

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MATEMATIKY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Vliv relativního věku ve školním vzdělávání

Plzeň 2017

Denisa Benešová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím literatury a pramenů uvedených v seznamu.

V Plzni, dne 6. 5. 2017

.....

Denisa Benešová

Poděkování

Velké díky zaslouží vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Zdeněk Kobeda za cenné rady udělené na konzultacích, trpělivost a vřelý přístup.

Abstrakt

Tato bakalářská práce zkoumá, zda se projeví vliv relativního věku u 11-letých dětí, které skládají přijímací zkoušku na gymnázium. Data byla testována na výsledcích přijímacích zkoušek z matematiky a českého jazyka. K testování byl použit Kolmogorovův – Smirnovův test pro dva výběry.

Klíčová slova:

Vliv relativního věku, Kolmogorovův – Smirnovův test pro dva výběry, znaménkový test, testování hypotéz

Abstract

This bachelor thesis examines the influence of relative age effect among 11-year-old children doing their secondary school entrance exam. The data was tested on the results of mathematics and Czech language exams. The two sample Kolmogorov – Smirnov test was used for testing.

Key words:

Relative age effect, two sample Kolmogorov – Smirnov test, sign test, hypothesis testing

Obsah

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ	1
1 ÚVOD.....	1
2 ASYMETRIE V OBDOBÍ STŘEDNÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU	2
2.1 ASYMETRIE VE SPORTU	2
2.2 ASYMETRIE VE VZDĚLÁNÍ	3
3 DATA	4
4 KOLMOGOROVŮV – SMIRNOVŮV TEST.....	8
4.1 TEST PRO DVA VÝBĚRY	8
5 VLIV RELATIVNÍHO VĚKU NA VÝSLEDKY PŘIJÍMACÍ ZKOUŠKY V ROCE 2016.....	10
5.1 TESTOVÁNÍ KOLMOGOROVÝM – SMIRNOVÝM TESTEM PRO DVA VÝBĚRY V PŘÍPADĚ ROZDĚLENÍ ÚSPĚŠNOSTI DLE MEDIÁNU 10	
5.1.1 Celkové výsledky zkoušky	10
5.1.2 Výsledky z matematiky.....	12
5.1.3 Výsledky z českého jazyka	13
5.1.4 Porovnání výsledků zkoušky z matematiky a českého jazyka.....	14
5.2 TESTOVÁNÍ KOLMOGOROVÝM – SMIRNOVÝM TESTEM PRO DVA VÝBĚRY V PŘÍPADĚ ROZDĚLENÍ ÚSPĚŠNOSTI NEJLEPŠÍCH KU ZBYTKU 15	
5.2.1 Celkové výsledky zkoušky	15
5.2.2 Výsledky z matematiky.....	16
5.2.3 Výsledky z českého jazyka	16
5.2.4 Vliv odkladu školní docházky.....	17
5.2.5 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro dva výběry při seskupení datumů narození do měsíců a čtvrtletí	18
5.3 TESTOVÁNÍ KOLMOGOROVÝM – SMIRNOVÝM TESTEM PRO DVA VÝBĚRY: ÚSPĚŠNOST MUŽI VS. ŽENY	19
5.3.1 Celkové výsledky zkoušky	19
6 VLIV RELATIVNÍHO VĚKU NA VÝSLEDKY PŘIJÍMACÍCH ZKOUŠEK V LETECH 2013, 2014, 2015 A 2016.....	21
6.1 TESTOVÁNÍ KOLMOGOROVÝM – SMIRNOVÝM TESTEM PRO ÚSPĚŠNOST DLE MEDIÁNU.....	21
6.1.1 Celkové výsledky.....	21
6.1.1.1 Jiná hladina významnosti.....	21
6.2 TESTOVÁNÍ KOLMOGOROVÝM – SMIRNOVÝM TESTEM PRO VÝBĚR NEJLEPŠÍCH KU ZBYTKU	22
6.2.1 Celkové výsledky.....	22
6.2.1.1 Jiná hladina významnosti.....	23
7 TESTOVÁNÍ KOLMOGOROVÝM – SMIRNOVÝM TESTEM PRO DVA VÝBĚRY SOUHRNU VÝSLEDKŮ LET 2013-2016	24
7.1.1 Rozdělení po dnech.....	24
7.1.2 Rozdělení na měsíce a čtvrtletí.....	24
8 ZÁVĚR	26
9 SEZNAM LITERATURY	27

1 Úvod

Je známo, že relativní věk ovlivňuje fyzický stav dětí. Jak je tomu ale se stavem psychickým zatím prokázáno nebylo. Cílem této bakalářské práce je zkoumání vlivu relativního věku na duševní vyspělost dětí v mladším až středním školním věku. Budou zkoumány výsledky přijímacích zkoušek na osmileté gymnázium v roce 2016 a v několika letech předchozích. Naší snahou bude zjistit, zda má na úspěšnost v přijímacích testech značný vliv rozdíl necelého roku věku uchazečů při vytvoření stejných podmínek pro všechny. Data byla poskytnuta Církevním gymnáziem v Plzni, díky kterému bylo možné tuto studii vytvořit a patří mu velké díky.

Ve druhé kapitole práce se zaměříme na asymetrii v období školního věku. Budou zde podrobněji rozebrány nerovnosti mezi dětmi pohybujícími se v jedné věkové skupině. Další kapitola přiblíží poskytnutá data a objasní, jakým způsobem s nimi bude nadále pracováno. V kapitole číslo čtyři bude popsán postup užití Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry, jenž bude nadále sloužit k testování vlivů.

Od kapitoly pět se budeme zabývat výsledky Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry pro různě zvolené náhodné výběry. Podrobně bude rozebrán zejména rok 2016 a poté dojde k porovnání s roky předchozími. Na závěr práce budou shrnuty získané výsledky.

2 Asymetrie v období středního školního věku

Střední školní věk je období ohraničené rozmezím 10-12 let. O chování a potřebách dětí v tomto věku pojednává článek [6]. U dětí dochází ke zvyšování výkonnosti všech orgánů a svalové koordinace. Pozorujeme postupný přechod k abstraktnímu myšlení, logická paměť se projevuje víc než mechanická, vzniká potřeba stimulace, učení a sociálního kontaktu. Každé dítě je ovšem jiné, každý člověk je originál. Ačkoliv největší roli ve vyspělosti dítěte hraje jeho věk a genetická výbava, nelze zanedbat ani vliv prostředí, kde vyrůstá.

Asymetrie se projevuje i mezi pohlavími. Dívky se v tomto věku vyvíjejí rychleji, a to zejména po stránce biologické. V článku [5] je popsán rozdíl mezi výkonností mužů a žen v běhu na různé vzdálenosti. Tyto rozdíly jsou způsobeny především biologickými faktory, jako je anaerobní kapacita plic nebo objem svalové hmoty. Muži se s přibývajícím věkem stávají fyzicky výkonnějšími.

2.1 Asymetrie ve sportu

Ve sportu se výrazně projevuje asymetrie v datech narození. Mládež je rozdělena do kategorií dle věku tak, aby každý jedinec poměřoval síly se svými vrstevníky. Hlavním důvodem rozdělování do skupin je, aby měl každý stejné podmínky a šanci na úspěch. Stále však zůstává jistý věkový rozdíl mezi dětmi v rámci jedné kategorie. Mezi dětmi narozenými na začátku ledna a na konci prosince stejného roku se jedná o skoro roční věkový rozdíl, který se zvláště ve fyzické, ale i psychické, zdatnosti dítěte může projevit. U dospělého člověka je oproti tomu takový věkový rozdíl prakticky zanedbatelný.

Možné asymetrie v datech narození mladých hráčů fotbalu napříč deseti zeměmi Evropy byly uvažovány v článku [2]. Testy ukázaly, že hráči s vyšším relativním věkem narození mají mnohem větší šanci být označeni za talentované jedince. Většina sestav reprezentačních týmů mládežnických kategorií je tvořena právě hráči narozenými v první čtvrtině roku od ledna do března. Výhoda je pravděpodobně způsobena fyzickým vývojem, který je staví výkonnostně před mladší vrstevníky. Projevuje se to zejména v kolektivních sportech jako je fotbal a hokej, kde se požaduje již raná specializace nejpozději ve věku okolo 8 let. V takovém výběru jsou často upřednostněny starší děti díky lepší fyzické vyspělosti. Datum narození dítěte ve sportu často ovlivňuje i psychickou vyspělost. Relativně starší děti mohou být motivovány úspěchy zapříčiněnými rychlejším fyzickým vývojem, které jim dodávají odvalu a povzbuzují je k usilovnějšímu tréninku. Dříve narozené děti v průběhu jednoho roku bývají nasazeny trenérem do soutěží dříve a mají možnost nasbírat více zkušeností o hře i si osvojit lepší techniku. Toto je další často opomínaný faktor, jenž staví do výhody starší hráče. Ne tak úspěšní jedinci ztrácí chuť a často se sportu sami vzdávají. Žákovské kategorie bývají pro získání zkušeností svěřovány začínajícím trenérům, a tak se často stává, že potenciální talent ukončí kariéru ještě před tím, než ho stačil někdo objevit.

V práci [7] bylo zkoumáno, zda se vliv relativního věku projevuje u šachistů. Pro srovnání posloužila v práci reprezentace ČR ve fotbale a hokeji. I v této studii se tvrdí, že ve sportu je vliv relativního věku velice výrazný. Ve fotbale i hokeji se potvrdila domněnka nerovnoměrného zastoupení měsíců narození, výrazně větší zastoupení mají hráči narození v první čtvrtině roku. Ačkoliv je to nečekané, tak i v šachu se projevil vliv relativního věku, a to právě u nejmladší věkové kategorie (10-12 let). S přibývajícím věkem vliv slábl a nebyl zdaleka tak výrazný.

2.2 Asymetrie ve vzdělání

Asymetrie v datech narození se projevuje i ve vzdělání, jak je uvedeno v člancích [3] a [4]. V této práci se zaměříme na vliv relativního věku na děti, které navštěvují pátou třídu základní školy a jsou tedy relativně stejně staré. Do 11 let věku musí děti plnit povinnou školní docházku na základní škole bez možnosti volby. V průběhu studia páté třídy, ve věku okolo 11 let, se mají možnost přihlásit ke studiu na vybraném osmiletém gymnáziu, které jim nabízí rozšiřující znalosti oproti těm, které poskytuje minimální základní vzdělání. Studium gymnázia je tak nabízeno těm „nejchytřejším“ studentům dané věkové skupiny. Děti mající zájem o náročnější studium jsou pozvány k písemné zkoušce a ti nejúspěšnější řešitelé jsou pak přijati ke studiu na prestižních školách.

Někdo by řekl, že podmínky pro přijetí jsou pro všechny uchazeče stejné, někdo má ale názor odlišný. Zkouška se skládá ze dvou částí, zkoušky z matematiky a českého jazyka. Tyto dva předměty jsou totiž brány jako základ, ačkoliv ne každému jedinci to musí vyhovovat. Gymnázia nabízí přípravné kurzy na zkoušku, ale základní znalosti dětí se liší tím, jakou základní školu během předešlých pěti let navštěvovaly. To může stavět do nevýhody i naprostého premianta z prvního stupně základní školy, protože jím navštěvovaná škola měla nižší požadavky na studenty než jiná. O tomto problému hovoří například článek publikovaný Univerzitou Karlovou v Praze ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy [8]. Po podrobném zkoumání poskytnutých výsledků obou dílčích zkoušek může dojít člověk k závěru, že je zkouška z matematiky lehčí, což by znamenalo, že se klade větší důraz na úspěšnost ve zkoušce z českého jazyka. Tento závěr lze vyvodit z toho, že medián výsledků z matematiky na Církevním gymnáziu v Plzni vychází během let 2013-2016 stabilně vyšší. Je-li to záměr, pouhá náhoda nebo velký matematický talent mladé generace, o tom lze pouze spekulovat.

Jak již bylo řečeno, hlavním rozdílem mezi dětmi narozenými během jednoho roku je jejich psychická a fyzická vyspělost závislá jak na stáří, tak i prostředí, ve kterém se dítě pohybuje. Přijetí dítěte na osmileté gymnázium je ovlivněno mnoha faktory, které samotné dítě nemá šanci ovlivnit vlastním úsilím jako např. zvýšenou pílí. V nadcházejícím textu bude zkoumáno, zda jsou do poněkud nevýhodnější situace postaveni mladší studenti oproti těm starším v případě, že skládají stejně náročnou přijímací zkoušku.

3 Data

Data obsahující výsledky přijímacích zkoušek za uplynulé roky byla poskytnuta Církevním gymnáziem v Plzni. U každého uchazeče známe jen jeho datum narození, pohlaví a výsledky testu z matematiky a českého jazyka (nikoli jeho jméno a další osobní údaje). Toto gymnázium je osmileté, takže uchazeči o studium skládají zkoušky v průběhu studia páté třídy základní školy (tzn. ve věku okolo 11 let). Zkouška je písemná a je složena ze dvou částí – zkoušky z matematiky a českého jazyka. Pro všechny studenty jsou vytvořeny stejné podmínky, každý má na vypracování jednoho testu 60 minut. Aby měl uchazeč reálnou šanci na přijetí, musí dosáhnout určitého počtu bodů, maximálně je možno dosáhnout zisku 200 bodů z každé části, a zároveň se vejít mezi prvních 70 s celkově nejvyšším dosaženým počtem bodů. K dispozici jsou data narození účastníků zkoušky a jejich získané body z obou dílčích zkoušek.

Hlavním cílem testování dat bylo zjistit, zda se ve školním věku okolo 11 let, kdy děti skládají svoji vlastně první velkou zkoušku ve vzdělávacím systému, projevuje jejich vyspělost závislá na věku. Studenti navštěvující stejnou třídu by měli být narozeni v rozmezí od 1. září do 31. srpna následujícího roku, tedy v průběhu jednoho roku. V praxi se občas stává, že děti z různých důvodů do první třídy nastoupí dříve nebo mají naopak odklad, případně studují jeden rok vícekrát z rodinných či zdravotních důvodů. Pro přesnější výsledky byli v testování vynecháni ti uchazeči, kteří nastoupili do školy déle nebo dříve a nespádají tedy datem narození do zkoumaného období o rozpětí jednoho roku od září do srpna. Počty vyřazených jsou zaznamenány v tabulce 1. Naší snahou je otestovat **úspěšnost** u přijímacích zkoušek na gymnázium **v závislosti na stáří dítěte**. Chceme zjistit, jestli jsou o málo starší děti převážně úspěšnější oproti těm mladším nebo jestli je jejich úspěšnost na věku nezávislá.

Vyřazení z testování	2016	2015	2014	2013
Starší uchazeči	27	28	22	19
Mladší uchazeči	2	7	5	2
Celkem	29	35	27	21

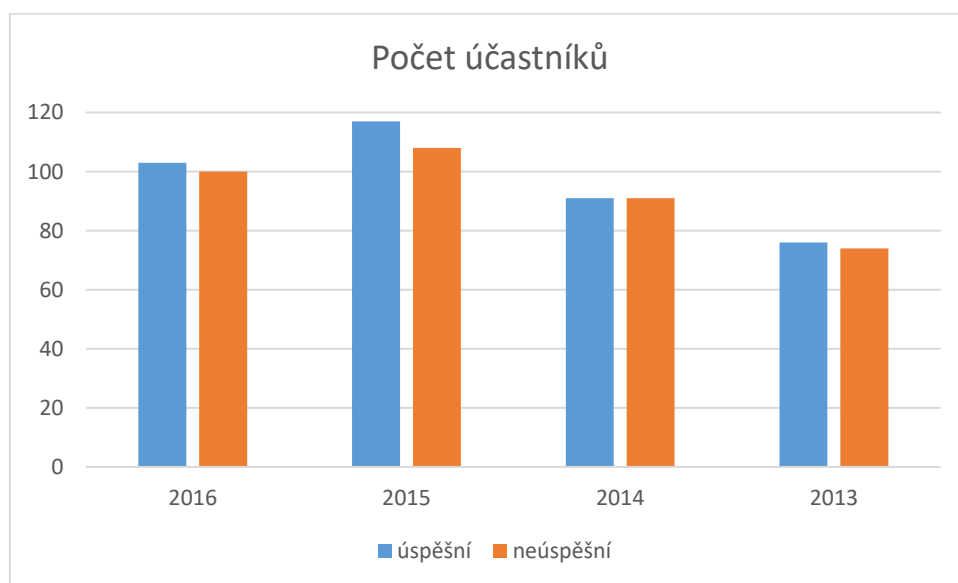
Tabulka 1: Počty vynechaných uchazečů

V našem případě byla data testována dvojím způsobem. V tom prvním byla **rozdělena** na úspěšné a neúspěšné řešitele **dle mediánu**. Nebylo tedy bráno v potaz, že gymnázium má pouze omezený počet volných míst pro nově příchozí studenty. Data byla testována v programu MS Excel, kde dle mediánu z výsledků zkoušky byla rozdělena do dvou skupin, na úspěšné a neúspěšné řešitele. Ten, kdo získal více bodů, než je hodnota mediánu, případně stejně, byl označen za úspěšného řešitele a ten, jehož bodový zisk byl menší, byl pak označen za neúspěšného. Tím byly získány dva náhodné výběry (úspěšní a neúspěšní řešitelé). Počty úspěšných a neúspěšných řešitelů dle mediánu znázorňuje následující tabulka 2, kde jsou vidět počty účastníků přijímací zkoušky během let 2013-2016.

	Počet účastníků			
	2016	2015	2014	2013
úspěšní	103	117	91	76
neúspěšní	100	108	91	74
celkem	203	225	182	150

Tabulka 2: Počty účastníků zkoušky v jednotlivých letech (bez vyřazených – viz tabulka 1)

Grafické znázornění tabulky 1 je k nahlédnutí níže na obrázku 1, oranžově jsou znázorněny počty neúspěšných řešitelů zkoušky a modře počty úspěšných v jednotlivých letech. Také je z grafu jasně vidět, že v roce 2015 byl zájem o studium na gymnáziu za zkoumané roky nejvyšší, a naopak v roce 2013 byl počet přihlášených oproti ostatním rokům poměrně nízký.



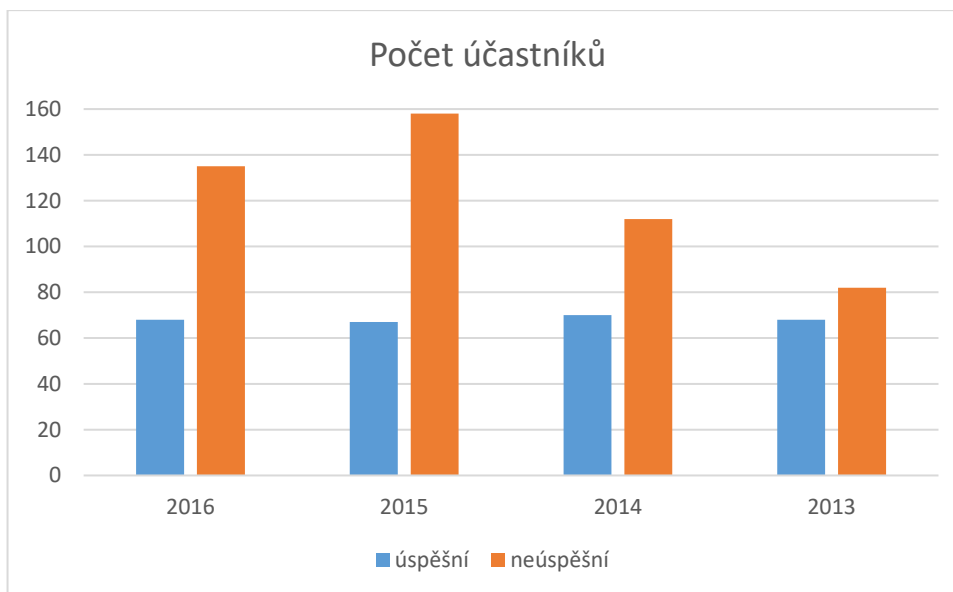
Obrázek 1: Počty úspěšných a neúspěšných účastníků zkoušky při rozdělení úspěšnosti dle mediánu

Další způsob rozdělení na úspěšné a neúspěšné řešitele byl bližší realitě. Gymnázium má omezený počet míst pro nové studenty, Církevní gymnázium v Plzni nabírá každý rok dvě nové třídy, což v přepočtu znamená maximálně 70 dětí. Jeden výběr dat je tvořen prvními **60-70 dětmi s největším získaným počtem bodů** a druhý výběr je tvořen zbytkem těch, kteří přijati nebyli. Počty úspěšných a neúspěšných uchazečů o studium v letech 2013-2016 jsou zaznamenány níže v tabulce 3.

	Počet účastníků			
	2016	2015	2014	2013
úspěšní	68	67	70	68
neúspěšní	135	158	112	82
celkem	203	225	182	150

Tabulka 3: Počty účastníků zkoušky v jednotlivých letech (bez vyřazených – viz tabulka 1)

Na obrázku 2 je graficky znázorněn obsah tabulky 3. Oranžovou barvou je znázorněn počet nepřijatých uchazečů a modrou barvou počet přijatých v jednotlivých zkoumaných letech. Z důvodu nižšího počtu přihlášených zájemců o studium v roce 2013 je rozdíl mezi počtem úspěšných a neúspěšných v tomto roce minimální. Během všech zkoumaných let byl zájem o studium na gymnáziu dostatečný, a tak byly zaplněny obě nabírané třídy bez problému.



Obrázek 2: Počty úspěšných a neúspěšných účastníků zkoušky při rozdělení 70 úspěšných:zbytku

Data byla pro oba způsoby rozdělení úspěšnosti testována nejen pro celkové výsledky, ale také z pohledu výsledků zkoušky z matematiky a českého jazyka. V těchto případech byla zkoumána úspěšnost pouze v jednom z jmenovaných předmětů bez ohledu na souhrnné výsledky zkoušky.

Při rozdělení roku na jednotlivé dny pracujeme téměř se spojitým rozdělením. Tuto vlastnost ztrácíme při méně podrobném rozdělení do více skupin. I přesto bylo pro rok 2016 vyzkoušeno rozdělit rok na 12 měsíců a následně na čtvrtletí. Pro tyto větší celky byla opět testována úspěšnost přijetí na gymnázium v závislosti na měsíci narození dítěte, případně příslušném kvartálu.

Výpočty byly prováděny v programu MS Excel, kde byla vytvořena tabulka o rozpětí jednoho roku, jejíž první sloupec vždy obsahoval data od 1. září do 31. srpna. Do dalších sloupců bylo zaznamenáno číslicí, kolik úspěšných, resp. neúspěšných dětí majících zájem o studium se narodilo v daný den. Do dalších dvou sloupců téže tabulky byly zaznamenány kumulativní počty úspěšných, resp. neúspěšných uchazečů. Kumulativní počty postupně načítají úspěšné, resp. neúspěšné uchazeče narozené do daného data.

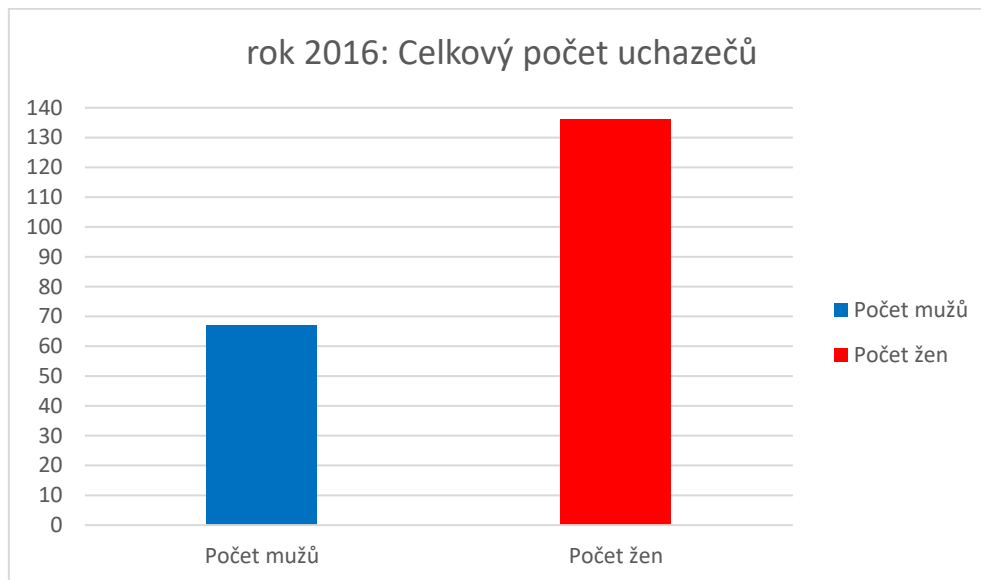
Pro rok 2016 byla otestována i úspěšnost složení zkoušky v závislosti na pohlaví dítěte. V tomto roce skládalo zkoušku více dětí ženského pohlaví než mužského, což popisuje následující tabulka 4. Grafické vyjádření nepoměru mezi pohlavími dětí usilujících o studium je vyobrazeno níže na obrázku 3. Dívek se ke zkoušce přihlásilo více než dvojnásobek oproti počtu chlapců.

Celkový počet uchazečů	203
Počet mužů	67
Počet žen	136

Tabulka 4: Počty uchazečů pro rok 2016 podle pohlaví

Opět byla v programu MS Excel vytvořena tabulka. Tentokrát ale obsahoval její první sloupec počty bodů, kterých bylo třeba dosáhnout, aby uchazeč o studium zkouškou prošel a byl přijat. Data byla testována pro oba dříve zmíněné způsoby rozdělení na úspěšné a neúspěšné řešitele. Pro složení zkoušky při určení úspěšnosti dle mediánu bylo za potřebí dosáhnout alespoň 302 bodů z celkových

400 dosažitelných, 325 bodů stačilo na zařazení se mezi 68 nejúspěšnějších řešitelů. Druhý a třetí sloupec již zmíněné excelovské tabulky obsahoval informace o tom, kolik mužů a kolik žen dosáhlo právě takového bodového zisku, jako je uvedeno v prvním sloupci stejného řádku. V dalších dvou sloupcích téže tabulky byly zaznamenány kumulativní počty ve zkoušce úspěšných mužů a žen. Kumulativní počty postupně načítají úspěšné řešitele zkoušky daného pohlaví.



Obrázek 3: Počty uchazečů pro rok 2016 podle pohlaví

Na závěr byly všechny zkoumané roky shrnuty dohromady a testovány pomocí obou již zmíněných způsobů rozdělení. Sloučením vznikly dva výběry o celkovém počtu 760 dětí. Postup testování byl stejný jako v jednotlivých letech. Mimo klasického rozdělení po dnech bylo použito i způsobu rozdělení na měsíce a kvartály.

Výsledků testování dat bylo dosaženo pomocí Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry, jenž je podrobněji popsán v nadcházející kapitole. Testována byla hypotéza H_0 oproti alternativě H_1 následujícího tvaru:

H_0 : Relativní věk uchazečů o studium má výrazný vliv na výsledek zkoušky

H_1 : Relativní věk uchazečů o studium nemá výrazný vliv na výsledek zkoušky

Testy byly prováděny převážně na hladině významnosti 5 %, v některých případech bylo využito 1% a 10% hladiny významnosti. Bylo zkoumáno, zda tato změna významně ovlivní celkové výsledky testu.

4 Kolmogorovův – Smirnovův test

4.1 Test pro dva výběry

Jde o neparametrický test, který srovnává rozdělení dvou náhodných výběrů a testuje, zda výběry pocházejí ze stejného rozdělení či nikoliv. Testovaná hypotéza H_0 a její alternativa H_1 mají tedy následující tvar:

H_0 : Oba výběry pocházejí ze stejného rozdělení

H_1 : Výběry pocházejí z navzájem různých rozdělení

V našem případě budou mít oba výběry rozsahy větší než 40, a tak bude využito relativních kumulativních četností spočítaných dle vzorce (1) uvedeného v práci [1]. Testovací statistika představující maximální rozdíl dvou empirických distribučních funkcí $F_{1,j}(x)$ a $F_{2,j}(x)$ v absolutní hodnotě bude zjištěna pomocí vzorce (2) uvedeného v práci [1].

$$F_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^j n_i \quad (1)$$

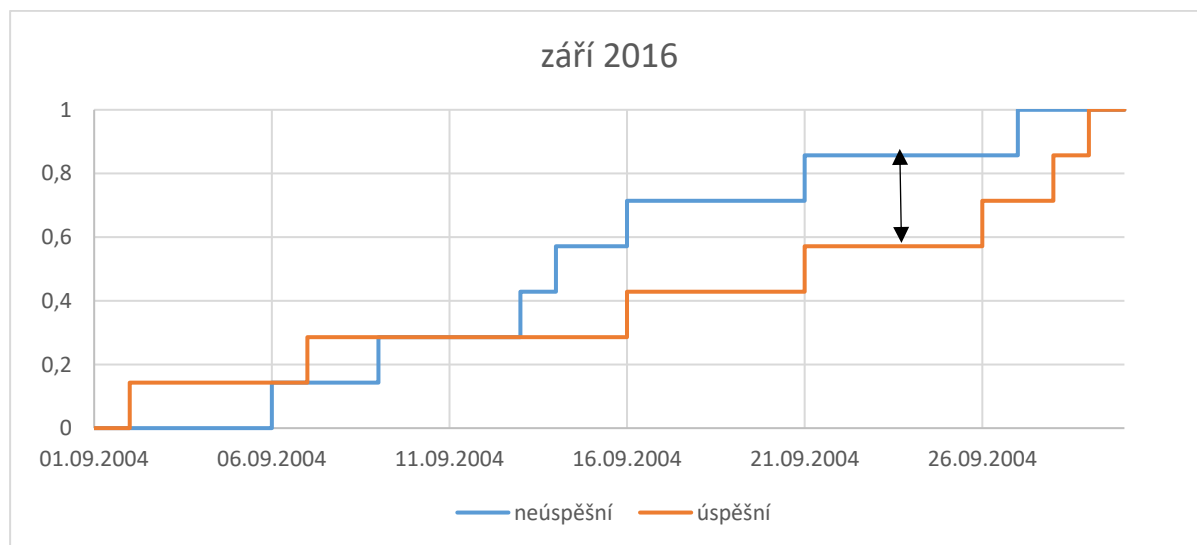
$$D_{n_1, n_2} = \max_x |F_{1,j}(x) - F_{2,j}(x)| \quad (2)$$

Indexy n_1 a n_2 ve vzorcích (1) a (2) značí velikost obou výběrů.

Nulová hypotéza je přijata na hladině významnosti α , jestliže je testovací statistika menší než kritická hodnota testu. Kritickou hodnotu testu lze spočítat za pomoci následujícího vzorce [1]:

$$c(\alpha) \cdot \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}} \quad (3)$$

Hodnota $c(\alpha)$ je tabulková hodnota závislá na velikosti α (např. pro $\alpha = 5\%$ je rovno $c(\alpha) = 1,36$, $\alpha = 1\%$ je rovno $c(\alpha) = 1,63$). Stejně tak i celá kritická hodnota je pro malé rozsahy výběrů k nalezení v tabulkách.



Obrázek 4: Graf empirické distribuční funkce

Pro ilustraci empirických distribučních funkcí byla použita reálná data, která budou detailněji rozebrána v následující kapitole, konkrétně se jedná o data ze září 2016. Na obrázku 4 jsou vykresleny oranžově a modře empirické distribuční funkce, černě je vyznačena testovací statistika D Kolmogorova – Smirnova testu pro 2 výběry, která značí maximální rozdíl těchto funkcí.

Autory metody jsou Andrej Nikolajevič Kolmogorov a Vladimir Ivanovič Smirnov.

5 Vliv relativního věku na výsledky přijímací zkoušky v roce 2016

Data s výsledky zkoušky pro rok 2016 jsou nejaktuálnější, tudíž budou v práci rozebrána detailněji. V tomto roce se zkoušky účastnilo celkem 203 uchazečů o studium. Veškeré výpočty lze dohledat v souboru *data2016.xlsx* na příloženém CD.

5.1 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro dva výběry v případě rozdělení úspěšnosti dle mediánu

5.1.1 Celkové výsledky zkoušky

Data byla testována pomocí Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry (krátce K – S testu), kterým bylo zjišťováno, zda datum narození dítěte má výrazný vliv na úspěšnost ve složení přijímací zkoušky. Výsledky K – S testu shrnuje následující tabulka, rok 2016 je vyznačen červeně:

	2016	2015	2014	2013
D statistika	0,08	0,18	0,09	0,18
Kritická hodnota	0,19	0,18	0,20	0,22
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05
Přijatá hypotéza	H0	H0	H0	H0

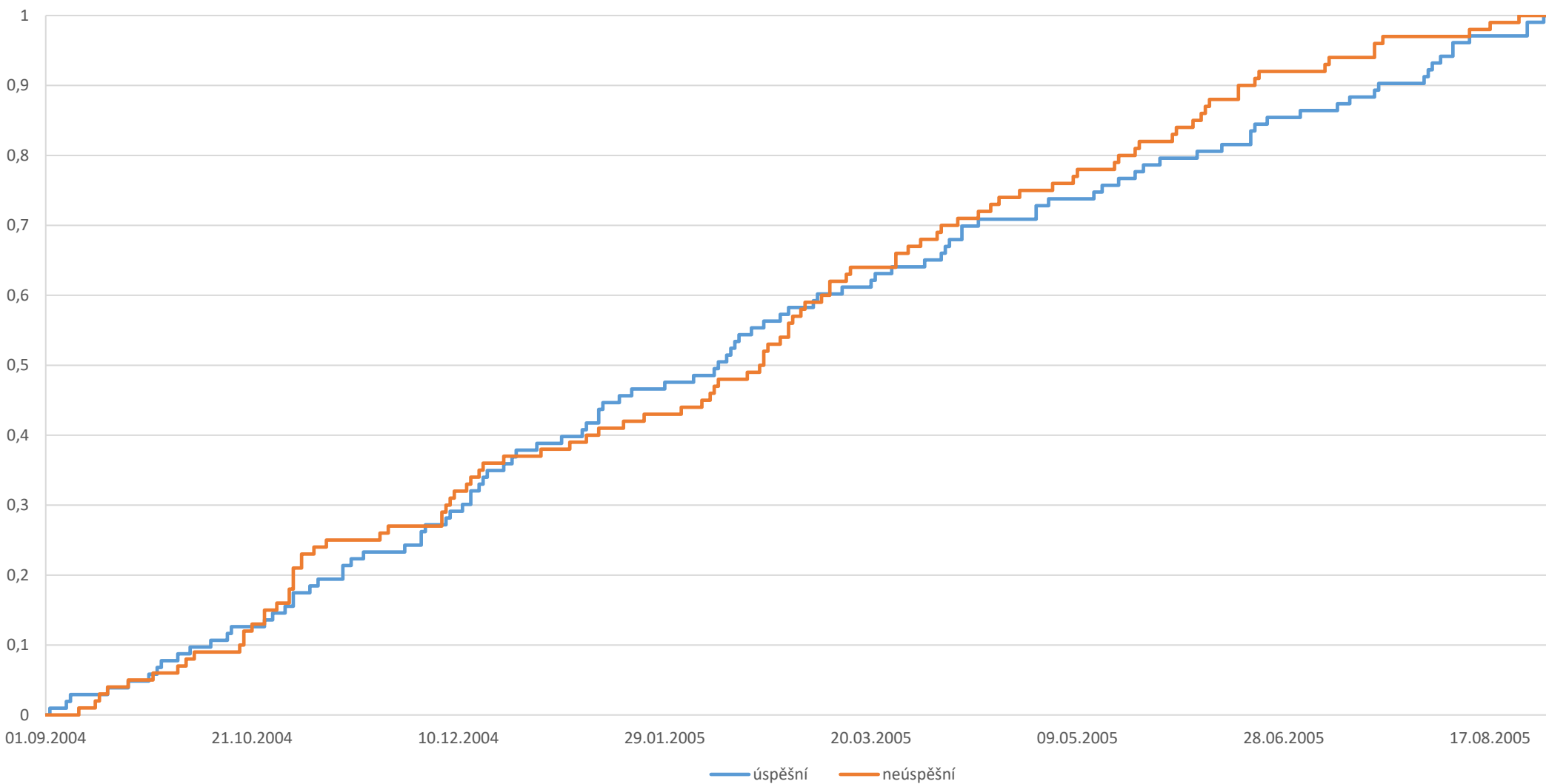
Tabulka 5: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry

Výpočty si lze prohlédnout na listě *celkové výsledky 50_50*. Kritická hodnota vychází vysoká oproti testovací statistice představující maximální rozdíl mezi empirickými distribučními funkcemi obou výběrů, a tak je nulová hypotéza přijata na hladině významnosti $\alpha = 5\%$. Tento výsledek naznačuje, že rozdíl necelého roku věku není v celkových výsledcích přijímacího řízení podstatný.

Příslušný graf si lze podrobněji prohlédnout ve větším měřítku na straně 11 nebo na listě *Graf 50_50* v excelovském souboru. Grafické vyjádření kumulativní empirické distribuční funkce daných výběrů pro zkoumaný rok 2016 odpovídá výsledku K – S testu pro dva výběry zaznamenaného v tabulce 5. Funkce rozdělení úspěšných a neúspěšných řešitelů jsou vykresleny v grafu oranžovou a modrou barvou bez výrazných vzájemných rozdílů, což podporuje závěr o přiklonění se k přijetí nulové hypotézy.

V grafu níže si můžeme všimnout vzájemného chování křivek. Je vidět, že empirické distribuční funkce si mnohdy křížují cestu, protínají se, rozbíhají nebo se kopírují. Rychlost růstu křivek závisí na hodnotách relativních kumulativních četností úspěšných a neúspěšných uchazečů zjištěných vzorcem (1). Například během měsíce listopadu je možno v grafu pozorovat rychlejší stoupání oranžové křivky znázorňující EDF neúspěšných. Tento prudší růst zapříčinilo náhlé zvýšení počtu neúspěšných řešitelů zkoušky oproti těm úspěšným. Žádné vzdálení křivek nebylo dostatečně velké, aby byla nulová hypotéza zamítnuta, což znamená, že ani maximální vzdálenost obou funkcí 0,08 nepřevýšila vypočítanou kritickou hodnotu 0,19.

CELKOVÉ VÝSLEDKY 2016: ÚSPĚŠNOST 50:50



Obrázek 5: EDF pro celkové výsledky zkoušek 2016

5.1.2 Výsledky z matematiky

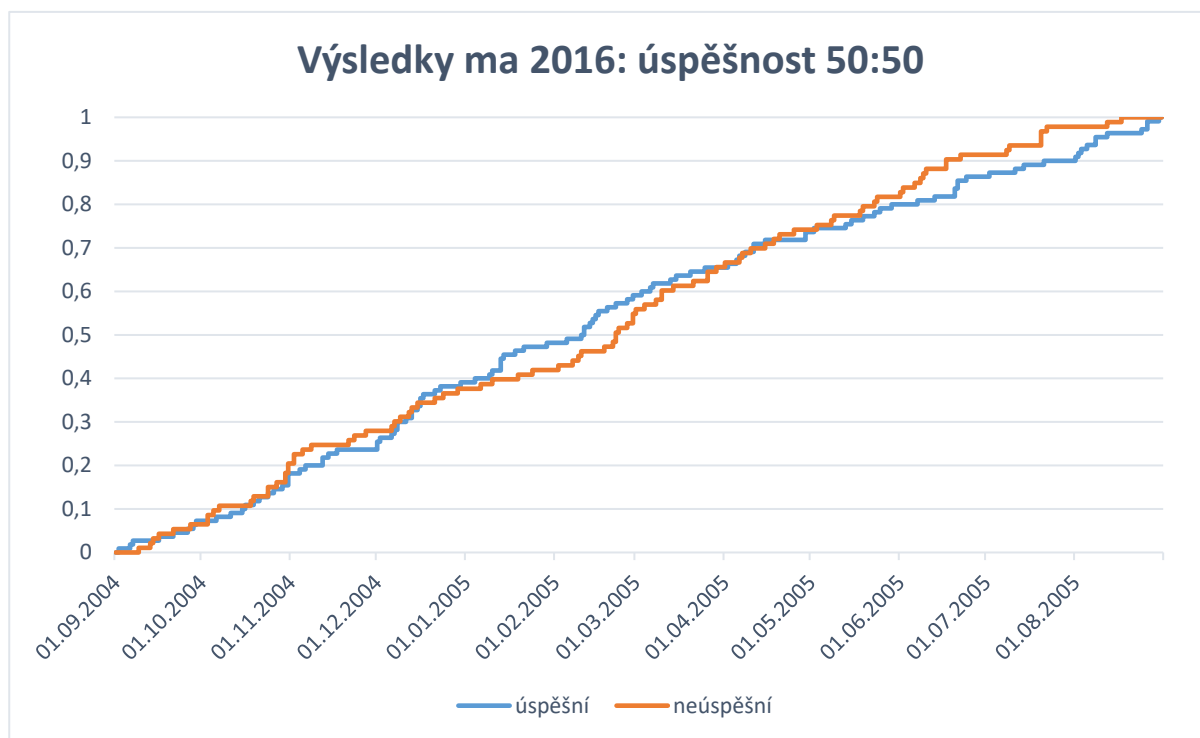
Opět byla vytvořena tabulka s daty narození uchazečů a k nim přiřazené jejich získané body ze zkoušky z matematiky. Výpočtem **mediánu** ve výši **160 bodů** z maximálního počtu 200 získaných bodů byla data rozdělena na úspěšné a neúspěšné řešitele zkoušky z matematiky. V další tabulce o rozpětí jednoho roku od září do srpna byl k datům narození přiřazen počet úspěšných, resp. neúspěšných řešitelů pro daný den.

	2016
D statistika	0,09
Kritická hodnota	0,19
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

Tabulka 6: Výsledky Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry zkoušky z matematiky

Tabulka 6 shrnuje výsledky Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry zkoušky z matematiky. Náhled výpočtů je k dispozici na listě *50_50 ma*. Kritická hodnota i maximální rozdíl mezi empirickými distribučními funkcemi obou výběrů vychází podobně jako v předešlém případě, kdy byly testovány celkové výsledky zkoušky. Nulová hypotéza bude opět přijata na hladině významnosti $\alpha = 5\%$. Při rozdělení úspěšnosti dle mediánu se zdá, že výsledky přijímací zkoušky z matematiky v roce 2016 neovlivňoval datum narození dítěte.

Výsledku testu nasvědčuje i graf, který je k dispozici na listě *Graf 50_50 ma*. Nejsou zde patrné velké rozdíly mezi funkcemi.



Obrázek 6: EDF pro výsledky zkoušek z matematiky 2016

5.1.3 Výsledky z českého jazyka

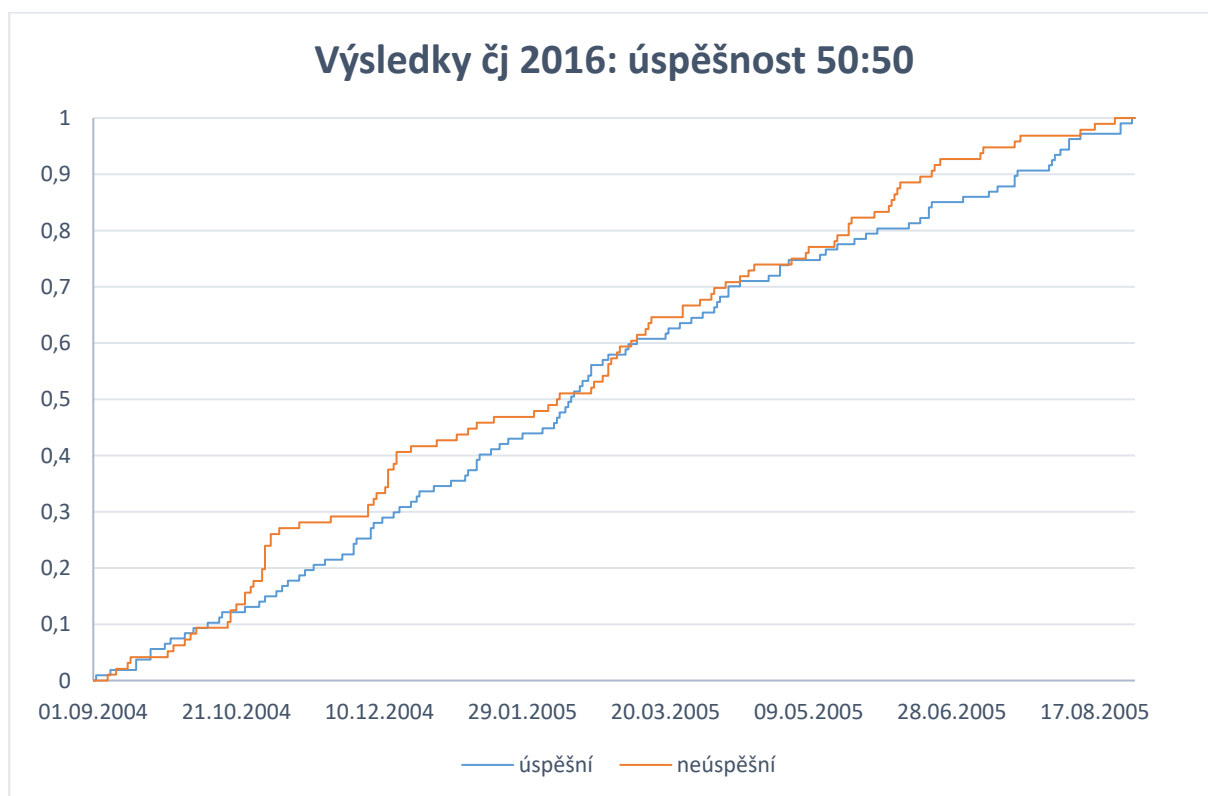
Byl použit stejný postup pro vytvoření tabulek k výpočtům jako u testování výsledků z matematiky, jen byly k datům přiřazovány získané body z českého jazyka. **Medián** dosáhl výše **143** získaných **bodů** z maximálně dosažitelného bodového zisku 200.

Výsledek Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry, jenž dopadl stejně jako v předešlých dvou případech, je k náhledu na listě 50_50 čj. Opět byla nulová hypotéza přijata na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$. Kritická i testová statistika vycházejí stále hodně podobně vzhledem k minulým případům.

	2016
D statistika	0,11
Kritická hodnota	0,19
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

Tabulka 7: Výsledky Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry zkoušky z českého jazyka

Výsledek opět podporuje i pohled na vykreslený graf na obrázku 7 a listě *Graf 50_50 čj*, v němž se vykreslené funkce výrazně nerozcházejí.



Obrázek 7: EDF pro výsledky zkoušek z českého jazyka 2016

5.1.4 Porovnání výsledků zkoušky z matematiky a českého jazyka

V roce 2016 byl medián výsledků z matematiky v hodnotě 160 bodů, zatímco z českého jazyka dosáhl výše pouhých 143 získaných bodů. Mezi mediány je vidět značný nepoměr v hodnotě 17 bodů. Pro ověření toho, jestli je zkouškový test z matematiky významně lehčí oproti testu z českého jazyka, byl použit **znaménkový test** uvedený v bakalářské práci [9]. Jedná se o neparametrický párový test, který můžeme použít, pokud je splněn předpoklad spojitosti.

Testována byla následující hypotéza H_0 : „Obtížnost obou testů není významně odlišná“ proti alternativě H_1 : „Některý z předmětů je těžší“.

Data s výsledky dílčích zkoušek pro rok 2016 byla seřazena podle data narození od nejstarších po nejmladší. U každého dítěte byl odečten výsledný počet bodů z matematiky od bodů z českého jazyka a když byl rozdíl nulový, bylo pozorování vyškrtnuto a sníženo n udávající celkový rozsah výběru. Počet kladných rozdílů byl označen V , testová statistika U byla vypočítána dle následujícího vzorce (4) uvedeného taktéž v práci [9]:

$$U = \frac{\left|V - \frac{n}{2}\right| - \frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{n}{4}}} \quad (4)$$

Výsledek $U = 5,64$ byl porovnán s kritickou hodnotou 1,96 vypočítanou pomocí funkce Excelu NORM.INV, protože vzhledem k velkému počtu naměřených hodnot lze za kritické hodnoty brát kvantily normálního rozdělení.

	2016
U statistika	5,64
Kritická hodnota	1,96
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H1

Tabulka 8: Porovnání výsledků zkoušek z českého jazyka a matematiky v roce 2016

Jak je možné sledovat v Excelu na listě *znaménkový test* v buňkách S2:S5 nebo v tabulce 8, hodnota testové statistiky U vyšla vyšší než kritická hodnota, a tak na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ zamítáme nulovou hypotézu o shodné obtížnosti obou testů. Přikláníme se k závěru o statisticky významném rozdílu mezi výsledky testů, test z matematiky byl sestaven ve výrazně lehčí verzi.

5.2 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro dva výběry v případě rozdělení úspěšnosti nejlepších ku zbytku

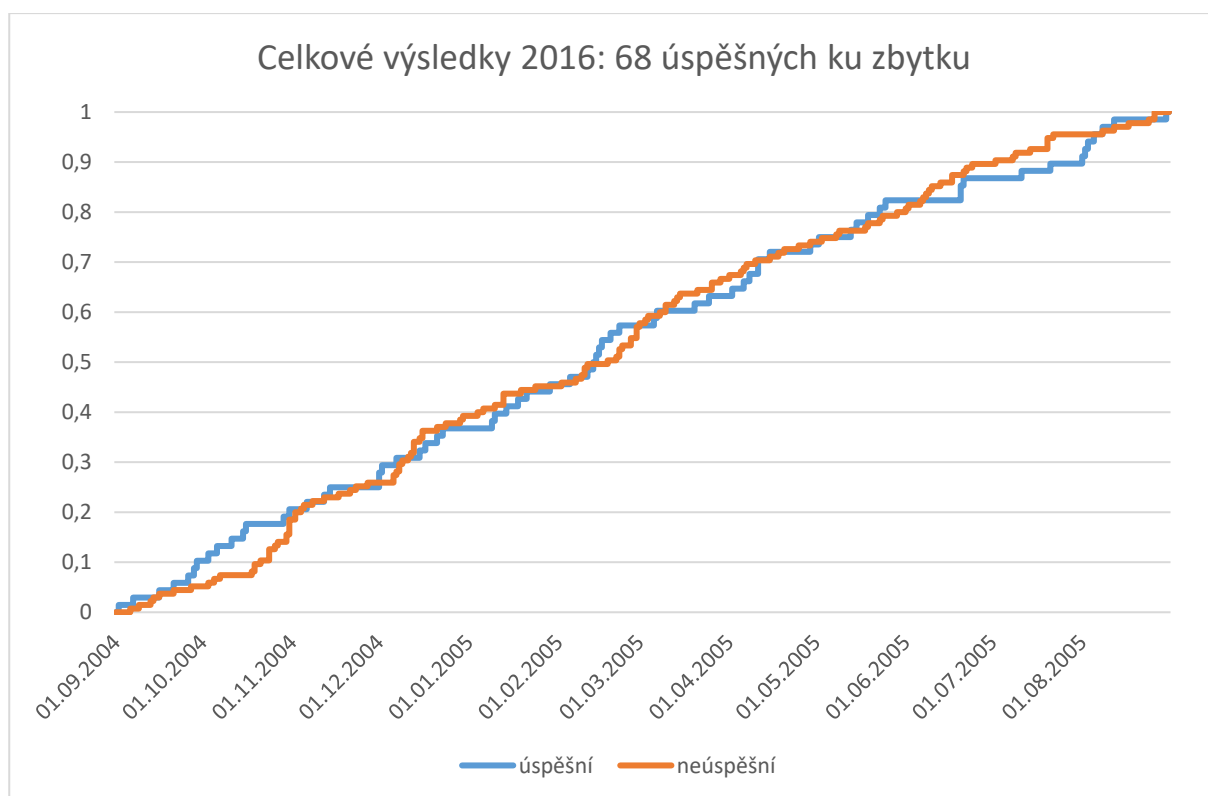
5.2.1 Celkové výsledky zkoušky

Za **úspěšné řešitele** zkoušky jsou nyní považováni ti, kteří získali **325 bodů a více**. Takového výsledku dosáhlo **68 uchazečů**, ostatních 135 bylo neúspěšných (jak bylo naznačeno v kapitole 3 *Data* bývá přijato maximálně 70 nejúspěšnějších). Data byla opět testována pomocí K – S testu pro dva výběry, jehož postup je zaznamenán na listě *celkové výsledky_68 úspěšných*, výsledky jsou shrnuty v tabulce 9.

	2016
D statistika	0,10
Kritická hodnota	0,20
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

Tabulka 9: Celkové výsledky Kolmogorova – Smirnova testu pro 2 výběry

Kritická hodnota vyšla vysoká oproti testové statistice. Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ je nulová hypotéza přijímána. Po tomto testu se lze domnívat, že relativní věk uchazečů o studium neovlivňoval v daném roce výsledek zkoušky.



Obrázek 8: EDF pro celkové výsledky zkoušek 2016

V grafu na obrázku 8 je oranžově vyznačena distribuční funkce rozdělení neúspěšných řešitelů a modře úspěšných. Funkce se vzájemně moc neliší, což potvrzuje i nízká hodnota testové statistiky. Podoba grafu podporuje tvrzení o přijmutí nulové hypotézy. Graf je k nalezení také na listě *Graf 68 úspěšných*.

5.2.2 Výsledky z matematiky

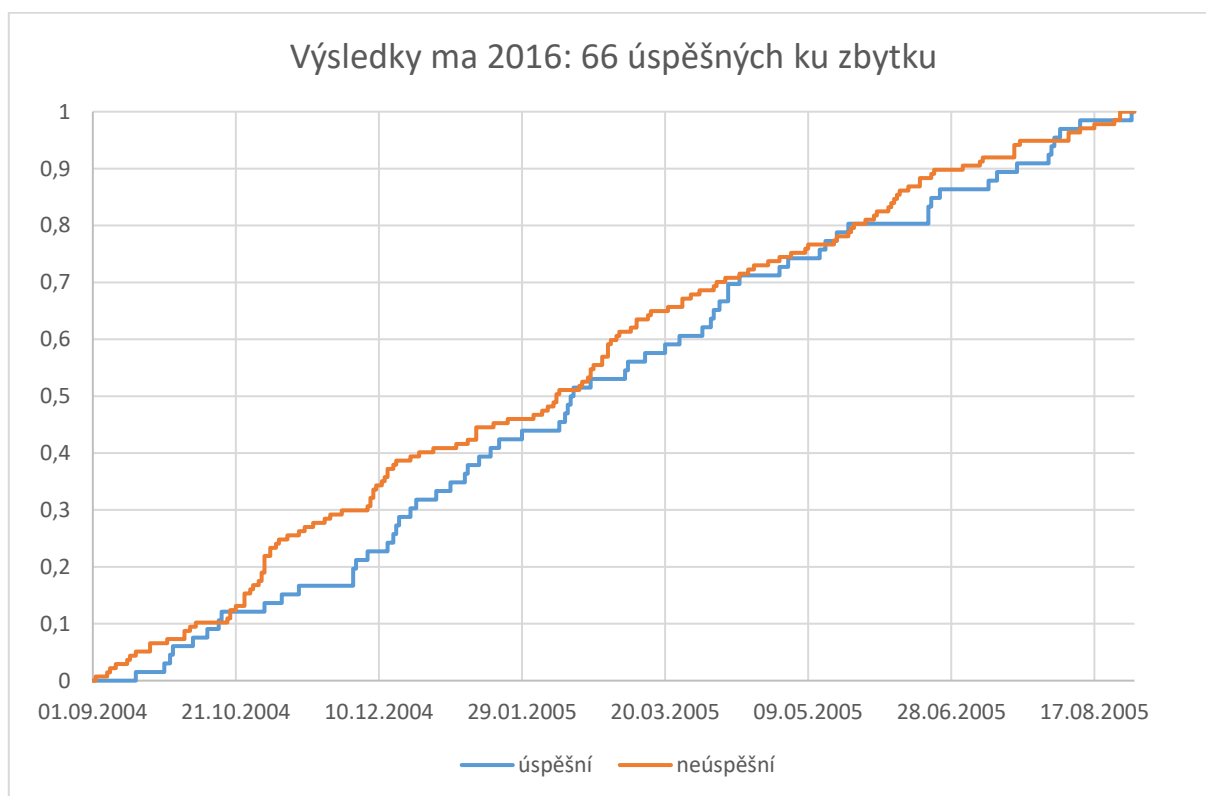
Ve zkoušce z matematiky dosáhlo **66 uchazečů** 180 bodů z celkových 200. Tito byli nadále považováni za úspěšné řešitele, zbylých 137 za neúspěšné.

Výsledky testu jsou k nalezení na listě *66 úspěšných _ ma*. Kritická hodnota vyšla opět vyšší než testová statistika, a tak i zde byla nulová hypotéza přijata na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$.

	2016
D statistika	0,13
Kritická hodnota	0,20
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

Tabulka 10: Výsledky Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry zkoušky z matematiky

Můžeme říct, že ani výsledky testu z matematiky nebyly ovlivněny vyzrálostí dítěte v závislosti na věku. Výsledek lze očekávat i pohledem na výsledný graf vyskytující se v plné velikosti na listě *Graf 66 ma*, kde je oranžově vyznačena empirická distribuční funkce rozdělení neúspěšných řešitelů a modře úspěšných.



Obrázek 9: EDF pro výsledky zkoušek z matematiky 2016

5.2.3 Výsledky z českého jazyka

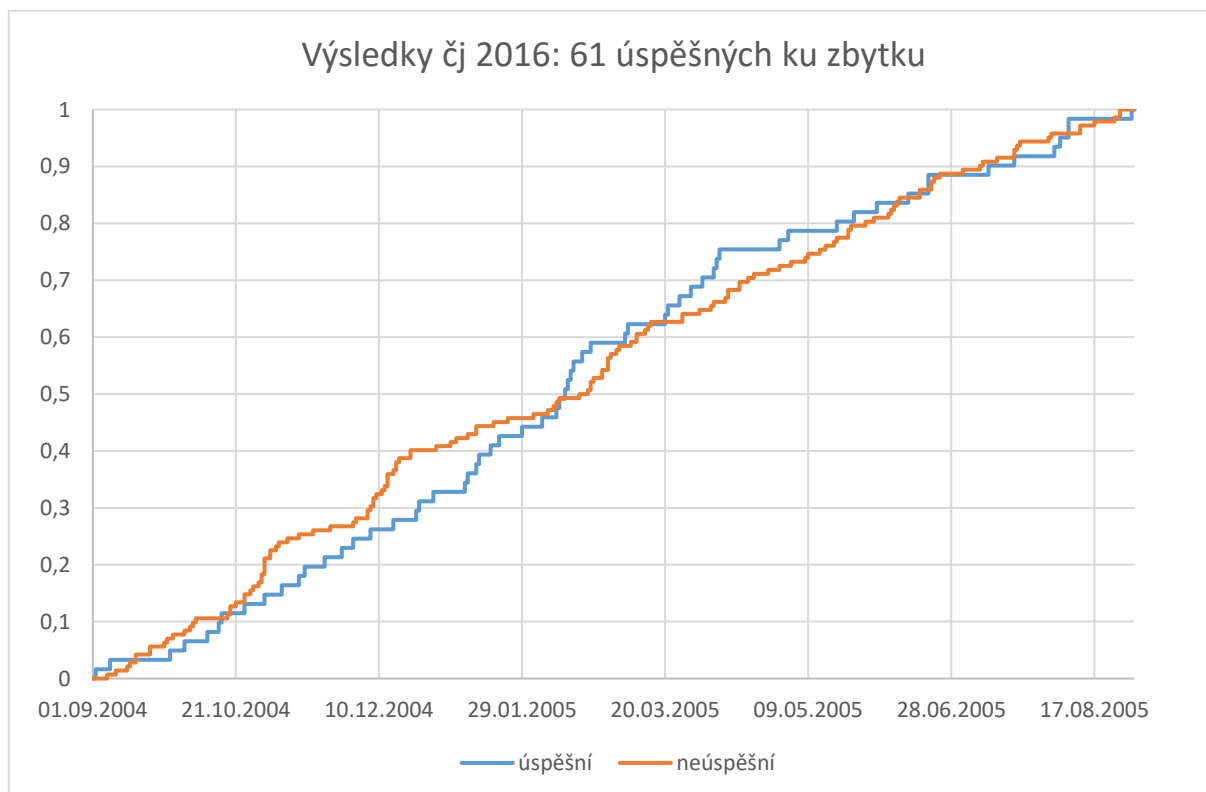
Pro složení zkoušky z českého jazyka a zapsání se mezi **61 nejlepších** bylo zapotřebí získat alespoň 157 bodů. Neúspěšných řešitelů bylo 142.

Výsledek K – S testu pro dva výběry je opět skoro totožný s předchozími dvěma případy a je zaznamenán v tabulce 11 a podrobněji potom na listě *61 úspěšných _ čj*. I v tomto případě je přijímána nulová hypotéza. Přikláníme se k tvrzení, že ani u zkoušky z českého jazyka relativní věk dítěte nemá značný vliv na úspěšnost.

	2016
D statistika	0,12
Kritická hodnota	0,21
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

Tabulka 11: Výsledky Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry zkoušky z českého jazyka

Výsledky testu jsou názorně zaznamenány do grafu na obrázku 10, kde je opět oranžově vyznačena distribuční funkce rozdělení úspěšných řešitelů a modře neúspěšných. Graf je možné najít na listě Graf 61 čj.



Obrázek 10: EDF pro výsledky zkoušek z českého jazyka 2016

5.2.4 Vliv odkladu školní docházky

V souboru *data2016.xlsx* na listě s názvem *+vyřazení_70 úspěšných* bylo zkoumáno, zda se výsledek K – S testu výrazně změní, budou-li zařazeni do náhodných výběrů úspěšných a neúspěšných řešitelů zkoušky všichni přihlášení uchazeči o studium.

Celkem se v roce 2016 přihlásilo k přijímací zkoušce 232 dětí, z nichž nejstarší bylo narozeno 14. ledna 2004 a nejmladší 19. září 2005. V programu MS Excel byla vytvořena tabulka o rozpětí 615 dnů a ke každému dni byl přiřazen počet úspěšných a neúspěšných řešitelů narozených v daný den. Opět bylo využito K – S testu pro dva výběry, který neprokázal výrazné odlišnosti ve výsledku při srovnání s testováním v případě vyřazení 29 starších a mladších uchazečů. 27 řešitelů přijímacích testů narozených od ledna do srpna nebylo výrazně lepších a vliv relativního věku nebyl prokázán.

5.2.5 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro dva výběry při seskupení dat narození do měsíců a čtvrtletí

Tabulka 12 seskupuje všechny uchazeče o studium v roce 2016 do měsíců dle jejich dat narození.

	úspěšní	neúspěšní	celkem
září	7	7	14
říjen	7	18	25
listopad	3	10	13
prosinec	8	18	26
leden	6	8	14
únor	8	16	24
březen	4	13	17
duben	7	10	17
květen	6	8	14
červen	3	13	16
červenec	2	8	10
srpen	7	6	13
	68	135	203

Tabulka 12: Celkový počet řešitelů zkoušky v roce 2016 dle měsíců narození

Výsledky K – S testu pro dva výběry zaznamenané v tabulce 13 a na listě *měsíce, kvartály_68 úspěšných* potvrzují domněnku, že žádný z měsíců nemá výraznou převahu v počtu úspěšných nebo neúspěšných řešitelů ve srovnání s ostatními. V roce 2016 měly největší zájem o studium na gymnáziu děti narozené v říjnu, prosinci a únoru.

Měsíce		
D statistika	0,06	0,06
Kritická hodnota	0,20	0,18
Alpha	0,05	0,1
Přijatá hypotéza	H0	H0
Kvartály		
D statistika	0,02	0,02
Kritická hodnota	0,20	0,18
Alpha	0,05	0,1
Přijatá hypotéza	H0	H0

Tabulka 13: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry při rozdělení úspěšnosti nejlepších ku zbytku

5.3 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro dva výběry: úspěšnost muži vs. ženy

Dále byl zkoumán vliv pohlaví dítěte na úspěšné složení přijímací zkoušky na gymnázium. V roce 2016 skládalo zkoušku 67 dětí mužského a 136 ženského pohlaví.

5.3.1 Celkové výsledky zkoušky

Maximálně dosažitelný bodový zisk z celé zkoušky činil 400 bodů. V MS Excel v souboru *data2016.xlsx* na listě *M vs. Ž* byla vytvořena tabulka s počty bodů, které stačily na přijetí na gymnázium, a k nim byl přiřazen počet mužů a žen, kteří dosáhli takového bodového zisku. Vznikly tedy 2 výběry dat – přijatí muži a ženy. Data byla testována pomocí K – S testu pro dva výběry, kterým bylo zjišťováno, zda pohlaví dítěte má výrazný vliv na úspěšnost ve skládání přijímací zkoušky.

Aby se uchazeč dostal mezi **první polovinu nejúspěšnějších řešitelů** (v případě 50% úspěšnosti) zkoušky, bylo potřeba dosáhnout **302 bodů**. Výsledky Kolmogorova – Smirnova testu pro dva výběry pro tuto variantu jsou k dispozici v tabulce 14 a příslušný graf je k vidění na obrázku 11 vlevo nebo na listě *Graf2 Mvs.Ž*. Testovací statistika vyšla 0,18, což značí mírný rozdíl mezi vykreslenými funkcemi v grafu. Kritická hodnota ovšem vychází větší, takže na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ nezamítáme nulovou hypotézu.

	2016
D statistika	0,18
Kritická hodnota	0,28
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

Tabulka 14: Celkové výsledky K – S testu pro 2 výběry: vliv pohlaví při rozdělení úspěšnosti dle mediánu

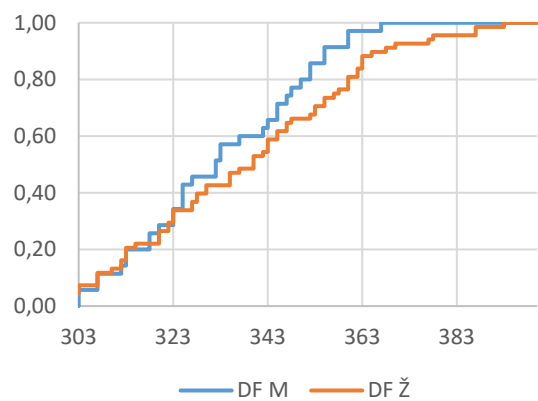
Pokud bereme, že úspěšných je jen **prvních 68 řešitelů** zkoušky, výsledky K – S testu pro dva výběry jsou k dispozici v tabulce 15 nebo opět v grafu na obrázku 11 vpravo popřípadě na listě *Graf1 Mvs.Ž*. Postup testování si lze prohlédnout opět v souboru *data2016.xlsx* na listě *M vs. Ž*. Aby byl v tomto případě uchazeč úspěšný, musel dosáhnout **alespoň 325 bodů**. Test končí přijetím stejné hypotézy jako v předchozím případě, jen testová statistika i kritická hodnota nabývají o něco vyšších hodnot. Je přijata nulová hypotéza o tom, že data pocházejí ze stejných rozdělení.

	2016
D statistika	0,27
Kritická hodnota	0,35
Alpha	0,05
Přijatá hypotéza	H0

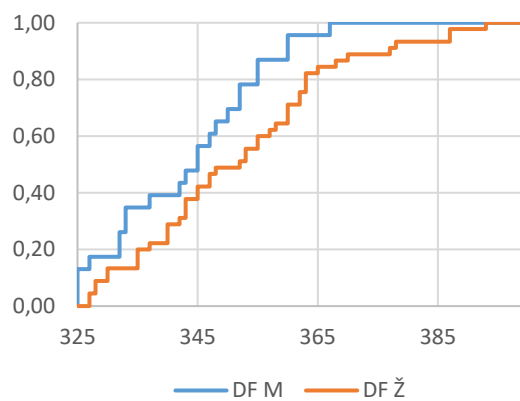
Tabulka 15: Celkové výsledky K – S testu pro 2 výběry: vliv pohlaví při reálné úspěšnosti

Na základě těchto testů se lze domnívat, že pohlaví dítěte nemá výrazný vliv na jeho přijetí na gymnázium.

Celkem získané body M vs. Ž:
úspěšnost 50:50



Celkem získané body M vs. Ž:
prvních 68 úspěšných řešitelů



Obrázek 11: EDF pro závislost úspěšnosti na pohlaví 2016

6 Vliv relativního věku na výsledky přijímacích zkoušek v letech 2013, 2014, 2015 a 2016

6.1 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro úspěšnost dle mediánu

6.1.1 Celkové výsledky

Výsledky testování dat K – S testem pro dva výběry jsou shrnuty v tabulce 5, počty účastníků zkoušky potom v tabulce 2. Při testování se stále pohybujeme na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$. Veškeré výpočty lze nalézt v souborech *data2016.xlsx*, *data2015.xlsx*, *data2014.xlsx* a *data2013.xlsx* vždy na listech s názvem *celkové výsledky 50_50*.

V tabulce 2 jsou vidět spočtené hodnoty pro jednotlivé roky skládání zkoušky. Kritická hodnota vychází velmi podobně pro všechny roky, pohybuje se v rozmezí 0,18-0,22. Testová statistika představující maximální rozdíl mezi empirickými distribučními funkcemi je nižší pro roky 2014 a 2016, naopak pro roky 2013 a 2015 je o něco vyšší. Nulová hypotéza o shodě rozdělení obou výběrů byla však přijata pro všechny zkoumané roky na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$. Tento výsledek naznačuje, že rozdíl necelého roku věku není v celkových výsledcích přijímacího řízení podstatný a potvrzuje i závěr získaný z testování samotného roku 2016. Jelikož test vyšel pro všechny čtyři zkoumané roky stejně, přikláníme se k závěru, že je-li počítáno s 50% úspěšností přijetí, děti narozené v září nemají oproti těm narozeným během následujícího roku u zkoušky výraznou výhodu.

Grafy empirických distribučních funkcí úspěšných a neúspěšných řešitelů za zkoumané čtyři roky jsou k vidění na obrázku 12, nebo si je lze podrobněji prohlédnout na listech s názvem *Graf50_50* v příslušných excelovských souborech.

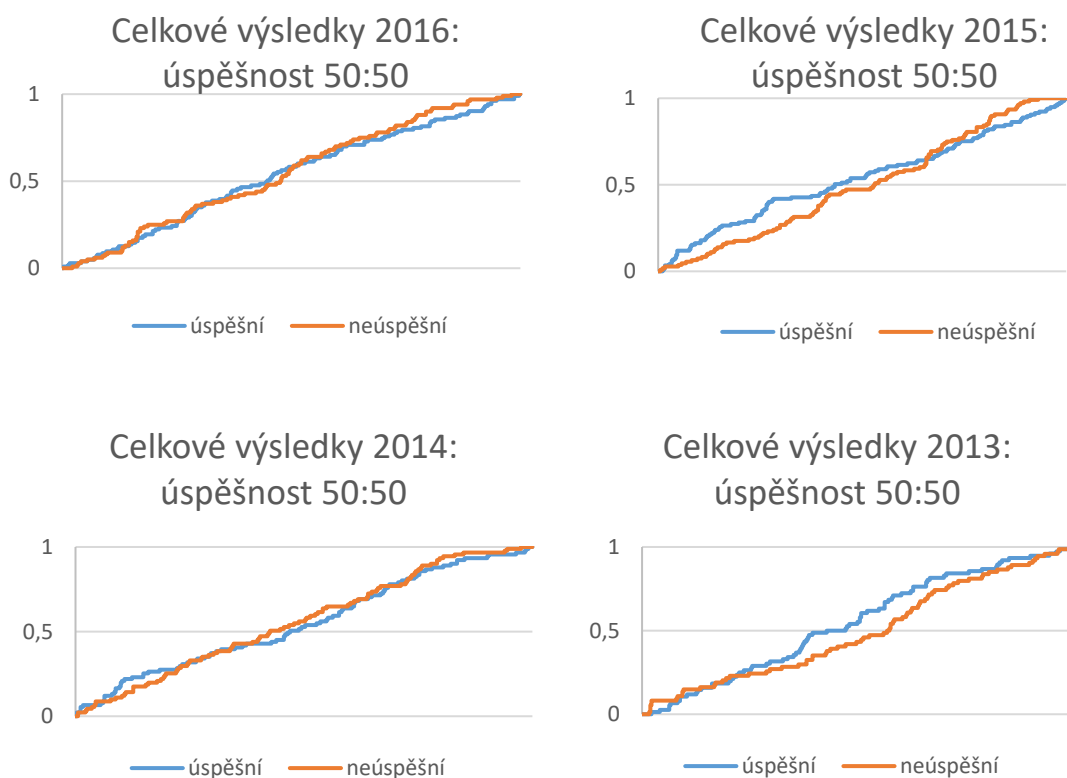
6.1.1.1 Jiná hladina významnosti

Stejně náhodné výběry byly testovány i na jiných hladinách významnosti, konkrétně pro $\alpha = 1\%$ a $\alpha = 10 \%$. Výsledky K – S testu pro dva výběry celkových výsledků zkoušky v jednotlivých letech jsou obsaženy v tabulce 16.

		2016	2015	2014	2013
$\alpha = 10 \%$	D statistika	0,08	0,18	0,09	0,18
	Kritická hodnota	0,17	0,16	0,18	0,20
	Přijatá hypotéza	H0	H1	H0	H0
$\alpha = 1 \%$	D statistika	0,08	0,18	0,09	0,18
	Kritická hodnota	0,23	0,22	0,24	0,27
	Přijatá hypotéza	H0	H0	H0	H0

Tabulka 16: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry, $\alpha = 10 \%$ a $\alpha = 1 \%$

Je patrné, že vyšší hladina významnosti zapříčinila zamítnutí nulové hypotézy v roce 2015, v ostatních letech ovšem zůstal závěr testu stejný.



Obrázek 12: EDF pro celkové výsledky zkoušek 2013-2016

6.2 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro výběr nejlepších ku zbytku

6.2.1 Celkové výsledky

Do tabulky 17 byly vepsány výsledky K – S tesu pro dva výběry. Počty úspěšných a neúspěšných účastníků jsou shrnuty v tabulce 3. Test byl stále prováděn na hladině významnosti $\alpha = 5\%$. Veškeré výpočty lze nalézt v souborech *data2016.xlsx*, *data2015.xlsx*, *data2014.xlsx* a *data2013.xlsx* vždy na listech s názvem *celkové výsledky_xx úspěšných*.

	2016	2015	2014	2013
D statistika	0,10	0,19	0,09	0,16
Kritická hodnota	0,20	0,20	0,21	0,22
Alpha	0,05	0,05	0,05	0,05
Přijátá hypotéza	H0	H0	H0	H0

Tabulka 17: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry

Tabulce 17 obsahuje spočtené hodnoty pro jednotlivé roky skládání zkoušky. Kritická hodnota se pohybuje v rozmezí 0,20-0,22, vychází tedy velmi podobně pro všechny roky. Maximální rozdíl mezi empirickými distribučními funkcemi je opět nižší pro roky 2014 a 2016, pro roky 2013 a 2015 je naopak testová statistika o něco vyšší. Na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ byla nulová hypotéza o shodě rozdělení obou výběrů přijata pro všechny zkoumané roky. Přikláníme se tedy k závěru, že je-li počítáno s reálnou úspěšností přijetí, uchazeči o studium s dřívějším datem narození nejsou ve výrazné výhodě oproti těm s o něco málo pozdějším datem narození.

Grafy empirických distribučních funkcí úspěšných a neúspěšných řešitelů za zkoumané čtyři roky jsou k vidění na listech s názvem *Graf xx úspěšných* v příslušných excelovských souborech.

6.2.1.1 Jiná hladina významnosti

Tabulka 18 obsahuje získané výsledky testu po zvolení hladin významnosti $\alpha = 1\%$ a $\alpha = 10\%$.

		2016	2015	2014	2013
$\alpha = 10\%$	D statistika	0,10	0,19	0,09	0,16
	Kritická hodnota	0,18	0,18	0,19	0,20
	Přijatá hypotéza	H0	H1	H0	H0
$\alpha = 1\%$	D statistika	0,10	0,19	0,09	0,16
	Kritická hodnota	0,24	0,24	0,25	0,27
	Přijatá hypotéza	H0	H0	H0	H0

Tabulka 18: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry, $\alpha=10\%$ a $\alpha=1\%$

Závěr je stejný jako při totožném testu při rozdělení úspěšnosti dle mediánu. Jen pro rok 2015 zapříčinila vyšší hladina významnosti přijetí alternativní hypotézy.

7 Testování Kolmogorovým – Smirnovým testem pro dva výběry souhrnu výsledků let 2013-2016

Celkem se přijímací zkoušky účastnilo během čtyř zkoumaných let 760 dětí. Testy byly prováděny s téměř spojitým rozdělením roku na jednotlivé dny, poté byl rok od září do srpna rozdělen na měsíce a čtvrtletí. Každý uchazeč byl přiřazen do skupiny, do níž spadá dle svého data narození. Podrobný postup testování je k dispozici v souboru *data2013-16.xlsx*.

7.1.1 Rozdělení po dnech

Při rozložení **úspěšnosti dle mediánu** bylo celkem 387 úspěšných řešitelů a 373 neúspěšných. Tabulka 19 shrnuje výsledky testování na různých hladinách významnosti, které jsou k náhledu na listě 50_50.

D statistika	0,07	0,07	0,07
Kritická hodnota	0,10	0,12	0,09
Alpha	0,05	0,01	0,1
Přijatá hypotéza	H0	H0	H0

Tabulka 19: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběr při rozdělení úspěšnosti 50:50

Při **reálném přístupu k úspěšnosti** přijetí bylo z celkového počtu zájemců o studium 273 úspěšných a 487 neúspěšných.

D statistika	0,07	0,07	0,07
Kritická hodnota	0,10	0,12	0,09
Alpha	0,05	0,01	0,1
Přijatá hypotéza	H0	H0	H0

Tabulka 20: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry při rozdělení úspěšnosti nejlepších ku zbytku

Opět bylo testování prováděno na odlišných hladinách významnosti, což je k nalezení na listě 70 *úspěšných*. Závěr testu byl vepsán do tabulky 20.

7.1.2 Rozdělení na měsíce a čtvrtletí

	úspěšní	neúspěšní	celkem
září	31	39	70
říjen	35	50	85
listopad	16	37	53
prosinec	27	44	71
leden	21	40	61
únor	22	39	61
březen	26	46	72
duben	25	48	73
květen	25	42	67
červen	14	51	65
červenec	13	28	41
srpen	18	23	41
	273	487	760

Tabulka 21: Celkový počet řešitelů zkoušky 2013-2016 dle měsíců narození

Tabulka 21 obsahuje počty úspěšných a neúspěšných řešitelů zkoušky rozdělených do jednotlivých měsíců podle narození. Již na první pohled je zřejmé, že se žádný měsíc výrazně neliší od jiných počtem úspěšných řešitelů. Nejúspěšnějším měsícem by se dal nazvat laickým okem říjen, ale jeho skóre kazí hodnota ve sloupci neúspěšných. Říjen je totiž měsíc narození s nejvyšším počtem přihlášených zájemců o studium.

Testování K – S testem pro dva výběry prováděné dle datumů narození **s přesností na měsíce a kvartály** přineslo následující výsledky zaznamenané také na listě *měsíce, kvartály*:

Měsíce			
D statistika	0,06	0,06	0,06
Kritická hodnota	0,10	0,12	0,09
Alpha	0,05	0,01	0,1
Přijatá hypotéza	H0	H0	H0
Kvartály			
D statistika	0,05	0,05	0,05
Kritická hodnota	0,10	0,12	0,09
Alpha	0,05	0,01	0,1
Přijatá hypotéza	H0	H0	H0

Tabulka 22: Shrnutí celkových výsledků Kolmogorova - Smirnova testu pro 2 výběry při rozdělení úspěšnosti nejlepších ku zbytku

8 Závěr

Cílem práce bylo zjistit, zda se při skládání přijímacích zkoušek na osmileté gymnázium projevuje vliv relativního věku dětí.

Poskytnutá data byla zkoumána z více pohledů na úspěšnost přijetí, byly použity různé hladiny významnosti. Nejpodrobněji byl testován rok 2016, a to jak pro celkové výsledky, tak i pro výsledky dílčích zkoušek přijímacího řízení. Při zkoumání výsledků s tzv. 50% úspěšností na přijetí nebyla zamítnuta nulová hypotéza ani v jednom případě testování. Datum narození by tedy neměl mít na výsledky přijímací zkoušky v tomto případě prokazatelný vliv. V realitě bližší variantě, kdy byli za úspěšné označeni jen ti nejuspěšnější řešitelé, nebyla opět zamítnuta hypotéza o tom, že výsledek zkoušky nebyl ovlivňován datem narození uchazečů o studium.

Dále byly testy provedeny na celkových výsledcích zkoušek pro tři předešlé roky, konkrétně pro roky 2015, 2014 a 2013. Pro oba způsoby rozdělení úspěšnosti nebyla nulová hypotéza zamítnuta pro $\alpha = 5\%$ ani $\alpha = 1\%$. Na hladině významnosti $\alpha = 10\%$ byla nulová hypotéza zamítnuta pro rok 2015, a to jak při uvažované úspěšnosti dle mediánu, tak i pro výběr 66 nejlepších řešitelů. Tento výsledek naznačuje, že v roce 2015 byly dříve narozené děti v testech výrazně úspěšnější než mladší děti narozené v průběhu jednoho roku. Vliv relativního věku se jeví v roce 2015 nejsilnější ze všech zkoumaných let.

Také bylo zkoumáno, zda není výsledek testování ovlivněn odstraněním z výběru starších uchazečů o studium. Po provedení K – S testu pro dva výběry bez vyřazení těchto uchazečů v kapitole 5.2.4 jsme došli k téměř totožnému výsledku jako s jejich vyřazením. Odstranění starších uchazečů o studium nemá tedy výrazný vliv na výsledky testu.

S ohledem na výsledky testů ve všech zkoumaných letech, a to jak celkové zkoušky, tak i jejich dílčích částí, lze tvrdit, že uchazeči s dřívějším datem narození by neměli mít větší šanci být u přijímací zkoušky úspěšnými než ti mladší. Vliv se neprokázal ani při shrnutí výsledků přijímacích zkoušek za všechny 4 roky dohromady, ani při shluknutí dat narození do měsíců a kvartálů.

Avšak neznamená to, že jsou přijímací testy zcela spravedlivé. Znaménkový test prokázal výrazný rozdíl v úspěšnosti ve zkoušce z matematiky oproti zkoušce z českého jazyka. V mírné výhodě byly děti humanitně zaměřené, protože matematika je oproti češtině sestavena v lehčí verzi. Naopak pohlaví dítěte nehraje významnou roli ve složení zkoušky.

Závěrem lze říci, že vliv relativního věku na úspěšnost v přijímacím řízení není podstatný. Mnohem důležitější roli hraje prostředí, ve kterém dítě vyrůstá, rodina a nutná dávka štěstí.

9 Seznam literatury

- [1] Matika.umat.feec.vutbr.cz. *Statistika, stochastické procesy, operační výzkum* [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: http://matika.umat.feec.vutbr.cz/inovace/texty/DMA1/CZ/DMA1_plna_verze_CZ.pdf
- [2] W. F. Helsen, J. Van Winckel, A. M. Williams, The relative age effect in youth soccer across Europe, *Journal of Sports Sciences*, 2005, p. 629-636
- [3] B. F. Jeronimus, N. Stavrakakis, R. Veenstra, A. J. Oldehinkel, Relative Age Effects in Dutch Adolescents: Concurrent and Prospective Analyses, *PLoS ONE* 10(6): e0128856. doi:10.1371/journal.pone.0128856, 2015
- [4] C. Crawford, L. Dearden, C. Meghir, When You Are Born Matters: The Impact of Date of Birth on Child Cognitive Outcomes in England, Centre for the Economics of Education, 2007, ISBN 978-0-85328-189-4
- [5] S. N. Cheuvront, R. Carter, K. C. DeRuisseau, R. J. Moffatt, Running Performance Differences between Men and Women, *Sports Med*, 2005, p. 1017-1024
- [6] Mpsv.cz/cs/. Vývojová psychologie pro sociální práci [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: http://www.mpsv.cz/files/clanky/14812/VP_nahled.pdf
- [7] Portal.zcu.cz. Srovnání vlivu relativního věku ve sportu [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: https://portal.zcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc_pagenavigationalstate=H4sIAAAAAAAAAAGNgYGBkYDM1NDOzMBdmZADxOIpLEktSvVMrwTwRXUsjI2NjcyMDYzMLUxNzc2MzMyOgDAMAAjzrazoAAAA*#prohlizeniSearchResult
- [8] Msmt.cz. Kvalita škol a hodnocení výsledků vzdělávání [online]. [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: www.msmt.cz/file/2853_1_2/
- [9] is.muni.cz. [online]. Dvouvýběrové parametrické a neparametrické testy [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/106914/prif_b/Bakalarska_prace.pdf