ-MĚSTO - v okrese Plzeň-město se v současné době nachází čtyři výjezdové základny. Patří sem Koterov (KOT), Doubravka (DOU), Lochotín (LOC) a Bory (BOR). Výjezdy, které byly realizovány z těchto základen jsou zobrazeny v následující tabulce včetně rozdělení dle typu posádky.

Rok	BOR		DOU		KOT		LOC	
	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	9	73	0	4	0	19	4	33
2017	10	64	0	16	0	21	6	32
2018	12	58	0	10	0	21	4	34

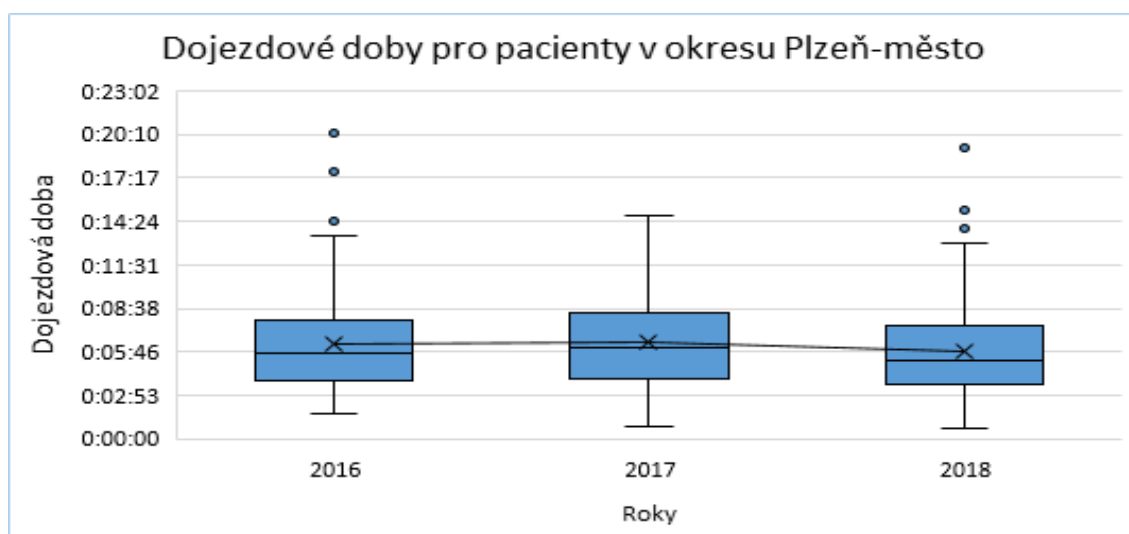
Tabulka 49: Počet výjezdů ze základen sídlících v okrese Plzeň-město v letech 2016 až 2018

Stejně jako v předchozích případech i zde byl nejprve použit jednovýběrový test pro zjištění zda je střední dojezdová doba k pacientovi menší než 20 minut dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví. Provedením testu byly výsledky následující:

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-12,13	[1, 64; ∞)	-55,35	[1, 65; ∞)
2017	-12,61	[1, 64; ∞)	-54,74	[1, 65; ∞)
2018	-12,53	[1, 64; ∞)	-60,29	[1, 65; ∞)

Tabulka 50: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Plzeň-město

Na základě dosažených výsledků nebyla na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba kratší než 20 minut. Následující graf zobrazuje pozorované hodnoty.



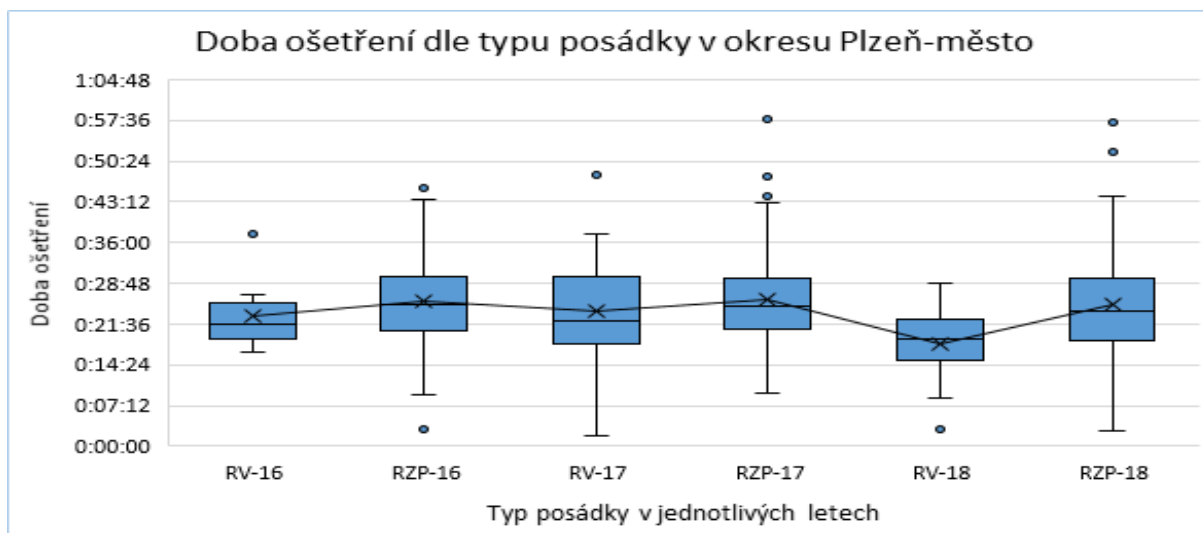
Obrázek 40: Dojezdová doba pro pacienty v okrese Plzeň-město v jednotlivých letech

Následně byl proveden test zda je střední doba ošetření stejná při výjezdech záchranné služby s doktorem oproti výjezdům záchranné služby bez doktora. Stejně jako v předchozích případech byly provedeny dvouvýběrové testy, jejichž výsledkem bylo:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-1,46	1,96	0,228079	0,248062
2017	-0,90	1,96	0,329090	0,057834
2018	-2,98	1,96	0,0028309	0,134214

Tabulka 51: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Plzeň-město

V grafu na obrázku 41 je vidět, že při výjezdech záchranné služby s doktorem je střední doba ošetření opět kratší než při výjezdech záchranné služby bez doktora. Průměrný rozdíl těchto dob byl v okrese Plzeň-město **3 minuty**. Po provedení testu se však prokázal výsledek statisticky významný pouze v roce 2018, kdy byla na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta nulová hypotéza, že jsou střední doby ošetření dle typu posádky stejné.

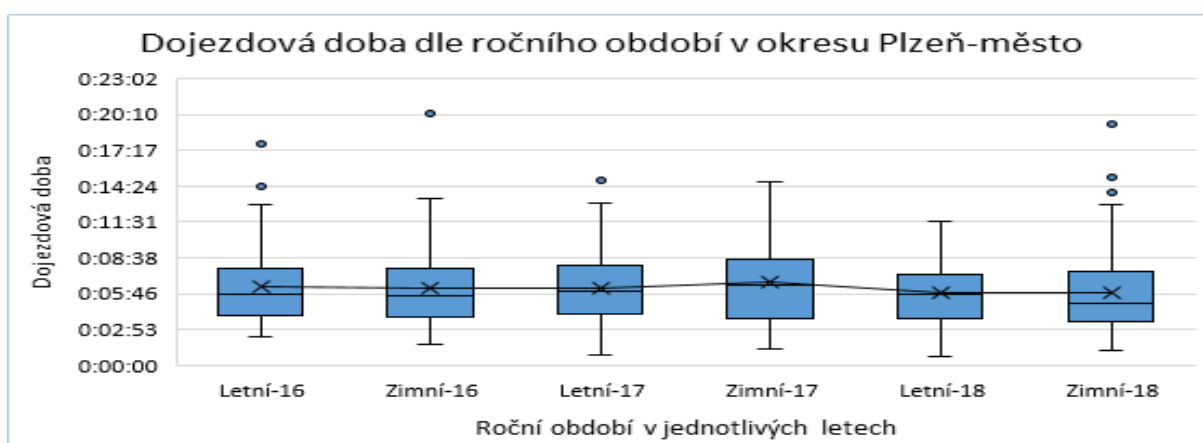


Obrázek 41: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-město

Dalším provedením dvouvýběrových testů bylo ukázáno, že ani v tomto okresu nebude na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba stejná v závislosti na ročním období. Výsledky včetně vykreslení pozorovaných hodnot byly následující:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	0,21	1,96	0,764927	0,937785
2017	-0,58	1,96	0,271052	0,032097
2018	-0,72	1,96	0,906095	0,026464

Tabulka 52: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Plzeň-město



Obrázek 42: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-město

Pro testování střední doby ošetření a střední doby transportu mezi jednotlivými základnami v okresu Plzeň-město bylo opět využito Kruskal-Wallisova testu, jelikož se jedná o porovnání

čtyř základen. Provedením testu byly získány tyto výsledky:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	3,38	[7, 81; ∞)	0,416293	-	0,003488
2017	6,30	[7, 81; ∞)	0,152042	0,209752	-
2018	17,26	[7, 81; ∞)	0,000714	0,143345	-

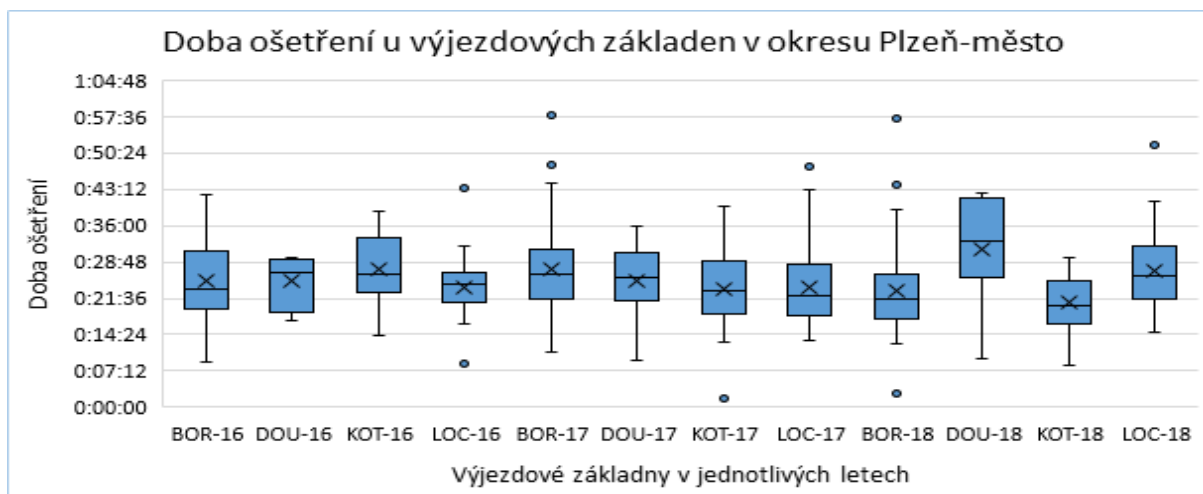
Tabulka 53: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen v okrese Plzeň-město

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	10,96	[7, 81; ∞)	0,013754	-	0,190309
2017	10,35	[7, 81; ∞)	0,005760	0,086763	-
2018	13,89	[7, 81; ∞)	0,174741	2,33E-08	-

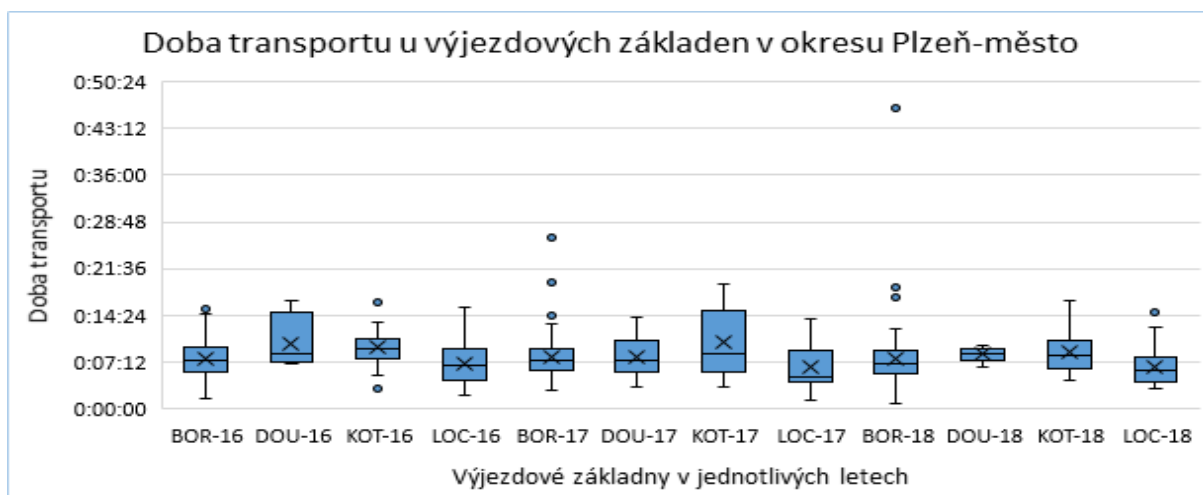
Tabulka 54: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen v okrese Plzeň-město

V roce 2018 byla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření stejná u všech výjezdových základen v okrese Plzeň-město. Pomocí metody mnohonásobného porovnávání bylo zjištěno, že statisticky významný rozdíl středních dob ošetření byl v tomto roce mezi základnou Bory-Doubravka a Doubravka-Koterov.

V druhém testu byla zamítnuta nulová hypotéza ve všech letech. Střední doba transportu pacienta do FNL není tedy stejná u všech výjezdových základen v okrese Plzeň-město. Pomocí metody mnohonásobného porovnání bylo zjištěno, že střední doba transportu se výrazně liší ve všech letech mezi základnou Koterov-Lochotín. V roce 2018 se ještě navíc projevil významný rozdíl středních dob transportu mezi základnou Doubravka-Lochotín. Ve všech případech, kdy byla indikována odlišnost lze vidět, že vystupuje výjezdová základna Lochotín. Pozorované hodnoty pro jednotlivé testy zachycují následující krabicové grafy.



Obrázek 43: Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Plzeň-město

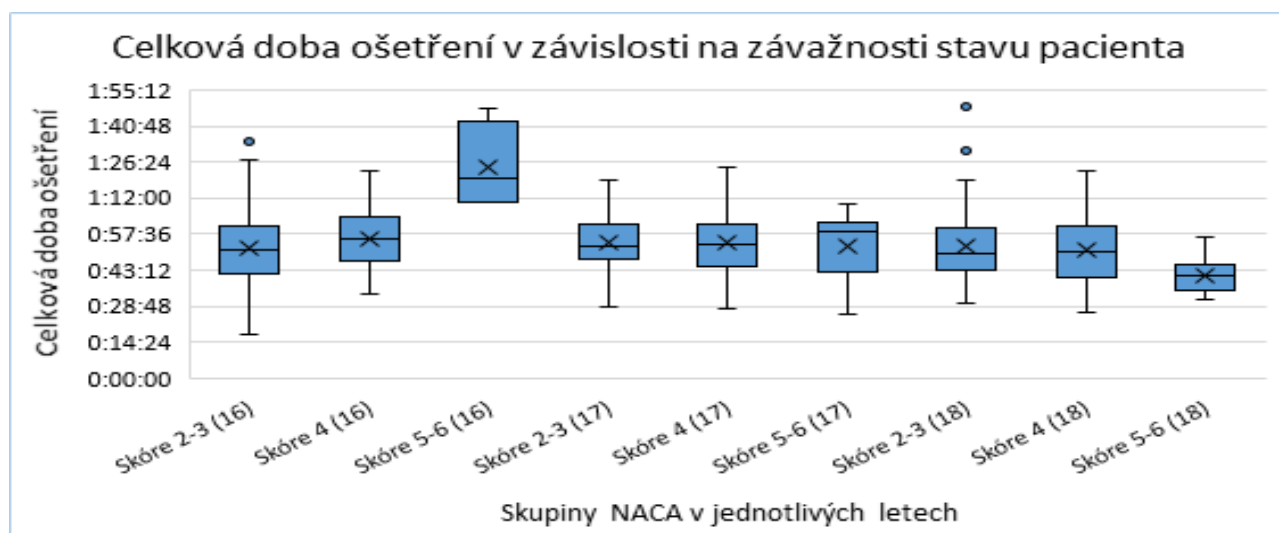


Obrázek 44: Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Plzeň-město

Dále byly výjezdy rozděleny opět do skupin dle skóre NACA. Provedením Kruskal-Wallisova testu byla v roce 2016 na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta nulová hypotéza, že je střední celková doba ošetření stejná ve všech skupinách dle skóre NACA. Statisticky významný rozdíl středních celkových dob ošetření se projevilo mezi skupinou 2 a 3 oproti skupině 4 a mezi skupinou 2 a 3 oproti skupině 5 a 6. Rozložení pozorovaných hodnot v jednotlivých skupinách zachycuje graf na obrázku 45. Dosažené výsledky jsou potom zobrazeny v tabulce 55.

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	12,86	$[5, 99; \infty)$	$1,57E-05$	-	0,024925
2017	0,10	$[5, 99; \infty)$	0,933830	0,438004	-
2018	5,76	$[5, 99; \infty)$	0,077758	0,060772	-

Tabulka 55: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-město



Obrázek 45: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-město

OKRES ROKYCANY - okres Rokycany má v současné době k dispozici dvě výjezdové základny. První se nachází přímo v Rokycanech, druhá potom ve městě Radnice. Počet výjezdů, které byly uskutečněny z těchto základen zobrazuje následující tabulka.

Rok	Rokycany		Radnice	
	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	18	63	0	22
2017	9	40	0	10
2018	6	47	0	18

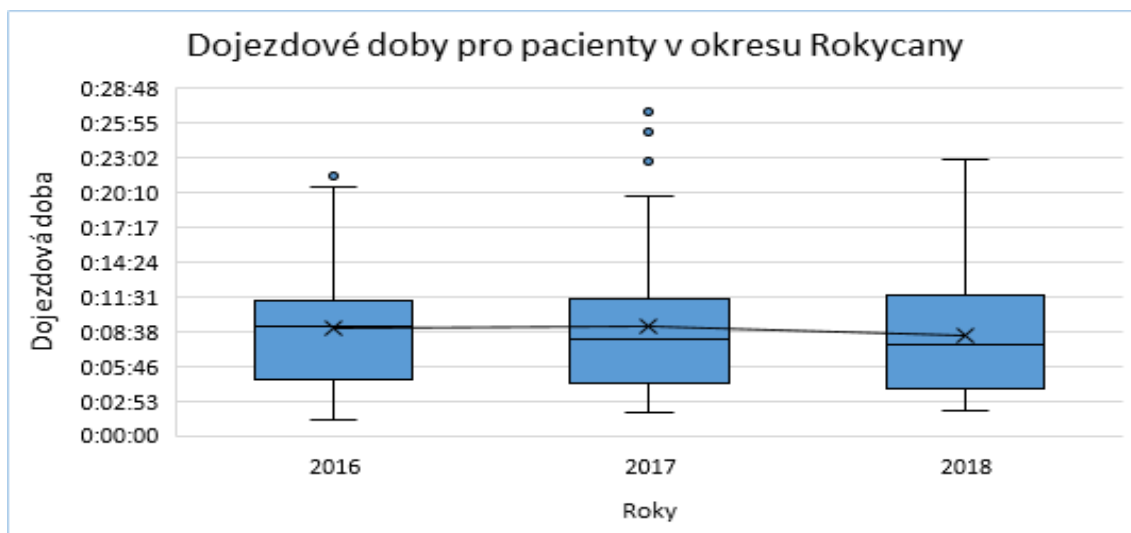
Tabulka 56: Počet výjezdů ze základen Rokycany a Radnice v letech 2016 až 2018

V okrese Rokycany se nachází 47 986 obyvatel, což je nejmenší počet ze všech okresů. Nicméně bylo v tomto okrese uskutečněno více výjezdů směřovaných do FNL než u okresu Klatovy, Domažlice a Tachov. Celkem došlo v okrese Rokycany ke 245 cévním mozkovým příhodám.

Výjezdy při nichž zasahovala záchranná služba v okrese Rokycany také splňují, že jejich střední dojezdová doba nepřesahuje hranici 20 minut, což bylo otestováno opět pomocí jednovýběrového testu.

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-10,06	[1, 64; ∞)	-24,67	[1, 65; ∞)
2017	-7,07	[1, 64; ∞)	-14,78	[1, 66; ∞)
2018	-8,19	[1, 64; ∞)	-20,77	[1, 66; ∞)

Tabulka 57: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Rokycany



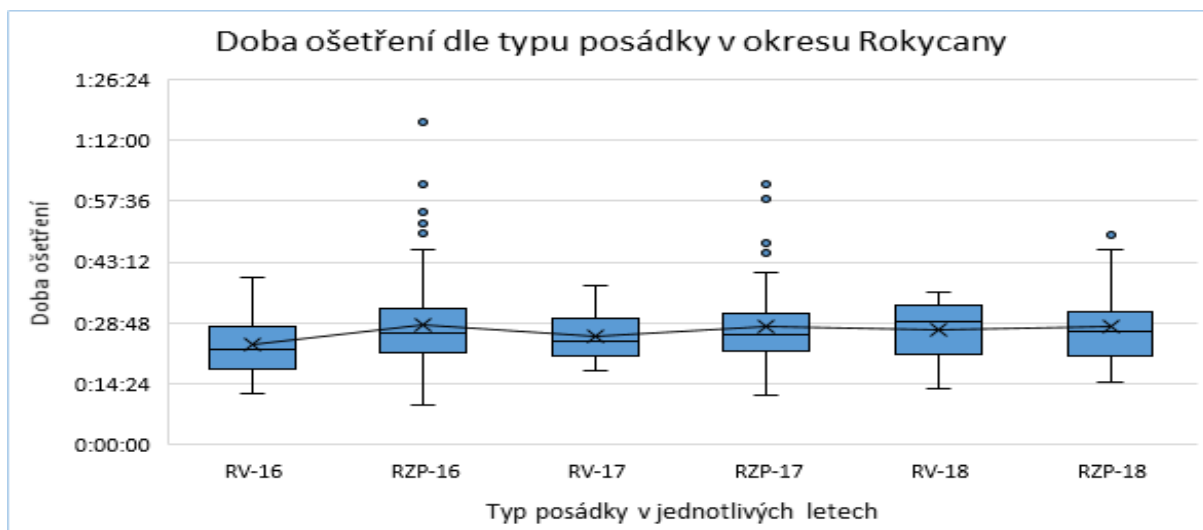
Obrázek 46: Dojezdová doba pro pacienty v okresu Rokycany v jednotlivých letech

Dále nebyla v žádném roce na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření stejná při výjezdu doktora se záchrannou službou oproti výjezdu záchranné služby bez doktora. Opět byly použity dvouvýběrové testy, jejichž výsledky byly:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-1,88	1,96	0,062204	0,098915
2017	-0,72	1,96	0,464750	0,168609
2018	-0,31	1,96	0,862151	0,791189

Tabulka 58: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okresu Rokycany

V roce 2018 se v okresu Rokycany neprokázala střední doba ošetření při výjezdu záchranné služby s doktorem kratší než střední doba ošetření při výjezdu záchranné služby bez doktora. Delší střední doba ošetření u výjezdů s doktorem mohla být způsobena závažnějším stavem ošetřovaných pacientů. Rozložení pozorovaných hodnot pro testování v jednotlivých letech je zobrazeno pomocí krabicového grafu na obrázku 47.

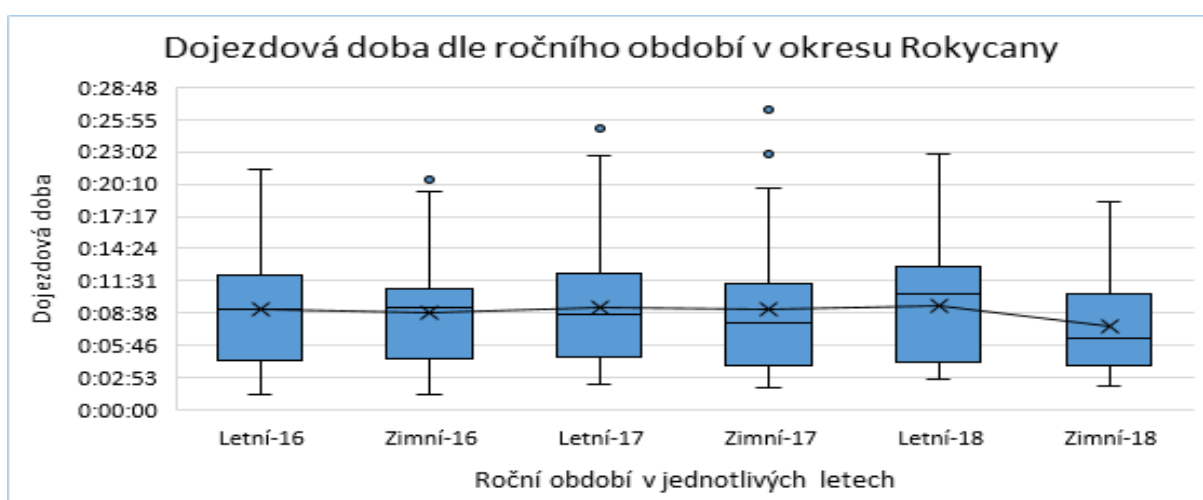


Obrázek 47: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Rokycany

Jako v předchozích případech ani u okresu Rokycany nebyla na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba stejná v závislosti na ročním období. Provedením dvouvýběrových testů byly získány tyto výsledky:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,08	1,96	0,671458	0,402112
2017	0,13	1,96	0,918226	0,927010
2018	-1,45	1,96	0,090202	0,208930

Tabulka 59: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Rokycany



Obrázek 48: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Rokycany

Stejně jako v okresu Plzeň-sever a Domažlice se v okresu Rokycany nachází pouze dvě výjezdové základny a proto byly pro srovnání střední doby ošetření a střední doby transportu mezi těmito

základnami použity opět dvouvýběrové testy. Výsledky testů jsou zobrazeny v tabulkách 60 a 61.

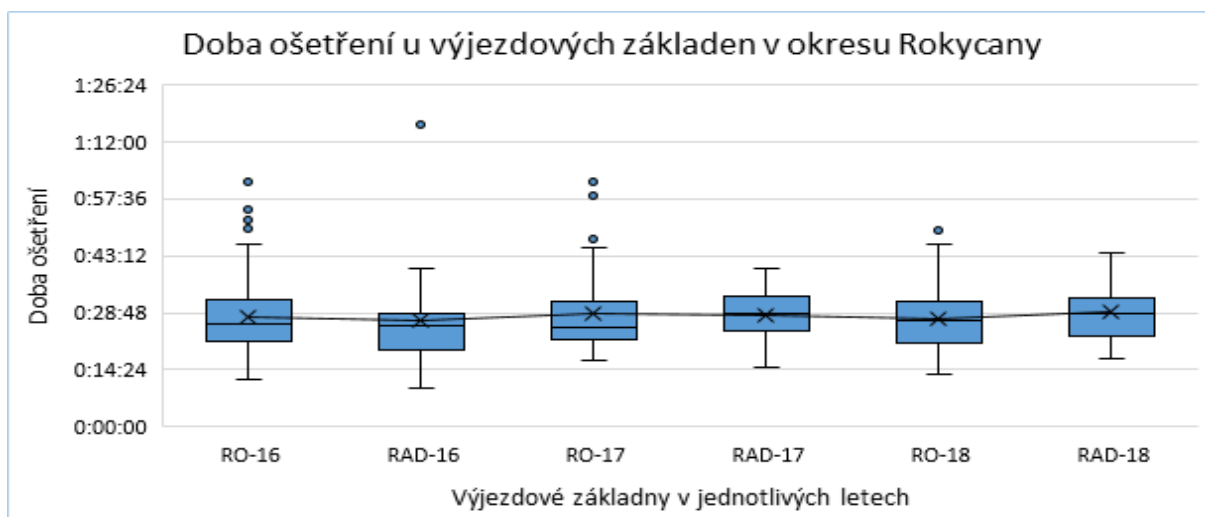
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,74	1,96	0,821970	0,044785
2017	0,57	1,96	0,914224	0,355514
2018	0,63	1,96	0,446804	0,969937

Tabulka 60: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Rokycany a Radnice

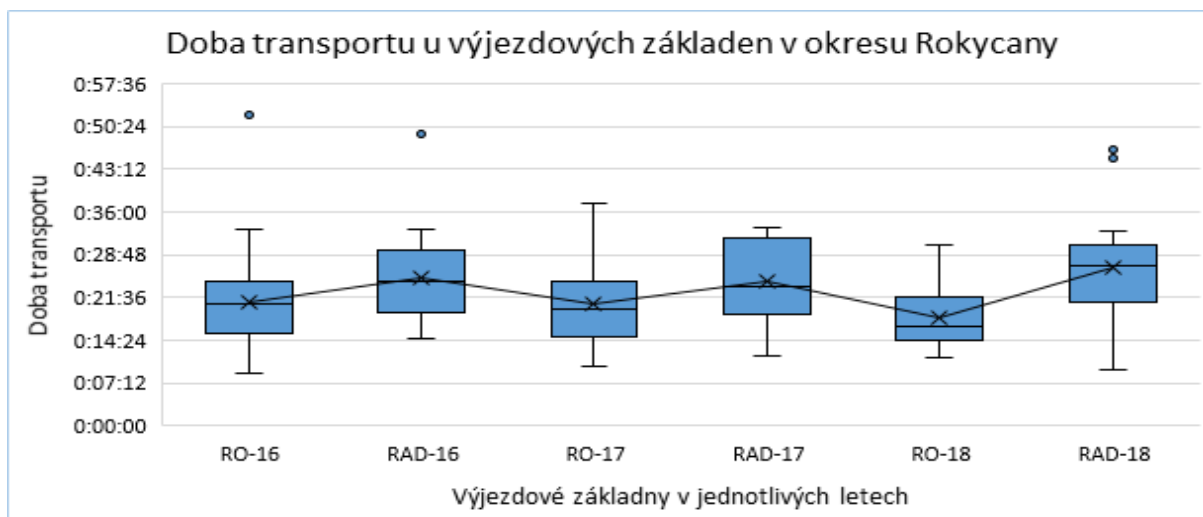
Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	2,51	1,96	0,013759	0,319248
2017	1,62	1,96	0,145473	0,875554
2018	3,95	1,96	0,001212	8,12E-05

Tabulka 61: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Rokycany a Radnice

Střední doba ošetření se mezi jednotlivými základnami výrazně neliší a proto nebyla nulová hypotéza o shodě středních dob ošetření zamítnuta v žádném roce. Hypotéza o shodě středních dob transportu do FNL mezi základnou Rokycany a Radnice byla zamítnuta v roce 2016 a 2018, kdy se rozdíl středních dob transportu prokázal jako statisticky významný. Pro přehled byla pozorovaná data opět vykreslena pomocí krabicových grafů.



Obrázek 49: Doba ošetření u výjezdových základen Rokycany a Radnice



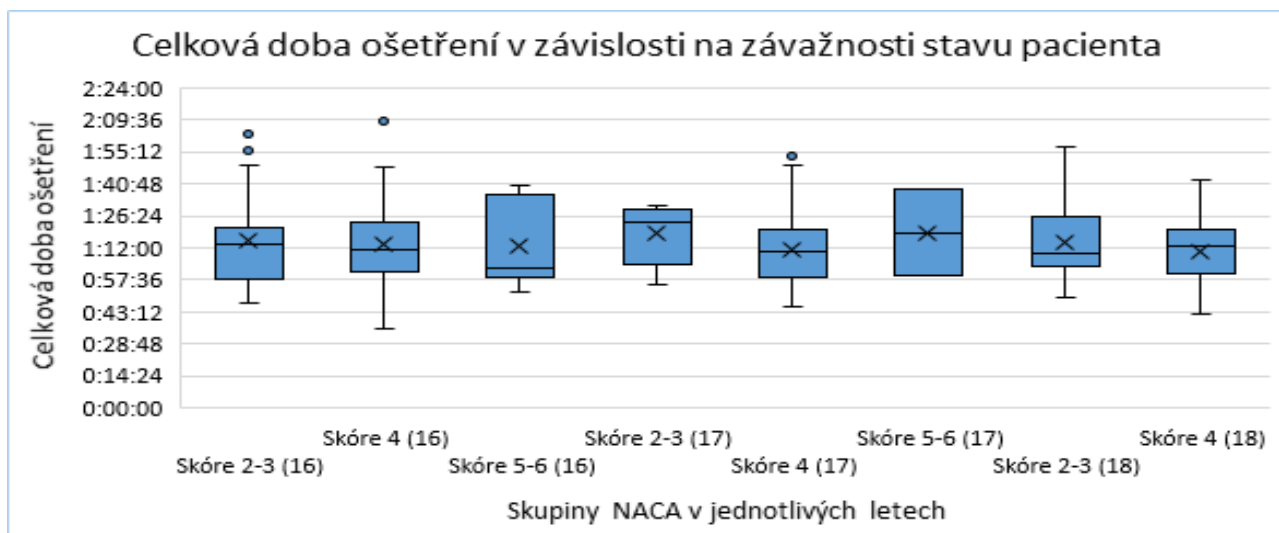
Obrázek 50: Doba transportu do FNL u výjezdových základen Rokycany a Radnice

Pro testování zda je střední celková doba ošetření stejná ve všech skupinách rozdělených dle skóre NACA byl použit Kruskal-Wallisův test. Pro rok 2018 byla hypotéza o shodě středních celkových dob v jednotlivých skupinách testována pomocí dvouvýběrového testu, jelikož v tomto roce nedošlo k výjezdu, při kterém by byl pacient na základě závažnosti jeho stavu zařazen do skupiny 5 nebo 6. Provedením jednotlivých testů byly získány tyto hodnoty:

Rok	Kruskal-Wallisův test		Dvouvýběrový test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritická hodnota
2016	0,31	$[5, 99; \infty)$	-	-
2017	2,96	$[5, 99; \infty)$	-	-
2018	-	-	0,32	1,96

Tabulka 62: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Rokycany

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ nebyla v žádném roce zamítnuta nulová hypotéza, že je střední celková doba stejná ve všech skupinách dle skóre NACA. Rozložení pozorovaných hodnot v jednotlivých skupinách je zobrazeno v grafu na obrázku 51.



Obrázek 51: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Rokycany

OKRES TACHOV - v okrese Tachov se v současné době nachází pět výjezdových základen. Větší počet výjezdových základen má pouze okres Klatovy. Výjezdové základny se nachází ve městech Tachov (TC), Stříbro (STR), Planá (PLA), Konstantinovy Lázně (KON) a Bor u Tachova (BUT). Počet výjezdů z jednotlivých základen během let 2016 až 2018 je zobrazen v následující tabulce.

Rok	TC		STR		PLA		KON		BUT	
	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP	RLP	RZP
2016	2	23	6	0	0	17	0	8	0	10
2017	4	23	0	12	0	18	0	7	0	12
2018	0	23	1	15	0	15	0	4	0	14

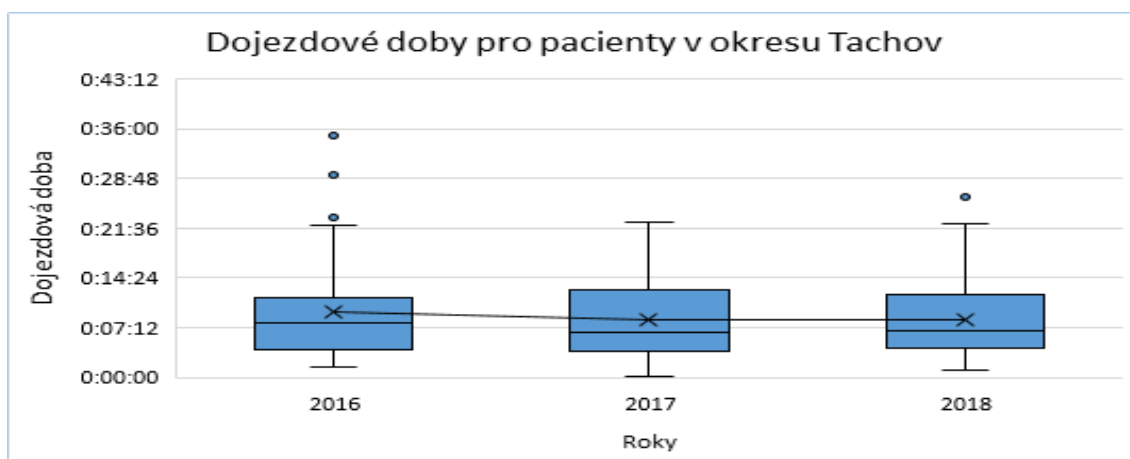
Tabulka 63: Počet výjezdů ze základen sídlících v okrese Tachov v letech 2016 až 2018

Z okrese Tachov bylo uskutečněno 224 primárních výjezdů směřovaných do FNL. Méně primárních transportů do FNL bylo uskutečněno jen z okrese Klatovy a Domažlice, kde se dá však předpokládat, že je většina pacientů převezena spíše do Klatovské nemocnice než do FNL. Po okrese Rokycany se v Tachově nachází druhý nejmenší celkový počet obyvatel, který je 52 837.

Stejně jako ve všech předchozích okresech ani v tomto okrese nebyla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba menší než 20 minut. Všechny okresy tak splňují vyhlášku stanovenou Ministerstvem zdravotnictví. Provedením jednovýběrových testů bylo dosaženo těchto výsledků:

Rok	Znaménkový test		Jednovýběrový t-test	
	Testová statistika	Kritický obor	Testová statistika	Kritický obor
2016	-6,86	[1, 64; ∞)	-12,79	[1, 66; ∞)
2017	-7,76	[1, 64; ∞)	-17,58	[1, 66; ∞)
2018	-8,03	[1, 64; ∞)	-18,28	[1, 66; ∞)

Tabulka 64: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Tachov



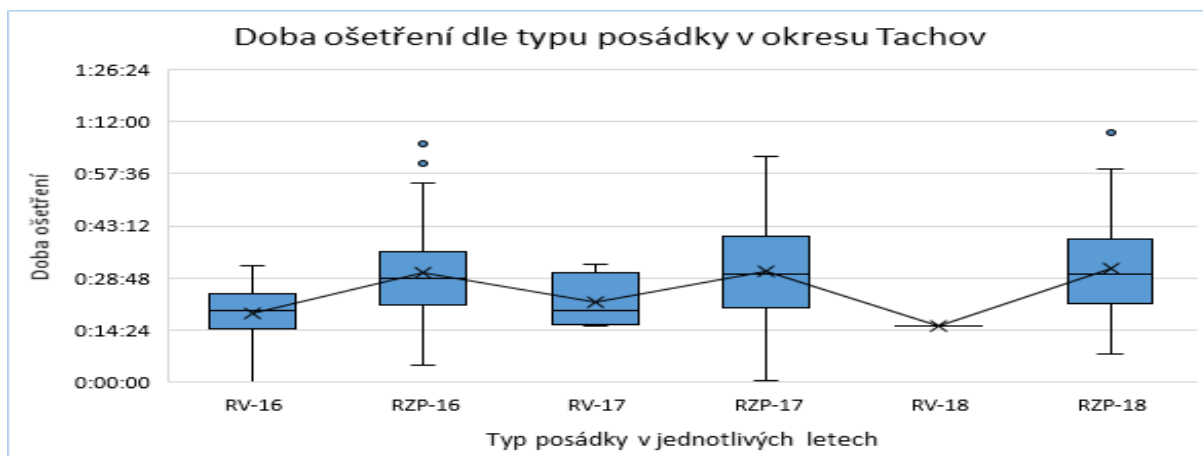
Obrázek 52: Dojezdová doba pro pacienty v okrese Tachov v jednotlivých letech

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ byla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba ošetření dle typu posádky stejná pouze v roce 2016, kdy se rozdíl středních dob ošetření prokázal statisticky významný. Při výjezdu záchranné služby s doktorem je střední doba ošetření ve všech letech kratší než při výjezdu záchranné služby bez doktora. V roce 2018 byl uskutečněn pouze jeden výjezd s doktorem nicméně i pro tento rok byla nulová hypotéza na základě výsledku neparametrického testu zamítnuta. Po provedení testů byly získány tyto výsledky:

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-2,61	1,96	0,011947	0,373178
2017	-1,36	1,96	0,211399	0,365293
2018	-1,34	1,96	-	-

Tabulka 65: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Tachov

Rozložení pozorovaných hodnot pro testování v jednotlivých letech je zobrazeno pomocí krabicového grafu na obrázku 53.



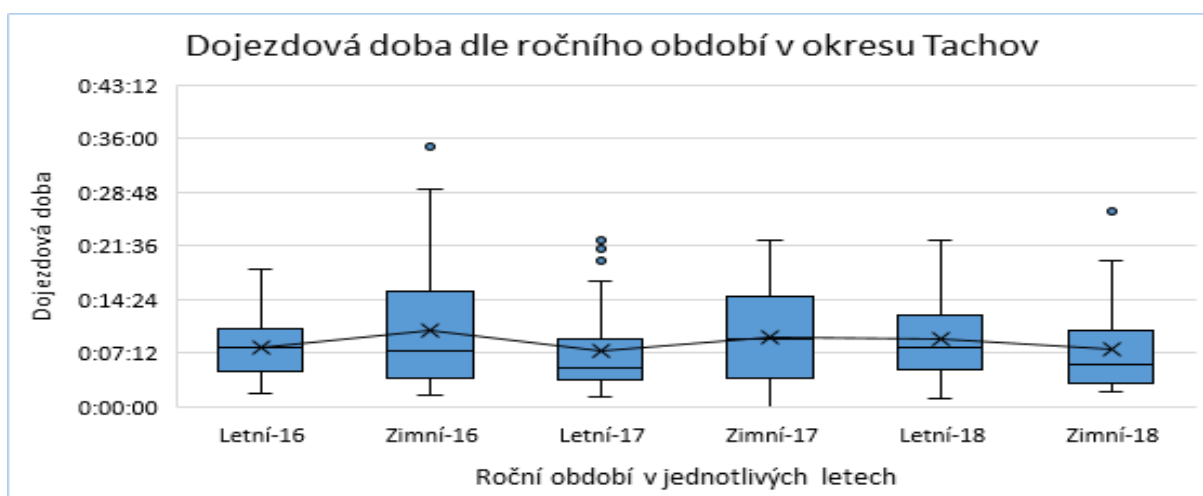
Obrázek 53: Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Tachov

Střední doba ošetření se v jednotlivých letech u všech okresů projevila při výjezdu záchranné služby s doktorem rychlejší až na rok 2018 v okrese Rokycany.

Rozdělení hodnot do dvou skupin dle ročního období nemělo vliv na střední dojezdovou dobu v žádném z předchozích testovaných okresů. V okrese Tachov byla po provedení dvouvýběrových testů zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba stejná v závislosti na ročním období v roce 2018, kde se ukázal výsledek jako statisticky významný.

Rok	Dvouvýběrový Wilcoxonův test		Dvouvýběrový t-test	F-test
	Testová statistika	Kritická hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	-0,41	1,96	0,129610	0,002282
2017	1,36	1,96	0,157801	0,512971
2018	-2,24	1,96	0,267327	0,850969

Tabulka 66: Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Tachov



Obrázek 54: Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Tachov

Dále bylo testováno zda se střední doby ošetření a střední doby transportu do FNL liší mezi jednotlivými výjezdovými základnami v okrese Tachov. Jelikož se jedná o více jak dvě výjezdové základny tak bylo vycházeno z výsledků získaných provedením Kruskal-Wallisova testu.

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	11,04	[9, 49; ∞)	0,026291	0,744520	-
2017	1,60	[9, 49; ∞)	0,863057	0,675264	-
2018	3,13	[9, 49; ∞)	0,539982	-	0,702708

Tabulka 67: Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen v okrese Tachov

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	16,40	[9, 49; ∞)	0,005428	0,035669	-
2017	37,17	[9, 49; ∞)	1,37E-05	0,000246	-
2018	36,18	[9, 49; ∞)	6,75E-08	-	0,015606

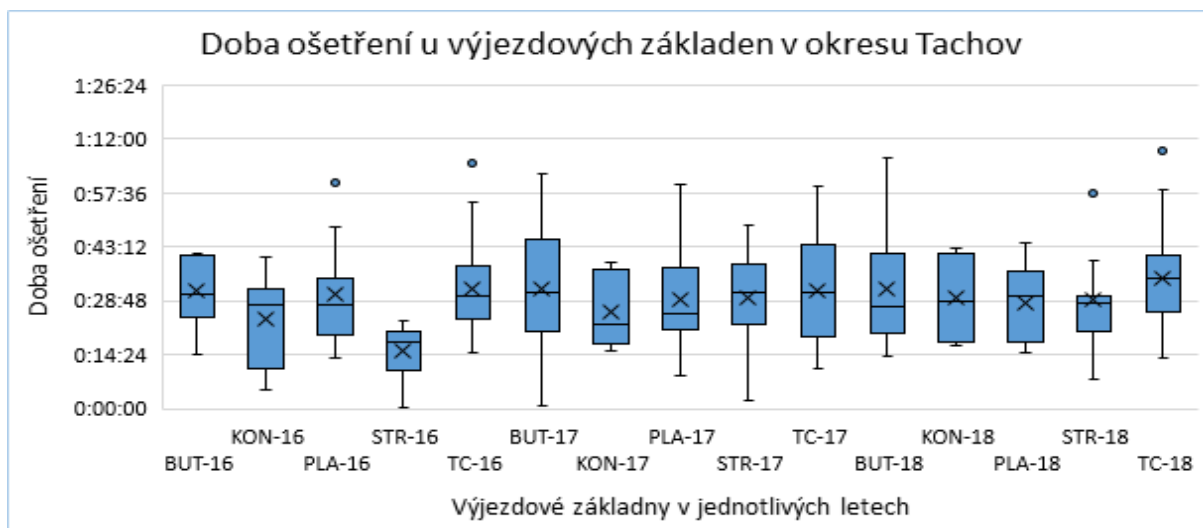
Tabulka 68: Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen v okrese Tachov

Jak je vidět z tabulky 67 nulová hypotéza o shodě středních dob ošetření byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ v roce 2016. Jelikož se testová statistika příliš neliší od hranice kritické hodnoty nebyla pomocí metody mnohonásobného porovnání zjištěna žádná dvojice základen, jejichž střední doby ošetření by vykazaly statisticky významný rozdíl. U testování střední doby transportu mezi jednotlivými základnami v okrese Tachov se projevil výsledek statisticky významný ve všech třech letech a proto byla nulová hypotéza opět na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítnuta. Provedením post-hoc analýzy pro Kruskal-Wallisův test bylo dosaženo těchto výsledků:

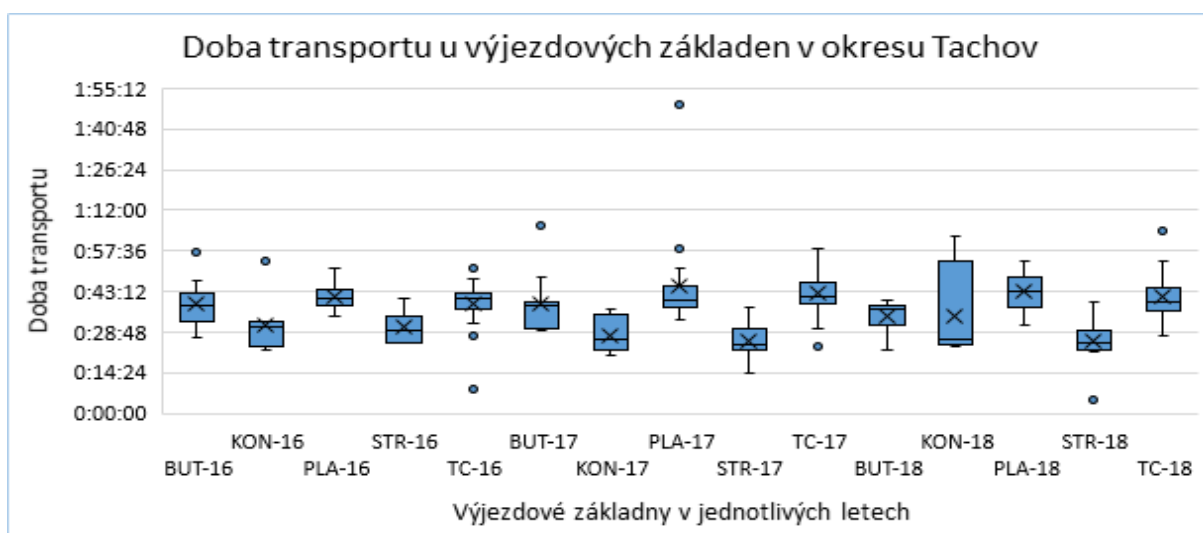
Rok	Rozdíl absolutních hodnot				Testová statistika			
	KON-PL	KON-TC	PL-STR	STR-TC	KON-PL	KON-TC	PL-STR	STR-TC
2016	26,07	-	-	-	25,35	-	-	-
2017	32,98	36,25	35,69	38,96	30,30	28,85	25,35	23,60
2018	-	-	39,15	34,03	-	-	23,17	20,99

Tabulka 69: Metoda mnohonásobného porovnání pro střední dobu transportu u výjezdových základen v okrese Tachov

Střední doba transportu do FNL se v roce 2016 projevila výrazně mezi základnou Konstantinovy Lázně-Planá. V roce 2017 se rozdíl střední doby transportu do FNL prokázal statisticky významný mezi základnou Konstantinovy Lázně-Planá, Konstantinovy Lázně-Tachov, Planá-Stříbro a Stříbro-Tachov. V roce 2018 pak byly statisticky významné rozdíly střední doby transportu u dvojic Planá-Stříbro a Stříbro-Tachov. Rozložení pozorovaných hodnot dle výjezdové základny v okrese Tachov je vidět na následujících dvou grafech.



Obrázek 55: Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Tachov

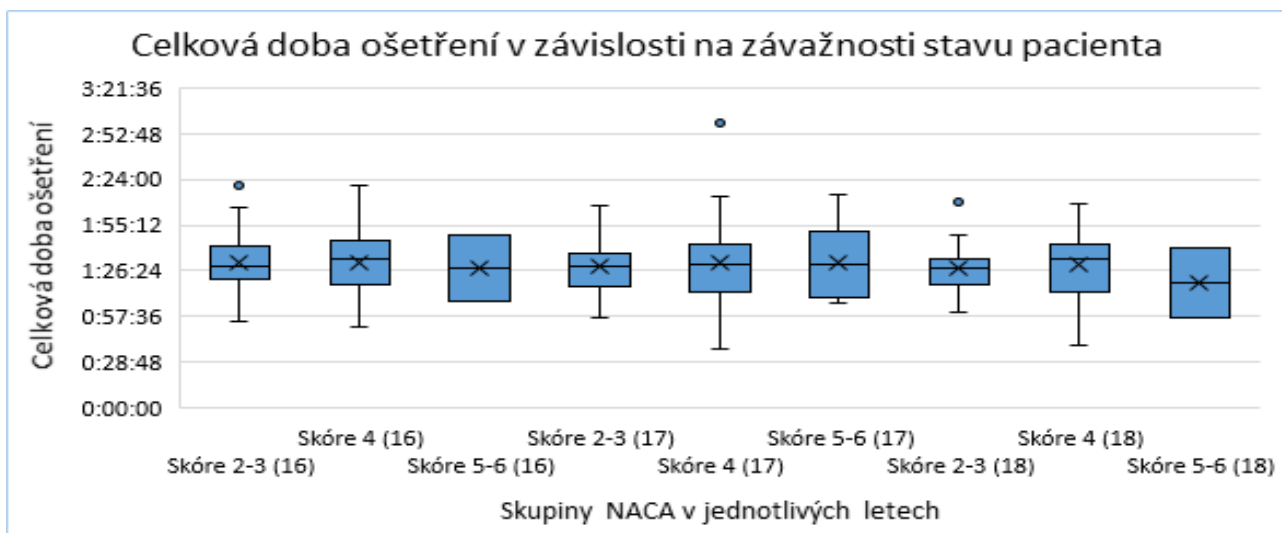


Obrázek 56: Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Tachov

Posledním testem bylo zjistit zda v okrese Tachov má závažnost stavu pacienta vliv na celkovou dobu ošetření. Po rozdělení pozorovaných hodnot do skupin dle skóre NACA jako v předchozích případech nebyla po provedení Kruskal-Wallisova testu zamítnuta nulová hypotéza, že je střední celková doba ošetření ve všech skupinách stejná. Po provedení testu bylo dosaženo těchto výsledků:

Rok	Kruskal-Wallisův test		ANOVA	Bartlettův test	Levenův test
	Testová statistika	Kritický obor	p-hodnota	p-hodnota	p-hodnota
2016	0,07	[5, 99; ∞)	0,957623	-	0,448495
2017	0,10	[5, 99; ∞)	0,916970	0,261787	-
2018	1,33	[5, 99; ∞)	0,628263	-	0,279909

Tabulka 70: Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Tachov



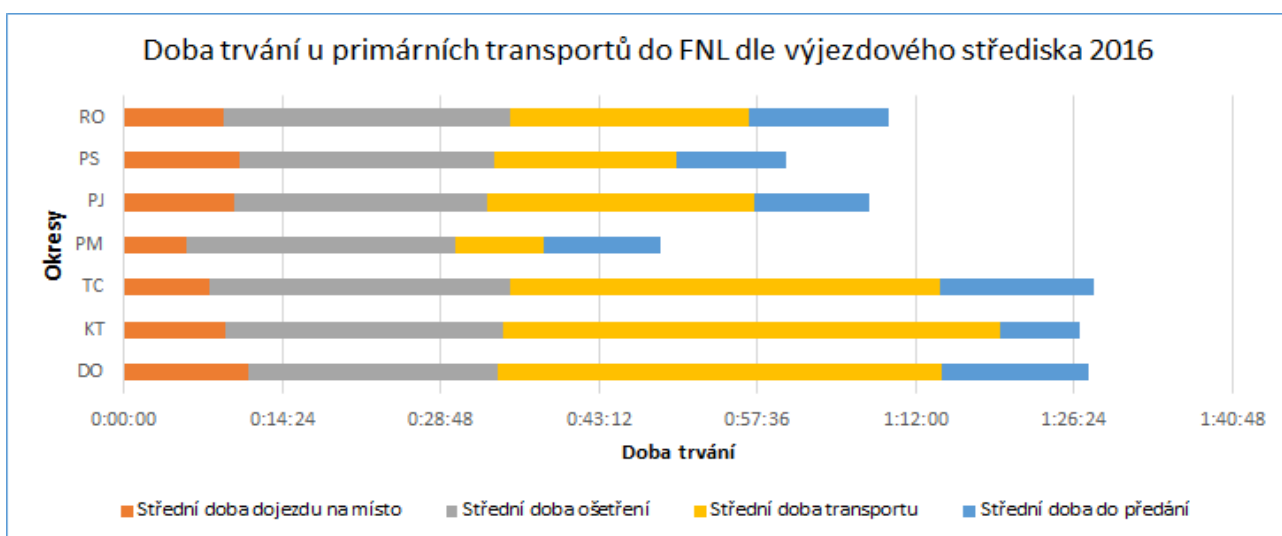
Obrázek 57: Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Tachov

Stupeň 4 tj. potenciální ohrožení života se ve všech okresech vyskytoval u pacientů nejvíce. Naopak pacienti se stupněm stavu 5 a 6 se vyskytovali v pozorovaných datech jen zřídka.

6.3.2 Porovnání okresů v jednotlivých letech

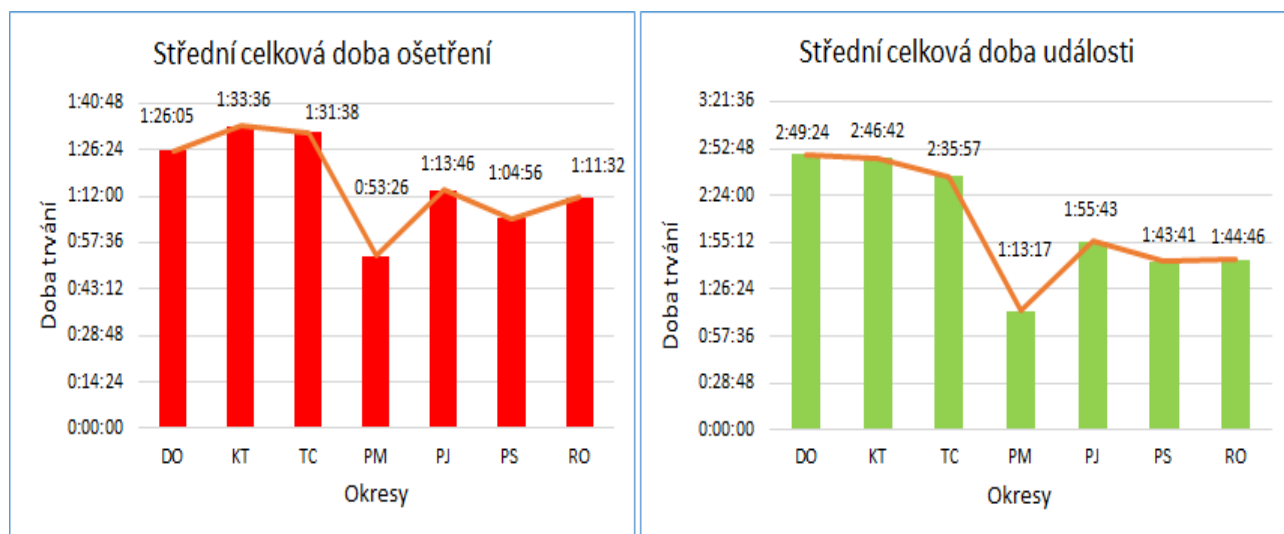
V kapitole 6.3.1 byl každý okres podroben několika testům. V této části byly jednotlivé okresy porovnány mezi sebou v jednotlivých letech. Jednalo se o porovnání střední dojezdové doby, střední doby ošetření, střední doby transportu a střední celkové doby ošetření. Testovaná data zachycovala výjezdy směřované do FNL a vzhledem ke zjištěnému charakteru pozorovaných dat u jednotlivých okresů viz kapitola 6.3.1 byly testy provedeny pomocí Kruskal-Wallisova testu.

Pro jednotlivé roky bylo rozložení jednotlivých středních dob zobrazeno pomocí pruhového grafu, kde jednotlivé doby jsou seřazeny tak, aby odpovídaly přesnému pořadí činností, ve kterém pracuje záchranná služba. Pruhový graf na obrázku 58 zobrazuje rozložení středních dob u jednotlivých okresů v roce 2016.



Obrázek 58: Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2016

Střední celková doba ošetření byla zvláště zobrazena do sloupcového grafu, jelikož je složena z dob, které jsou zobrazeny ve výše uvedeném pruhovém grafu. Dále byla pomocí sloupcového grafu zobrazena také střední celková doba události tj. doba od započetí události až do ukončení události.



Obrázek 59: Střední celková doba ošetření a střední celková doba události za rok 2016

Střední celková doba ošetření a střední celková doba události dosahuje nejkratšího času v okrese Plzeň-město. Nejdelší je naopak v okrese Klatovy, Domažlice a Tachov. Po otestování jednotlivých středních dob mezi okresy bylo dosaženo těchto výsledků:

Rok 2016	Kruskal-Wallisův test	
	Testová statistika	Kritický obor
Dojezdová doba	95,18	[12, 59; ∞)
Doba ošetření	14,89	[12, 59; ∞)
Doba transportu	433,93	[12, 59; ∞)
Celková doba ošetření	240,33	[12, 59; ∞)

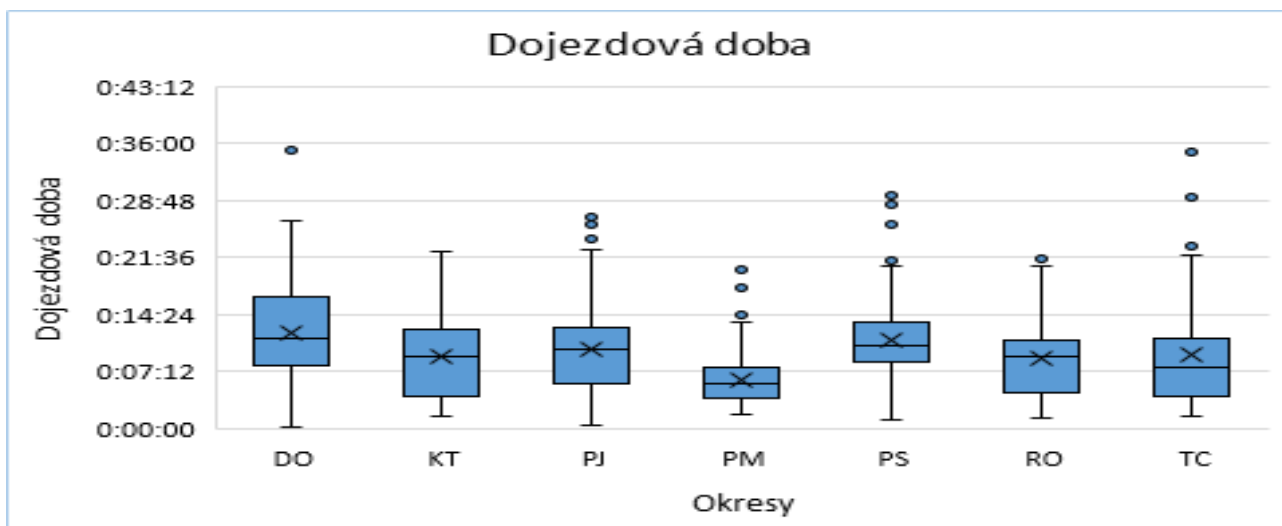
Tabulka 71: Výsledky dosažené při testování středních dob mezi jednotlivými okresy za rok 2016

Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ byla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední doba (dojezdová, ošetření, transportu a celková) stejná ve všech okresech. Po zamítnutí nulové hypotézy bylo zjištěno, které dvojice okresů se mezi sebou výrazně liší. Jelikož máme 7 okresů muselo být provedeno $7 \cdot (7-1) / 2 = 21$ pozorování. Výsledkem metody mnohonásobného porovnání bylo:

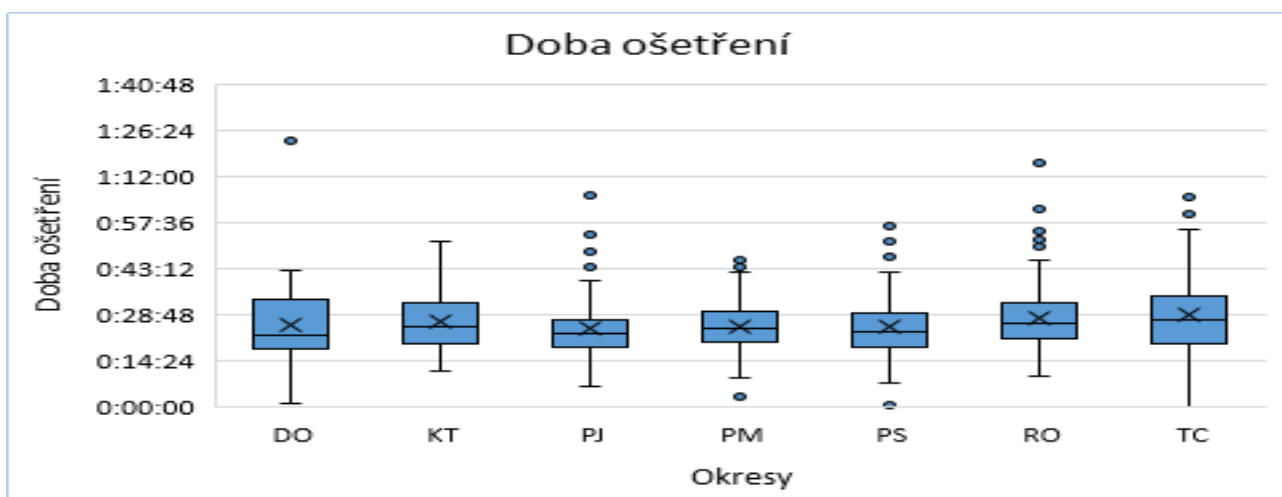
Porovnávané dvojice	Statisticky významný rozdíl středních dob			
	Doba dojezdu	Doba ošetření	Doba transportu	Celková doba
DO-KT	NE	NE	NE	NE
DO-PJ	NE	NE	ANO	NE
DO-PM	ANO	NE	ANO	ANO
DO-PS	NE	NE	ANO	ANO
DO-RO	NE	NE	ANO	NE
DO-TC	NE	NE	NE	NE
KT-PJ	NE	NE	ANO	ANO
KT-PM	NE	NE	ANO	ANO
KT-PS	NE	NE	ANO	ANO
KT-RO	NE	NE	ANO	ANO
KT-TC	NE	NE	NE	NE
PJ-PM	ANO	NE	ANO	ANO
PJ-PS	NE	NE	ANO	NE
PJ-RO	NE	NE	NE	NE
PJ-TC	NE	NE	ANO	ANO
PM-PS	ANO	NE	ANO	ANO
PM-RO	ANO	NE	ANO	ANO
PM-TC	NE	NE	ANO	ANO
PS-RO	ANO	NE	NE	NE
PS-TC	ANO	NE	ANO	ANO
RO-TC	NE	NE	ANO	ANO

Tabulka 72: Metoda mnohonásobného porovnání pro srovnání středních dob mezi jednotlivými okresy v roce 2016

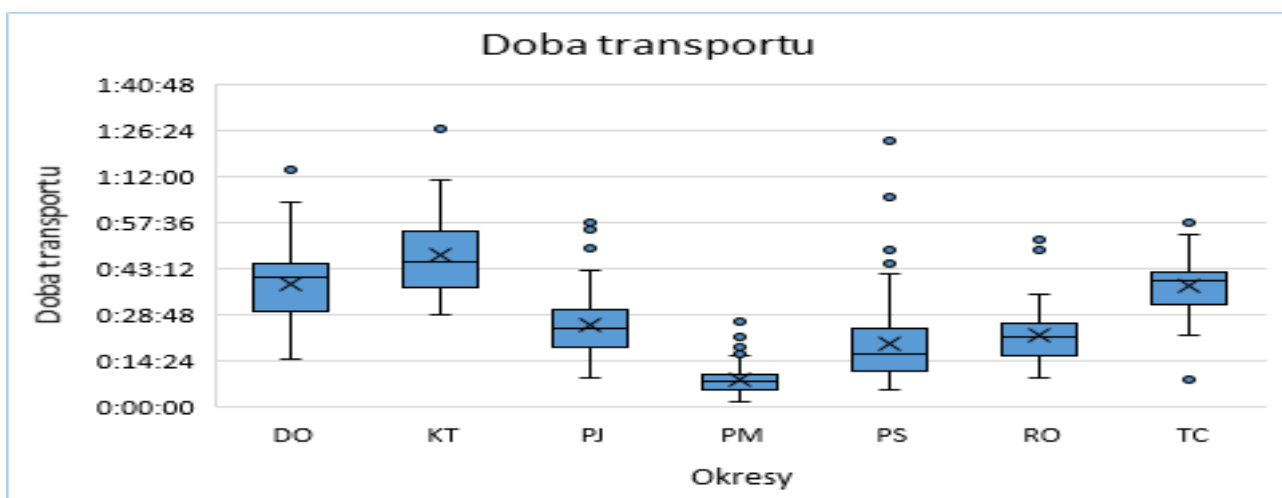
Z důvodu malého rozdílu testové statistiky a kritické hodnoty u střední doby ošetření nebyl prokázán statisticky významný rozdíl u žádné ze sledovaných dvojic. U střední dojezdové doby se odlišnost projevila převážně u dvojic, kde vystupuje okres Plzeň-město, jelikož v tomto okrese byla střední dojezdová doba nejkratší. Střední celková doba ošetření a střední doba transportu se odlišuje převážně u 70 % porovnávaných dvojic. Jedná se ve většině případů o stejné dvojice. Jak již bylo zmíněno střední doba transportu je převážně ovlivněna hustotou dopravní sítě a vzdáleností místa ze kterého je pacient převážen do FNL. Pro přehled byly vykresleny krabicové grafy zobrazující porovnávané střední doby mezi jednotlivými okresy.



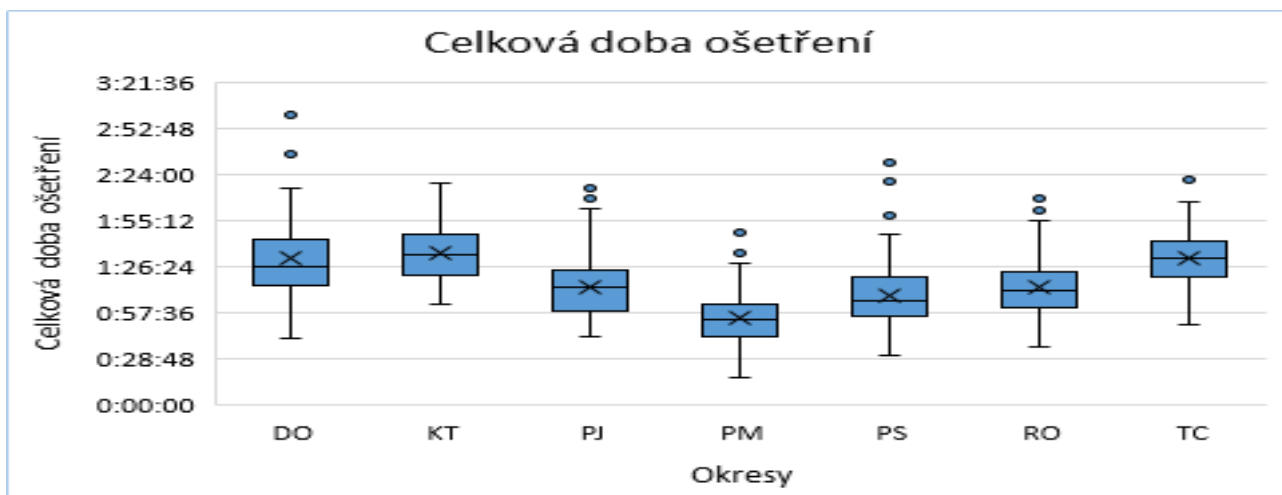
Obrázek 60: Dojezdová doba u jednotlivých okresů za rok 2016



Obrázek 61: Doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2016



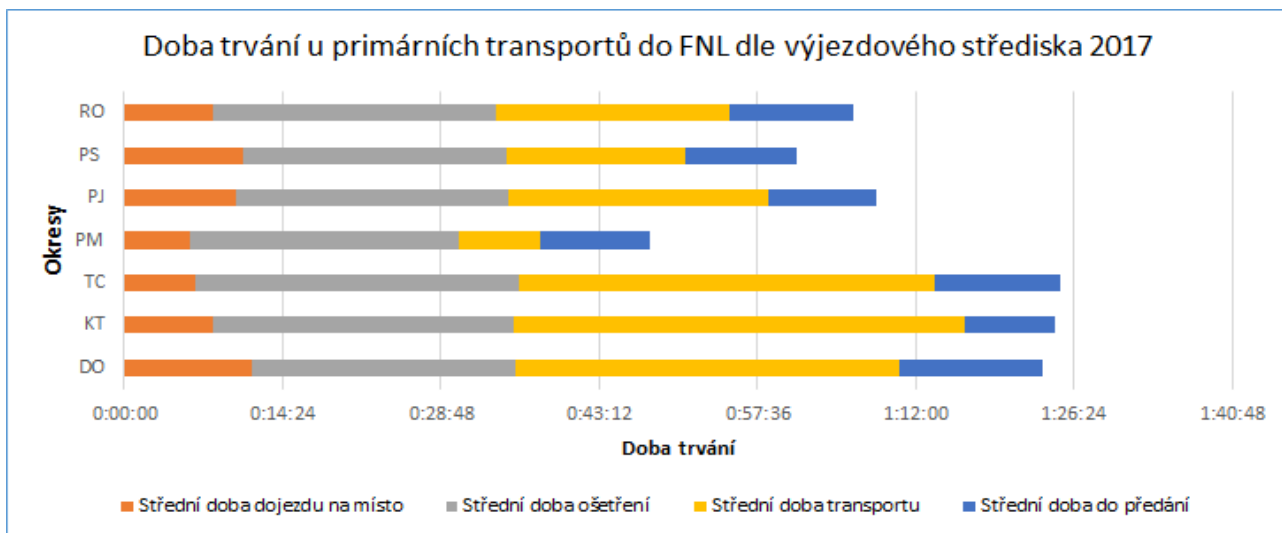
Obrázek 62: Doba transportu u jednotlivých okresů za rok 2016



Obrázek 63: Celková doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2016

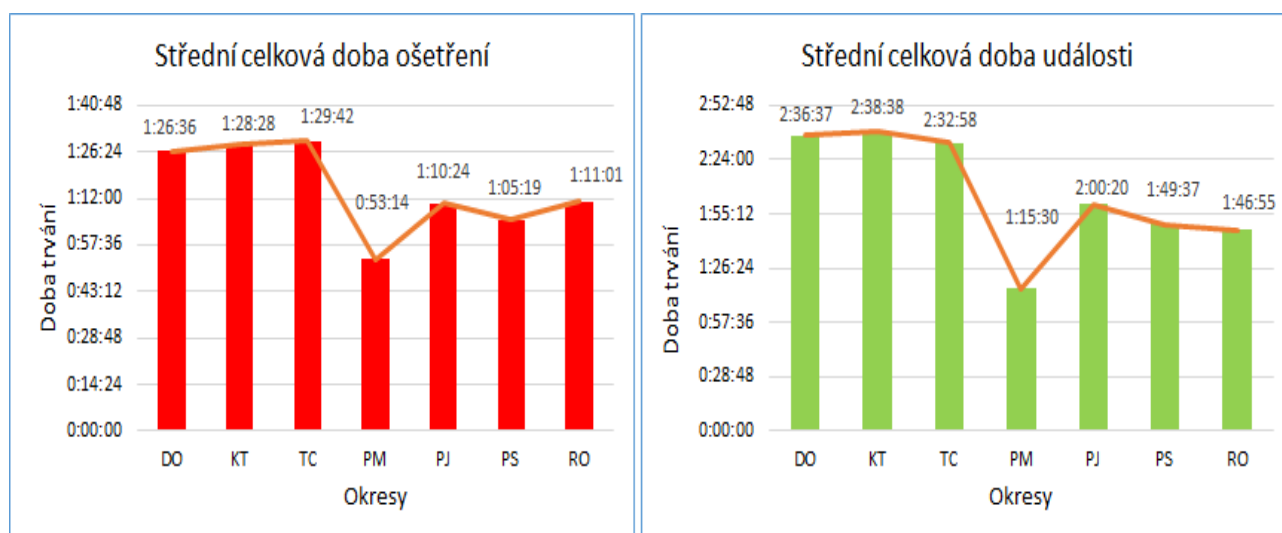
Pro všechny okresy byly dále dopočteny jejich celkové střední doby jako medián z mediánů těchto dob. Celková střední dojezdová doba je **9 minut**. Střední doba ošetření dosahuje **24 minut** stejně jako celková střední doba transportu. Celková střední doba ošetření pro všechny okresy tj. doba od výjezdu ZZS až po předání pacienta do zdravotnického střediska je **73 minut** a celková střední doba trvání události dosahuje **115 minut**.

Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2017 bylo opět zobrazeno do pruhového grafu, což lze vidět na obrázku 64.



Obrázek 64: Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2017

Stejně jako pro rok 2016 byly do sloupcového grafu zaneseny hodnoty týkající se střední celkové doby ošetření a střední celkové doby události u jednotlivých okresů.



Obrázek 65: Střední celková doba ošetření a střední celková doba události za rok 2017

Střední celková doba ošetření byla v roce 2017 nejkratší opět u okresu Plzeň-město stejně jako střední celková doba události. Nejdelsí doby se vyskytly u okresu Tachov, Klatovy a Domažlice. Na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ byla opět zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba, doba ošetření, doba transportu a celková doba ošetření stejná u všech okresů. Výsledky jsou po provedení testu zobrazeny v následující tabulce.

Rok 2017	Kruskal-Wallisův test	
	Testová statistika	Kritický obor
Dojezdová doba	83,37	[12, 59; ∞)
Doba ošetření	13,24	[12, 59; ∞)
Doba transportu	427,63	[12, 59; ∞)
Celková doba ošetření	276,07	[12, 59; ∞)

Tabulka 73: Výsledky dosažené při testování středních dob mezi jednotlivými okresy za rok 2017

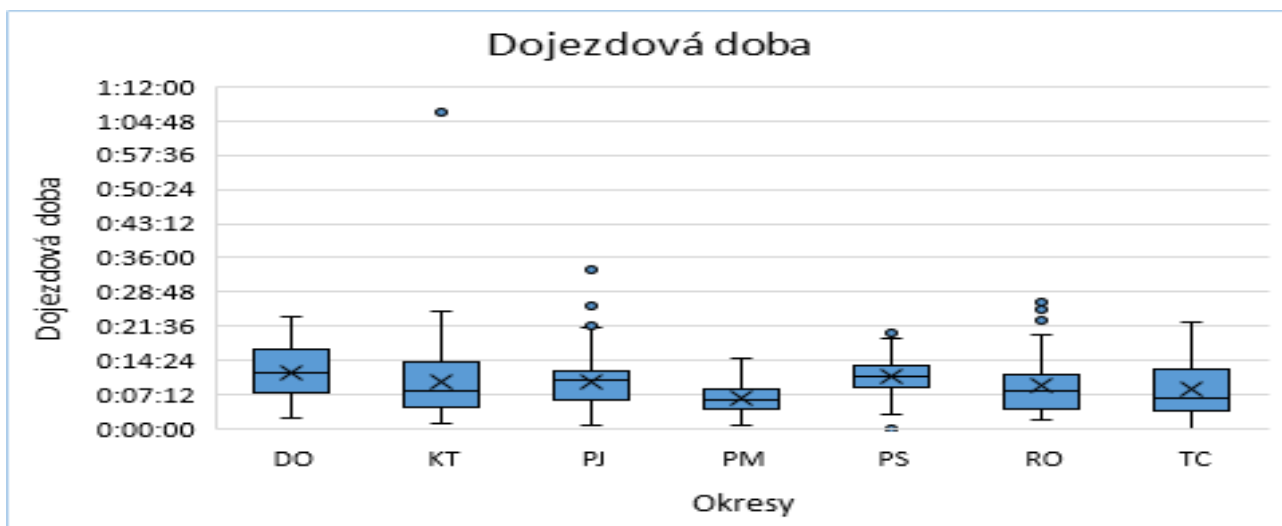
Po zamítnutí nulové hypotézy nás opět zajímalo, které dvojice středních dob se mezi sebou statisticky významně liší. Opět bylo provedeno 21 pozorování. Výsledky těchto pozorování lze vidět v tabulce 74.

Porovnávané dvojice	Statisticky významný rozdíl středních dob			
	Doba dojezdu	Doba ošetření	Doba transportu	Celková doba
DO-KT	NE	NE	NE	NE
DO-PJ	NE	NE	ANO	ANO
DO-PM	ANO	NE	ANO	ANO
DO-PS	NE	NE	ANO	ANO
DO-RO	NE	NE	ANO	ANO
DO-TC	ANO	NE	NE	NE
KT-PJ	NE	NE	ANO	ANO
KT-PM	NE	NE	ANO	ANO
KT-PS	NE	NE	ANO	ANO
KT-RO	NE	NE	ANO	ANO
KT-TC	NE	NE	NE	NE
PJ-PM	ANO	NE	ANO	ANO
PJ-PS	NE	NE	ANO	NE
PJ-RO	NE	NE	NE	NE
PJ-TC	NE	NE	ANO	ANO
PM-PS	ANO	NE	ANO	ANO
PM-RO	NE	NE	ANO	ANO
PM-TC	NE	NE	ANO	ANO
PS-RO	NE	NE	NE	NE
PS-TC	ANO	NE	ANO	ANO
RO-TC	NE	NE	ANO	ANO

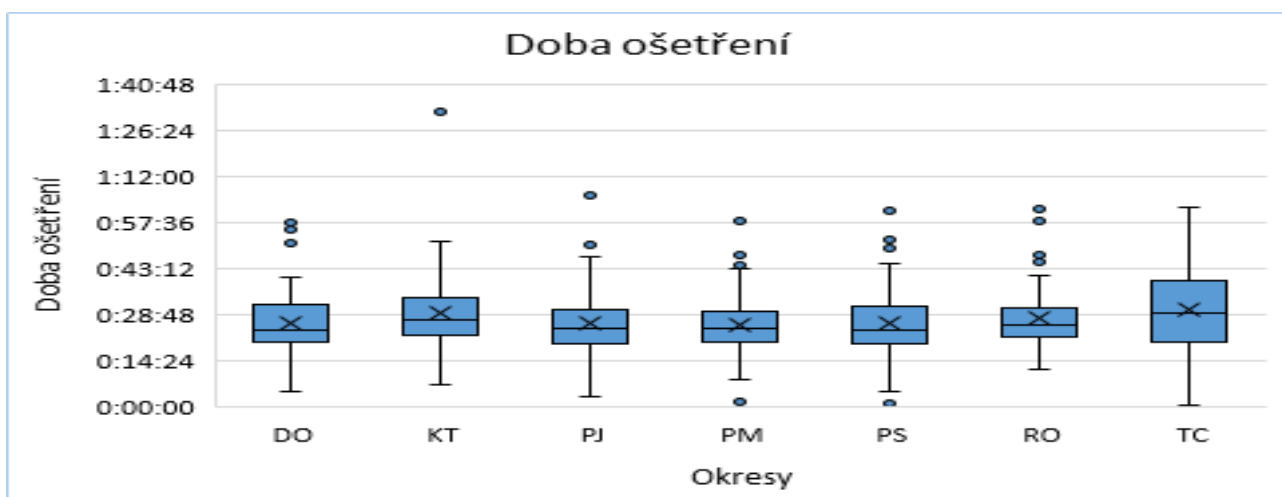
Tabulka 74: Metoda mnohonásobného porovnání pro srovnání středních dob mezi jednotlivými okresy v roce 2017

Stejně jako v předchozím roce se u střední doby ošetření neprojevil statisticky významný rozdíl u žádné z pozorovaných dvojic. U střední doby transportu byly významné rozdíly stejné jako u dvojic v tabulce 72. U střední celkové doby ošetření se oproti roku 2016 navíc prokázal rozdíl u dvojice Domažlice/Plzeň-jih a Domažlice-Rokycany.

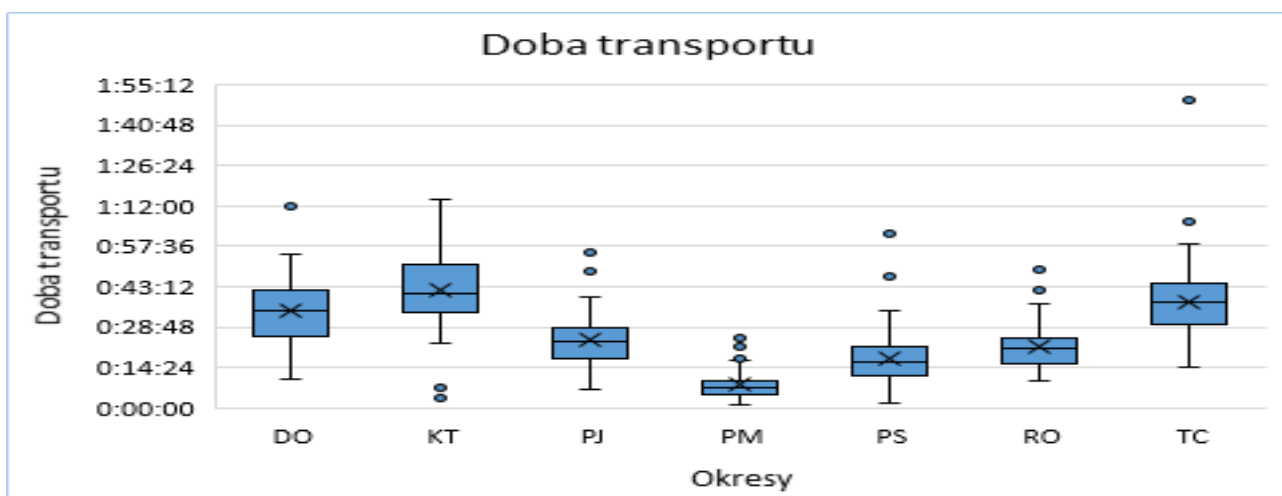
Pro rok 2017 byla pro všechny okresy celková střední dojezdová doba **8 minut**. Dále po provedení výpočtu byla střední doba ošetření pro všechny okresy **24 minut**, celková střední doba transportu **23 minut**, celková střední doba ošetření **71 minut** a celková střední doba trvání události **120 minut**. Následující grafy zobrazují pozorované hodnoty v jednotlivých okresech pro výpočet již zmíněných celkových středních dob za rok 2017.



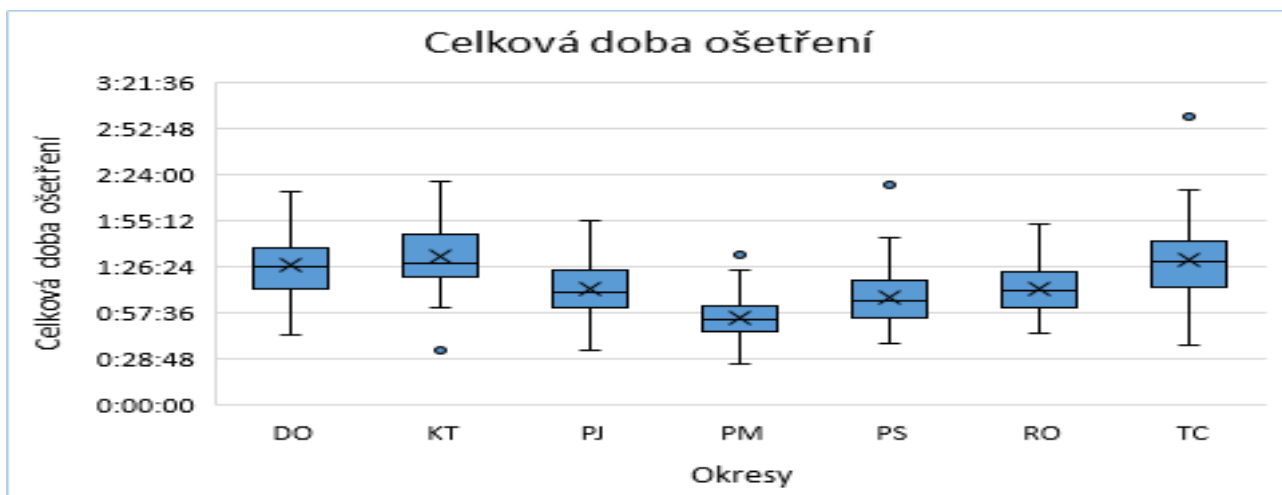
Obrázek 66: Dojezdová doba u jednotlivých okresů za rok 2017



Obrázek 67: Doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2017

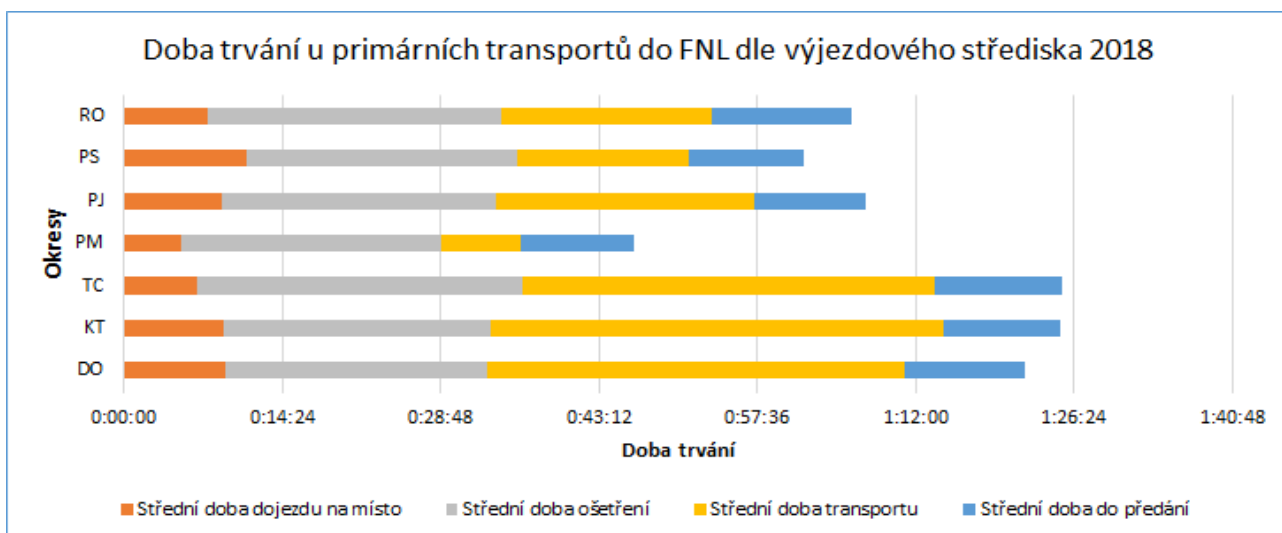


Obrázek 68: Doba transportu u jednotlivých okresů za rok 2017



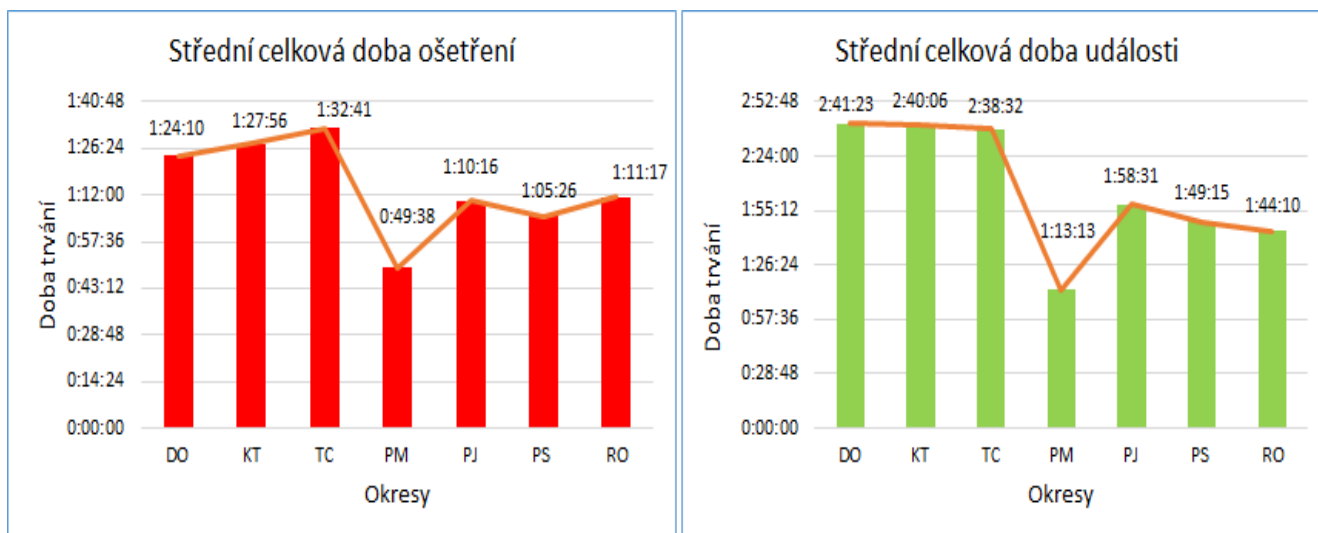
Obrázek 69: Celková doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2017

Stejně jako v předchozích dvou letech byly taktéž v roce 2018 jednotlivé střední doby zobrazeny do pruhového grafu dle pořadí činností záchranné služby.



Obrázek 70: Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2018

Střední celková doba ošetření a střední celková doba události byla v roce 2018 opět nejkratší v okrese Plzeň-město a nejdelší v okresech Domažlice, Tachov a Klatovy. Provedením Kruskal-Wallisova testu byla na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ opět zamítnuta nulová hypotéza, že je střední dojezdová doba, doba ošetření, doba transportu a celková doba ošetření stejná ve všech okresech. Grafy na obrázku 71 zobrazují střední celkovou dobu ošetření a střední celkovou dobu události. Tabulka 75 potom výsledky po provedení testu.

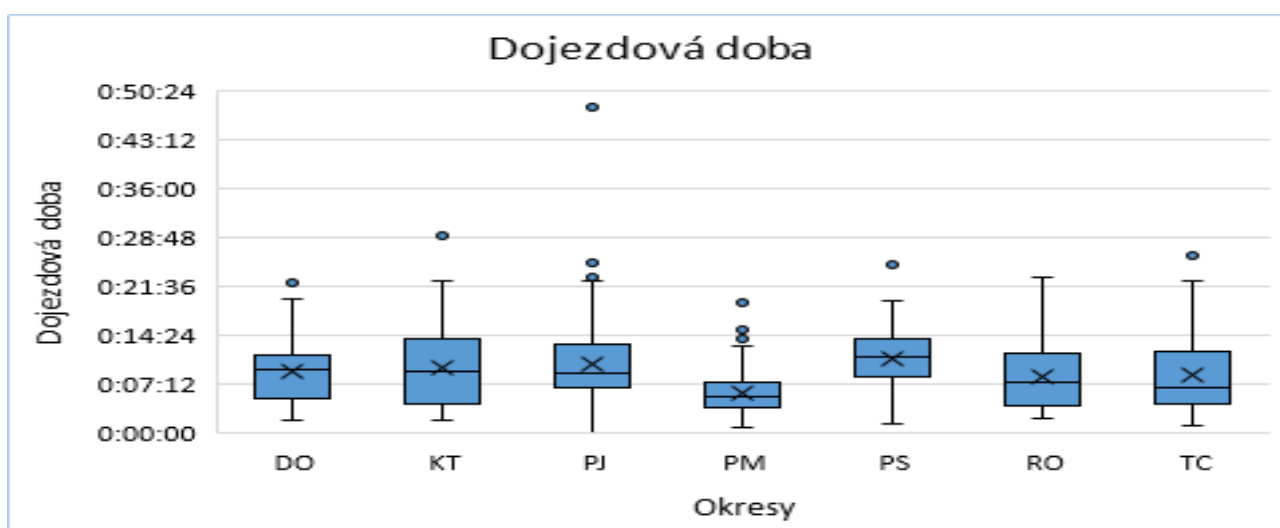


Obrázek 71: Střední celková doba ošetření a střední celková doba události za rok 2018

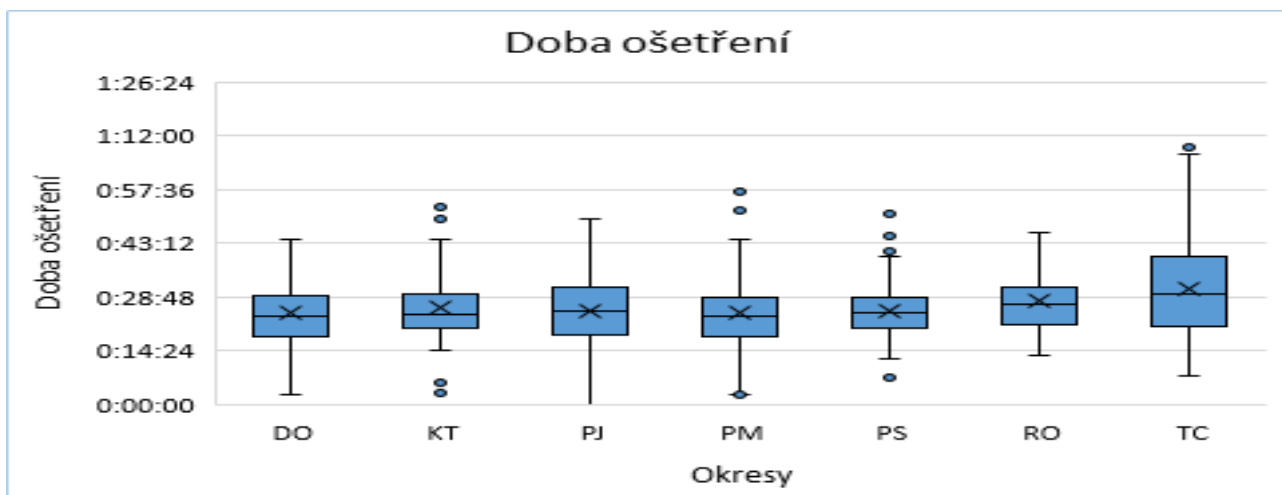
Rok 2018	Kruskal-Wallisův test	
	Testová statistika	Kritický obor
Dojezdová doba	87,89	[12, 59; ∞)
Doba ošetření	23,73	[12, 59; ∞)
Doba transportu	420,50	[12, 59; ∞)
Celková doba ošetření	259,44	[12, 59; ∞)

Tabulka 75: Výsledky dosažené při testování středních dob mezi jednotlivými okresy za rok 2018

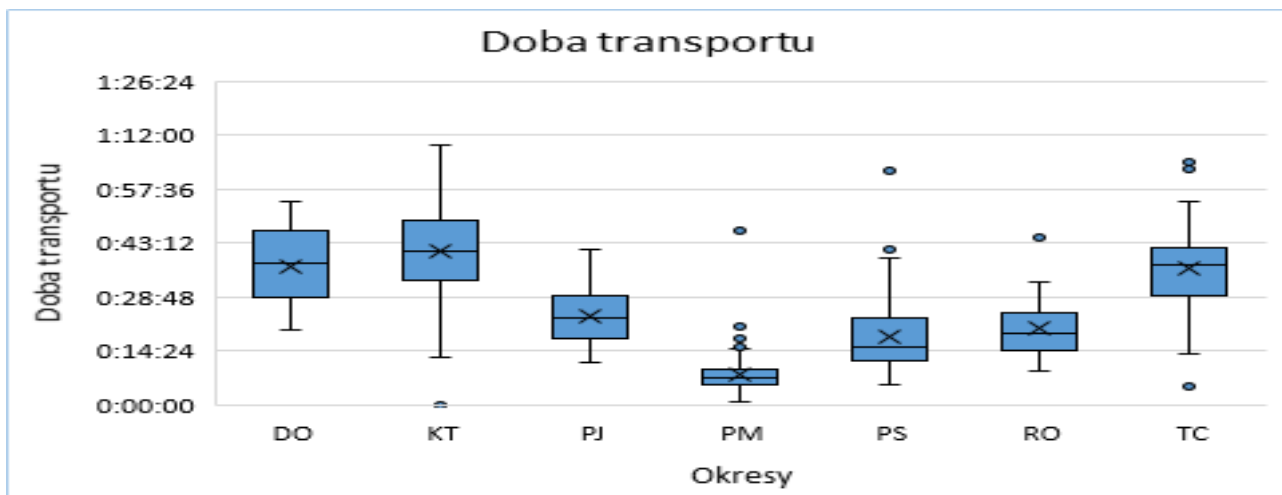
Pozorované hodnoty pro jednotlivé okresy jsou zobrazeny pomocí následujících krabicových grafů.



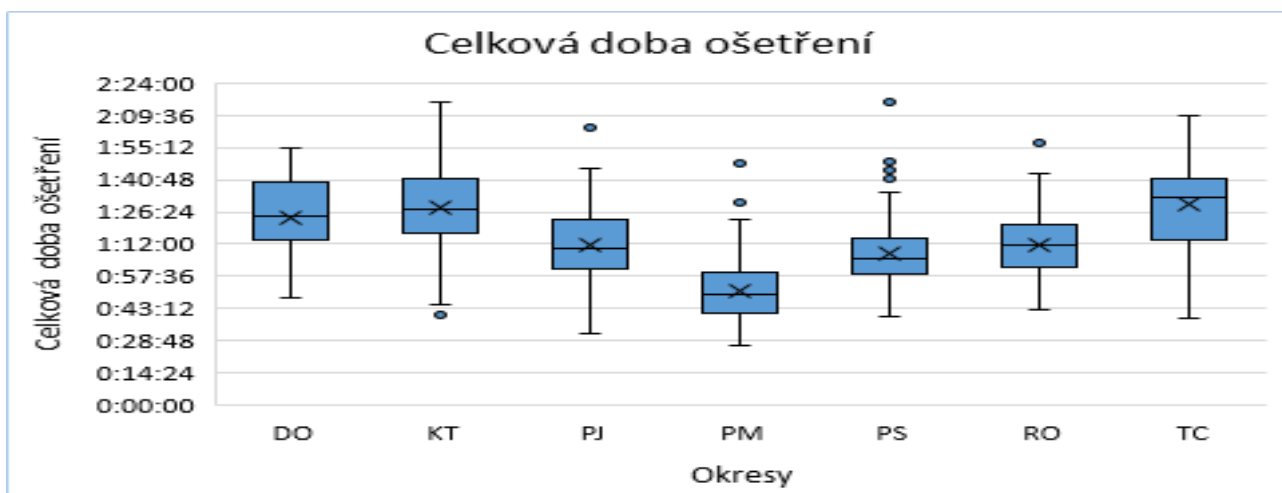
Obrázek 72: Dojezdová doba u jednotlivých okresů za rok 2018



Obrázek 73: Doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2018



Obrázek 74: Doba transportu u jednotlivých okresů za rok 2018



Obrázek 75: Celková doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2018

V roce 2018 vyšla pro všechny okresy střední dojezdová doba **8 minut**. Dále potom střední doba ošetření **24 minut**, celková střední doba transportu **23 minut**, celková střední doba ošetření **71 minut** a celková střední doba události **118 minut**.

Ve sledovaných letech byly všechny celkové střední doby přibližně stejné a tedy nedošlo během těchto let k výraznému zlepšení či zhoršení činnosti záchranné služby Plzeňského kraje. Střední doba předání pacienta do zdravotnického střediska se pohybovala přibližně kolem **10 minut** v každém sledovaném roce.

Pomocí metody mnohonásobného porovnání bylo také v roce 2018 zjištěno, které dvojice okresů vykazují statisticky významný rozdíl některé z testovaných středních dob.

Porovnávané dvojice	Statisticky významný rozdíl středních dob			
	Doba dojezdu	Doba ošetření	Doba transportu	Celková doba
DO-KT	NE	NE	NE	NE
DO-PJ	NE	NE	ANO	NE
DO-PM	NE	NE	ANO	ANO
DO-PS	NE	NE	ANO	ANO
DO-RO	NE	NE	ANO	NE
DO-TC	NE	NE	NE	NE
KT-PJ	NE	NE	ANO	ANO
KT-PM	ANO	NE	ANO	ANO
KT-PS	NE	NE	ANO	ANO
KT-RO	NE	NE	ANO	ANO
KT-TC	NE	NE	NE	NE
PJ-PM	ANO	NE	ANO	ANO
PJ-PS	NE	NE	NE	NE
PJ-RO	NE	NE	NE	NE
PJ-TC	NE	NE	ANO	ANO
PM-PS	ANO	NE	ANO	ANO
PM-RO	ANO	NE	ANO	ANO
PM-TC	NE	ANO	ANO	ANO
PS-RO	ANO	NE	NE	NE
PS-TC	ANO	NE	ANO	ANO
RO-TC	NE	NE	ANO	ANO

Tabulka 76: Metoda mnohonásobného porovnání pro srovnání středních dob mezi jednotlivými okresy v roce 2018

Střední dojezdová doba je rozdílná u dvojic, kde je indikován převážně okres Plzeň-město a Plzeň-sever. Rozdíl střední doby ošetření se projevil jako statisticky významný pouze mezi okresem Plzeň-město a Tachov. Střední celková doba ošetření a střední doba transportu je opět rozdílná přibližně u 70 % pozorovaných dvojic.

6.3.3 Porovnání okresů mezi jednotlivými roky

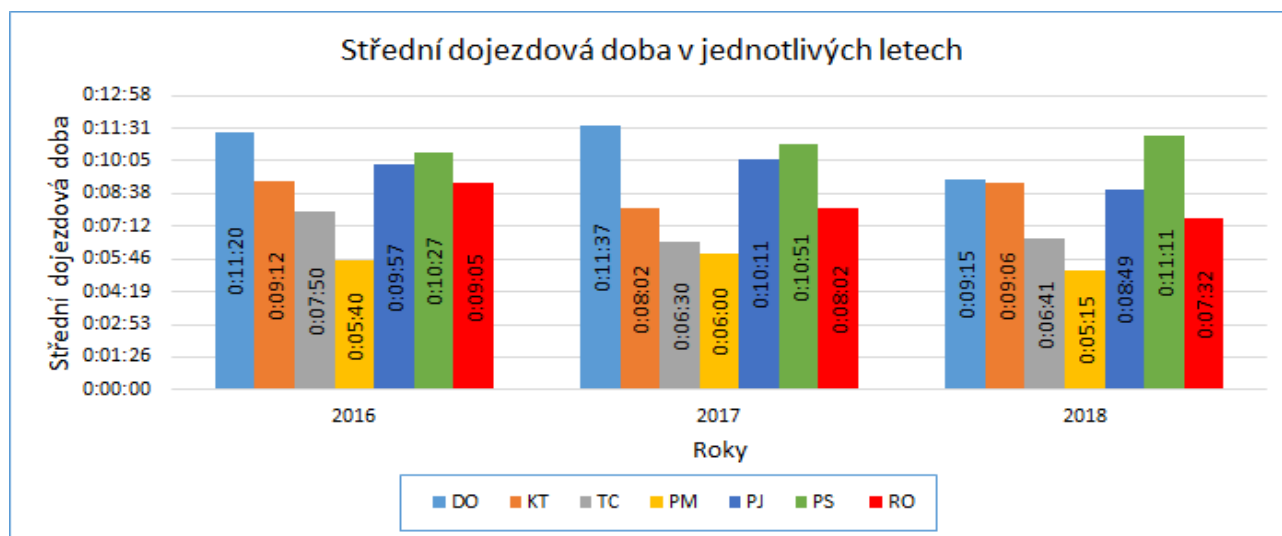
V této části byly porovnávány jednotlivé okresy mezi sebou ve všech sledovaných letech. Data se týkala opět výjezdů směřovaných do FNL. Na základě malého rozsahu let je vývoj budoucích hodnot těžko předvídatelný. Po aplikování Kruskal-Wallisova testu na data bylo zjištěno, že u okresu Domažlice, Klatovy, Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany a Tachov nedošlo během let 2016 až 2018 k žádnému výraznému zlepšení či zhoršení činnosti záchranné služby. Rychlost vykonávání činností záchranné služby tak byla v těchto letech zhruba konstantní.

U okresu Plzeň-město byla zamítnuta nulová hypotéza, že je střední celková doba ošetření stejná ve všech letech. Nebyl však prokázán žádný významný rozdíl mezi některou z dvojic sledovaných roků kvůli malému rozdílu testové statistiky a kritické hodnoty. Aplikováním Kruskal-Wallisova testu na data bylo dosaženo těchto výsledků:

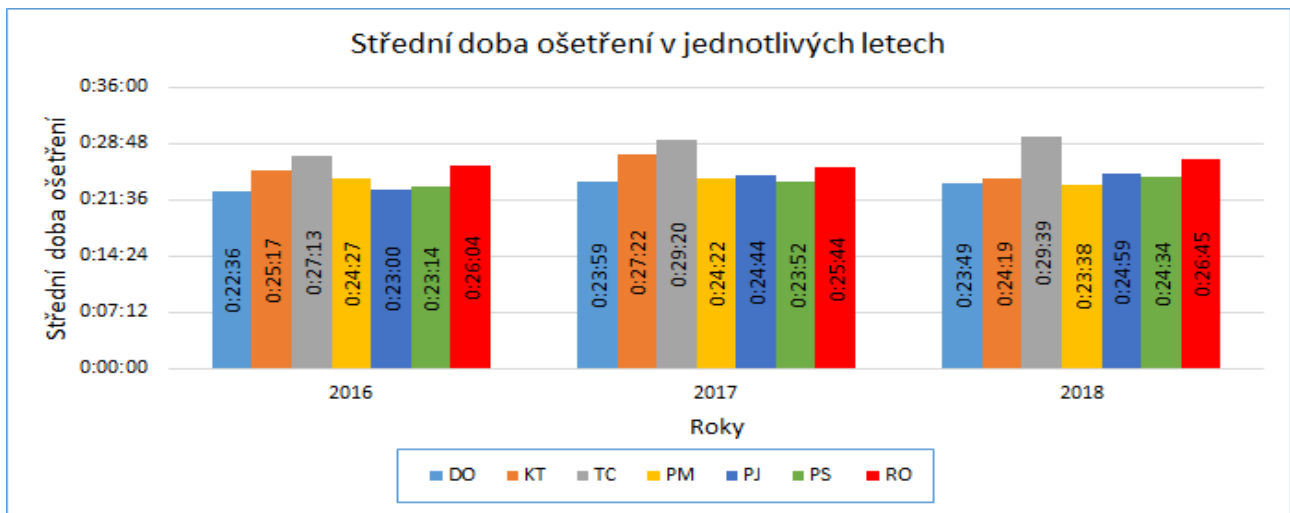
Okres	Testová statistika pro porovnání středních dob			
	Dojezdová doba	Doba ošetření	Doba transportu	Celková doba ošetření
DO	5,90	0,43	2,23	0,88
KT	0,09	4,45	4,07	2,01
TC	0,75	0,93	1,38	0,49
PJ	0,01	3,14	1,52	0,21
PM	3,59	3,19	0,91	7,01
PS	0,05	0,73	0,35	0,10
RO	0,35	0,66	4,77	0,15

Tabulka 77: Výsledky dosažené při testování středních dob jednotlivých okresů mezi rokem 2016 až 2018

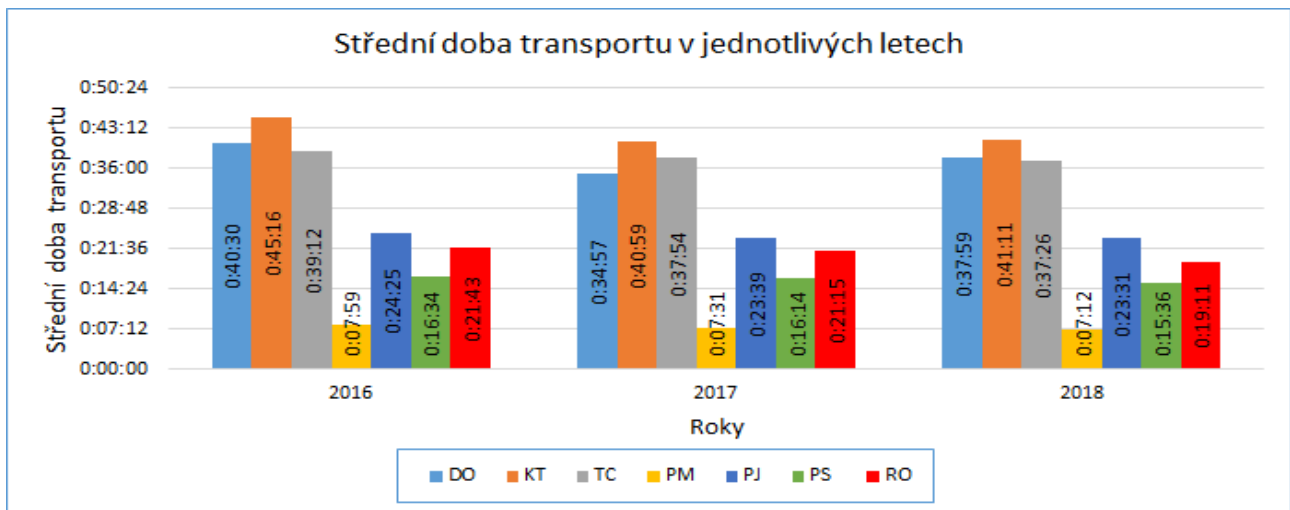
Kritický obor byl ve všech případech $[5, 99; \infty)$, jelikož se jedná o χ^2 rozdělení se 2 stupni volnosti. Pro přehled byly pozorované hodnoty u jednotlivých okresů zobrazeny do sloupcových grafů na nichž lze vidět, že jsou jednotlivé doby během let 2016 až 2018 zhruba stejné.



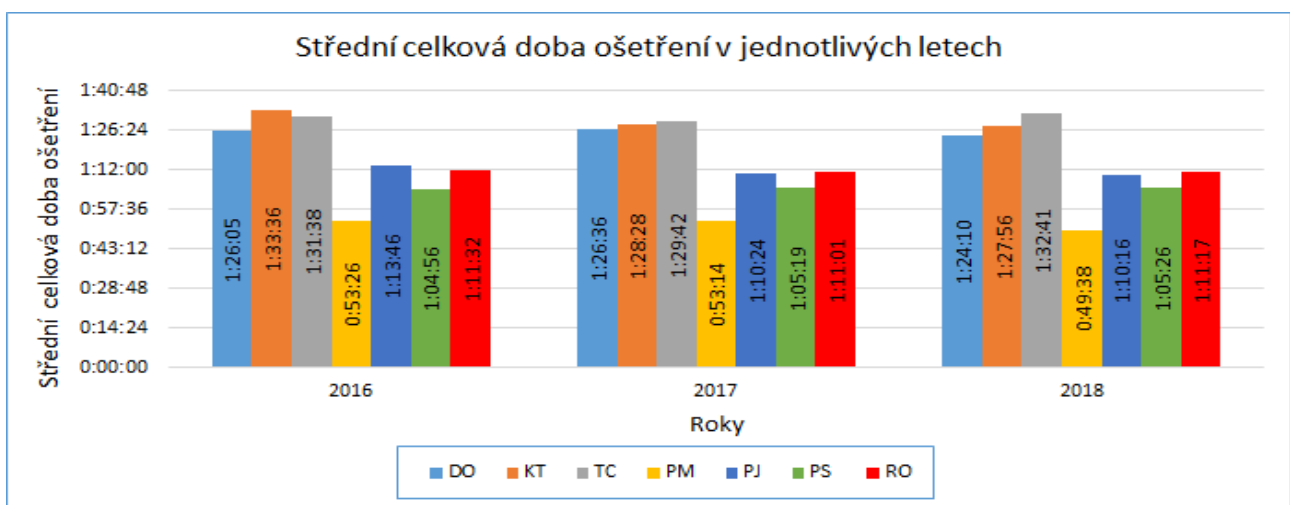
Obrázek 76: Střední dojezdová doba v jednotlivých letech



Obrázek 77: Střední doba ošetření v jednotlivých letech



Obrázek 78: Střední doba transportu v jednotlivých letech

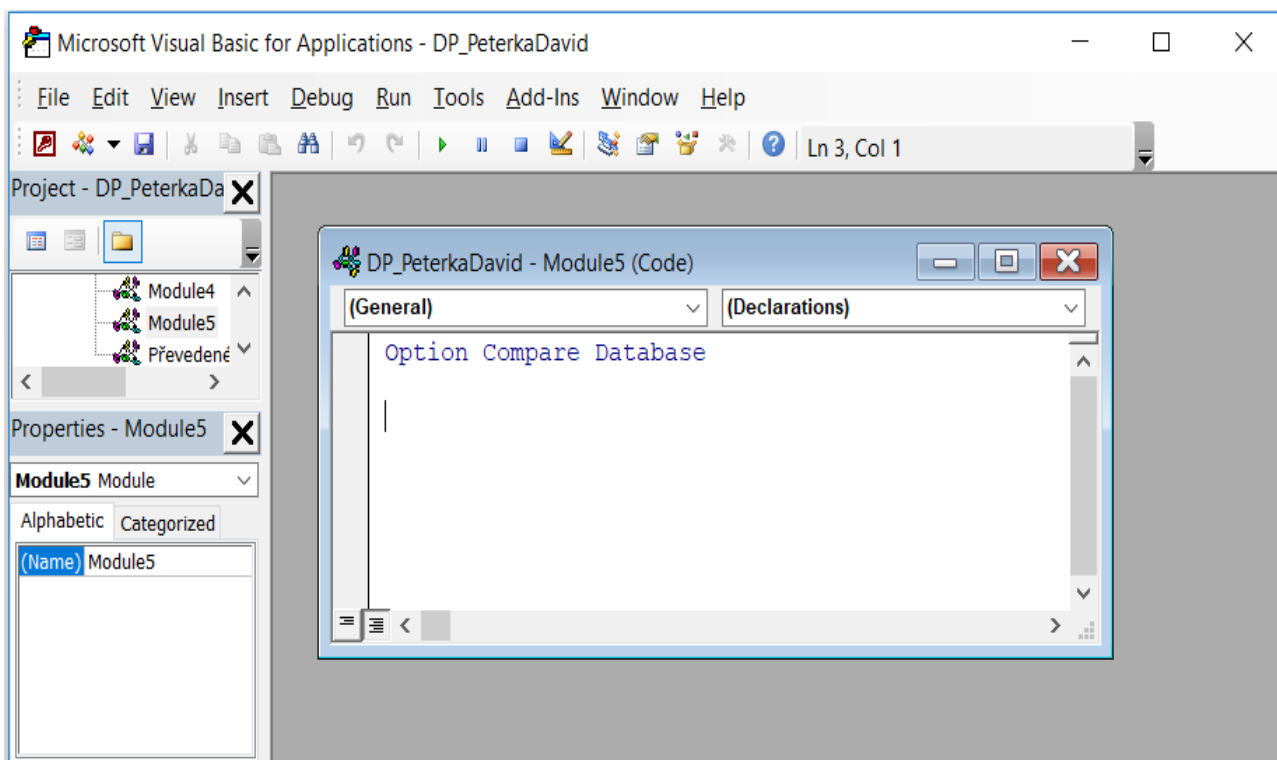


Obrázek 79: Střední celková doba ošetření v jednotlivých letech

6.4 Implementace databázové aplikace

Po dokončení testů byla vytvořena databázová aplikace v softwaru Microsoft Access, která porovnává hlavní činnosti záchranné služby. Jedná se o porovnání střední dojezdové doby, doby ošetření, doby transportu, doby předání, celkové doby ošetření a doby trvání události mezi jednotlivými okresy Plzeňského kraje, jenž je uvedeno v kapitole 6.3.2 a 6.3.3.

Získaná data byla importována z tabulkového procesoru Microsoft Excel. Následně byla data očištěna od chybějících údajů pomocí dotazů vytvořených v jazyce SQL. Pro vytvoření databáze byly využity formuláře. Formulář je databázový objekt, který je připojený k určitému zdroji dat, jako je například tabulka nebo dotaz. Po vytvoření formulářů bylo nutné vytvořit vazby mezi databázovými objekty. V jednotlivých formulářích byly vytvořeny příkazové tlačítka. Při kliknutí na tato tlačítka se spustila procedura pomocí vytvořeného kódu v programovacím jazyce Visual Basic, který je součástí databázového softwaru Microsoft Access. Na obrázku 80 je ukázka pracovního prostředí programovacího jazyka Visual Basic.



Obrázek 80: Pracovní prostředí programovacího jazyka Visual Basic

Pro spuštění celé databáze bylo vytvořeno makro s názvem **Autoexec**, které bylo následně převedeno do Visual Basicu. Pro pochopení vytvořené databáze je k dispozici uživatelská příručka (viz Příloha N).

7 Závěr

Tato práce byla zaměřena na statistické zpracování dat zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje. Data se týkala pacientů, kteří prodělali cévní mozkovou příhodu během let 2016 až 2018. Na začátku bylo uvedeno několik typů dat, se kterými se lze setkat v oblasti lékařství a zdravotnictví. Dále byly uvedeny základní pojmy týkající se testování hypotéz a byly zpracovány výpočetní principy u vybraných parametrických a neparametrických testů.

V diplomové práci byly provedeny analýzy týkající se porovnání skupin podle určitých kritérií. Z počátku jsme testovali zda během sledovaných let bylo rozložení četností pacientů v jednotlivých věkových kategoriích stejné. Dále byly porovnávány hlavní činnosti zdravotnické záchranné služby mezi jednotlivými okresy a výjezdovými základnami Plzeňského kraje. Porovnávala se střední dojezdová doba dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví a dle ročního období, střední doba ošetření dle typu posádky a výjezdové základny, střední doba transportu dle zdravotnického střediska a výjezdové základny a střední celková doba ošetření dle závažnosti stavu pacienta. U okresu Domažlice a Klatovy byla navíc porovnávána střední doba předání dle zdravotnického střediska.

Z důvodu malého rozsahu dat, nenormality dat a nepředvídatelnému vývoji budoucích hodnot bylo vycházeno z výsledků dosažených pomocí neparametrických testů. Tyto testy mají nižší nároky na data a mají tak univerzálnější použití. Jako hlavní metody byly navrženy dvouvýběrový Wilcoxonův test, Kruskal-Wallisův test, mediánový test a znaménkový test.

Očištění dat od chybějících údajů bylo provedeno ve strukturovaném dotazovacím jazyce SQL. Vstupní data k jednotlivým testům byla opět získána pomocí SQL. Získaná data pro jednotlivé testy byla dále exportována do tabulkového procesoru Microsoft Excel, kde byla otestována pomocí zmíněných neparametrických testů. Po provedení testů byla vytvořena databázová aplikace v softwaru Microsoft Access, která zobrazuje výjezdy ZZS PK a slouží k porovnání činností ZZS mezi jednotlivými okresy a roky.

Porovnáním jednotlivých okresů mezi sledovanými roky bylo zjištěno, že během těchto let nedošlo u žádného okresu k výraznému zlepšení či zhoršení činností záchranné služby. U jednotlivých okresů bychom se rádi do budoucna věnovali případům, kdy by došlo k otevření nového iktového oddělení v Plzeňském kraji. V takovém případě by nás zajímalo z jakého místa či okresu je výhodnější převážet pacienty do FNL oproti novému iktovému oddělení. Dalším námětem pro rozšíření práce může být také sledování stavu pacienta ve zdravotnickém středisku během jeho úplné léčby.

Reference

- [1] 374/2011 Sb. Zákon o zdravotnické záchranné službě: *Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-374/zneni-20170701>
- [2] BERNÁ, Zuzana. *Dvouvýběrové parametrické a neparametrické testy*. Brno, 2006. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta.
- [3] BĚLÁŠKOVÁ, Silvie a Lenka BLAŽKOVÁ. *Moderní analýza medicínských dat* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/22_23_statsoft.pdf
- [4] DOHNAL, Gejza. *Vícefaktoriální návrhy experimenty* [online]. Ostravská univerzita [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://sms.nipax.cz/_media/planovani_experimentu:ppe_5.pdf
- [5] DRGÁČ, Radim. *Metody zpracování medicínských dat*. Brno, 2006. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Fakulta informatiky.
- [6] DUBJÁKOVÁ, Eva. *Metody mnohonásobného porovnávání pro jednoduché třídění*. Brno, 2009. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta.
- [7] Histogram plot. *Math Works: MATLAB and Simulink for Technical Computing* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/matlab.graphics.chart.primitive.histogram.html>
- [8] J. SELTMAN, Howard. *Experimental Design and Analysis* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://www.stat.cmu.edu/~hseltman/309/Book/Book.pdf>
- [9] JABOR, Antonín. *Encyklopedie laboratorní medicíny pro klinickou praxi* [online]. Ostravská univerzita [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://www.demo4.smitka.eu/encyklopedie/A/AJDMV.htm>
- [10] LITSCHMANNOVÁ, Martina. *Úvod do statistiky* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: http://mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/uvod_do_statistiky.pdf
- [11] *Modifikovaná Rankinova škála* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://www.cmp-manual.cz/920-mRS.html>
- [12] [Mojezdрави.cz: Mozková mrtvice](https://www.mojezdрави.cz/nemoci/mozkova-mrtvice-cevni-mozkova-prihoda-1899.html) [online]. [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://www.mojezdрави.cz/nemoci/mozkova-mrtvice-cevni-mozkova-prihoda-1899.html>
- [13] NEUBAUER, Jiří. *Testování hypotéz: Jednovýběrové testy* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://k101.unob.cz/~neubauer/pdf/testy_hypotez2.pdf
- [14] *Parametrické testy* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ttest.htm>

- [15] Plzeňský kraj. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Plze%C5%88sk%C3%BD_kraj
- [16] *Porovnání dvou výběrů* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://www.trilobyte.cz/downloadfree/qcemanual/twosamp.pdf>
- [17] Portal.matematickabiologie.cz: *Metody mnohonásobného porovnávání* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analiza-a-hodnoceni-biologicky-ch-dat--statisticke-modelovani--analiza-rozptylu>
- [18] REIF, Jiří. *Metody matematické statistiky*. Plzeň, 2004. ISBN 80-7043-302-7.
- [19] *Safe Implementation of Treatments in Stroke* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.sitsinternational.org/>
- [20] SALCMAN, Václav. *Skórovací systémy používané v PNP a NNP*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta zdravotnických studií.
- [21] SIEGEL Sidney, CASTELLAN John N. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2. vyd. Columbus : McGraw-Hill, 1988. ISBN 978-0070573574
- [22] Šedivá, Blanka. *Přednášky z předmětu KMA/MSM*. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kma/msm/prednasky.html>
- [23] Testování statistických hypotéz: *Základní pojmy* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://meloun.upce.cz/docs/lecture/chemometrics/slidy/36testy.pdf0>
- [24] TVRDÍK, Josef. *Analýza dat 2 upravené vydání* [online]. Ostravská univerzita, 2008 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: http://www1.osu.cz/~tvrdik/wp-content/uploads/XANDT_09.pdf
- [25] Wikisofia.cz: *Principy statistické indukce* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: https://wikisofia.cz/wiki/Principy_statistick%C3%A9_indukce
- [26] *Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje* [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <http://www.zzspk.cz/>
- [27] Zdravotnická záchranná služba. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zdravotnick%C3%A1_z%C3%A1chrann%C3%A1_slu%C5%BEba
- [28] Zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Zdravotnick%C3%A1_z%C3%A1chrann%C3%A1_slu%C5%BEba_Plze%C5%88sk%C3%A9ho_kraje

Seznam obrázků

1	Ukázka histogramu [7] a krabicového grafu [8, str. 80]	6
2	Průběh statistického usuzování [25]	7
3	Primární transporty do FNL u pacientů s CMP v letech 2016 až 2018 dle výjezdových středisek	26
4	Primární transporty do FNL dle výjezdového střediska a typu posádky v roce 2016	27
5	Primární transporty do FNL dle výjezdového střediska a typu posádky v roce 2017	27
6	Primární transporty do FNL dle výjezdového střediska a typu posádky v roce 2018	28
7	Počet žen převezených do FNL z jednotlivých okresů	28
8	Počet mužů převezených do FNL z jednotlivých okresů	29
9	Četnosti převezených pacientů do FNL dle věkové kategorie	30
10	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Domažlice v jednotlivých letech	31
11	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice	32
12	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice	33
13	Doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice	35
14	Doba předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice	35
15	Celková doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Domažlice	36
16	Doba ošetření u výjezdových základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou	37
17	Doba transportu do FNL u výjezdových základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou	37
18	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Domažlice	39
19	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Klatovy v jednotlivých letech	40
20	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy	41
21	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy	41
22	Doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy	43
23	Doba předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy	43
24	Celková doba ošetření dle transportu do zdravotnického střediska FNL a KT v letech 2016 až 2018 pro okres Klatovy	44
25	Doba ošetření u výjezdových základen Klatovského okresu	45
26	Doba transportu do FNL u výjezdových základen Klatovského okresu	46
27	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Klatovy	47
28	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Plzeň-jih v jednotlivých letech	48
29	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-jih	49
30	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-jih	49
31	Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Plzeň-jih	51
32	Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Plzeň-jih	51
33	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-jih	52
34	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Plzeň-sever v jednotlivých letech	53
35	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-sever	54

36	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-sever .	55
37	Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Plzeň-sever	56
38	Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Plzeň-sever	56
39	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-sever	57
40	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Plzeň-město v jednotlivých letech	58
41	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-město . .	59
42	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Plzeň-město	59
43	Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Plzeň-město	61
44	Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Plzeň-město	61
45	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň- město	62
46	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Rokycany v jednotlivých letech	63
47	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Rokycany . . .	64
48	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Rokycany .	64
49	Doba ošetření u výjezdových základen Rokycany a Radnice	65
50	Doba transportu do FNL u výjezdových základen Rokycany a Radnice	66
51	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Rokycany	67
52	Dojezdová doba pro pacienty v okrese Tachov v jednotlivých letech	68
53	Doba ošetření dle typu posádky v letech 2016 až 2018 pro okres Tachov	69
54	Dojezdová doba dle ročního období v letech 2016 až 2018 pro okres Tachov . . .	69
55	Doba ošetření u výjezdových základen v okrese Tachov	71
56	Doba transportu do FNL u výjezdových základen v okrese Tachov	71
57	Celková doba ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Tachov	72
58	Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2016	72
59	Střední celková doba ošetření a střední celková doba události za rok 2016	73
60	Dojezdová doba u jednotlivých okresů za rok 2016	75
61	Doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2016	75
62	Doba transportu u jednotlivých okresů za rok 2016	75
63	Celková doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2016	76
64	Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2017	76
65	Střední celková doba ošetření a střední celková doba události za rok 2017	77
66	Dojezdová doba u jednotlivých okresů za rok 2017	79
67	Doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2017	79
68	Doba transportu u jednotlivých okresů za rok 2017	79
69	Celková doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2017	80
70	Rozložení středních dob u jednotlivých okresů za rok 2018	80
71	Střední celková doba ošetření a střední celková doba události za rok 2018	81
72	Dojezdová doba u jednotlivých okresů za rok 2018	81
73	Doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2018	82
74	Doba transportu u jednotlivých okresů za rok 2018	82
75	Celková doba ošetření u jednotlivých okresů za rok 2018	82
76	Střední dojezdová doba v jednotlivých letech	84
77	Střední doba ošetření v jednotlivých letech	85
78	Střední doba transportu v jednotlivých letech	85

79	Střední celková doba ošetření v jednotlivých letech	85
80	Pracovní prostředí programovacího jazyka Visual Basic	86

Seznam tabulek

1	Modifikovaná rankinova škála	5
2	Chyby α a β při testování hypotéz	8
3	Analýza rozptylu	15
4	Stanovení pořadí u neparametrických testů	17
5	Ukázka čtyřpolní tabulky pro mediánový test	19
6	Počet obyvatel a rozloha okresů Plzeňského kraje [15]	24
7	Přehled výjezdových základen [28]	24
8	Počet použitelných záznamů k testování	25
9	Počet pacientů převezených do FNL dle charakteru výzvy	25
10	Počet pacientů převezených do Klatovské nemocnice dle charakteru výzvy	25
11	Výsledky dosažené při testování četností dle věkových kategorií	29
12	Počet výjezdů ze základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou v letech 2016 až 2018	30
13	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Domažlice . . .	31
14	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Domažlice	32
15	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Domažlice	33
16	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okrese Domažlice	34
17	Výsledky dosažené při testování střední doby předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okrese Domažlice	34
18	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okrese Domažlice	34
19	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou	36
20	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Domažlice a Bělá nad Radbuzou	36
21	Skórovací systém NACA	38
22	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Domažlice	38
23	Počet výjezdů ze základen sídlících v okrese Klatovy v letech 2016 až 2018	39
24	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Klatovy	40
25	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Klatovy	40
26	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Klatovy	41
27	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okrese Klatovy	42
28	Výsledky dosažené při testování střední doby předání pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okrese Klatovy	42
29	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření dle transportu pacienta do zdravotnického střediska FNL a KT z okrese Klatovy	42

30	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Klatovského okresu	44
31	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Klatovského okresu	44
32	Metoda mnohonásobného porovnání pro střední dobu transportu u výjezdových základen Klatovského okresu	45
33	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Klatovy	46
34	Počet výjezdů ze základen sídlících v okresu Plzeň-jih v letech 2016 až 2018 . . .	47
35	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okresu Plzeň-jih . . .	48
36	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okresu Plzeň-jih	48
37	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Plzeň-jih	49
38	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen v okresu Plzeň-jih	50
39	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen v okresu Plzeň-jih	50
40	Metoda mnohonásobného porovnání pro střední dobu transportu u výjezdových základen v okresu Plzeň-jih	50
41	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Plzeň-jih	51
42	Počet výjezdů ze základen Kralovice a Manětín v letech 2016 až 2018	52
43	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okresu Plzeň-sever . .	52
44	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okresu Plzeň-sever	53
45	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Plzeň-sever	54
46	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Kralovice a Manětín	55
47	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Kralovice a Manětín	55
48	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okresu Plzeň-sever	57
49	Počet výjezdů ze základen sídlících v okresu Plzeň-město v letech 2016 až 2018 .	57
50	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okresu Plzeň-město .	58
51	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okresu Plzeň-město	58
52	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okresu Plzeň-město	59
53	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen v okresu Plzeň-město	60
54	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen v okresu Plzeň-město	60

55	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Plzeň-město	61
56	Počet výjezdů ze základen Rokycany a Radnice v letech 2016 až 2018	62
57	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Rokycany	62
58	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Rokycany	63
59	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Rokycany	64
60	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen Rokycany a Radnice	65
61	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen Rokycany a Radnice	65
62	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Rokycany	66
63	Počet výjezdů ze základen sídlících v okrese Tachov v letech 2016 až 2018	67
64	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby v okrese Tachov	68
65	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření dle typu posádky v okrese Tachov	68
66	Výsledky dosažené při testování střední dojezdové doby dle ročního období v okrese Tachov	69
67	Výsledky dosažené při testování střední doby ošetření u základen v okrese Tachov	70
68	Výsledky dosažené při testování střední doby transportu u základen v okrese Tachov	70
69	Metoda mnohonásobného porovnání pro střední dobu transportu u výjezdových základen v okrese Tachov	70
70	Výsledky dosažené při testování střední celkové doby ošetření v závislosti na závažnosti stavu pacienta v okrese Tachov	71
71	Výsledky dosažené při testování středních dob mezi jednotlivými okresy za rok 2016	73
72	Metoda mnohonásobného porovnání pro srovnání středních dob mezi jednotlivými okresy v roce 2016	74
73	Výsledky dosažené při testování středních dob mezi jednotlivými okresy za rok 2017	77
74	Metoda mnohonásobného porovnání pro srovnání středních dob mezi jednotlivými okresy v roce 2017	78
75	Výsledky dosažené při testování středních dob mezi jednotlivými okresy za rok 2018	81
76	Metoda mnohonásobného porovnání pro srovnání středních dob mezi jednotlivými okresy v roce 2018	83
77	Výsledky dosažené při testování středních dob jednotlivých okresů mezi rokem 2016 až 2018	84

Seznam příloh

Příloha A: Vyhodnocení stavu modifikované rankinovy škály

Příloha B: Shrnutí statistických testů

Příloha C: Kvantily $t_P(v)$ Studentova rozdělení

Příloha D: Kvantily u_p normálního rozdělení $N(0, 1)$

Příloha E: Kvantily $F_{0,975}(v_1, v_2)$ Fisher-Snedecerova rozdělení

Příloha F: Kritické hodnoty pro znaménkový test

Příloha G: Kvantily rozdělení $\chi^2(v)$

Příloha H: Kritické hodnoty Mannova-Whitneyova testu pro hladinu významnosti $\alpha = 5 \%$

Příloha I: Kritické hodnoty Kruskal-Wallisova testu

Příloha J: Výjezdová stanoviště ZZS PK

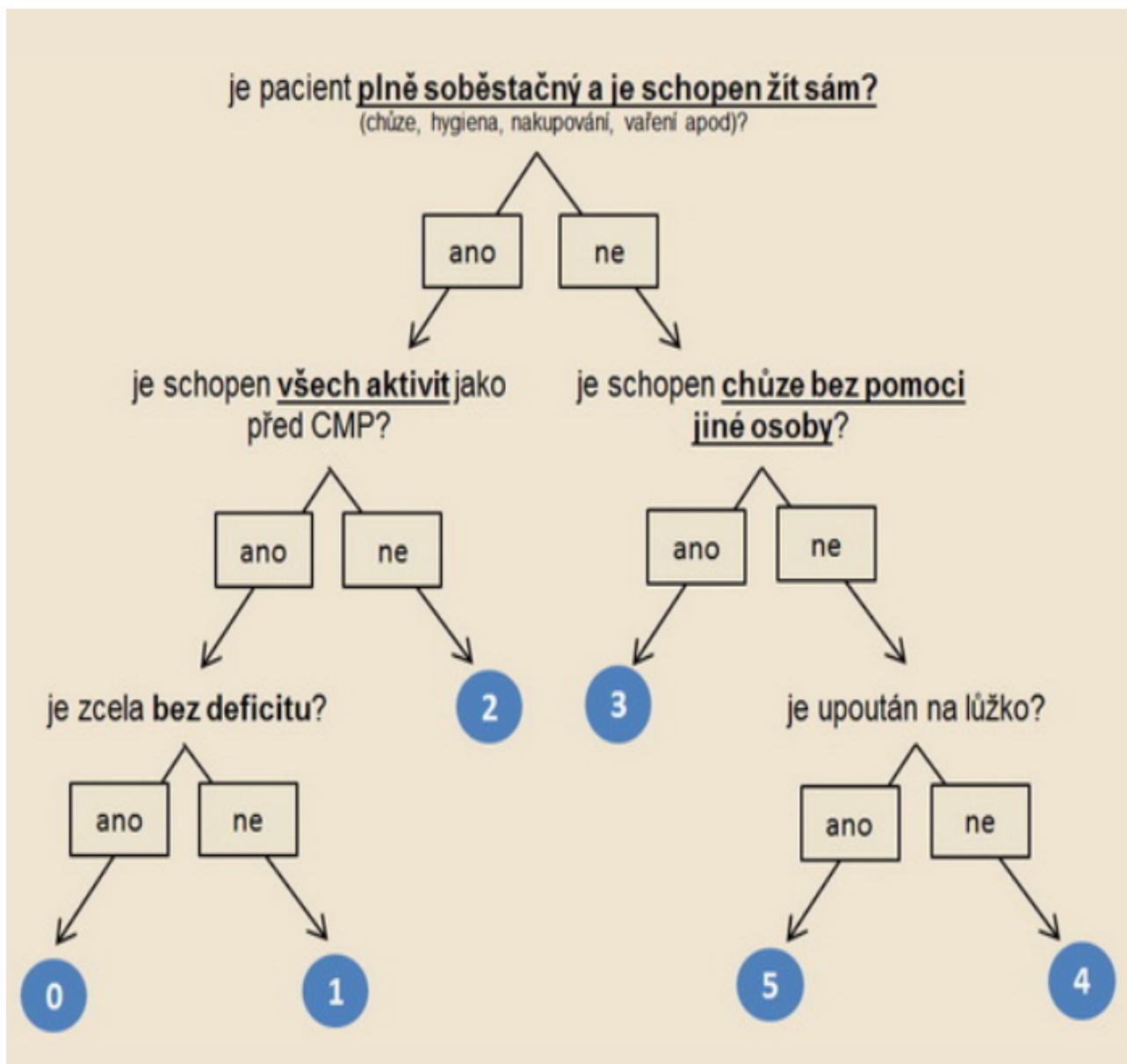
Příloha K: Ukázka SQL příkazu pro získání dat k testování

Příloha L: Síť center vysoce specializované péče o pacienty s iktem (IC) a center vysoce specializované cerebrovaskulární péče (KCC)

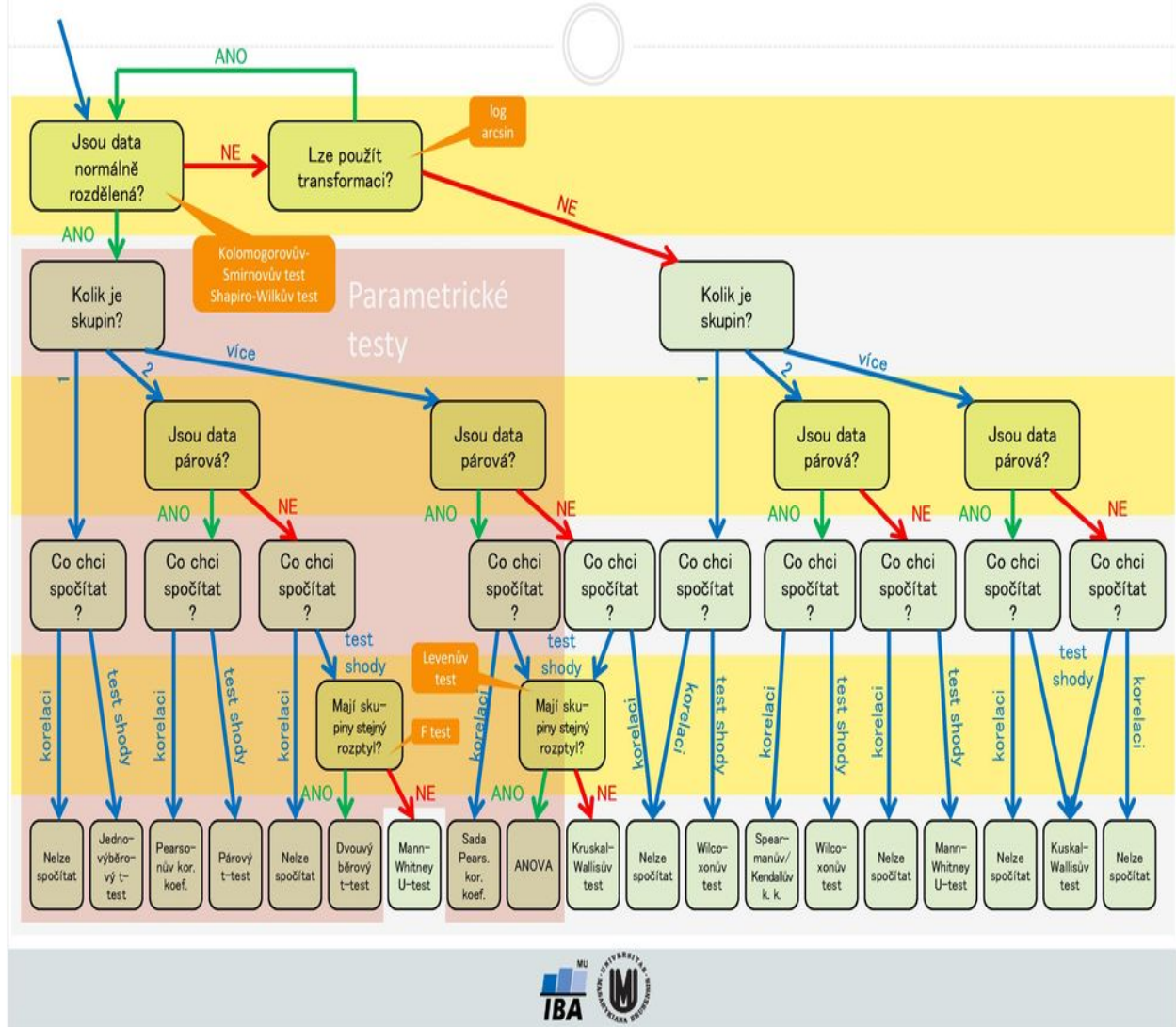
Příloha M: Struktura přiloženého CD

Příloha N: Uživatelská příručka - databáze výjezdů ZZS PK

Příloha A: Vyhodnocení stavu modifikované rankinovy škály



Shrnutí statistických testů



Příloha C: Kvantily $t_P(v)$ Studentova rozdělení

v	P					
	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,999
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	318,3
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,21
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,610
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385

Pro $P < 0,5$ jsou hodnoty kvantilů dány vztahem $t_P(v) = -t_{1-P}(v)$.

Příloha D: Kvantily u_p normálního rozdělení $N(0, 1)$

P	u_P	P	u_P	P	u_P	P	u_P
0,50	0,000	0,75	0,674	0,950	1,645	0,975	1,960
0,51	0,025	0,76	0,706	0,951	1,655	0,976	1,977
0,52	0,050	0,77	0,739	0,952	1,665	0,977	1,995
0,53	0,075	0,78	0,772	0,953	1,675	0,978	2,014
0,54	0,100	0,79	0,806	0,954	1,685	0,979	2,034
0,55	0,126	0,80	0,842	0,955	1,695	0,980	2,054
0,56	0,151	0,81	0,878	0,956	1,706	0,981	2,075
0,57	0,176	0,82	0,915	0,957	1,717	0,982	2,097
0,58	0,202	0,83	0,954	0,958	1,728	0,983	2,120
0,59	0,228	0,84	0,994	0,959	1,739	0,984	2,144
0,60	0,253	0,85	1,036	0,960	1,751	0,985	2,170
0,61	0,279	0,86	1,080	0,961	1,762	0,986	2,197
0,62	0,305	0,87	1,126	0,962	1,774	0,987	2,226
0,63	0,332	0,88	1,175	0,963	1,787	0,988	2,257
0,64	0,358	0,89	1,227	0,964	1,799	0,989	2,290
0,65	0,385	0,900	1,282	0,965	1,812	0,990	2,326
0,66	0,412	0,905	1,311	0,966	1,825	0,991	2,366
0,67	0,440	0,910	1,341	0,967	1,838	0,992	2,409
0,68	0,468	0,915	1,372	0,968	1,852	0,993	2,457
0,69	0,496	0,920	1,405	0,969	1,866	0,994	2,512
0,70	0,524	0,925	1,440	0,970	1,881	0,995	2,576
0,71	0,553	0,930	1,476	0,971	1,896	0,996	2,652
0,72	0,583	0,935	1,514	0,972	1,911	0,997	2,748
0,73	0,613	0,940	1,555	0,973	1,927	0,998	2,878
0,74	0,643	0,945	1,598	0,974	1,943	0,999	3,090

Pro $P < 0,5$ jsou hodnoty kvantilů dány vztahem $u_P = -u_{1-P}$.

Příloha E: Kvantily $F_{0,975}(v_1, v_2)$ Fisher-Snedecerova rozdělení - část 1

v_2	v_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	647,79	799,50	864,16	899,58	921,85	937,11	948,22	956,66	963,28
2	38,506	39,000	39,165	39,248	39,298	39,331	39,355	39,373	39,387
3	17,443	16,044	15,439	15,101	14,885	14,735	14,624	14,540	14,473
4	12,218	10,649	9,979	9,605	9,365	9,197	9,074	8,980	8,905
5	10,007	8,434	7,764	7,388	7,146	6,978	6,853	6,757	6,681
6	8,813	7,260	6,599	6,227	5,988	5,820	5,696	5,600	5,523
7	8,073	6,542	5,890	5,523	5,285	5,119	4,995	4,899	4,823
8	7,571	6,060	5,416	5,053	4,817	4,652	4,529	4,433	4,357
9	7,209	5,715	5,078	4,718	4,484	4,320	4,197	4,102	4,026
10	6,937	5,456	4,826	4,468	4,236	4,072	3,950	3,855	3,779
11	6,724	5,256	4,630	4,275	4,044	3,881	3,759	3,664	3,588
12	6,554	5,096	4,474	4,121	3,891	3,728	3,607	3,512	3,436
13	6,414	4,965	4,347	3,996	3,767	3,604	3,483	3,388	3,312
14	6,298	4,857	4,242	3,892	3,663	3,501	3,380	3,285	3,209
15	6,200	4,765	4,153	3,804	3,576	3,415	3,293	3,199	3,123
16	6,115	4,687	4,077	3,729	3,502	3,341	3,219	3,125	3,049
17	6,042	4,619	4,011	3,665	3,438	3,277	3,156	3,061	2,985
18	5,978	4,560	3,954	3,608	3,382	3,221	3,100	3,005	2,929
19	5,922	4,508	3,903	3,559	3,333	3,172	3,051	2,956	2,880
20	5,872	4,461	3,859	3,515	3,289	3,128	3,007	2,913	2,837
21	5,827	4,420	3,819	3,475	3,250	3,090	2,969	2,874	2,798
22	5,786	4,383	3,783	3,440	3,215	3,055	2,934	2,839	2,763
23	5,750	4,349	3,751	3,408	3,184	3,023	2,902	2,808	2,731
24	5,717	4,319	3,721	3,379	3,155	2,995	2,874	2,779	2,703
25	5,686	4,291	3,694	3,353	3,129	2,969	2,848	2,753	2,677
26	5,659	4,266	3,670	3,329	3,105	2,945	2,824	2,729	2,653
27	5,633	4,242	3,647	3,307	3,083	2,923	2,802	2,707	2,631
28	5,610	4,221	3,626	3,286	3,063	2,903	2,782	2,687	2,611
29	5,588	4,201	3,607	3,267	3,044	2,884	2,763	2,669	2,592
30	5,568	4,182	3,589	3,250	3,027	2,867	2,746	2,651	2,575
40	5,424	4,051	3,463	3,126	2,904	2,744	2,624	2,529	2,452
60	5,286	3,925	3,343	3,008	2,786	2,627	2,507	2,412	2,334
120	5,152	3,805	3,227	2,894	2,674	2,515	2,395	2,299	2,222
∞	5,024	3,689	3,116	2,786	2,567	2,408	2,288	2,192	2,114

Pro $P = 0,025$ jsou hodnoty kvantilů dány vztahem $F_{0,025}(v_1, v_2) = \frac{1}{F_{0,975}(v_2, v_1)}$.

Příloha E: Kvantily $F_{0,975}(v_1, v_2)$ Fisher-Snedecerova rozdělení - část 2

v_2	v_1									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	968,6	976,7	984,9	993,1	997,2	1001,4	1005,6	1009,8	1014,0	1018,3
2	39,40	39,41	39,43	39,44	39,45	39,46	39,47	39,48	39,49	39,50
3	14,42	14,34	14,25	14,17	14,12	14,08	14,04	13,99	13,95	13,90
4	8,844	8,751	8,657	8,560	8,511	8,461	8,411	8,360	8,309	8,257
5	6,619	6,525	6,428	6,329	6,278	6,227	6,175	6,123	6,069	6,015
6	5,461	5,366	5,269	5,168	5,117	5,065	5,015	4,959	4,905	4,849
7	4,761	4,666	4,568	4,467	4,415	4,362	4,309	4,254	4,199	4,142
8	4,295	4,200	4,101	4,000	3,947	3,894	3,840	3,784	3,728	3,670
9	3,964	3,868	3,769	3,667	3,614	3,560	3,506	3,449	3,392	3,333
10	3,717	3,621	3,522	3,419	3,365	3,311	3,255	3,198	3,140	3,080
11	3,526	3,430	3,330	3,226	3,173	3,118	3,061	3,004	2,944	2,883
12	3,374	3,277	3,177	3,073	3,019	2,963	2,906	2,848	2,787	2,725
13	3,250	3,153	3,053	2,948	2,893	2,837	2,780	2,720	2,659	2,596
14	3,147	3,050	2,949	2,844	2,789	2,732	2,674	2,614	2,552	2,487
15	3,060	2,963	2,862	2,756	2,701	2,644	2,585	2,524	2,461	2,395
16	2,986	2,889	2,788	2,681	2,625	2,568	2,509	2,447	2,383	2,316
17	2,922	2,825	2,723	2,616	2,560	2,502	2,442	2,380	2,315	2,247
18	2,866	2,769	2,667	2,559	2,503	2,445	2,384	2,321	2,256	2,187
19	2,817	2,720	2,617	2,509	2,452	2,394	2,333	2,270	2,203	2,133
20	2,774	2,676	2,573	2,465	2,408	2,349	2,287	2,223	2,156	2,085
21	2,735	2,637	2,534	2,425	2,368	2,308	2,247	2,182	2,114	2,042
22	2,700	2,602	2,498	2,389	2,332	2,272	2,210	2,145	2,076	2,003
23	2,668	2,570	2,467	2,357	2,299	2,239	2,176	2,111	2,042	1,968
24	2,640	2,541	2,437	2,327	2,269	2,209	2,146	2,080	2,010	1,935
25	2,614	2,515	2,411	2,301	2,242	2,182	2,118	2,052	1,981	1,906
26	2,590	2,491	2,387	2,276	2,217	2,157	2,093	2,026	1,955	1,878
27	2,568	2,469	2,364	2,253	2,195	2,133	2,069	2,002	1,930	1,853
28	2,547	2,448	2,344	2,232	2,174	2,112	2,048	1,980	1,907	1,829
29	2,529	2,430	2,325	2,213	2,154	2,092	2,028	1,959	1,886	1,807
30	2,511	2,412	2,307	2,195	2,136	2,074	2,009	1,940	1,866	1,787
40	2,388	2,288	2,182	2,068	2,007	1,943	1,875	1,803	1,724	1,637
60	2,270	2,169	2,061	1,945	1,882	1,815	1,744	1,667	1,581	1,482
120	2,157	2,055	1,945	1,825	1,760	1,690	1,614	1,530	1,433	1,310
∞	2,048	1,945	1,833	1,709	1,640	1,566	1,484	1,388	1,268	1,000

Příloha F: Kritické hodnoty pro znaménkový test

n	$\alpha = 0,05$		$\alpha = 0,01$	
	k1	k2	k1	k2
3	0	3	0	3
4	0	4	0	4
5	0	5	0	5
6	0	6	0	6
7	0	7	0	7
8	0	8	0	8
9	1	8	0	9
10	1	9	0	10
11	1	10	0	11
12	2	10	1	11
13	2	11	1	12
14	2	12	1	13
15	3	12	2	13
16	3	13	2	14
17	4	13	2	15
18	4	14	3	15
19	4	15	3	16
20	5	15	3	17
21	5	16	4	17
22	5	17	4	18
23	6	17	4	19
24	6	18	5	19
25	7	18	5	20
26	7	19	6	20
27	7	20	6	21
28	8	20	6	22
29	8	21	7	22
30	9	21	7	23
31	9	22	7	24
32	9	23	8	24
33	10	23	8	25
34	10	24	9	25
35	11	24	9	26
36	11	25	9	27
37	12	25	10	27
38	12	26	10	28
39	12	27	11	28
40	13	27	11	29
41	13	28	11	30
42	14	28	12	30
43	14	29	12	31
44	15	29	13	31
45	15	30	13	32
46	15	31	13	33
47	16	31	14	33
48	16	32	14	34
49	17	32	15	34
50	17	33	15	35

n	$\alpha = 0,05$		$\alpha = 0,01$	
	k1	k2	k1	k2
51	18	33	15	36
52	18	34	16	36
53	18	35	16	37
54	19	35	17	37
55	19	36	17	38
56	20	36	17	39
57	20	37	18	39
58	21	37	18	40
59	21	38	19	40
60	21	39	19	41
61	22	39	20	41
62	22	40	20	42
63	23	40	20	43
64	23	41	21	43
65	24	41	21	44
66	24	42	22	44
67	25	42	22	45
68	25	43	22	46
69	25	44	23	46
70	26	44	23	47
71	26	45	24	47
72	27	45	24	48
73	27	46	25	48
74	28	46	25	49
75	28	47	25	50
76	28	48	26	50
77	29	48	26	51
78	29	49	27	51
79	30	49	27	52
80	30	50	28	52
81	31	50	28	53
82	31	51	28	54
83	32	51	29	54
84	32	52	29	55
85	32	53	30	55
86	33	53	30	56
87	33	54	31	56
88	34	54	31	57
89	34	55	31	58
90	35	55	32	58
91	35	56	32	59
92	36	56	33	59
93	36	57	33	60
94	37	57	34	60
95	37	58	34	61
96	37	59	34	62
97	38	59	35	62
98	38	60	35	63
99	39	60	36	63
100	39	61	36	64

Příloha G: Kvantily rozdělení $\chi^2(v)$

Stupně volnosti (v)	Pravděpodobnost				
	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
1	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	4,605	5,991	7,378	9,21	10,597
3	6,251	7,814	9,348	11,345	12,838
4	7,779	9,488	11,143	13,277	14,86
5	9,236	11,07	12,833	15,086	16,75
6	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	13,362	15,507	17,535	20,09	21,955
9	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	17,275	19,675	21,92	24,725	26,757
12	18,549	21,026	23,337	26,217	28,3
13	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	22,307	27,996	27,488	30,578	32,801
16	23,542	26,296	28,845	32	34,267
17	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718
18	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156
19	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582
20	28,412	31,41	34,17	37,566	39,997
21	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401
22	30,813	33,924	36,781	40,289	42,796
23	32,007	35,172	38,076	41,638	44,181
24	33,196	36,415	39,364	42,98	45,599
25	34,382	37,652	40,646	44,314	46,928

Stupně volnosti (v)	Pravděpodobnost				
	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
26	35,563	38,885	41,923	45,642	48,29
27	36,741	40,113	43,195	46,963	49,645
28	37,916	41,337	44,461	48,278	50,993
29	39,087	42,557	45,722	49,588	52,336
30	40,256	43,773	46,979	50,892	53,672
40	51,805	55,758	59,342	63,691	66,766
50	63,167	67,505	71,42	76,154	79,49
60	74,397	79,082	83,298	88,379	91,952
70	85,527	90,531	95,023	100,43	104,21
80	96,578	101,88	106,63	112,33	116,32
90	107,57	113,15	118,14	124,12	128,3
100	118,5	124,34	129,56	135,81	140,17
200	226,02	233,99	241,06	249,45	255,26
300	331,79	341,4	349,87	359,91	366,84
500	540,93	553,13	563,85	576,49	585,21

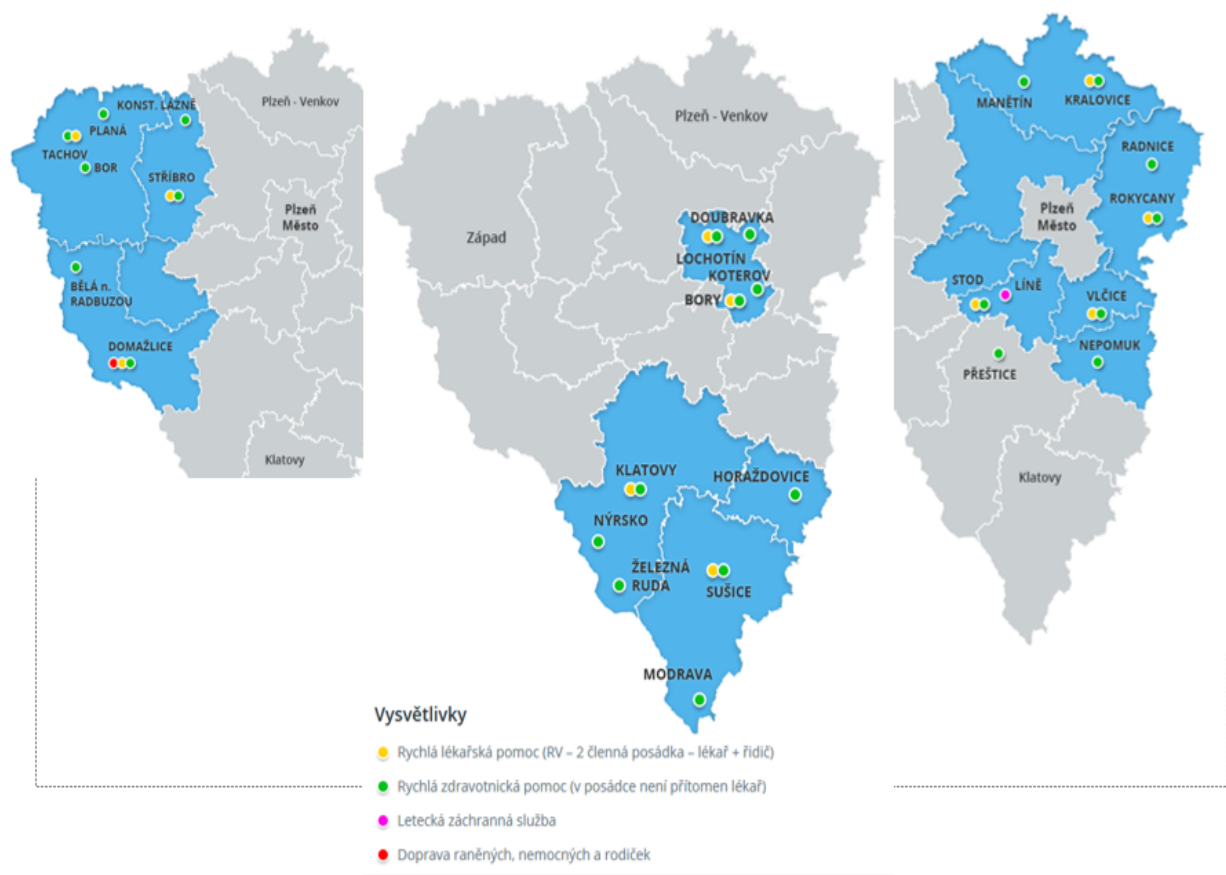
Příloha H: Kritické hodnoty Mannova-Whitneyova testu pro $\alpha = 5 \%$

	n_2																			
n_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
4	-	-	0																	
5	-	0	1	2																
6	-	1	2	3	5															
7	-	1	3	5	6	8														
8	0	2	4	6	8	10	13													
9	0	2	4	7	10	12	15	17												
10	0	3	5	8	11	14	17	20	23											
11	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30										
12	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37									
13	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45								
14	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55							
15	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64						
16	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75					
17	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	69	75	81	87				
18	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99			
19	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113		
20	2	8	14	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127	
21	3	8	15	22	29	36	43	50	58	65	73	80	88	96	103	111	119	126	134	
22	3	9	16	23	30	38	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	141	
23	3	9	17	24	32	40	48	56	64	73	81	89	98	106	115	123	132	140	149	
24	3	10	17	25	33	42	50	59	67	76	85	94	102	111	120	129	138	147	156	
25	3	10	18	27	35	44	53	62	71	80	89	98	107	117	126	135	145	154	163	
26	4	11	19	28	37	46	55	64	74	83	93	102	112	122	132	141	151	161	171	
27	4	11	20	29	38	48	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	158	168	178	
28	4	12	21	30	40	50	60	70	80	90	101	111	122	132	143	154	164	175	186	
29	4	13	22	32	42	52	62	73	83	94	105	116	127	138	149	160	171	182	193	
30	5	13	23	33	43	54	65	76	87	98	109	120	131	143	154	166	177	189	200	

Příloha I: Kritické hodnoty Kruskal-Wallisova testu

<i>Sample Sizes</i>	$W_{0.90}$	$W_{0.95}$	$W_{0.99}$
2, 2, 2	3.7143	4.5714	4.5714
3, 2, 1	3.8571	4.2857	4.2857
3, 2, 2	4.4643	4.5000	5.3571
3, 3, 1	4.0000	4.5714	5.1429
3, 3, 2	4.2500	5.1389	6.2500
3, 3, 3	4.6000	5.0667	6.4889
4, 2, 1	4.0179	4.8214	4.8214
4, 2, 2	4.1667	5.1250	6.0000
4, 3, 1	3.8889	5.0000	5.8333
4, 3, 2	4.4444	5.4000	6.3000
4, 3, 3	4.7000	5.7273	6.7091
4, 4, 1	4.0667	4.8667	6.1667
4, 4, 2	4.4455	5.2364	6.8727
4, 4, 3	4.773	5.5758	7.1364
4, 4, 4	4.5000	5.6538	7.5385
5, 2, 1	4.0500	4.4500	5.2500
5, 2, 2	4.2933	5.0400	6.1333
5, 3, 1	3.8400	4.8711	6.4000
5, 3, 2	4.4946	5.1055	6.8218
5, 3, 3	4.4121	5.5152	6.9818
5, 4, 1	3.9600	4.8600	6.8400
5, 4, 2	4.5182	5.2682	7.1182
5, 4, 3	4.5231	5.6308	7.3949
5, 4, 4	4.6187	5.6176	7.7440
5, 5, 1	4.0364	4.9091	6.8364
5, 5, 2	4.5077	5.2462	7.2692
5, 5, 3	4.5363	5.6264	7.5429
5, 5, 4	4.5200	5.6429	7.7914
5, 5, 5	4.5000	5.6600	7.9800

Příloha J: Výjezdová stanoviště ZZS PK



Příloha K: Ukázka SQL příkazu pro získání dat k testování

```
SELECT ZS_DATA.[Datum a čas odjezdu od ZZ], ZS_DATA.[Datum a čas události],
ZS_DATA.[Datum a čas výzvy], ZS_DATA.[Datum a čas výjezdu],
ZS_DATA.[Datum a čas na místě], ZS_DATA.[Datum a čas transportu],
ZS_DATA.[Datum a čas předání], ZS_DATA.[Datum a čas příjezdu k ZZ],
ZS_DATA.[Datum a čas základna], ZS_DATA.[Datum a čas ukončení],
ZS_DATA.[Charakter výzvy], ZS_DATA.[Číslo výzvy],
ZS_DATA.[Číslo události], ZS_DATA.[Výjezdové základny],
ZS_DATA.[Typ posádky], ZS_DATA.[Použité prostředky], ZS_DATA.Vozidlo,
ZS_DATA.[Místo zásahu - okres], ZS_DATA.[Místo zásahu - město],
ZS_DATA.Umístění, ZS_DATA.Zařízení, ZS_DATA.Pohlaví, ZS_DATA.Věk,
ZS_DATA.[Primární diagnóza], ZS_DATA.[Identifikační číslo], ZS_DATA.NACA
FROM ZS_DATA
WHERE (((ZS_DATA.[Datum a čas odjezdu od ZZ]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas události]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas výzvy]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas výjezdu]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas na místě]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas transportu]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas předání]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas příjezdu k ZZ]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas základna]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Datum a čas ukončení]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Charakter výzvy]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Číslo výzvy]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Číslo události]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Výjezdové základny]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Typ posádky]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Použité prostředky]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.Vozidlo) Is Not Null) AND ((ZS_DATA.[Místo zásahu - okres])<>"0" Or
(ZS_DATA.[Místo zásahu - okres]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Místo zásahu - město])<>"0" Or
(ZS_DATA.[Místo zásahu - město]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.Umístění) Is Not Null) AND ((ZS_DATA.Zařízení) Is Not Null AND
(ZS_DATA.Zařízení)="Fakultní nemocnice Plzeň - část Lochotín") AND
((ZS_DATA.Pohlaví) Is Not Null) AND ((ZS_DATA.Věk) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Primární diagnóza]) Is Not Null) AND
((ZS_DATA.[Identifikační číslo])<>0 And (ZS_DATA.[Identifikační číslo])
Is Not Null) AND ((ZS_DATA.NACA) Is Not Null) AND
(((ZS_DATA).[Místo zásahu - okres])<>"0") Is Not Null And
((ZS_DATA).[Místo zásahu - okres])<>"0"<>"0") AND
(((ZS_DATA).[Místo zásahu - město])<>"0") Is Not Null))
ORDER BY ZS_DATA.Věk;
```

Příloha L: Síť center vysoce specializované péče o pacienty s iktem (IC) a center vysoce specializované cerebrovaskulární péče (KCC)



Příloha M: Struktura přiloženého CD

CD k této diplomové práci obsahuje následující složky:

- **Access** - tato složka obsahuje základní data za rok 2016 až 2018, která byla získána z FNL. Dále se zde vyskytuje soubor vytvořený v softwaru Microsoft Access. Tento soubor zachycuje SQL dotazy pro získání potřebných dat k testování a dále vytvořenou databázovou aplikaci, která porovnává činnosti záchranné služby mezi jednotlivými okresy a roky.
- **Diplomová práce** - tato složka obsahuje celý text práce a to jak ve zdrojovém formátu ***.tex** tak v tisknutelném formátu ***.pdf**. Dále jsou ve složce přiloženy veškeré grafy, které jsou součástí diplomové práce.
- **FNL** - v této složce jsou obsaženy excelovské soubory zachycující výjezdy záchranné služby směřované do FNL. Soubory jsou rozděleny dle jednotlivých let a na základě toho, zda se jedná o primární, sekundární nebo sekundárně plánovaný transporty.
- **KT** - tato složka obsahuje opět excelovské soubory, avšak zachycující výjezdy záchranné služby směřované do Klatovské nemocnice. Soubory jsou opět rozděleny dle jednotlivých let a charakteru transportu.
- **Neparametrické testy** - v této složce lze nalézt excelovské soubory, které zachycují provedené neparametrické testy u jednotlivých okresů. Dále složka obsahuje tři excelovské soubory, v nichž lze nalézt porovnání všech okresů pomocí neparametrických testů v jednotlivých letech.
- **OSTATNI** - v této složce jsou obsaženy excelovské soubory zachycující výjezdy záchranné služby, které nejsou směřovány do FNL a Klatovské nemocnice. Soubory jsou opět rozčleněny dle charakteru transportu a sledovaných let.
- **Parametrické testy** - tato složka obsahuje excelovské soubory, které jsou rozděleny dle sledovaných let. Soubory zachycují provedené parametrické testy u jednotlivých okresů, které byly prováděny pomocí doplňku analýza dat v softwaru MS Excel.
- **Poster** - tato složka obsahuje poster ve zdrojovém formátu ***.pub** a v tisknutelném formátu ***.pdf**
- **ZZS PK** - tato složka obsahuje pět excelovských souborů. První zachycuje veškeré grafy, které byly získány na základě provedených testů. Další dva soubory zachycují počet obyvatel a průměrný věk v jednotlivých okresech Plzeňského kraje. Dále je zde soubor v němž lze nalézt přehled výjezdových základů v celém Plzeňském kraji. Poslední soubor pak zachycuje porovnání okresů mezi jednotlivými roky pomocí neparametrických testů.

Příloha N: Uživatelská příručka - databáze výjezdů ZZS PK

Tato uživatelská příručka slouží k pochopení vytvořené databáze v softwaru Microsoft Access obsahující výjezdy ZZS PK. Uživatelská příručka je popsána v těchto bodech:

1. Po spuštění souboru **DP_PeterkaDavid.accdb** se spustí přihlašovací formulář **Login** pomocí makra s názvem **Autoexec**.
2. Po spuštění přihlašovacího formuláře musí uživatel provést novou registraci pomocí tlačítka **Nová registrace**. Při kliknutí na toto tlačítko se otevře **Registrační formulář** v němž uživatel vyplní potřebné údaje a tlačítkem **Submit** dokončí registraci do databáze.
3. Po úspěšné registraci a přihlášení má možnost si uživatel zobrazit data výjezdů ZZS směrované do:
 - Fakultní nemocnice Lochotín,
 - Klatovské nemocnice a
 - ostatních nemocnic kam neřadíme výše zmíněné dvě nemocnice.
4. Po výběru zvolené nemocnice má uživatel možnost si zobrazit přehled všech výjezdových základen Plzeňského kraje. Dále uživatel zvolí konkrétní rok pro který si chce zobrazit data již vybraného zdravotnického střediska.
5. Po výběru konkrétního roku se otevře formulář zobrazující výjezdy ZZS dle vybraného zdravotnického střediska. Jedná se o výjezdy, které neobsahují chybějící záznamy a byly po očištění datového souboru pomocí SQL použity ke statistickému testování. Pomocí **tvůrce výrazů** je na formuláři vidět počet těchto uskutečněných výjezdů.
6. Pomocí tlačítka **Přejít na přehled o ZZS** si může uživatel dále zobrazit podrobnější údaje o výjezdech ZZS. Uživatel musí být uveden při registraci jako **Admin** jinak mu bude přístup k těmto údajům zamítnut. Tento přehled se vyskytuje pouze u zdravotnického střediska FNL, jelikož většina výjezdů za rok byla směrována právě do tohoto střediska. Dalším důvodem je, že pro porovnání jednotlivých okresů Plzeňského kraje bylo vycházeno právě z výjezdů směrovaných pouze do FNL.
7. Podrobnější údaje o výjezdech ZZS jsou zobrazeny ve **formuláři přehledu**. Tento formulář zobrazuje úvodní stránku, dále potom možnost vyhledat záznam pomocí klíčového slova, počet výjezdů z jednotlivých výjezdových základen dle typu posádky včetně vizualizace, vyhledání záznamů dle charakteru výzvy a zvoleného okresu včetně vizualizace primárních transportů, dále potom rozdělení výjezdů do FNL dle charakteru výzvy a typu posádky a nakonec zachycuje střední doby činností záchranné služby u primárních výjezdů. Z uvedených středních dob pro jednotlivé okresy je následně vypočtena jejich celková střední doba.
8. Ve formuláři **Výjezdy záchranné služby** je dále možné porovnat jednotlivé střední doby činností ZZS pomocí tlačítka **Porovnání let - popisná statistika**. Opět lze porovnat pouze u FNL. Po kliknutí na toto tlačítko se otevře formulář **Porovnání**, kde

uživatel zvolí, které roky chce mezi sebou porovnat. Dále uživatel vybere činnost (střední dobu), kterou chce mezi jednotlivými okresy porovnat. Porovnávané doby jsou graficky vykresleny a po kliknutí na zvolenou střední dobu je tato doba porovnána mezi stejnými okresy v odlišných letech, přičemž je zaškrtnuto pole s kratší dosaženou dobou. Nakonec je možné mezi sledovanými roky a okresy porovnat maximální počet pacientů převezených do FNL dle věkové kategorie.