



# Úprava metodiky pro kontrolní stanovení plošné hmotnosti umělých trávníků v průmyslové výrobě

## Diplomová práce

*Studijní program:* N3957 – Průmyslové inženýrství  
*Studijní obor:* 3901T073 – Produktové inženýrství

*Autor práce:* **Bc. Jitka Kratochvílová**  
*Vedoucí práce:* Ing. Blanka Tomková, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC  
Faculty of Textile Engineering ■

# Modification of the method for controlling the area density of artificial grasses in industrial production

## Master thesis

*Study programme:* N3957 – Industrial Engineering  
*Study branch:* 3901T073 – Product Engineering

*Author:* **Bc. Jitka Kratochvílová**  
*Supervisor:* Ing. Blanka Tomková, Ph.D.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jitka Kratochvílová**  
Osobní číslo: **T16000427**  
Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**  
Studijní obor: **Produktové inženýrství**  
Název tématu: **Úprava metodiky pro kontrolní stanovení plošné hmotnosti umělých trávníků v průmyslové výrobě**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši k problematice výroby umělých trávníků a kontroly jejich kvality. Specifikujte parametry, které jsou u těchto produktů požadovány.
2. Analyzujte problémy, které vznikají při hodnocení kvality umělých trávníků v průmyslové laboratoři a specifikujte možnosti korekce zavedených postupů.
3. Na základě rozboru problému navrhnete vhodnou metodiku pro ověření teoretických předpokladů a proveďte experiment na vybraných materiálech.
4. Vyberte vhodnou metodu vyhodnocení naměřených dat, porovnejte výsledky s požadavky odběratelů na parametry umělých trávníků, které jsou garantovány v technických listech těchto výrobků.
5. Diskutujte získané výsledky a navrhnete případné další postupy pro kontrolu kvality umělých trávníků v průmyslové výrobě.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Blatter, J.S.: **FIFA Quality Concept for Football Turf. The FIFA Quality Concept**, Zug, Switzerland, 2015, 103 stran.  
<http://www.FIFA.com/en/development/quality/index.html>.
2. **International Artificial Turf Standard. Normy FIFA pro umělé trávnické**, 2009, 39 stran.
3. **National Exposure Research Laboratory: A Scoping-Level Field Monitoring Study of Synthetic Turf Fields and Playgrounds**. Fort Meade, Maryland, US, EPA Environmental Science Center, 2009, 123 stran. [www.epa.gov/ord](http://www.epa.gov/ord).
4. **Dept. of Planning and Community Development: Artificial Grass For Sport**. Melbourne Victoria, State Government of Victoria, 2011, 156 stran. ISBN 978-1-921607-82-0.
5. **Interní informace firem zabývajících se výrobou umělých trávnicků**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Blanka Tomková, Ph.D.**

*Katedra materiálového inženýrství*

Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavlína Munzarová**

Quality Manager, JUTA a. s.

Datum zadání diplomové práce: **30. března 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **4. května 2018**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 5. prosince 2017



## Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Jitka Kratochvílová  
Osobní číslo: T16000427  
Studijní program: N3957 - Průmyslové inženýrství  
Studijní obor: 3901T073 - Produktové inženýrství  
Zadávající katedra: Katedra hodnocení textilií

Žádám o změnu termínu odevzdání závěrečné práce z 04. 05. 2018 na 18. 04. 2019

Odůvodnění žádosti: Časová náročnost zpracování závěrečné práce.

V Liberci dne 12. 4. 2018

Podpis: 

Vyjádření vedoucího práce:

 souhlasím Toučková

Vyjádření vedoucího katedry:



## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

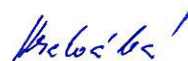
Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

11. 4. 2019



Bc. Jitka Kratochvílová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Blance Tomkové, Ph.D. za spolupráci při tvorbě rešeršní části i za cenné rady a pomoc při zpracovávání experimentální části. Také bych chtěla poděkovat Ing. Pavlíně Munzarové za konzultace, poskytnutí mnoha užitečných informací pro experimentální část této práce, za pomoc při korekturách a za její čas, který mi věnovala v průběhu zpracovávání celé práce. Nemohu opomenout ani přítele, který mi byl po celou dobu neocenitelnou oporou.

# ÚPRAVA METODIKY PRO KONTROLNÍ STANOVENÍ PLOŠNÉ HMOTNOSTI UMĚLÝCH TRÁVNÍKŮ V PRŮMYSLOVÉ VÝROBĚ

## Anotace

Tato diplomová práce se zabývá problematikou zkoušení vlastností umělých trávnicků v průmyslové výrobě. Konkrétně se jedná o kontrolu kvality výroby, při které se v jedné z prováděných zkoušek testuje plošná hmotnost trávnicků. Výsledky těchto zkoušek fungují jako jeden z podmětů pro případné úpravy ve výrobě a zároveň významně ovlivňují distribuovatelnost výrobků. Cílem této práce je úprava metody stanovování plošné hmotnosti umělých trávnicků, která je v současné podobě zdrojem nepřesných dat.

V rešeršní části je popsána historie vývoje umělých trávnicků a jejich výroba. Dále jsou popsány základní charakteristiky a vlastnosti umělých trávnicků a metody jejich určování.

Experimentální část popisuje praktickou tvorbu vzorků a stanovování jejich plošných hmotností. Analýza a vyhodnocení výsledků je jak grafické tak slovní.

## Klíčová slova

umělý trávnick, plošná hmotnost, kontrola kvality

# **MODIFICATION OF THE METHOD FOR CONTROLLING THE AREA DENSITY OF ARTIFICIAL GRASSES IN INDUSTRIAL PRODUCTION**

## **Annotation**

The master thesis deals with problems of testing the properties of artificial turf in industrial production. Specifically, the quality control of production uses as one of the tests determination of total mass per unit area. The results of this test serve as one of the indicators for possible modifications of technological process as well as it significantly affects the distribution of the final products. The aim of this work is to modify measurement method for area density of artificial grasses, for it is in current state a source of inaccurate data.

The research part describes the history of artificial turf, its development and production. There are the main characteristics and properties of synthetic turf and methods for their determination in the research.

The experimental part describes the practical production of samples and determination of total mass per unit area. The analysis and interpretation of the results is both graphical and verbal.

## **Keywords**

artificial turf, mass per unit area, quality control

# Obsah

Obsah .....	10
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	11
ÚVOD .....	12
1. REŠERŠNÍ ČÁST .....	13
1.1 Historie umělých trávníků .....	13
1.2 Technologický postup výroby umělých trávníků .....	15
1.2.1 Výroba monofilamentů .....	16
1.2.2 Výroba fibrilované pásky .....	17
1.2.3 Zákrutování .....	17
1.2.4 Texturování .....	18
1.2.5 Ovíjení .....	18
1.2.6 Všívání .....	19
1.2.7 Povrstvování .....	20
1.3 Testování umělých trávníků .....	23
1.3.1 Kontrola kvality výroby .....	23
1.3.2 Testování mechanicko-fyzikálních vlastností .....	25
1.3.3 Stanovování plošné hmotnosti ve zkušební fa JUTA a.s. ....	28
1.3.4 Parametry požadované u trávníků s certifikací FIFA .....	31
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	33
2.1 Příprava a měření vzorků .....	34
2.2 Zpracování dat .....	39
2.2.1 Použité metody analýzy dat a statistického zpracování .....	39
2.3 Návrh úpravy metodiky pro kontrolní stanovení plošné hmotnosti umělých trávníků v průmyslové výrobě .....	56
3. Diskuze výsledků .....	60
4. Závěr .....	62
Literatura .....	64
Seznam obrázků .....	66
Seznam tabulek .....	67
Seznam příloh .....	68

## Seznam použitých zkratek a symbolů

- apod. .... a podobně
- a. s. .... akciová společnost
- atd. .... a tak dále
- ČSN..... česká technická norma - všeobecně závazné národní normy
- EN ..... evropská norma
- ESTO ..... European Synthetic Turf Organisation (Evropská organizace pro umělé trávnické)
- fa ..... firma
- FIFA..... Fédération Internationale de Football Association (Mezinárodní fotbalová asociace)
- FTPE ..... fibrilovaná polyetylenová páska
- FTPE/T.... fibrilovaná polyetylenová páska texturovaná
- ISO ..... International Organization for Standardization (mezinárodní organizace pro normalizaci)
- ITF ..... International Tennis Federation (Mezinárodní tenisová federace)
- MFPE ..... monofilamentní polyetylenové vlákno
- MFPE/T ... monofilamentní polyetylenové vlákno texturované
- např. .... například
- obr. .... obrázek
- PE..... polyetylen
- PP ..... polypropylen
- SAPCA..... Sports and Play Construction Association (sdružení firem)
- tab. .... tabulka
- tex..... jednotka jemnosti délkové textilie [g/km]
- tzv. .... takzvaný
- TUL..... Technická univerzita v Liberci

## ÚVOD

Tato práce vznikla ve spolupráci s firmou JUTA a.s. sídlící ve Dvoře Králové nad Labem. Společnost JUTA a.s. se zabývá, ve svých patnácti výrobních závodech, výrobou technických textilií jako jsou např. textile pro stavitelství, agroprůmysl a geotextilie. Celá jedna sekce se zabývá výrobou sportovních a okrasných umělých trávníků pod registrovanou značkou JUTAgrass®. Společnost JUTA a.s. používá pro výrobu umělých trávníků komponenty vlastní výroby (například podkladové textilie, fibrilované pásy a monofilamenty pro tvorbu vlasu trávniku). Součástí výroby je i kontrola kvality a testování parametrů výrobků ve vlastních zkušebních laboratořích. Firma má zavedený integrovaný systém řízení dle norem ISO 9001 (systém řízení kvality), ISO 14001 (environmentální management) a ISO 18001 (bezpečnost a ochrana zdraví při práci), musí tedy veškerou výrobu udržovat v souladu s normami. Sortiment JUTAgrass® pokrývá široké spektrum od trávníků pro fotbalová, golfová, tenisová, ragbyová hřiště, okrasné trávniky až pro výrobky pro interiéry jako jsou rohože a čistící zóny. Jednotlivé druhy se liší parametry vlasu (délka, šířka a tloušťka), množstvím vlasů vsívaných do podkladové textilie a ukotvením vlasu nánosem latexu na rubovou stranu výrobku. Pro umělé trávniky je JUTA a.s. držitelem licence FIFA (Fédération Internationale de Football Association), ITF (International Tennis Federation). JUTA a.s. je členem SAPCA (Sports and Play Construction Association)<sup>1</sup> a ESTO (European Synthetic Turf Organisation), díky tomu musejí výrobky dodržovat přesné a náročné požadavky kladené na jejich vlastnosti. [1]

Pro testování základních parametrů umělých trávníků se v laboratořích připravují vzorky požadovaných rozměrů. Z důvodu časové náročnosti testování a množství jsou vzorky připravovány vysekáváním na pneumatickém lisu. Tato metoda je pravděpodobně příčinou nepřesných výsledných hodnot plošných hmotností vzorků, a to díky osekům vlasů přečnávajících raznici lisu. Cílem této práce je úprava současné metody stanovování plošné hmotnosti umělých trávníků.

---

<sup>1</sup> Sports and Play Construction Association je uznávaným sdružením firem z oboru sportovního a herního stavitelství ve Velké Británii. Jejím úkolem je podporovat dokonalost, odbornost a neustálé zlepšování v celém odvětví, s cílem poskytnout vysoce kvalitní vybavení potřebné na všech úrovních sportu, fyzické aktivity, rekreace a her. [2]



# 1. REŠERŠNÍ ČÁST

## 1.1 HISTORIE UMĚLÝCH TRÁVNÍKŮ

Počátky vývoje umělých trávnickových povrchů lze datovat do padesátých let 20. století. V těchto letech začala Ford Foundation<sup>2</sup> zkoumat způsoby jak začlenit fyzické aktivity do života mladých lidí a to zejména ve městech, kde byl nedostatek venkovních hřišť. Ve spojení s firmou Monsanto Industries, která byla od roku 1940 významným producentem plastů, včetně polystyrenu a syntetických vláken, vytvořili umělý povrch vhodný pro hrací plochy. V roce 1964 tento povrch uvedli na trh pod názvem Chemgrass. [3]

První zkušební pokládka byla realizována roku 1965 v hale školy Moses Brown ve městě Providence (Rhode Island, New England, USA). V této době byl v Houstonu (Texas, USA) postaven Astrodome, první baseballový stadion s klenutou střechou. Střecha byla realizována panely s průhlednými plastovými světlíky, které měly zajišťovat dostatečnou propustnost slunečního světla, což bylo nutné pro životaschopnost hrací plochy z přírodního trávniku. Již v první sezóně se projevila nevhodnost zastřešení, které produkovalo oslňující světlo a hráči protestovali proti herním podmínkám. Na popud hráčů byly tabule zatmaveny barvou, bylo však zřejmé, že tento krok povede k odumírání přírodního trávniku. Proto bylo v následujícím roce přistoupeno k instalaci povrchu Chemgrass, viz Obr. 1. [4]

V roce 1966 byl Chemgrass přejmenován a AstroTurf, nový název vycházel ze jména stadionu Astrodome, a roku 1967 byl patentován. Zelený koberec s krátkým vlasem měl obrovský úspěch. Jeho popularita v sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století stabilně rostla a byl používán na většině sportovních arénách ve Spojených státech amerických. Stejně jako každou novinku, i AstroTurf provázely potíže. Profesionální sportovci si začali stěžovat na vlastnosti umělého povrchu a poukazovali na zvýšené množství zranění, která se stávají na tomto povrchu, což následně potvrzovaly i rozsáhlé studie prováděné odborníky ze zdravotnických institutů. V roce 1988 Anglický fotbalový svaz zakázal používání povrchu AstroTurf. [5]

---

<sup>2</sup> Ford Foundation (Fordova nadace) byla založena roku 1936 v Michiganu (USA) Henry Fordem a jeho synem Edsel Fordem. Prostředky této soukromé nadace byly, dle zakládací listiny, využívány na vědecké, vzdělávací a charitativní účely, všeobecně pro veřejné blaho. [3]



*Obr. 1 Instalace povrchu Chemgrass v hale AstroDome [4]*

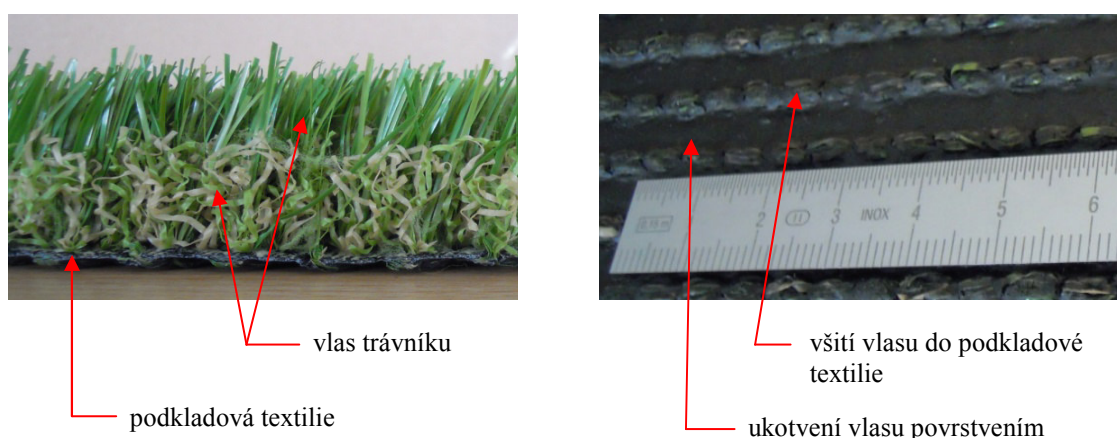
V devadesátých letech 20. století docházelo k odklonu od aplikace umělých povrchů 1. generace na stadiónech a zpět se navracely přírodní trávníky, které však nejsou schopny tak dobře odolávat enormnímu sportovnímu zatížení. Opět vznikla poptávka po inovaci umělého trávníku. Na trhu se objevila další generace umělých trávníků. Například FieldTurf byl vyroben ze směsi polyetylenu a polypropylenu a tkán tak, aby imitoval vlákna trávy. Pro podpoření efektu přírodní trávy (vzpřímený vlas a pružnost) byl FieldTurf prosypáván granulátem z recyklovaných pneumatik, někdy směřovaným s křemičitým pískem. [6]

Dalšími inovacemi jsou stále vyvíjeny různé druhy trávníků, které jsou svými vlastnostmi přizpůsobeny specifickým požadavkům dalších odvětví sportu, ve kterých se umělé povrchy prosazují. Syntetické povrchy postupně pronikají i do běžné života, kde se uplatňují jako například dekorativní trávníky nebo rohože.

V současnosti je snahou výrobců umělých trávníků vyvinout funkční bezzásypový sportovní povrch. Zásyp má být nahrazen zkadeřeným vlasem všívaným společně s hlavním vlasem imitujícím přírodní trávu. K této inovaci je přistupováno z důvodu zpřísnujících se environmentálních požadavků kladených na výrobu a používání umělých trávníků.

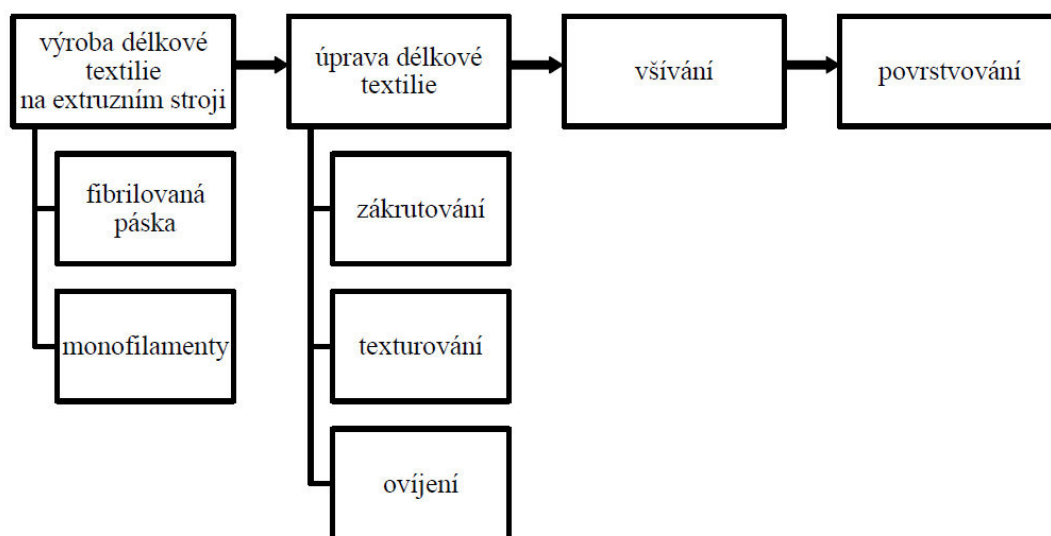
## 1.2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY UMĚLÝCH TRÁVNÍKŮ

Umělý trávník se skládá ze dvou základních částí. Primární část tvoří podkladová textilie ze 100% polypropylenu, která je utkána v plátňové vazbě. Do tkaniny jsou všívány monofilamenty nebo fibrilovaná páska z polyolefinů, konkrétně polypropylenu nebo polyetylenu, tyto tvoří vlas umělého trávniku. Jelikož vlas není v podkladové textilii pevně uchycen provádí pro jeho zafixování zatřením rubové strany latexem nebo nanesením polyetylenové disperze viz Obr. 2.



Obr. 2 Boční pohled na umělý trávník (vlevo), rubová strana (vpravo)

Výroba umělých trávníků se skládá ze čtyř základních technologických operací, schéma celého postupu výroby je zobrazeno na Obr. 3.



Obr. 3 Schéma technologického postupu výroby

## 1.2.1 Výroba monofilamentů

Monofilamenty jsou vyráběny z polyetylenového granulátu na extruzní lince Barmag s kruhovou vytlačovací hlavou viz. Obr. 4. Vstupní materiál je roztaven při teplotě 230°C. Tavenina je protlačena skrz 160 štěrbin vytlačovací hlavy do chladicí vodní lázně. Z lázně jsou monofilamenty separovány a zbavovány vody, aby při dalších úpravách nepraskaly. Následně jsou dložené v horkovzdušné komoře a stabilizovány a sráženy ve srážecí tepelné komoře. Teplota vzduchu při dložení je nastavena v rozmezí 90 - 110°C. Dložení může být prováděno také v uzavřené komoře s průtokem vody o teplotě 90 - 98°C. Posledními odtahovacími válci jsou monofilamenty, pro lepší zpracovatelnost, apretovány aviváží. Závěrečným krokem výroby je navedení monofilů na soukací hlavy a navinutí na cívky s čely, které jsou adjustovány, označeny a uskladněny.

Šířka monofilamentů se pohybuje v rozmezí od 0,8 do 1,2 mm. Jemnost výsledné příze pro všívání je od 8 x 1100 dtex do 8 x 1500 dtex. [7]



*Obr. 4 Extruzní linka Barmag pro výrobu monofilamentů.[1]*

## 1.2.2 Výroba fibrilované pásky

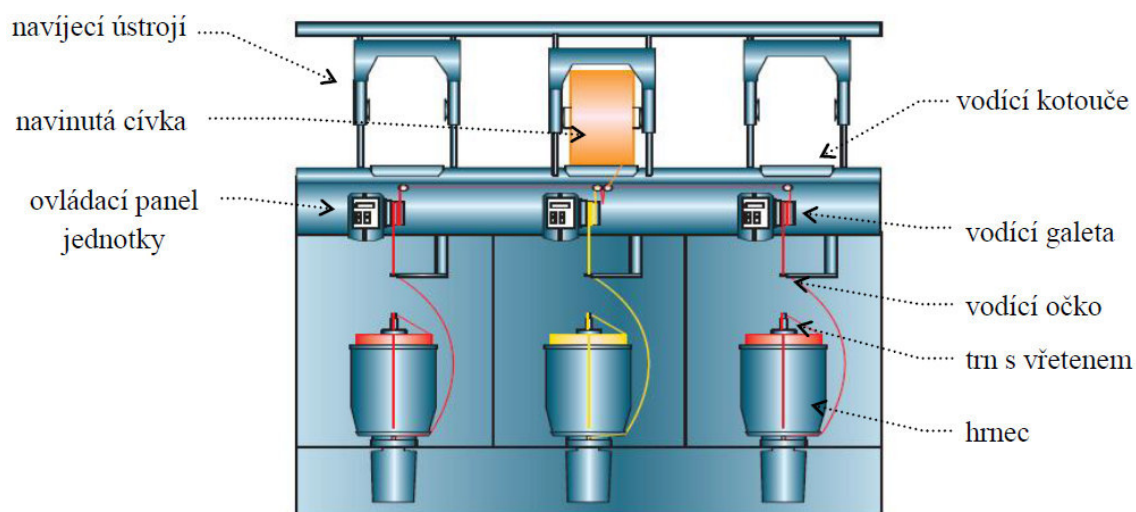
K výrobě fibrilované pásky slouží extruzní linka Sima s plochou vytlačovací hlavou. Zpracovávají jsou granule termoplastu, polyetylenu a polypropylenu. Granule jsou rozeřtány na taveninu o teplotě 230°C, která je protlačována plochou vytlačovací hlavou. Vzniklá fólie je chlazená ve vodní lázni a dále rozřezávána žiletkovým polem na pásky požadované šířky. Nejdůležitější fází výroby je dloužení a fixace na lince s horkovzdušnou pecí, kde jsou pásky vedeny v jedné rovině uzavřenou komorou, ve které cirkuluje vzduch o teplotě 90 - 190°C. Vydložené pásky jsou, za konstantního napětí, pomocí soukacích hlav navijeny na cívky bez čel, označeny, zabaleny a uloženy.

Šířka pásků se pohybuje v rozmezí od 5 do 12 mm a tloušťka od 50 do 150  $\mu\text{m}$ . Dalším technologickým postupem je připravena zákrutovaná příze pro všívání, jemnosti od 2 200 dtex do 18 000 dtex. [8]

## 1.2.3 Zákrutování

Při tomto technologickém kroku je na zákrutovacím stroji předkládané přízi dodáván určitý počet zákrutů na jednotku délky. Zákrut může být levý (S) nebo pravý (Z). Předlohou pro zákrutování mohou být oba druhy délkové textilie určené pro všívání, tedy fibrilované polyetylenové nebo polypropylenové pásky i sdružená monofilová polyetylenová vlákna.

Zákrutovací stroj obsahuje tzv. hrnec s trnem a rotačním vřetenem. Na trn se umísťuje cívka s předlohou. Vřeteno s otáčejícím se mechanismem, kterým je příze vedena, vkládá při každé otáčce do příze zákrut mezi předlohu a špičku vřetene. Rychlost otáčení tohoto vřetene, která může být až 12 000 otáček za minutu, a rychlost odtahu příze určuje počet zákrutů. Příze je odtahována přes vodící očka, vodící galetu, kotouče a je navijena na cívku viz Obr. 5. Proces zákrutování je ovládán počítačem umístěným v centrální části stroje, který je vybaven 36 zákrutovacími jednotkami. Výstupem z tohoto stroje může být příze samostatná nebo sdružená ze 3 samostatných přízí. Sdružení probíhá až za vodícími kotouči před navinutím na cívku. [9]



Obr. 5 Schematické znázornění tří jednotek zákrutovacího stroje [9]

## 1.2.4 Texturování

Principem texturace je působení tepla a tlaku na předkládanou přízi. Proces se odehrává v pýchovací a protitlaké vzduchové trysce. Příze nejprve prochází přes galety zahřáté na 90 - 120°C, poté vstupuje do trysek, kterými proudí vzduch o teplotě 95 - 125°C. Galety musejí mít vždy teplotu o 5°C nižší než je teplota proudícího vzduchu v tryskách. Posledním krokem je zchlazení příze na perforovaném chladícím bubnu, tím se texturace na přízi zafixuje. Předlohou pro texturaci jsou sdružená monofilová polyetylenová vlákna nebo fibrilované polyetylenové či polypropylenové pásy. Texturací vznikají pravidelně zkadeřená vlákna, jejichž efektu se využívá jako výplňkového materiálu některých druhů umělých trávníků. [10]

## 1.2.5 Ovíjení

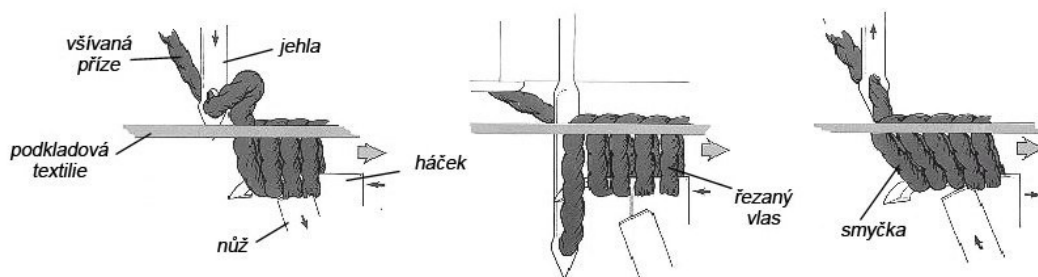
Ovíjení se provádí za účelem spojení několika monofilamenů v jeden svazek, se kterým se lépe manipuluje při navádění do všivacího stroje. Ovíjecí stroj se skládá ze 17 jednotek. Jako ovíjecí materiál se používá polyesterová příze ve formě texturovaných monofilů a ovíjeným materiálem jsou sdružené polyetylenové monofily. Do jedné jednotky se zakládají vždy dvě cívky s ovíjeným materiálem a jedna cívka

s ovíjecí přízí. Ovíjená příze je vedena, při nastaveném napětí, přes kotoučové vodiče, regulaci tanečnickem a skrz ovíjecí vřetenem, na kterém je nasazena ovíjecí příze. Ovíjecí příze je nad ovíjecím vřetenem vedena do očka, které ovíjenou přízi obkružuje. Ovinutá příze je odtahována přes vodiče a regulátory a navíjena na dutinku. [10]

## 1.2.6 Všívání

Předlohou pro všivací stroj mohou být všechny druhy výše popsanych délkových textilií. Druhým vstupním materiálem je plošná podkladová textilie, která může být ve formě samostatné polypropylenové tkaniny nebo polypropylenové tkaniny spojené s netkanou textilií vpichováním. Všívání může být prováděno i do dvou separátně přiváděných polypropylenových tkanin nebo dvou polypropylenových tkanin spojených s jednou netkanou textilií metodou vpichování.

Pracovní část všivacího stroje se skládá z jehel, háček a nožů. Všívané příze jsou z cívečnice, podávacím ústrojím navedeny do jehel, které propichují podkladovou textilií. Ve spodní úvrati jsou smyčky příze zachyceny háčky, uloženy a vždy na třetí smyčce prořezávány viz Obr 6.



Obr. 6 Princip vzniku řezaného vlasu [11]

Všechny parametry (délka stehu, rozteč stehů, délka vlasu) jsou nastavovány dle technického listu pro konkrétní typ vyráběného umělého trávníku. Délka stehu je určována délkou posunu textilie po vytažení jehel. Rozteč stehů stanovuje vzdálenost jehel v jehlovém rámu.

Textilie se všitým vlasem je odtahována pomocí ojhleného pogumovaného válce. Výrobek je kontinuálně kontrolován a případné vady okamžitě ručně opravovány. Hotové výrobky jsou ukládány do zbožívého vozíku.

Umělé trávnický se nejčastěji vyrábí v barvě zelené a červenohnědé. Další barvy (bílá, žlutá, modrá) se převážně používají pro sportovní aplikace, konkrétně na hrací lajny. V případě, že jsou rovné, mohou být všity přímo strojem. Složitější tvary, například kruhy, jsou všívány ručně zkušenými pracovníky pomocí vzduchové pistole.

### 1.2.7 Povrstvování

Povrstvování je posledním technologickým krokem při výrobě umělých trávnicků. Účelem povrstvení je pevné ukotvení všitého vlasu v podkladové textilie a rozměrová stabilizace finálního produktu. Proces probíhá na povrstvovací lince. Součástí linky je aplikační stolice, sušící komora o délce 27 m, vyhřívána plynem, a navíjecí jednotka. V sušící komoře je materiál veden na ojhlených řetězech, aby byla zajištěna jeho tvarová a rozměrová stabilita.

Principem povrstvování je nanesení tzv. kompoundu na rubovou stranu umělého trávnicku, ze kterého se v sušící komoře odpaří voda. Kompoundem se nazývá směs různých chemických produktů ve formě kapaliny. Pro povrstvování umělých trávnicků se používají dva druhy:

#### 1. SBR kompound.

Hlavními složkami jsou styren-butadienový latex (SBR) a křída ( $\text{CaCO}_3$ ), dále obsahuje zahušřovadlo, černý pigment a další složky zajišťující chemickou stabilitu produktu. Obsah vody je 20 - 25%. Odpařováním vody v sušící komoře dojde k zesíťování latexu. Vzniklá vrstva je inertní k většině chemikálií a je nerozpustná ve vodě. [12]

#### 2. PE disperze

Jedná se o vodní disperzi polyetyleny, obsah vody je 45%. Disperze je nejdříve napěněna a v této formě následně nanášena na rubovou stranu trávnicku. Při průchodu sušící komorou se odpaří část vody a tím vznikne kompaktní film. [12]



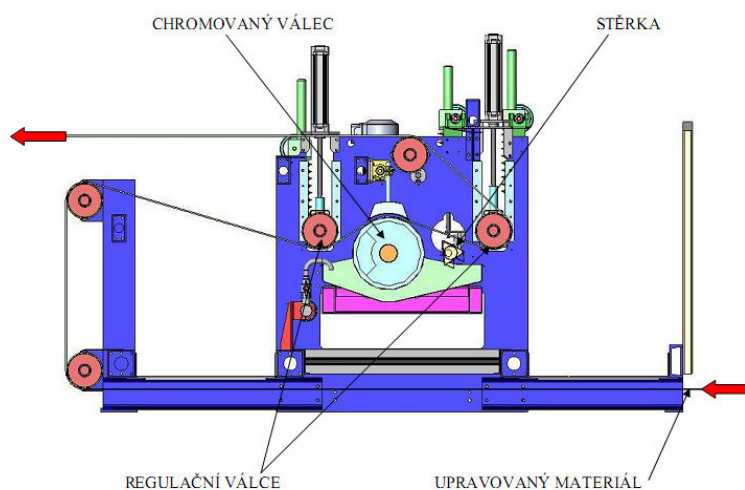
Nanášení komponentu je realizováno povrstvovací stolicí neboli aplikátorem. Důležité je nejen nanesení hmoty, ale také zajištění její penetrace do rubové stany trávníku. Dle druhu trávníku a typu podkladové textilie je v Technologickém listu určen způsob nanášení a veškeré parametry nastavení zařízení.

### 1. Povrstvování mezi válci

Hlavním pracovním ústrojím je dvojice válců, horní válec je chlazený vodou. Množství naneseného materiálu je regulováno šterbinou mezi válci a rychlostí rotace vrchního válce. Za dvojicí válců je ještě jeden samostatný chlazený válec, který finalizuje proniknutí komponentu do rubové strany trávníku. Kraje hradítka definují šíři povrstvení a zabraňují vytékání materiálu.

### 2. Povrstvování z vany přes brodicí válec

Aplikátor se skládá z vany, chromovaného brodicího nanášecího válce a stěrky, která stírá přebytečný komponent zpět do vany. Množství nánosu a jeho penetraci zajišťuje opásání brodicího válce přítlačnými válci a výška a sklon stěrky.



Obr. 7 Schéma aplikátoru - povrstvování z vany. [12]

Po nanesení komponentu prochází trávník procesem sušení. Materiál se nejprve pomocí infračervených zářičů předehřeje na teplotu v rozmezí 85 - 95°C. Pokud by teplota překročila 100°C došlo by k nežádoucímu odpařování vodních par a dalších výparů do výrobní haly. Předehřátý najehlený materiál je naveden do tepelně izolované

sušící komory, jejíž součástí je i odtahový ventilátor odvádějící vlhký horký vzduch. V kontinuální komoře je několik teplotních zón. Na vstupu se teplota pohybuje v rozmezí 115 - 120°C a postupně se v dalších zónách zvyšuje, přičemž maximální teplota nesmí přesáhnout 140°C, jelikož by docházelo k poškození výrobku. Sušení je průběžně kontrolováno bezkontaktními teploměry a u výstupu přístroji na měření vlhkosti. [12]

Za sušící komorou je zařazena jednotka na vypalování otvorů, nezbytných pro odvádění vlhkosti do drenážních vrstev pod instalovaným trávnikem v exteriéru. Perforace je prováděna vypalovacím válcem s elektricky vyhřívanými hroty.

Posledními kroky je vizuální kontrola lícové strany trávniku, podélné řezání v případě požadavku zákazníka na menší šíři (2 m, 1,5 m...) než standardní 4 m, navinutí výrobku na dutinky, zabalení do fólie, označení a uskladnění.

## 1.3 TESTOVÁNÍ UMĚLÝCH TRÁVNÍKŮ

Testování hotových výrobků je nezbytnou součástí každého procesu výroby, aby byla dosažena maximální možná kvalita. Druhy testů a jejich metody se u umělých trávníků řídí českými technickými normami, konkrétně ČSN EN 15330-1 definující podmínky pro povrchy pro sportoviště - syntetickou travu a textilní povrchy určené hlavně pro venkovní použití, část 1. [13]. Jak je již v úvodu této práce uvedeno, je JUTA a.s. držitelem licence FIFA, proto její umělé povrchy pro fotbal musí splňovat všechna přísná kritéria této organizace. Souhrn těchto podmínek lze nalézt v normách FIFA pro umělé trávnický International Artificial Turf Standard. [14].

Ekologické vlivy ani dopady výroby a používání umělých trávníků na zdraví člověka nejsou řešeny přímo normami FIFA, ale řídí se předpisy Agentury pro ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency). Stěžejním dokumentem této organizace, pro odvětví umělých trávníků, je A Scoping-Level Field Monitoring Study of Synthetic Turf Fields and Playgrounds, na který se normy FIFA odkazují. [15]

Pro testování základních parametrů umělých trávníků jsou připravovány vzorky požadovaných rozměrů. Z důvodu časové náročnosti testování a množství jsou všechny vzorky zhotovovány vysekáváním na pneumatickém lisu.

### 1.3.1 Kontrola kvality výroby

Ve zkušebně se primárně provádí testování, které je důležité pro kontrolu kvality výroby a prochází jím všechny vyrobené umělé trávnický. Výsledky testování jsou zpracovávány do Inspekčního certifikátu 3.1, jehož obsah se řídí normou ČSN EN 10204 Druhy dokumentů kontroly, která řeší atesty materiálů. Tento certifikát je součástí každé dodávky zákazníkovi. Certifikát obsahuje údaje o jemnosti vlasu, šířce, tloušťce a výšce vlasu, počtu stehů, plošné hmotnosti a šíři trávnicku.

Při kontrole kvality výroby se zjišťují následující parametry:

#### 1. počet trsů / vlasů

Dle ČSN ISO 1763 Zjišťování počtu chomáčků a/nebo smyček na jednotku délky a na jednotku plochy. Počet trsů je stanovován na plochu  $1\text{m}^2$ .

## **2. výška vlasu**

Celková výška vlasu měřená od podkladové textilie k vrcholu vláken dle ČSN ISO 1766 Textilní podlahové krytiny - Zjišťování tloušťky vlasové vrstvy nad podkladem a ISO 2549: 1972 Textilní podlahové krytiny - ručně vázané koberce - Stanovení délky svazků od podkladové textilie.

## **3. plošná hmotnost**

Řídí se ČSN ISO 8543 Textilní podlahové krytiny - Metody pro zjišťování hmotnosti. Testování probíhá na vzorcích o rozměrech 200 x 200 mm, zjištěná hmotnost se poté porovnává s hmotností vypočtenou ze známých parametrů (jemnost a množství přize, které bylo všito, plošná hmotnost pokladové textilie a hmotnost aplikovaného povrstvení po sušení) jestliže jsou zjištěny odchylky dochází k zásahům ve výrobě.

Většina dalších testů je zaměřena na mechanicko - fyzikální vlastnosti, které ověřují kvalitu a dané parametry výrobků. Testy jsou prováděny v laboratorních podmínkách, ale některé vyžadují také testování v exteriéru na již založeném trávníku. Princip testování je obdobný pro všechny typy ploch. Některé druhy trávníků, jako jsou například okrasné či interiérové povrchy, nemusejí procházet náročnými testy pro fotbalové trávníky, které se zabývají parametry důležitými pro komfort ze hry. Testování lze rozdělit do tří kategorií:

1. odolnost povrchu opotřebení (životnost)
2. reakce fotbalového míče na povrchu (míč - povrchová interakce)
3. reakce fotbalisty na povrch (hráč - povrchová interakce)

### 1.3.2 Testování mechanicko-fyzikálních vlastností

Odběr vzorků se řídí dle normy ČSN EN 12229 Povrchy pro sportoviště - Postup při přípravě vzorků syntetické trávy a textilních povrchů

#### Zkouška umělého stárnutí

Zkušební metoda se řídí normou ČSN EN 14836 Povrchy pro sportoviště - Vystavení syntetických venkovních povrchů umělému stárnutí.

Vzorky jsou vystaveny UVA záření (ultrafialové záření o vlnové délce 315 - 400 nm) se současnou kontrolou prostředí radiometrem sledujícím tepelné působení záření. Pro úplnou simulaci venkovního prostředí je zkušební komora vybavena zařízením ke smáčení vzorku kondenzací vody nebo rozstříkem. Součinnost uvedených vlivů má za následek urychlenou degradaci materiálu. Po předepsané počtu cyklů expozic se zjišťuje skutečná stabilita trávníku při působení ultrafialového záření. K vyhodnocení se používá Lisport testu, který je popsán níže.

#### Test pevnosti ukotvení trávníkového vlasu

Testování probíhá dle normy ČSN 80 4408 Podlahové textilie - Zjišťování pevnosti zakotvení vlasu. Zkouška probíhá na zařízení s digitálním newtonmetrem. Do čelistí je upnut jeden svazek vláken a vzorek je vystaven předepsanému předpětí viz Obr 8.



*Obr. 8 Zařízení pro testování pevnosti ukotvení vlasu*

Zkouška probíhá do vytržení vlasu z podkladové textilie. Při nevyhovujících hodnotách výsledků musí být proveden zásah do výroby, konkrétně na povrstvovací lince.

Aby trávníky vyhověly požadavkům FIFA, provádí se testování také po projití vzorků horkou vodní lázní (85°C), vystavení teplotám pod bodem mrazu (-5°C) a vyšším teplotám (40°C), testování probíhá za mokra i za sucha. Minimální tahová síla, které ukotvení vlasu musí odolat, je dle předpisů FIFA 30 N. [13]

### **Test odolnosti povrchu opotřebení**

Tato metoda je mezi odbornou veřejností známa pod názvem Lisport test. Řídí se normou ČSN EN 15306 Povrchy pro sportoviště - Vystavení syntetické trávy simulovanému opotřebení.



*Obr. 9 Testovací zařízení pro odolnost povrchu opotřebení. [14]*

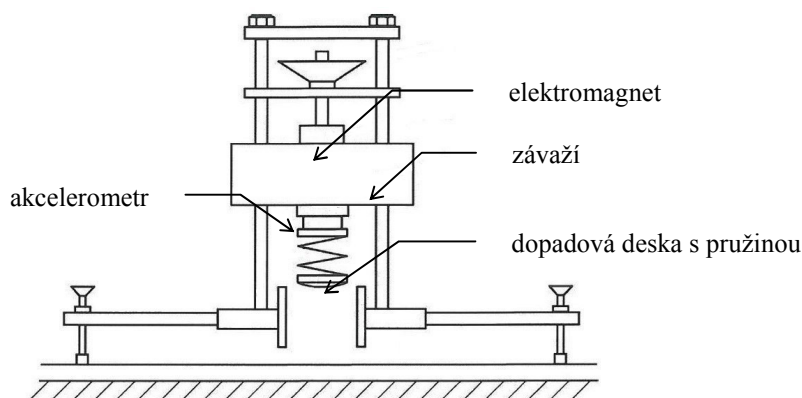
Zkouška simuluje opotřebení trávníku při náhodném pohybu sportovce po herní ploše. Testovací zařízení se skládá z vozíku se dvěma válci osazenými špunty, imitujícími sportovní obuv viz. Obr. 9. Zařízení je nastaveno tak, aby se každý z válců otáčel odlišnou rychlostí, pohyboval se tam a zpět určitý počet cyklů, a špunty nedopadaly na stejné místo jako při předchozím průchodu zařízením. Vyhodnocení zkoušky je vizuální. Hodnotí se celkový vzhled testované plochy (napřímenost vlasu trávníku), také se zkoumá poškození jednotlivých vláken.

### **Stanovení absorpce nárazu**

Test simuluje dopad chodidla sportovce na hrací plochu. Zkouška je prováděna dle normy ČSN EN 14808 Povrchy pro sportoviště - Stanovení absorpce nárazu.

Zkušební zařízení, viz Obr. 10, je umístěno na zkoušený vzorek. Elektromagnet

uvolní závaží, které volně dopadne na podklad, piezorezistivní akcelerometr zaznamená zrychlení v závislosti na čase (od spuštění závaží až do doby odrazu od povrchu). Z dat je stanovena hodnota útlumu v procentech. [16]



Obr. 10 Zařízení pro testování absorpce nárazu. [16]

### Stanovení výšky odrazu míče

Test je prováděn dle normy ČSN EN 12235 Povrchy pro sportoviště - Stanovení výšky odrazu míče. Účelem zkoušky je stanovit výšku odrazu míče, který z předepsané výšky svisle dopadne na testovanou plochu. Hodnocení je vizuální a výsledek je vyjádřen jako procentální výška odrazu z výšky spuštění míče.

### Stanovení odporu proti rotačnímu pohybu

Zkouška se řídí normou ČSN EN 15301-1 Povrchy pro sportoviště - Část 1: Stanovení odporu proti rotačnímu pohybu. Princip zkoušky spočívá ve stanovení síly potřebné k uvedení zkušební podrážky do otáčivého pohybu. Zkušební podrážka může být hladká gumová, profilovaná gumová nebo fotbalová se špunty.

### Stanovení chování míče při valení

Testování je dle požadavků normy ČSN EN 12234 Povrchy pro sportoviště - Stanovení chování míče při valení. Při zkoušce je předepsaný míč umístěn na šikmou rampu skládající se ze dvou hladkých tyčí tvořících dráhu. Vyhodnocení může probíhat pomocí naměřené rychlosti, které míč dosáhne v předepsaných úsecích nebo vzdálenosti, kterou urazí na testovaném povrchu.

### 1.3.3 Stanovování plošné hmotnosti ve zkušebně fa JUTA a.s.

Postupy se řídí Českou technickou normou ČSN ISO 8543 Textilní podlahové krytiny - Metody pro zjišťování hmotnosti a ČSN ISO 1957 Strojově vyráběné textilní podlahové krytiny - Odběr a řezání zkušebních vzorků pro fyzikální zkoušky.

Ve společnosti JUTA a.s. provádí testování vlastní kalibrovaná zkušebna, na základě jejích výsledků může být zboží prodáváno v obchodním vztahu jiným společnostem. Celkové množství vzorků zpracovávaných zkušebnou je závislé na aktuální produkci společnosti. V loňském roce bylo ve zkušebně testováno více než 6 tisíc kusů vzorků.

K přípravě vzorků pro stanovení plošné hmotnosti je používán hydraulický vysekávací stroj SB-25 s výkyvným ramenem viz Obr. 11. Vysekávací síla stroje je 25 tun, rychlost pohybu ramene 92 mm/s. Vysekávání na tomto stroji je prováděno pomocí ocelových nožů. Maximální možná velikost výseku je 900 x 450 mm. V praxi jsou nejvíce používány nože o velikosti 600 x 400 mm, které slouží k přípravě výseků z větších ploch vyrobených trávníků. Tyto velké výseky jsou získávány z pásů trávníků, které jsou prostorově i váhově vhodné pro bezpečnou ruční manipulaci u vysekávacího stroje jednou osobou. Z velkých výseků jsou následně zhotovovány finální vzorky o rozměrech 200 x 200 mm.



*Obr. 11 Hydraulický vysekávací stroj SB-25 s výkyvným ramenem*



Celý postup odběru vzorků a stanovení plošné hmotnosti se řídí výše uvedenými normami ČSN ISO 8543 a ČSN ISO 1957, které stanovují že:

- testování může být prováděno jen při konstantních atmosférických podmínkách, konstantnost se definována jako neměnnost o více než 1 % po dobu tří hodin
- materiály musejí být aklimatizovány alespoň tři hodiny v podmínkách testovací místnosti
- testovaný materiál nesmí obsahovat jakékoliv nečistoty, např. zásypový materiál, ulpěné přize či kapaliny
- nástrojem pro odběr vzorků je definován ostrý nůž
- vzorky musejí být čtvercového tvaru s rovnoběžnými stranami svírajícími pravý úhel a musejí mít rozměr 200 mm x 200 mm
- přesnost stanovení hmotnosti musí být na 0,01 g
- z důvodu garance přesnosti měření v rozmezí  $\pm 6\%$  stanovují normy minimální možný počet testovaných vzorků na 4ks. Tento minimální počet je přípustný pouze v případě, že hodnota vypočteného variačního koeficientu  $v$  je nižší než 4 %. V opačném případě je nutné testovat další trávničky jejichž množství je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1 Stanovení minimálního počtu měření dle ČSN ISO 8543 [17]

variační koeficient po otestování prvních čtyř vzorků	další postup - množství testovaných vzorků
$v < 4\%$	nemusejí být testovány další vzorky
$4\% < v \leq 5,5\%$	je nutné otestovat alespoň další 2 vzorky
$5,5\% < v \leq 7\%$	je nutné otestovat alespoň další 4 vzorky
$v > 7\%$	je nutné otestovat alespoň dalších 6 vzorků

Jednotkami pro uvádění rozměrů vzorků jsou předepsány milimetry, pro hmotnost gramy. Hmotnost čtvercových vzorků a rozměrech 200 mm x 200 mm je zjišťována s přesností 0,01 g. Pro další prezentaci je hmotnost stanovená pro každý vzorek přepočtena na hodnotu odpovídajícím rozměrům 1000 x 1000 mm

je tedy přepočtena na plošnou hmotnost (na jednotku jeden čtvereční metr), jako podíl hmotnosti vzorku a plochy vzorku. [17]

$$m_A = 10^6 \times \frac{m}{A} = 10^6 \times \frac{m}{l \cdot b} \quad [\text{g} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (1)$$

$m_A$ ..... plošná hmotnost [ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

$m$  ..... hmotnost vzorku [g]

$A$ ..... plocha vzorku [ $\text{mm}^2$ ]

$l$ ..... délka vzorku [mm]

$b$ ..... šířka vzorku [mm]

Poté je vypočtena průměrná hodnota plošné hmotnosti měřených vzorků daného druhu trávníku a je stanoven variační koeficient.

O provedených zkouškách je vystaven protokol, který obsahuje následující informace:

- zda byly testy provedeny v souladu s předepsanými podmínkami
- identifikaci původu a typu materiálů, ze kterých byly vzorky odebrány
- hodnoty atmosférických podmínek
- počet testovaných vzorků
- plošnou hmotnost pro každý vzorek v jednotkách  $\text{g} / \text{m}^2$
- vypočtenou průměrnou plošnou hmotnost v jednotkách  $\text{g} / \text{m}^2$  pro daný druh a variační koeficient

### 1.3.4 Parametry požadované u trávníků s certifikací FIFA

V úvodu této práce bylo zmíněno, že firma JUTA a.s. je držitelem certifikací asociace FIFA pro fotbalové trávnické plochy. Pro certifikaci je nutné splnit náročnější požadavky než pro standardní hrací plochy. Požadované parametry jsou detailně popsány v literatuře FIFA Quality Concept for Football Turf. [18]

Výstupní zpráva musí obsahovat níže uvedené body:

1. klasifikace produktu dle kritérií:
  - hmotnost na jednotku plochy
  - počet trsů vlasu na jednotku plochy
  - pevnost ukotvení trávnickového vlasu
  - jemnost trávnickového vlasu
  - identifikace materiálu vláken trávnickového vlasu (typ polymeru dle bodu tání a teploty skelného přechodu)
  - specifikace typů zásypových materiálů, které je možné použít (velikost částic, tvar částic, objemová hustota).
2. životnost
  - test odolnosti povrchu opotřebení
  - pevnost v místě simulovaných spojů jednotlivých instalovaných pásů
3. odolnost vůči působení klimatu
  - UV záření
  - vlhkost
  - změny teplot
4. interakce povrchu trávnicku a hráče
  - tlumení nárazu
  - vertikální deformace
  - odpor proti rotačnímu pohybu
  - odolnost proti skluzu
  - doporučeno je uvedení možnosti použití tlumící podložky pod trávnick
5. interakce povrchu trávnicku a míče
  - výšky odrazu míče
  - chování míče při dopadu pod úhlem
  - chování míče při valení

6. vlastnosti po instalaci

- vodorovnost plochy
- propustnost pro vodu

Pro nejvyšší stupeň certifikace je vyžadováno testovat tření a případnou abrazivitu kůže při kontaktu hráče s herní plochou.

## 2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V této části jsou popsány způsoby přípravy jednotlivých vzorků a jejich testování. Dále jsou popsány metody použité pro analýzu a statistické zpracování naměřených dat, jsou prezentovány výsledky jednotlivých měření i výsledky statistického zpracování.

Výběr testovaných druhů a jejich množství bylo závislé na aktuální výrobě firmy JUTA a.s.. Výrobní filozofie firmy je taková, že se zhruba 95% výroby uskutečňuje přímo na zakázku, na sklad se tedy vyrábí jen asi 5% z celkového objemu výroby v sekci umělých trávníků. Množství testovaných vzorků je závislé na velikosti zakázky. Vždy je testována první a poslední role. Role jsou ukládány na palety maximálně po třech kusech. Na jednu paletu může být umístěno maximálně 100 bm produktu. Velikost rolí se řídí druhem trávníku, např. fotbalové trávníky mají návin až 75 bm. Pokud je zakázka ve větším objemu podstupuje testy jedna z rolí na každé páté paletě.

Analýzou současné metody zjišťování plošné hmotnosti byl jako zdroj nepřesností předpokládán způsob odběru vzorků strojním vysekáváním. Vlas umělého trávníku je vlivem ukládání v průběhu výroby a následným skladováním hotových výrobků v rolích slehlý. Při instalaci trávníku se narovná do svislé pozice pročešením a je ustálen zásypaním. Jelikož jsou vzorky ve zkušebně připravovány vysekáváním na lisu, dochází k oseku slehlého vlasu a následně tedy k nežádoucímu zkreslení plošné hmotnosti materiálu. Pro potvrzení této teorie a získání podkladů pro úpravu metody byla zvolena alternativní metoda odběru vzorků a to ručním vyřezáváním.



*Obr. 12 Skladování umělých trávníků v průběhu výroby*

## 2.1 PŘÍPRAVA A MĚŘENÍ VZORKŮ

V průběhu experimentu bylo postupně zpracováno 33 druhů umělých trávníků, které se vzájemně lišily svými parametry dle účelu použití, pro které jsou vyráběny.

Dle účelu použití se dají testované trávniky zařadit do tří základních kategorií:

### **Umělé trávniky pro fotbal**

Trávniky této kategorie jsou konstruovány tak, aby odolávaly vysoké zátěži. Umělé povrchy snesou, při správné údržbě, celoroční neomezené používání, aniž by se změnily herní vlastnosti. Neovlivňují je ani klimatické podmínky (déšť, sníh, sucho či výkyvy teplot). V této kategorii je firma JUTA a.s. držitelem certifikací FIFA1 a FIFA2 pro většinu vyráběných druhů, v Tab. 2 jsou jejich názvy zvýrazněny tučně.

### **Multisport**

Tato řada trávniku je univerzálněji použitelná než předchozí speciální kategorie fotbalových trávníků. Multisport trávniky mohou být instalovány na dětských hřištích, veřejných prostranstvích, univerzálních hřištích apod.. Může být na nich provozována široká škála sportovních aktivit např. pozemní hokej, atletika, golf, agility, tenis apod.

### **Dekor**

Jedná se specifickou kategorií trávníků, do které se řadí trávniky pro úpravu povrchů v exteriéru. Vlas je vytvořen kombinací různě dlouhých rovných a texturovaných polyetylenových monofilamentů, které mohou být v různých barevných odstínech pro dokonalou imitaci přírodního trávniku. V této kategorii jsou také zařazeny trávniky bezzásypové, vyznačující se malou výškou vlasu (6 - 10 mm). Jsou používány např. na povrchy teras či v okolí bazénů.

Tab. 2 Seznam testovaných druhů travníků a jejich základní parametry

	použití	délka vlasu [mm]	počet stehů na 10cm	počet vlasů na 1 m <sup>2</sup>	jemnost monofilamentů [dTex]
<b>WINNER 40/150</b>	<b>fotbal</b>	40	15	151 040	12 000/8
<b>WINNER 40/160</b>	<b>fotbal</b>	40	16	161 264	12 000/8
<b>WINNER 40/190</b>	<b>fotbal</b>	40	19	191 504	12 000/8
<b>WINNER 50/140</b>	<b>fotbal</b>	50	14	141 104	12 000/8
<b>WINNER 55/140</b>	<b>fotbal</b>	55	14	141 104	12 000/8
<b>WINNER 60/140</b>	<b>fotbal</b>	60	14	141 104	12 000/8
<b>CHAMPION 40/180</b>	<b>fotbal</b>	40	18	151 184	18 000/8
<b>CHAMPION 60/140</b>	<b>fotbal</b>	60	14	117 584	18 000/8
<b>CHAMPION 60/165</b>	<b>fotbal</b>	60	16,5	138 576	18 000/8
FAST TRACK 15	multisport	15	21	44 094	6 600/8
FAST TRACK 18	multisport	18	21	44 094	6 600/8
BASIC 20	multisport	20	26	27 297	8 800/8
ESSENTIAL 15	multisport	15	19	19 948	8 800/8
ESSENTIAL 20	multisport	20	19	19 948	8 800/8
ESSENTIAL 25	multisport	25	19	19 948	8 800/8
PLAY COMFORT	multisport	24	21,5	22 572	11 500/8
DECOR	decor	23	16	16 798	7 200/8 S 7 800/8 T
DEPORTE 12	multisport	12	23	48 294	8 800/8
EFFECTIVE 15	multisport	15	19	39 896	6 600/8
EFFECTIVE 20	multisport	20	19	39 896	6 600/8
PLAYGROUND AT	multisport	22	17	20 462	10 200/6 T
PERFORMER 60/140	fotbal	60	14	120 948	16 000/6
PERFORMER 60/165	fotbal	60	16,5	138 228	16 000/6
SCÉNIC	decor	35	18	18 898	7 200/8 S 7 800/8 T
<b>MASTER 60/180</b>	<b>fotbal</b>	60	18	9 449	14 000/6
GLOBAL BRUSH	decor	10	21	44 094	7 800/8 T
COURT	multisport	20	19	19948	8 800/8
ACTIVE PAD	multisport	30	20	20 997	8 000/4 S 11 500/8 T
STEP	decor	10	21	44 094	11 000/8T
HATTRICK 50	multisport	50	13	8 189	8 800/8
PADEL 12	multisport	12	25	52 493	6 600/6
MATCH 12	multisport	12	21	44 094	8 800/8
MEANDRO	decor	8	21	44 094	7 800/8 T

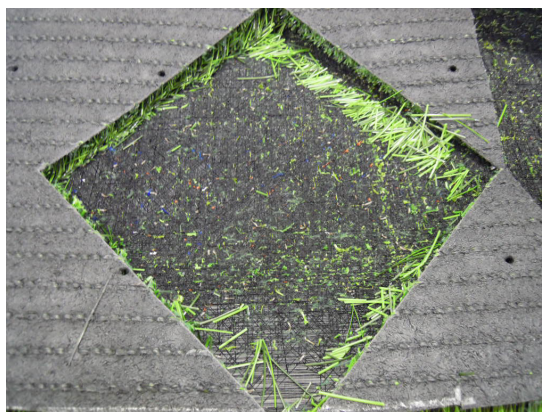
Postup přípravy vzorků zahrnoval vysekání základních formátů ve formě obdélníků o rozměrech 600 x 400 mm. Dle podmínek normy pro odběr vzorků pro zjišťování plošné hmotnosti umělých trávníků, byly z předpřipravených formátů zhotovovány jednotlivé vzorky o rozměrech 200 x 200 mm. Z testované role byly vždy připraveny čtyři obdélníkové formáty, dva byly použity pro vysekávání stojem a dva pro ruční vyřezávání nožem.

První fáze experimentu spočívala v testování ve zkušební laboratoři JUTA a.s.. Dle aktuálních zakázek ve výrobě byly připravovány jednotlivé druhy pro odběr vzorků. Na vysekávacím stroji byly připraveny vzorky, které byly následně váženy na digitálních váhách Mettler Toledo Classic plus EL 41.



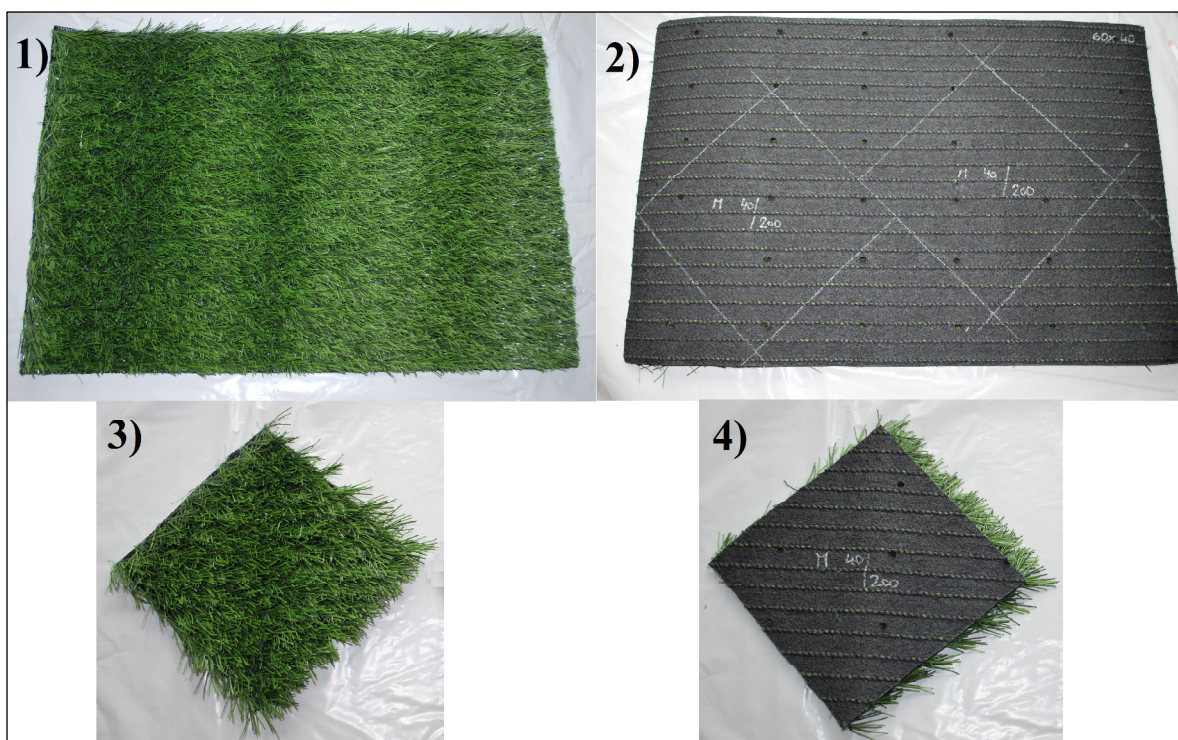
*Obr. 13 Hydraulický vysekávací stroj s připraveným formátem materiálu a vysekávacím nožem.*





Obr. 14 Osek slehlého vlasu při použití vysekávacího stroje

Ve druhé části experimentu byla použita metoda ručního vyřezávání tak, aby byla dodržena podmínka neoříznutých vlasů viz Obr. 15. Z každého obdélníkového kusu byly vytěženy dva vzorky. Vyřezávání bylo prováděno ručně, profesionálním automatickým odlamovacím nožem.



Obr. 15 Odběr vzorků

- 1) formát dodaný firmou JUTA a.s., líc, 2) formát dodaný firmou JUTA a.s., rub  
3) vyříznutý vzorek 200 x 200 mm, líc, 4) vyříznutý vzorek 200 x 200 mm, rub

Pro každý vyříznutý vzorek byla stanovena jeho hmotnost v laboratořích TUL - katedry materiálového inženýrství. Pro vážení byly použity digitální váhy SATORIUS PRO 13/17/23/27T.

Celkem bylo vytvořeno 1400 ks vzorků. Z toho polovina strojním vysekáváním a druhá polovina byla připravena ručním vyřezáváním. Fotografie jednotlivých druhů trávníků jsou umístěny v Příloze B.

## 2.2 ZPRACOVÁNÍ DAT

U naměřených plošných hmotností bylo nutné, z důvodu použití dvou různých podkladových textilií při výrobě (např. dvě zakázky na stejný druh), provést korekci, aby byla data porovnatelná. Korekce hmotnosti byla prováděna u vzorků: Winner 60/140, Champion 40/180, Champion 60/140, Performer 60/165, Master 60/180. Tyto uvedené druhy měli podkladovou textilií s označení Tencate D06, jejíž plošná hmotnost je  $270 \text{ g/m}^2$ , ostatní vzorky měly podkladovou textilií označenou "2\*112+30" s plošnou hmotností  $254 \text{ g/m}^2$ . U výše uvedených vzorků byl odečten rozdíl v plošné hmotnosti ( $16 \text{ g/m}^2$ ). Hmotnosti vzorků byly přepočteny na plošnou hmotnost [ $\text{g/m}^2$ ], vzhledem k dosahující výši hodnot a v souladu s interními postupy firmy JUTA a.s., byly hodnoty plošných hmotností zaokrouhlovány na celá čísla. Data jednotlivých druhů trávníků byla prověřena na vybočující hodnoty užitím grafické metody krabicových grafů. Vybočující měření byla z dalšího zpracování vyloučena. V Tab. 3 jsou sumarizována množství vyhotovených vzorků jednotlivých druhů trávníků, a množství vzorků po vyloučení vybočujících měření. Druhy, u kterých byla z dalšího zpracování vyloučena vybočující měření jsou zvýrazněna podbarvením řádků. V tabulce jsou také označeny druhy, u kterých byla provedena korekce z důvodu použití odlišné podkladové textilie. Dále byla zkoumána normalita dat pomocí grafické metody Q-Q grafy a početně Anderson-Darlingovým testem. Data byla analyzována pomocí testů o shodě dvou středních hodnot - dvouvýběrovým nepárovým Studentovým t-testem. Posledním krokem analýzy dat bylo ověření shody hodnot mezi vzorky připravovanými ručně a hodnotami garantovanými výrobcem. Výpočty a grafické zpracování dat bylo prováděno v softwaru pro vědeckotechnické výpočty MATLAB R2015a.

### 2.2.1 Použité metody analýzy dat a statistického zpracování

#### box plot

Zobrazuje dolní 25% kvartil, medián, horní 75% kvartil a přilehlé hodnoty pomocí tzv. vousů. Odlehlé hodnoty jsou zobrazeny mimo tyto meze a byly z dalšího zpracování vyloučeny. Výsledky byly shrnuty do tabulky č. 3. Grafické zobrazení je v Příloze C.

Tab. 3 Množství testovaných vzorků a označení druhů, u kterých byla provedena korekce plošné hmotnosti a vyloučení vybočujících měření.

	výchozí počet vzorků 20 x 20 cm	množství vzorků po vyloučení vybočujících měření "vysekávané"	množství vzorků po vyloučení vybočujících měření "ručně vyřezávané"	korekce pl. hm.
WINNER 40/150	28	27	26	
WINNER 40/160	28	26	28	
WINNER 40/190	12	12	12	
WINNER 50/140	32	32	32	
WINNER 55/140	20	18	18	
WINNER 60/140	12	12	12	ano
CHAMPION 40/180	12	12	12	ano
CHAMPION 60/140	28	28	28	ano
CHAMPION 60/165	12	12	12	
FAST TRACK 15	72	70	71	
FAST TRACK 18	12	12	12	
BASIC 20	52	52	52	
ESSENTIAL 15	16	16	16	
ESSENTIAL 20	44	44	44	
ESSENTIAL 25	12	12	12	
PLAY COMFORT	36	36	36	
DECOR	36	36	36	
DEPORTE 12	20	20	20	
EFFECTIVE 15	12	12	12	
EFFECTIVE 20	16	16	16	
PLAYGROUND AT	12	12	12	
PERFORMER 60/140	12	12	12	
PERFORMER 60/165	20	20	20	ano
SCÉNIC	16	16	16	
MASTER 60/180	20	20	20	ano
GLOBAL BRUSH	24	23	24	
COURT	12	12	12	
ACTIVE PAD	12	12	12	
STEP	12	12	12	
HATTRICK 50	12	12	12	
PADEL 12	12	12	12	
MATCH 12	12	12	12	
MEANDRO	12	12	12	

**ověření normality dat Q-Q graf**

Pro ověření normality dat byla použita grafická metoda pomocí Q-Q grafů, porovnávající kvantily naměřených dat a kvantily teoretického (normálního) rozdělení. Ze zobrazených výsledků nebylo možné jednoznačně potvrdit normalitu dat, proto byla dále zvolena početní metoda, Anderson-Darlingův test. Q-Q grafy viz Příloha D.

**ověření normality dat Anderson-Darlingův test**

Test je určen pro identifikaci rozdělení z výběrového souboru dat. Testování je založeno na porovnání empirické distribuční funkce náhodného výběru  $F_e$  s teoretickou distribuční funkcí rozdělení  $F_t$ , ze kterého by měl, za platnosti nulové hypotézy, výběr pocházet (v našem případě normálního rozdělení). Test měří vzdálenost mezi uvedenými funkcemi. Testovou statistikou je kvadrát této vzdálenosti. [19, str. 130]

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1)(\ln F_t(x_i) + \ln(1 - F_t(x_{n-i+1}))) \quad (2)$$

$A^2$  ..... kvadrát vzdálenosti funkcí

$n$  ..... počet měření

$F_t$  ..... teoretická distribuční funkce

zvolené hypotézy:

nulová hypotéza testu  $H_0: F_e(x) = F_t(x)$ , kde  $T_e(x) = N(\bar{x}, s^2)$  data sledují normální rozdělení

alternativní hypotéza  $H_1: F_e(x) \neq F_t(x)$ , data nesledují normální rozdělení

hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

vyhodnocení: pro  $p < 0,05$  zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$

$h = 0$  nezamítáme nulovou hypotézu

Testová statistika  $A^2$ , ve výsledcích testu z programu MATLAB značeno adstat. V případě, že hodnoty testové statistiky jsou větší než kritické (cv) svědčí to taktéž proti normalitě. Výsledek testu je též vyjádřen p-hodnotou v intervalu  $< 0, 1 >$ , čím je p-hodnota vyšší, tím silnější důkaz o nezamítnutí nulové hypotézy. Výsledky testu i se slovním vyjádřením k nulové hypotéze jsou shrnuty v Tab. 4 a 5.

Tab. 4 Tabulka výsledků Anderson-Darling testu vzorků "vysekávané"

	<b>h</b>	<b>p</b>	<b>adstat</b>	<b>cv</b>	<b>slovní vyhodnocení o <math>H_0</math></b>
WINNER 40/150	0	0,7583	0,2422	0,7292	nezamítáme
WINNER 40/160	0	0,8443	0,2122	0,7283	nezamítáme
WINNER 40/190	0	0,1877	0,4869	0,6979	nezamítáme
WINNER 50/140	0	0,2489	0,4596	0,7329	nezamítáme
WINNER 55/140	0	0,3228	0,4061	0,7171	nezamítáme
WINNER 60/140	0	0,4975	0,3217	0,6979	nezamítáme
CHAMPION 40/180	0	0,0587	0,6723	0,6979	nezamítáme
CHAMPION 60/140	0	0,9740	0,1448	0,7301	nezamítáme
CHAMPION 60/165	0	0,3163	0,4008	0,6979	nezamítáme
FAST TRACK 15	0	0,1265	0,5833	0,7434	nezamítáme
FAST TRACK 18	0	0,8475	0,2065	0,6979	nezamítáme
BASIC 20	0	0,3764	0,3894	0,7404	nezamítáme
ESSENTIAL 15	0	0,9472	0,1653	0,7124	nezamítáme
ESSENTIAL 20	0	0,1668	0,5320	0,7382	nezamítáme
ESSENTIAL 25	0	0,6949	0,2558	0,6979	nezamítáme
PLAY COMFORT	0	0,0552	0,7183	0,7351	nezamítáme
DECOR	0	0,3817	0,3844	0,7351	nezamítáme
DEPORTE 12	0	0,5964	0,2938	0,7208	nezamítáme
EFFECTIVE 15	0	0,1128	0,5686	0,6979	nezamítáme
EFFECTIVE 20	0	0,1425	0,5412	0,7124	nezamítáme
PLAYGROUND AT	0	0,8185	0,2165	0,6979	nezamítáme
PERFORMER 60/140	0	0,3002	0,4097	0,6979	nezamítáme
PERFORMER 60/165	0	0,2154	0,4776	0,7208	nezamítáme
SCÉNIC	0	0,3353	0,3973	0,7124	nezamítáme
MASTER 60/180	0	0,9270	0,1769	0,7208	nezamítáme
GLOBAL BRUSH	0	0,5505	0,3112	0,7251	nezamítáme
COURT	0	0,0547	0,6835	0,6979	nezamítáme
ACTIVE PAD	0	0,1044	0,5810	0,6979	nezamítáme
STEP	0	0,1318	0,5439	0,6979	nezamítáme
HATTRICK 50	0	0,1223	0,5557	0,6979	nezamítáme
PADEL 12	0	0,1841	0,4901	0,6979	nezamítáme
MATCH 12	0	0,1840	0,4901	0,6979	nezamítáme
MEANDRO	0	0,0603	0,6680	0,6979	nezamítáme

Tab. 5 Tabulka výsledků Anderson-Darling testu vzorků "ručně vyřezávané"

	<b>h</b>	<b>p</b>	<b>adstat</b>	<b>cv</b>	<b>slovní vyhodnocení o <math>H_0</math></b>
WINNER 40/150	0	0,1177	0,5843	0,7283	nezamítáme
WINNER 40/160	0	0,4903	0,3356	0,7301	nezamítáme
WINNER 40/190	0	0,3214	0,3981	0,6979	nezamítáme
WINNER 50/140	0	0,6337	0,2847	0,7329	nezamítáme
WINNER 55/140	0	0,8217	0,2184	0,7171	nezamítáme
WINNER 60/140	0	0,3743	0,3720	0,6979	nezamítáme
CHAMPION 40/180	0	0,0720	0,6400	0,6979	nezamítáme
CHAMPION 60/140	0	0,8523	0,2094	0,7901	nezamítáme
CHAMPION 60/165	0	0,6175	0,2804	0,6979	nezamítáme
FAST TRACK 15	0	0,9559	0,1620	0,7435	nezamítáme
FAST TRACK 18	0	0,9094	0,1827	0,6979	nezamítáme
BASIC 20	0	0,2203	0,4851	0,7404	nezamítáme
ESSENTIAL 15	0	0,5029	0,3245	0,7124	nezamítáme
ESSENTIAL 20	0	0,1337	0,5701	0,7382	nezamítáme
ESSENTIAL 25	0	0,3698	0,3740	0,6979	nezamítáme
PLAY COMFORT	0	0,7900	0,2328	0,7351	nezamítáme
DECOR	0	0,2823	0,4386	0,7351	nezamítáme
DEPORTE 12	0	0,8886	0,1939	0,7208	nezamítáme
EFFECTIVE 15	0	0,1142	0,5667	0,6979	nezamítáme
EFFECTIVE 20	0	0,4122	0,3608	0,7124	nezamítáme
PLAYGROUND AT	0	0,4481	0,3406	0,6979	nezamítáme
PERFORMER 60/140	0	0,7548	0,2370	0,6979	nezamítáme
PERFORMER 60/165	0	0,0666	0,6732	0,7208	nezamítáme
SCÉNIC	0	0,1484	0,5346	0,7124	nezamítáme
MASTER 60/180	0	0,2779	0,4340	0,7208	nezamítáme
GLOBAL BRUSH	0	0,1094	0,5950	0,7262	nezamítáme
COURT	0	0,0634	0,6602	0,6979	nezamítáme
ACTIVE PAD	0	0,0789	0,6255	0,6979	nezamítáme
STEP	0	0,1645	0,5083	0,6979	nezamítáme
HATTRICK 50	0	0,5119	0,3164	0,6979	nezamítáme
PADEL 12	0	0,3068	0,4060	0,6979	nezamítáme
MATCH 12	0	0,2344	0,4506	0,6979	nezamítáme
MEANDRO	0	0,2232	0,4587	0,6979	nezamítáme

Po ověření normality dat byly vypočteny základní statistiky (průměr, rozptyl, variační koeficient) a údaje vyneseny do grafů viz Příloha E, souhrn je proveden v Tab. 6.

### aritmetický průměr (odhad střední hodnoty pro výběrová data)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

$\bar{x}$  ..... aritmetický průměr

$x_i$  ..... jednotlivé hodnoty měření

$n$  ..... počet měření

### výběrový rozptyl

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (4)$$

$s^2$  ..... výběrový rozptyl

$\bar{x}$  ..... aritmetický průměr

$x_i$  ..... jednotlivé hodnoty měření

$n$  ..... počet měření

### výběrová směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2} \quad (5)$$

$s$  ..... výběrová směrodatná odchylka

$s^2$  ..... výběrový rozptyl

### variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (6)$$

$v$  ..... variační koeficient

$s$  ..... výběrová směrodatná odchylka

$\bar{x}$  ..... odhad střední hodnoty aritmetickým průměrem



Tab. 6 Souhrn vypočtených základních statistických charakteristik pro jednotlivé druhy testovaných umělých trávníků

	vysekávané vzorky	ručně vyřezávané vzorky
<b>WINNER 40/150</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2083</b>	<b>2231</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	107,2	111,2
variační koeficient $v$ [%]	5,2	5,00
<b>WINNER 40/160</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2102</b>	<b>2233</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	83,1	110,8
variační koeficient $v$ [%]	4,0	5,0
<b>WINNER 40/190</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2411</b>	<b>2511</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	86,5	44,9
variační koeficient $v$ [%]	3,6	1,8
<b>WINNER 50/140</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2113</b>	<b>2293</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	119,7	110,6
variační koeficient $v$ [%]	5,7	4,8
<b>WINNER 55/140</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2271</b>	<b>2500</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	115,1	85,8
variační koeficient $v$ [%]	5,1	3,4
<b>WINNER 60/140</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2309</b>	<b>2519</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	66,0	37,7
variační koeficient $v$ [%]	2,9	1,5
<b>CHAMPION 40/180</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2522</b>	<b>2833</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	182,7	178,5
variační koeficient $v$ [%]	7,2	6,3
<b>CHAMPION 60/140</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2667</b>	<b>2930</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	111,7	94,2
variační koeficient $v$ [%]	4,2	3,2

	vysekávané vzorky	ručně vyřezávané vzorky
<b>CHAMPION 60/165</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2827</b>	<b>3162</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	148,5	131,6
variační koeficient $v$ [%]	5,3	4,2
<b>FAST TRACK 15</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2148</b>	<b>2220</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	81,3	63,4
variační koeficient $v$ [%]	3,8	2,9
<b>FAST TRACK 18</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2257</b>	<b>2304</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	36,0	27,4
variační koeficient $v$ [%]	1,6	1,2
<b>BASIC 20</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2074</b>	<b>2154</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	69,9	78,2
variační koeficient $v$ [%]	3,4	3,6
<b>ESSENTIAL 15</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1738</b>	<b>1787</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	42,6	38,7
variační koeficient $v$ [%]	2,5	2,2
<b>ESSENTIAL 20</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1878</b>	<b>1937</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	56,2	50,0
variační koeficient $v$ [%]	3,0	2,6
<b>ESSENTIAL 25</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2032</b>	<b>2072</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	13,6	16,8
variační koeficient $v$ [%]	0,7	0,8
<b>PLAY COMFORT</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2495</b>	<b>2558</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	68,4	54,7
variační koeficient $v$ [%]	2,7	2,1
<b>DECOR</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2076</b>	<b>2145</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	82,7	72,3
variační koeficient $v$ [%]	4,0	3,4

	vysekávané vzorky	ručně vyřezávané vzorky
<b>DEPORTE 12</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2265</b>	<b>2321</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	39,0	38,4
variační koeficient $v$ [%]	1,7	1,7
<b>EFFECTIVE 15</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1548</b>	<b>1569</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	15,4	10,6
variační koeficient $v$ [%]	1,0	0,7
<b>EFFECTIVE 20</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1712</b>	<b>1763</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	101,2	80,2
variační koeficient $v$ [%]	5,9	4,6
<b>PLAYGROUND AT</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1816</b>	<b>1849</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	44,4	28,5
variační koeficient $v$ [%]	2,4	1,5
<b>PERFORMER 60/140</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2658</b>	<b>2964</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	153,1	89,7
variační koeficient $v$ [%]	5,8	3,0
<b>PERFORMER 60/165</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2772</b>	<b>3119</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	222,6	169,6
variační koeficient $v$ [%]	8,0	5,4
<b>SCÉNIC</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2582</b>	<b>2704</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	88,8	80,4
variační koeficient $v$ [%]	3,4	3,0
<b>MASTER 60/180</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2657</b>	<b>2896</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	77,4	80,6
variační koeficient $v$ [%]	2,9	2,8
<b>GLOBAL BRUSH</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2415</b>	<b>2451</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	40,9	65,9
variační koeficient $v$ [%]	1,7	2,7

	vysekávané vzorky	ručně vyřezávané vzorky
<b>COURT</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2021</b>	<b>2055</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	37,9	54,1
variační koeficient $v$ [%]	1,9	2,6
<b>ACTIVE PAD</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2926</b>	<b>3079</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	51,2	20,6
variační koeficient $v$ [%]	1,8	0,7
<b>STEP</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2306</b>	<b>2399</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	22,3	24,7
variační koeficient $v$ [%]	1,0	1,0
<b>HATTRICK 50</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1759</b>	<b>1915</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	145,0	119,2
variační koeficient $v$ [%]	8,2	6,2
<b>PADEL 12</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2098</b>	<b>2115</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	158,0	109,3
variační koeficient $v$ [%]	7,5	5,2
<b>MATCH 12</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>2338</b>	<b>2403</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	118,8	122,7
variační koeficient $v$ [%]	5,1	5,1
<b>MEANDRO</b>		
průměrná hodnota $\overline{m_s}$ [g/m <sup>2</sup> ]	<b>1056</b>	<b>1110</b>
směrodatná odchylka $s$ [g/m <sup>2</sup> ]	79,6	62,6
variační koeficient $v$ [%]	7,5	5,6

V dalším kroku analýzy dat byla prověřována shoda středních hodnot vzorků připravovaných strojním vysekáváním a vzorků vyřezávaných ručně. K tomuto ověření byl použit test o shodě dvou středních hodnot - dvouvýběrový nepárový Studentův t-test. Podmínkou pro použití výše uvedeného testu je normalita dat a shoda rozptylů výběrových souborů dat. K ověření shody výběrů byl použit F-test.

### F-test o shodě rozptylů

pro výběrové rozptyly  $s_1^2 > s_2^2$  platí vztah: [19, str. 225]

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

$s_{1,2}^2$  ..... výběrový rozptyl

index  $I$  byl přiřazen hodnotám vzorků získaných ručním vyřezáváním, aby byla dodržena nerovnost  $s_1^2 > s_2^2$

zvolené hypotézy:

nulová hypotéza testu  $H_0: s_1^2 = s_2^2$  pro  $F < F_{krit.}$  kde  $F_{krit.} = F_{1-\alpha/2}$

alternativní hypotéza  $H_1: s_1^2 \neq s_2^2$   $F > F_{krit.}$

hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Na základě výsledků F-testu, kdy byla potvrzena shoda rozptylů u všech druhů vzorků, byl pro test o shodě dvou výběrů vybrán test pro různé rozsahy výběrů: [20]

### test o shodě středních hodnot - dvouvýběrový nepárový Studentův t-test

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \quad (8)$$

$\bar{x}_{1,2}$  ..... střední hodnota výběrového souboru

$n_{1,2}$  ..... počet měření

$s_{1,2}^2$  ..... výběrový rozptyl

zvolené hypotézy:

nulová hypotéza testu  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  pro  $t < t_{1-\alpha/2}$ , střední hodnoty výběrových souborů jsou shodné

alternativní hypotéza  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  pro  $t \geq t_{1-\alpha/2}$ , střední hodnoty výběrových souborů nejsou shodné

hladina významnosti  $\alpha=0,05$

vyhodnocení: pro  $p < 0,05$  zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$

Výsledky testu i se slovním vyjádřením k nulové hypotéze jsou shrnuty v Tab. 7.

Testová statistika  $t$  je ve výsledcích testu z programu MATLAB a v Tab. 7 značena  $tstat$ .

Tab. 7 Tabulka výsledků oboustranného  $t$ -testu shody středních hodnot dvou výběrů

	<b>h</b>	<b>p</b>	<b>tstat</b>	<b>slovní vyhodnocení o <math>H_0</math></b>
WINNER 40/150	1	$8,937 \times 10^{-6}$	4,936	zamítáme
WINNER 40/160	1	$9,743 \times 10^{-6}$	4,901	zamítáme
WINNER 40/190	1	0,0018	3,550	zamítáme
WINNER 50/140	1	$4,668 \times 10^{-8}$	6,222	zamítáme
WINNER 55/140	1	$9,200 \times 10^{-8}$	6,754	zamítáme
WINNER 60/140	1	$2,556 \times 10^{-9}$	9,593	zamítáme
CHAMPION 40/180	1	$3,565 \times 10^{-4}$	4,215	zamítáme
CHAMPION 60/140	1	$3,990 \times 10^{-13}$	9,506	zamítáme
CHAMPION 60/165	1	$7,012 \times 10^{-6}$	5,845	zamítáme
FAST TRACK 15	1	$2,798 \times 10^{-8}$	5,888	zamítáme
FAST TRACK 18	1	0,001	3,648	zamítáme
BASIC 20	1	$2,922 \times 10^{-7}$	5,492	zamítáme
ESSENTIAL 15	1	0,002	3,388	zamítáme
ESSENTIAL 20	1	$1,193 \times 10^{-6}$	5,227	zamítáme
ESSENTIAL 25	1	$1,904 \times 10^{-6}$	6,407	zamítáme
PLAY COMFORT	1	$5,181 \times 10^{-5}$	4,313	zamítáme
DECOR	1	$2,948 \times 10^{-4}$	3,811	zamítáme
DEPORTE 12	1	$4,997 \times 10^{-5}$	4,573	zamítáme
EFFECTIVE 15	1	$6,727 \times 10^{-4}$	3,955	zamítáme
EFFECTIVE 20	1	0,030	3,393	zamítáme
PLAYGROUND AT	1	0,041	2,182	zamítáme
PERFORMER 60/140	1	$5,156 \times 10^{-6}$	5,976	zamítáme
PERFORMER 60/165	1	$2,468 \times 10^{-6}$	5,536	zamítáme

SCÉNIC	1	$2,980 \times 10^{-4}$	4,090	zamítáme
MASTER 60/180	1	$1,180 \times 10^{-11}$	9,558	zamítáme
GLOBAL BRUSH	1	0,034	2,193	zamítáme
COURT	1	0,044	1,779	zamítáme
ACTIVE PAD	1	$2,554 \times 10^{-9}$	9,594	zamítáme
STEP	1	$2,194 \times 10^{-9}$	9,675	zamítáme
HATTRICK 50	1	0,009	2,887	zamítáme
PADEL 12	1	0,040	1,751	zamítáme
MATCH 12	0	0,206	1,303	nezamítáme
MEANDRO	0	0,079	1,843	nezamítáme

Předchozím testem byla zamítnuta hypotéza, že by byly střední hodnoty vzorků vysekávaných a ručně vyřezávaných shodné, byl tedy proveden test pro zjištění nerovnosti mezi hodnotami. Použitým testem byl opět test o shodě dvou výběrů dle vzorce (8) při zvolení hypotéz:

nulová hypotéza testu  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  pro  $t < t_{1-\alpha}$ , střední hodnoty výběrových souborů jsou shodné

alternativní hypotéza  $H_1: \mu_1 > \mu_2$  pro  $t \geq t_{1-\alpha}$ , střední hodnoty výběrových souborů nejsou shodné

hladina významnosti  $\alpha=0,05$

vyhodnocení: pro  $p < 0,05$  zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$

index  $I$  byl přiřazen hodnotám vzorků získaných ručním vyřezáváním

Výsledky testu i se slovním vyjádřením k nulové hypotéze jsou shrnuty v Tab. 8.

Testová statistika  $t$  je ve výsledcích testu z programu MATLAB a v Tab. 8 značena *tstat*.

Tab. 8 Tabulka výsledků jednostranného t-testu shody středních hodnot dvou výběrů

	<b>h</b>	<b>p</b>	<b>tstat</b>	<b>slovní vyhodnocení o <math>H_0</math></b>
WINNER 40/150	1	$4,468 \times 10^{-6}$	4,936	zamítáme
WINNER 40/160	1	$4,482 \times 10^{-6}$	4,901	zamítáme
WINNER 40/190	1	$8,983 \times 10^{-4}$	3,550	zamítáme
WINNER 50/140	1	$2,334 \times 10^{-8}$	6,222	zamítáme
WINNER 55/140	1	$4,600 \times 10^{-8}$	6,754	zamítáme
WINNER 60/140	1	$1,278 \times 10^{-9}$	9,593	zamítáme
CHAMPION 40/180	1	$1,783 \times 10^{-4}$	4,215	zamítáme
CHAMPION 60/140	1	$1,995 \times 10^{-13}$	9,506	zamítáme
CHAMPION 60/165	1	$3,506 \times 10^{-6}$	5,845	zamítáme
FAST TRACK 15	1	$1,399 \times 10^{-8}$	5,888	zamítáme
FAST TRACK 18	1	$7,083 \times 10^{-4}$	3,648	zamítáme
BASIC 20	1	$1,461 \times 10^{-7}$	5,492	zamítáme
ESSENTIAL 15	1	$9,927 \times 10^{-4}$	3,388	zamítáme
ESSENTIAL 20	1	$5,964 \times 10^{-6}$	5,227	zamítáme
ESSENTIAL 25	1	$9,522 \times 10^{-7}$	6,407	zamítáme
PLAY COMFORT	1	$2,591 \times 10^{-5}$	4,313	zamítáme
DECOR	1	$1,474 \times 10^{-4}$	3,811	zamítáme
DEPORTE 12	1	$2,498 \times 10^{-5}$	4,573	zamítáme
EFFECTIVE 15	1	$3,363 \times 10^{-4}$	3,955	zamítáme
EFFECTIVE 20	1	0,015	3,393	zamítáme
PLAYGROUND AT	1	0,021	2,812	zamítáme
PERFORMER 60/140	1	$2,578 \times 10^{-6}$	5,976	zamítáme
PERFORMER 60/165	1	$1,234 \times 10^{-6}$	5,536	zamítáme
SCÉNIC	1	$1,490 \times 10^{-4}$	4,090	zamítáme
MASTER 60/180	1	$5,900 \times 10^{-12}$	9,558	zamítáme
GLOBAL BRUSH	1	0,017	2,193	zamítáme
COURT	1	0,022	1,779	zamítáme
ACTIVE PAD	1	$1,277 \times 10^{-9}$	9,594	zamítáme
STEP	1	$1,097 \times 10^{-9}$	9,675	zamítáme
HATTRICK 50	1	0,004	2,887	zamítáme
PADEL 12	1	0,020	1,751	zamítáme
MATCH 12	0	0,103	1,303	nezamítáme
MEANDRO	0	0,069	1,843	nezamítáme



Závěrečným krokem analýzy dat bylo prověření hodnot plošných hmotností vzorků připravovaných ručním vyřezáváním na shodu s hodnotami, které garantuje výrobce v certifikačních listech každého výrobku a zároveň v Inspekčním certifikátu o provedených testech, který je pořizován ke každé zakázce. Pro tento účel byl použit test o střední hodnotě jednovýběrový Studentův t-test: [20]

### test o střední hodnotě jednovýběrový Studentův t-test

$$t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (9)$$

$\bar{x}$  ..... střední hodnota výběrového souboru

$\mu$  ..... předpokládaný průměr

$s^2$  ..... rozptyl výběrového souboru

$n$  ..... počet měření

zvolené hypotézy:

nulová hypotéza testu  $H_0$ :  $\bar{x} = \mu$  pro  $t < t_{1-\alpha} (n-1)$ , střední hodnota souboru je rovna hodnotě plošné hmotnosti garantované výrobcem

alternativní hypotéza  $H_1$ :  $\bar{x} \neq \mu$  pro  $t \geq t_{1-\alpha} (n-1)$  střední hodnota souboru není rovna hodnotě plošné hmotnosti garantované výrobcem

hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

vyhodnocení: pro  $p < 0,05$  zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$

Za hodnoty předpokládaného průměru  $\mu$  byly dosazovány hodnoty plošné hmotnosti garantované výrobcem pro každý druh umělého trávníku. Výsledky testu i se slovním vyjádřením k nulové hypotéze jsou shrnuty v Tab. 9. V této tabulce je také vyčíslena dolní a horní mez hodnot, které výrobce garantuje v souladu s normou ČSN EN 15330-1, v rozmezí  $\pm 10 \%$ .

Tab. 9 Tabulka výsledků jednovýběrového *t* testu

	<b>garant. hodnoty výr. [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>dolní mez garant. výr. [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>horní mez garant. výr. [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>p</b>	<b>prům. hodnota vyřez. vz. [g/m<sup>2</sup>]</b>	slovní hodnocení o H <sub>0</sub>
WINNER 40/150	2218	1996	2440	0,5522	2231	nezamítáme
WINNER 40/160	2224	2002	2446	0,6753	2233	nezamítáme
WINNER 40/190	2502	2252	2752	0,4939	2511	nezamítáme
WINNER 50/140	2300	2070	2530	0,7126	2293	nezamítáme
WINNER 55/140	2495	2246	2745	0,8050	2500	nezamítáme
WINNER 60/140	2525	2276	2778	0,5895	2519	nezamítáme
CHAMPION 40/180	2799	2519	3079	0,5210	2833	nezamítáme
CHAMPION 60/140	2945	2651	3240	0,4041	2930	nezamítáme
CHAMPION 60/165	3143	2829	3457	0,6304	3162	nezamítáme
FAST TRACK 15	2208	1987	2429	0,1239	2220	nezamítáme
FAST TRACK 18	2307	2076	2538	0,7407	2304	nezamítáme
BASIC 20	2147	1932	2362	0,5139	2154	nezamítáme
ESSENTIAL 15	1780	1602	1958	0,4683	1787	nezamítáme
ESSENTIAL 20	1945	1751	2140	0,2809	1937	nezamítáme
ESSENTIAL 25	2075	1868	2283	0,5317	2072	nezamítáme
PLAY COMFORT	2547	2292	2802	0,2367	2558	nezamítáme
DECOR	2148	1933	2363	0,8322	2145	nezamítáme
DEPORTE 12	2334	2101	2567	0,1485	2321	nezamítáme

	<b>garant. hodnoty výr. [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>dolní mez garant. výr. [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>horní mez garant. výr. [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>p</b>	<b>prům. hodnota vyřez. vz. [g/m<sup>2</sup>]</b>	slovní hodnocení o H <sub>0</sub>
EFFECTIVE 15	1568	1411	1725	0,6468	1569	nezamítáme
EFFECTIVE 20	1747	1572	1922	0,4263	1763	nezamítáme
PLAYGROU ND AT	1852	1667	2037	0,7413	1849	nezamítáme
PERFORMER 60/140	2948	2653	3243	0,5520	2964	nezamítáme
PERFORMER 60/165	3108	2797	3419	0,7797	3119	nezamítáme
SCÉNIC	2698	2428	2968	0,7574	2704	nezamítáme
MASTER 60/180	2908	2617	3199	0,5059	2896	nezamítáme
GLOBAL BRUSH	2455	2210	2701	0,7561	2451	nezamítáme
COURT	2060	1854	2266	0,7438	2055	nezamítáme
ACTIVE PAD	3073	2766	3380	0,3535	3079	nezamítáme
STEP	2405	2165	2646	0,3849	2399	nezamítáme
HATTRICK 50	1927	1734	2120	0,7347	1915	nezamítáme
PADEL 12	2153	1938	2368	0,2480	2115	nezamítáme
MATCH 12	2377	2139	2615	0,4869	2402	nezamítáme
MEANDRO	1115	1004	1227	0,7899	1110	nezamítáme

## 2.3 NÁVRH ÚPRAVY METODIKY PRO KONTROLNÍ STANOVENÍ PLOŠNÉ HMOTNOSTI UMĚLÝCH TRÁVNÍKŮ V PRŮMYSLOVÉ VÝROBĚ

Analýzou dat byl potvrzen předpoklad o zdroji nepřesností, které se projevují v hodnotách plošných hmotností stanovených zkušebnou. Zdrojem byl identifikován způsob odběru vzorků strojním vysekáváním, kde je vlas slehlý vlivem ukládání výrobků v průběhu výroby oseknut a tím dochází ke zkreslení výsledných hodnot.

Na základě získaných dat byly stanoveny relativní odchylky vyjadřující rozdíl mezi hodnotami garantovanými výrobcem a hodnotami vycházející ze stanovení plošné hmotnosti vzorků připravovaných strojním vysekáváním. Pro stanovení relativních odchylek byly použity vzorce z literatury [19].

### průměrná odchylka

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (10)$$

$x_i$ .....  $i$ -tá hodnota ze souboru dat

$\bar{x}$ ..... průměr

$n$ ..... počet měření

### relativní odchylka

$$\delta = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (11)$$

$\bar{d}$ ..... relativní odchylka

$\bar{x}$ ..... průměr

za průměrnou hodnotu  $\bar{x}$  byly dosazovány hodnoty garantované výrobcem

Výsledky byly zaokrouhleny na celá čísla a jejich souhrn je uveden v tabulce Tab. 10.

Tab. 10 Průměrné a relativní odchylky

	<b>garantované hodnoty výrobce [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>průměrná odchylka [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>relativní odchylka [%]</b>
WINNER 40/150	2218	144	6,5
WINNER 40/160	2224	129	5,8
WINNER 40/190	2502	91	3,9
WINNER 50/140	2300	187	8,1
WINNER 55/140	2495	263	10,5
WINNER 60/140	2525	216	8,6
CHAMPION 40/180	2799	283	10,1
CHAMPION 60/140	2945	278	9,4
CHAMPION 60/165	3143	316	10,1
FAST TRACK 15	2208	85	3,8
FAST TRACK 18	2307	52	2,2
BASIC 20	2147	84	3,9
ESSENTIAL 15	1780	48	2,7
ESSENTIAL 20	1945	70	3,6
ESSENTIAL 25	2075	43	2,1
PLAY COMFORT	2547	63	2,5
DECOR	2148	92	4,3
DEPORTE 12	2334	70	3,0
EFFECTIVE 15	1568	20	1,3
EFFECTIVE 20	1747	89	5,1
PLAYGROUND AT	1852	45	2,4
PERFORMER 60/140	2948	290	9,8
PERFORMER 60/165	3108	344	11,1
SCĚNIC	2698	123	4,5
MASTER 60/180	2908	251	8,6
GLOBAL BRUSH	2455	48	1,9
COURT	2060	45	2,2
ACTIVE PAD	3073	147	4,8
STEP	2405	99	4,1
HATTRICK 50	1927	183	9,5
PADEL 12	2153	149	6,9
MATCH 12	2377	109	4,6
MEANDRO	1115	81	7,3

V souladu s dosavadními postupy stanovování plošné hmotnosti používané ve zkušebně firmy JUTA a.s. a za dodržení předpisů stanovených v příslušných normách (Česká technická norma ČSN ISO 8543 Textilní podlahové krytiny - Metody pro zjišťování hmotnosti a ČSN ISO 1957 Strojově vyráběné textilní podlahové krytiny - Odběr a řezání zkušebních vzorků pro fyzikální zkoušky) byl sestavena nová Metodika laboratorní zkoušky - Stanovení celkové plošné hmotnosti umělého trávniku, která je přílohou této práce (Příloha A). Metodika popisuje celý postup zkoušky, uvádí vzorce pro jednotlivé výpočty a jsou v ní uvedeny hodnoty pro korekci plošných hmotností konkrétních druhů umělých trávníků zjištěných metodou vysekávání na lisu. Tabulka č. 2 metodiky uvádí hodnoty plošných hmotností, které výrobce deklaruje, včetně vyčíslení hodnot horní a dolní hranice intervalu spolehlivosti. Meze tolerance plošné hmotnosti uvedeny v rozsahu  $\pm 10\%$  v souladu s normou ČSN EN 15330: Povrchy pro sportoviště - Syntetická tráva a textilní povrchy určené hlavně pro venkovní použití - Část 1: Specifikace pro syntetickou trávu, povrchy pro fotbal, hokej, ragby, tenis a víceúčelová užívání. Uvedení deklarovaných hodnot plošných hmotností slouží pro rychlé ověření shodnosti testovaného produktu s garantovanými znaky kvality. Dle metodiky budou výsledky dané zkoušky shrnuty do Protokolu o provedené zkoušce, který slouží jako podklad pro sestavení Inspekčního certifikátu. Inspekční certifikát je součástí každé dodávky zákazníkovi a shrnuje deklarované znaky kvality výrobku, kterými jsou jemnost vlasu, šířka, tloušťka a výška vlasu, počet stehů, plošná hmotnost a šíře trávniku.

Vzhledem k úpravě metodiky pro stanovení celkové plošné hmotnosti vyráběných trávníků se minimalizují náklady na spotřebu zátěrového materiálu, jehož přidáváním byly odchylky hodnot dosud kompenzovány. Na základě údajů získaných z interních statistik objemů prodeje firmy JUTA a.s a vypočtené průměrné odchylky byla, v tabulce Tab. 11, zkalkulována výše úspor při eliminaci nadbytečně přidávaného zátěrového materiálu v případě zavedení výsledků této práce do praxe. Cena latexu byla v roce 2018 ve výši 17,36 Kč/kg. [21].

Tab. 11 Kalkulace nákladů na přidaný latex dle prodejnosti jednotlivých druhů  
trávníků

	prodejnost za rok 2018 [m <sup>2</sup> ]	průměrná odchylka [g/m <sup>2</sup> ]	náklady na přidaný latex na [Kč/m <sup>2</sup> ]	náklady na přidaný latex za rok [Kč]
WINNER 40/150	15800,00	144	2,51 Kč	39 602 Kč
WINNER 40/160	13905,06	129	2,24 Kč	31 095 Kč
WINNER 40/190	15001,60	91	1,58 Kč	23 747 Kč
WINNER 50/140	31849,86	187	3,24 Kč	103 175 Kč
WINNER 55/140	17306,40	263	4,57 Kč	79 011 Kč
WINNER 60/140	83389,04	216	3,76 Kč	313 292 Kč
CHAMPION 40/180	16650,00	283	4,92 Kč	81 866 Kč
CHAMPION 60/140	17884,00	278	4,82 Kč	86 193 Kč
CHAMPION 60/165	14948,00	316	5,49 Kč	81 996 Kč
FAST TRACK 15	116813,45	85	1,47 Kč	171 588 Kč
FAST TRACK 18	12169,06	52	0,90 Kč	10 946 Kč
BASIC 20	17442,60	84	1,45 Kč	25 355 Kč
ESSENTIAL 15	6062,40	48	0,83 Kč	5 014 Kč
ESSENTIAL 20	27480,82	70	1,21 Kč	33 384 Kč
ESSENTIAL 25	7152,40	43	0,75 Kč	5 360 Kč
PLAY COMFORT	65775,24	63	1,09 Kč	71 945 Kč
DECOR	19902,40	92	1,59 Kč	31 640 Kč
DEPORTE 12	12894,00	70	1,22 Kč	15 688 Kč
EFFECTIVE 15	9792,40	20	0,35 Kč	3 421 Kč
EFFECTIVE 20	46228,80	89	1,54 Kč	71 074 Kč
PLAYGROUND AT	9159,00	45	0,78 Kč	7 115 Kč
PERFORMER 60/140	3022,40	290	5,04 Kč	15 224 Kč
PERFORMER 60/165	8217,20	344	5,97 Kč	49 090 Kč
SCÉNIC	26072,00	123	2,13 Kč	55 501 Kč
MASTER 60/180	42657,60	251	4,36 Kč	185 912 Kč
GLOBAL BRUSH	19658,00	48	0,83 Kč	16 254 Kč
COURT	5541,62	45	0,78 Kč	4 299 Kč
ACTIVE PAD	7602,00	147	2,55 Kč	19 411 Kč
STEP	8962,20	99	1,73 Kč	15 460 Kč
HATTRICK 50	5635,60	183	3,18 Kč	17 930 Kč
PADEL 12	9013,00	149	2,59 Kč	23 366 Kč
MATCH 12	6123,50	109	1,90 Kč	11 629 Kč
MEANDRO	7952,40	81	1,41 Kč	11 221 Kč
<b>celkem</b>				<b>1 717 805 Kč</b>

### 3. DISKUZE VÝSLEDKŮ

V této kapitole budou celkově shrnuty výsledky jednotlivých kroků zpracování dat. Prvním krokem byla analýza dat, od které se odvíjen další způsob vyhodnocování. Po vyloučení vybočujících měření byl proveden test na normalitu dat. Z grafické metody pomocí Q-Q grafů nebylo možné vyvodit jednoznačné závěry proto byla použita početní metoda Anderson-Darlingův testu. Výsledky tohoto testu jednoznačně potvrdily, že naměřená data pocházejí z normálního rozdělení. Normalita dat nebyla při obvyklé hladině testu  $\alpha=0,05$  zamítnuta, výsledky jsou shrnuty v tabulkách Tab. 4 a Tab. 5. V příloze D jsou uvedeny Q-Q grafy graficky vyjadřující normalitu dat, tyto grafy byly zpracovány v programu MATLAB.

Statistické vyhodnocení významné odlišnosti plošné hmotnosti vzorků vysekávaných a vzorků ručně vyřezávaných bylo ověřeno za použití metody Studentova t-testu jednostranného a oboustranného. Pro ověření uvedenými metodami musela být nejdříve ověřena shoda rozptylů F-testem, na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  byla přijata hypotéza o shodě rozptylů. Dále tedy mohly být použity metody Studentova t-testu. Na hladině významnosti testu  $\alpha=0,05$  byla hypotéza shody středních hodnot vysekávaných a ručně vyřezávaných vzorků zamítnuta pro všechny typy trávníků kromě dvou. Oboustranným testem byla přijata alternativní hypotéza o rozdílnosti středních hodnot. Jednostranným testem byla přijata alternativní hypotéza potvrzující vyšší hodnoty středních hodnot vzorků připravovaných ruční vyřezáváním. Druhy, u kterých nebyla nulová hypotéza o shodě středních hodnot zamítnuta, byly MATCH 12 a MEANDRO. Byl u nich následně proveden stejný test avšak na jiné hladině významnosti  $\alpha$ . Pro MEANDRO byla nulová hypotéza o shodě středních hodnot zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha=0,06$  (výsledek  $p=0,0394$ ,  $tstats=1,843$ ). U vzorku MATCH 12 bylo možné nulovou hypotézu zamítnout až při hladině významnosti  $\alpha=0,11$  (výsledek  $p=0,013$ ,  $tstats=1,3031$ ). Výsledek testu, kdy nebylo možné při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  zamítnout hypotézu o shodě středních hodnot je možné vysvětlit konstrukcí těchto dvou trávníků. Typ MATCH 12 patří k výrobkům s nejkratším vlasem, délka vlasu je 12 mm, při vysekávání vzorku tedy nedochází k tak výraznému přesahu slehnutého vlasu jako u typů s delším vlasem (pozn. nejdelší vlas



fotbalových trávníků dosahuje 60 mm). Druh umělého trávníku MEANDRO se využívá k dekoračním účelům, jeho vlas se krátký pouze 8 mm a je texturovaný, dochází tedy k minimálnímu slehnutí a následně oseku přečnívajícího vlasu při vysekávání zkušebních vzorků.

Závěrečným krokem analýzy dat bylo prověření hodnot plošných hmotností vzorků připravovaných ručním vyřezáváním na shodu s hodnotami, které garantuje výrobce v certifikačních listech každého výrobku a zároveň v Inspekčním certifikátu o provedených testech, který je pořizován ke každé zakázce. Pro tento účel byl použit test o střední hodnotě jednovýběrový Studentův t-test. Zde byla na hladině významnosti testu  $\alpha=0,05$  nulová hypotéza shody středních hodnot s jmenovitými hodnotami deklarovanými výrobcem, přijata.

Při návrhu úpravy metodiky byly za použití získaných dat stanoveny relativní odchylky, vyjadřující rozdíl mezi hodnotami garantovanými výrobcem a hodnotami vycházející ze stanovení plošné hmotnosti vzorků připravovaných strojním vysekáváním. Výsledky jsou shrnuty v Tab. 10. Pro potřeby zkušebny byla sestavena Metodika laboratorní zkoušky - Stanovení celkové plošné hmotnosti umělého trávníku, která je přílohou této práce viz Příloha A.

## 4. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce byla úprava metodiky pro kontrolní stanovení plošné hmotnosti umělých trávníků v průmyslové výrobě. Úprava metodiky spočívala v nalezení konkrétních hodnot plošných hmotností, kterými budou eliminovány nepřesnosti ve stanovení plošné hmotnosti akreditovanou zkušebnou firmy JUTA a.s. sídlící ve Dvoře Králové nad Labem. Dalším cílem této diplomové práce bylo ekonomické posouzení vlivu zavedení korekce do praxe.

V rešeršní části diplomové práce je popsána historie používání umělých trávníků, které původně sloužily výhradně jako povrchy sportovišť, v současné době je již hojně rozšířeno jejich používání i pro dekorační účely. Na základě technických listů firmy JUTA a.s. jsou popsány jednotlivé kroky technologie výroby. Jsou uvedeny druhy testů finálních výrobků, které zaručují kontrolu kvality výroby. Všechny testy jsou prováděny v souladu s předepsanými normami. Firma JUTA a.s. je držitelem certifikátů FIFA pro fotbalové trávniky. Tyto certifikáty firmě umožňují vyrábět a instalovat trávniky na hřištích pro nejvyšší fotbalovou ligu. V závěru rešeršní části je zařazena kapitola popisující parametry, které jsou pro certifikaci FIFA vyžadovány.

Na začátku experimentální části byla definována teorie příčiny vzniku nepřesností v hodnotách při testování plošné hmotnosti. Na základě analýzy zkušební metody byl jako zdroj nepřesností sledován způsob přípravy vzorků ve zkušebně. Vzhledem k objemu výroby a množství zpracovávaných druhů umělých trávníků připravuje zkušebna testovací vzorky vysekáváním na hydraulickém lisu, při výseku však dochází k ořezu přečnívajících vlasů. Na základě této teorie byl stanoven plán experimentu. Experiment spočíval v přípravě vzorků, všech typů trávníků, které firma vyrábí, a stanovení plošných hmotností nezávisle na tom jakých hodnot dosahovala zkušebna. Příprava vzorků byl rozdělena na dvě části. V první části byly vzorky připravovány metodou, kterou zkušebna standardně používá, tedy strojovým vysekáváním, v druhé části byly všechny vzorky připravovány ručním vyřezáváním nožem, které zajistilo podmínku neoříznutí vlasu. U všech vzorků byla stanovena plošná hmotnost. Na hodnotách byla provedena důkladná analýza, která potvrdila jako zdroj nepřesností osek vlasu při přípravě vzorků. S využitím naměřených dat a hodnot, které výrobce deklaruje certifikačními listy byly stanoveny konkrétní hodnoty,

při jejichž použití budou eliminovány dosavadní nepřesnosti. Hodnoty byly vyčísleny jako relativní rozdíly pro každý druh trávníku. Nepřesnosti vzniklé osekem přečnávajících vlasů, budou korigovány připočtením relativních rozdílů k naměřeným hodnotám a zajistí tak správnost a přesnost.

Přesný postup zkoušky je popsán v nové Metodice laboratorní zkoušky - Stanovení celkové plošné hmotnosti umělého trávníku, která je přílohou této práce viz Příloha A. Metodika popisuje celý postup zkoušky, uvádí vzorce pro jednotlivé výpočty a jsou v ní uvedeny hodnoty pro korekci plošných hmotností konkrétních druhů umělých trávníků zjištěných metodou vysekávání na lisu. Tabulka č. 2 metodiky uvádí hodnoty plošných hmotností, které výrobce deklaruje, včetně vyčíslení hodnot horní a dolní hranice intervalu spolehlivosti hmotností, které poslouží pro rychlé ověření shodnosti testovaného produktu s garantovanými znaky kvality. Pro záznam průběhu a výsledků zkoušky bude sloužit Protokol o provedené zkoušce, který je součástí nové metodiky. Tento protokol bude sloužit také jako podklad pro sestavení certifikačního listu, který je součástí každé dodávky finálního výrobku zákazníkovi.

Z ekonomického hlediska, musí být maximalizován zisk z prodeje, zatímco náklady by měly být co nejnižší. Úprava metodiky stanovení plošné hmotnosti minimalizuje finanční ztráty při spotřebě zátěrového materiálu. Na základě získaných poznatků dojde, díky optimalizovaným hodnotám plošné hmotnosti, ke snížení spotřeby zátěrového materiálu, jehož aplikací byl dosud řešen rozdíl v celkové plošné hmotnosti. Zátěrového materiálu bylo nanášeno více než bylo nutné pro zajištění fixace vlasu v podkladové textilii. Zavedením výsledků této práce do praxe bude dosaženo snížení spotřeby zátěrového materiálu a tím dojde k finanční úspoře nákladů na výrobu. Celková finanční úspora, při snížení spotřeby nadbytečně nanášeného zátěrového materiálu, byla vyčíslena na základě dat interní statistiky prodejnosti za rok 2018. ve výši 1 717 804,68 Kč. Další úspory vzniknou snížením nákladů na přepravu hotových výrobků k odběrateli. Ty však nelze objektivně vyčíslit, jelikož zakázky jsou v různém objemu a k zákazníkovi jsou dopravovány různými způsoby, tudíž se náklady na přepravu jednotlivých zakázek různí. Náklady na přepravu se vždy odvíjí od přepravovaném objemu a hlavně hmotnosti. Je možné tedy odvodit pouze souhrn, že by bylo přepraveno o 98.952 kg méně. Lze tedy konstatovat, že cíle této diplomové práce byly splněny, jelikož byl nalezen způsob korekce nepřesností díky němuž dojde také k finančním úsporám což je pro jakoukoliv firmu vždy pozitivní výsledek.

## Literatura

- [1] JUTA a. s. [online]. Dvůr Králové nad Labem, 2016 [cit. 2016-05-22]  
Dostupné z: <http://www.juta.cz/?jazyk=cs>
- [2] SAPCA [online]. Warwickshire, UK, 2014 [cit. 2016-05-22].  
Dostupné z: <http://www.sapca.org.uk/about-sapca>
- [3] Ford Foundation [online]. New York, 2015 [cit. 2016-05-18].  
Dostupné z: <https://www.fordfoundation.org/about-us/history/>
- [4] Astroturf [online]. Dalton, Georgia, USA, 2012 [cit. 2016-05-22].  
Dostupné z: <http://www.astroturf.com/astroturf-at-50/>
- [5] CLAUDIO, L.: Synthetic Turf Health Debate Takes Root,  
publikováno v Environmental health perspectives, 2008, 116/3, ISSN 0091-6765,  
[cit. 2016-05-22]  
Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/?cmd=Search&term=0091-6765%5Bjour%5D+AND+116%5Bvolume%5D+AND+A116%5Bpage%5D+AND+2008%5Bpdatt%5D+AND+Claudio%5Bauth%5D><sup>3</sup>
- [6] Department of Planning and Community Development: Artificial Grass For Sport,  
Melbourne Victoria, State Government of Victoria, 2011, 156,  
ISBN 978-1-921607-82-0
- [7] ORSÁG, P.: Technologický postup pro extruzní linku Barmag, JUTA a.s.,  
závod 15, Dvůr Králové nad Labem, 2014.
- [8] ORSÁG, P.: Technologický postup pro extruzní linku Sima, JUTA a.s.,  
závod 15, Dvůr Králové nad Labem, 2014.
- [9] ČEJKOVÁ, R.: Technologický postup zákrutování, JUTA a.s. ,  
závod 15, Dvůr Králové nad Labem, 2008.
- [10] ČEJKOVÁ, R.: Technologický postup ovíjení a texturování, JUTA a.s., závod 15,  
Dvůr Králové nad Labem, 2008.
- [11] ČEJKOVÁ, R.: Technologický postup všívání, JUTA a.s., závod 15,  
Dvůr Králové nad Labem, 2008.

---

<sup>3</sup> NCBI - National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, USA

- [12] LAŠ, L.: Technologický postup povrstvování, JUTA a.s., závod 15, Dvůr Králové nad Labem, 2015.
- [13] ČSN EN 15330-1: Povrchy pro sportoviště - Syntetická tráva a textilní povrchy určené hlavně pro venkovní použití - Část 1: Specifikace pro syntetickou trávu, povrchy pro fotbal, hokej, ragby, tenis a víceúčelová užívání. 1, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [14] International Artificial Turf Standard. Normy FIFA pro umělé trávníky, Curych, Švýcarsko, 2012, 39 stran [cit. 2016-06-03]. Dostupné z: <https://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/footballturf/01/15/62/41/iatsmanual2012edition.pdf>
- [15] National Exposure Research Laboratory: A Scoping-Level Field Monitoring Study of Synthetic Turf Fields and Playgrounds, EPA/600/R-09/135, EPA Enviromental Science Center, Fort Meade, Maryland, USA, 2009, 123 stran. Dostupné z: <https://www.epa.gov/ord>.
- [16] ČSN EN 14808: Povrchy pro sportoviště - Stanovení absorpce nárazu, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [17] ČSN ISO 8543: Textilní podlahové krytiny - Metody zjišťování hmotnosti, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004
- [18] BLATTER, J. S.: FIFA Quiality Concept for Football Turf. The FIFA Concept, Zug, Switzerland, 2015, 103 stran, [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://www.fifa.com/en/development/quality/index.html>
- [19] MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistická analýza experimentálních dat. 2. vydání Praha: Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky, 2004, ISBN 80-200-1254-0
- [20] BAJZÍK, V.: prezentace k předmětu Plánování průmyslových experimentů, Liberec 2013
- [21] interní informace firmy JUTA a.s.

## Seznam obrázků

Obr. 1	Instalace povrchu Chemgrass v hale Astrodome [4] .....	14
Obr. 2	Boční pohled na umělý trávník (vlevo), rubová strana (vpravo).....	15
Obr. 3	Schéma technologického postupu výroby .....	15
Obr. 4	Extruzní linka Barmag pro výrobu monofilamentů.[1] .....	16
Obr. 5	Schematické znázornění tří jednotek zákrutovacího stroje [9].....	18
Obr. 6	Princip vzniku řezaného vlasu [11] .....	19
Obr. 7	Schéma aplikátoru - povrstvování z vany. [12].....	21
Obr. 8	Zařízení pro testování pevnosti ukotvení vlasu .....	25
Obr. 9	Testovací zařízení pro odolnost povrchu opotřebení. [14] .....	26
Obr. 10	Zařízení pro testování absorpce nárazu. [16].....	27
Obr. 11	Hydraulický vysekávací stroj SB-25 s výkyvným ramenem.....	28
Obr. 12	Skladování umělých trávníků v průběhu výroby.....	33
Obr. 13	Hydraulický vysekávací stroj s připraveným formátem materiálu a vysekávacím nožem.....	36
Obr. 14	Osek slehlého vlasu při použití vysekávacího stroje .....	37
Obr. 15	Odběr vzorků 1) formát dodaný firmou JUTA a.s., líc, 2) formát dodaný firmou JUTA a.s., rub .....	37

## Seznam tabulek

Tab. 1 Stanovení minimálního počtu měření dle ČSN ISO 8543 [17] .....	29
Tab. 2 Seznam testovaných druhů trávníků a jejich základní parametry .....	35
Tab. 3 Množství testovaných vzorků a označení druhů, u kterých byla provedena korekce plošné hmotnosti a vyloučení vybočujících měření. ....	40
Tab. 4 Tabulka výsledků Anderson-Darling testu vzorků "vysekávané" .....	42
Tab. 5 Tabulka výsledků Anderson-Darling testu vzorků "ručně vyřezávané" .....	43
Tab. 6 Souhrn vypočtených základních statistických charakteristik pro jednotlivé druhy testovaných umělých trávníků .....	45
Tab. 7 Tabulka výsledků oboustranného t-testu shody středních hodnot dvou výběrů. ....	50
Tab. 8 Tabulka výsledků jednostranného t-testu shody středních hodnot dvou výběrů .....	52
Tab. 9 Tabulka výsledků jednovýběrového t testu .....	54
Tab. 10 Průměrné a relativní odchylky .....	57
Tab. 11 Kalkulace nákladů na přidaný latex dle prodejnosti jednotlivých druhů trávníků .....	59

## Seznam příloh

Příloha A - Metodika laboratorní zkoušky .....	69
Příloha B - Fotografie testovaných druhů trávníků .....	76
Příloha C - Krabicové grafy .....	90
Příloha D - Ověření normality grafickou metodou .....	107
Příloha E - Grafické zobrazení naměřených dat .....	124



## Příloha A - Metodika laboratorní zkoušky

### Metodika laboratorní zkoušky

#### **STANOVENÍ CELKOVÉ PLOŠNÉ HMOTNOSTI TRÁVNÍKU**

**NORMA:** ČSN ISO 8543, část 6 Textilní podlahové krytiny - Metody pro zjišťování hmotnosti, ČSN ISO 1957 Strojově vyráběné textilní podlahové krytiny - Odběr a řezání zkušebních vzorků pro fyzikální zkoušky

**Podstata:** U zkušebních vzorků trávniku definovaných rozměrů jsou stanoveny jejich hmotnosti, naměřené hodnoty jsou přepočítány na jednotku plochy, statisticky vyhodnoceny a výsledky jsou zaznamenány do protokolu.

**Zařízení:** Hydraulický vysekávací stroj SB-25 s výkyvným ramenem  
Váhy PB602-S/M-F Mettler Toledo



*Obr. 1 Hydraulický vysekávací stroj (vlevo), váhy Mettler Toledo (vpravo)*

**Pracovní postup:**

1. Dle Plánu pro odběr zkušebních vzorků viz Příloha č. 1, připravte formáty pro odběr vzorků.
2. Formáty připravte na vysekávacím stroji pomocí obdélníkové raznice o rozměrech 600 x 400 mm (dbejte bezpečnostních pokynů pro práci s hydraulickým lisem).
3. Předpřipravené formáty pro odběr vzorků aklimatizujte na rovné ploše v podmínkách zkušební místnosti alespoň po dobu tří hodin.

## Metodika laboratorní zkoušky

4. Dle polohového plánu viz Příloha č. 1, Obr. 2 zhotovte na vysekávacím stroji z každého předpřipraveného formátu 2 zkušební vzorky o velikosti 200 mm x 200 mm. Celkem připravte 4 zkušební vzorky od daného druhu testovaného umělého trávníku.
5. Na digitálních váhách stanovte hmotnost každé vzorky s přesností na 2 desetinná místa (vždy vyčkejte, dokud nezhasne kontrola ustalování a teprve poté odečtěte výsledek).
6. Plošnou hmotnost každého vzorku přepočítejte na plochu vzorku s přesností na 2 desetinná místa.

$$m_A = \frac{m}{A} = \frac{m}{l \cdot b} \quad [g \cdot mm^{-2}]$$

$m_A$  ..... plošná hmotnost [ $g \cdot mm^{-2}$ ]

$m$  ..... hmotnost vzorku [g]

$A$  ..... plocha vzorku [ $mm^2$ ]

$l$  ..... délka vzorku [mm]

$b$  ..... šířka vzorku [mm]

7. Přepočtěte plošnou hmotnost [ $g \cdot 400 mm^2$ ] stanovenou v bodě 6. na hmotnost vztaženou na jeden metr čtvereční, výsledek zaokrouhlete na celé číslo.

$$m_S = m_A \times 25 \times 10^6 \quad [g \cdot m^{-2}]$$

$m_S$  ..... plošná hmotnost [ $g \cdot m^{-2}$ ]

$m_A$  ..... plošná hmotnost [ $g \cdot 400 mm^2$ ]

8. S použitím Tab. 2 Příloha č. 2, sloupce relativní odchylka  $\delta$  [%] proveďte korekci hodnot plošných hmotností, následně proveďte kontrolu zda výsledná hodnota nepřekračuje meze intervalu spolehlivosti deklarovaných hodnot uvedených v Tab. 2 ( $IS = m_{Sd} \pm 10\%$ )

$$m_{S_k} = m_S + \left( \frac{\delta}{100} \times m_S \right) \quad [g \cdot m^{-2}]$$

$m_{S_k}$  ..... plošná hmotnost korigovaná [ $g \cdot m^{-2}$ ]

$m_S$  ..... plošná hmotnost [ $g \cdot m^{-2}$ ]

$\delta$  ..... relativní odchylka [%]

## Metodika laboratorní zkoušky

9. Hodnoty statisticky vyhodnoťte - stanovte průměrnou hodnotu a variační koeficient

aritmetický průměr (odhad střední hodnoty pro výběrová data)

$$\overline{m_{Sk}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n m_{Ski} \quad [g \cdot m^{-2}]$$

$\overline{m_{Sk}}$  ..... aritmetický průměr  $[g \cdot m^{-2}]$

$m_{Ski}$  ..... jednotlivé hodnoty měření  $[g \cdot m^{-2}]$

$n$  ..... počet měření

výběrový rozptyl

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (m_{Ski} - \overline{m_{Sk}})^2}{n-1} \quad [g \cdot m^{-2}]$$

$s^2$  ..... výběrový rozptyl  $[g \cdot m^{-2}]$

$\overline{m_{Sk}}$  ..... aritmetický průměr  $[g \cdot m^{-2}]$

$m_{Ski}$  ..... jednotlivé hodnoty měření  $[g \cdot m^{-2}]$

$n$  ..... počet měření

variační koeficient

$$v = \frac{\sqrt{s^2}}{\overline{m_{Sk}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

$v$  ..... variační koeficient  $[\%]$

$s$  ..... výběrová směrodatná odchylka  $[g \cdot m^{-2}]$

$\overline{m_{Sk}}$  ... aritmetickým průměrem  $[g \cdot m^{-2}]$

## Metodika laboratorní zkoušky

10. V souladu s normou ČSN ISO 8543 porovnejte vypočtený variační koeficient s tabulkou č. 1 a řiďte se pokyny ve sloupci "stanovené množství testovaných kusů". V případě nutnosti vyhotovte a vyhodnoťte další vzorky dle bodů 1. až 9. této metodiky

*Tab.1 Stanovení minimálního počtu měření dle ČSN ISO 8543*

<b>variační koeficient po otestování prvních čtyř vzorků</b>	<b>stanovené množství testovaných kusů</b>
$v < 4 \%$	nemusejí být testovány další vzorky
$4 \% < v \leq 5,5 \%$	je nutné otestovat alespoň další 2 vzorky
$5,5 \% < v \leq 7 \%$	je nutné otestovat alespoň další 4 vzorky
$v > 7 \%$	je nutné otestovat alespoň další 6 vzorků

11. Výsledky provedených zkoušek zapište do protokolu, který obsahuje následující informace:

- zda byly testy provedeny v souladu s předepsanými podmínkami
- identifikaci původu a typu materiálů, ze kterých byly vzorky odebírány
- hodnoty atmosférických podmínek
- počet testovaných vzorků
- plošnou hmotnost pro každý vzorek v jednotkách  $g / m^2$
- vypočtenou průměrnou plošnou hmotnost v jednotkách  $g / m^2$  pro daný druh a variační koeficient

Formulář Protokolu o provedené zkoušce viz Příloha č.3

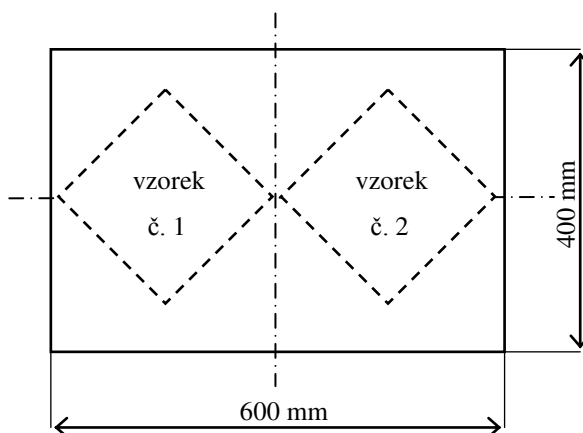
## Metodika laboratorní zkoušky

### Příloha č. 1

#### Plán pro odběr zkušebních vzorků

dle velikosti zakázky vždy připravujte vzorky:

- z první role
- z poslední role vyrobené v rámci dané zakázky
- pokud je zakázka ve větším objemu odeberte vzorky z jedné z rolí uložené na každé páté paletě (dle interních předpisů mohou být role na jedné paletě uloženy maximálně po třech kusech, na jednu paletu může být umístěno maximálně 100 bm produktu, maximální návin jedné role může být 75 bm)



Obr. 2 Polohový plán pro vysekávání testovaných vzorků

## Metodika laboratorní zkoušky

**Příloha č. 2**

Tab.2 Relativní odchylky a meze intervalu spolehlivosti

druh umělého trávníku	relativní odchylka [%]	deklarované hodnoty $m_{sd}$ [g/m <sup>2</sup> ]	dolní mez intervalu spolehlivosti [g/m <sup>2</sup> ]	horní mez intervalu spolehlivosti [g/m <sup>2</sup> ]
WINNER 40/150	6,5	2218	1996	2440
WINNER 40/160	5,8	2224	2002	2446
WINNER 40/190	3,9	2502	2252	2752
WINNER 50/140	8,1	2300	2070	2530
WINNER 55/140	10,5	2495	2246	2745
WINNER 60/140	8,6	2525	2276	2778
CHAMPION 40/180	10,1	2799	2519	3079
CHAMPION 60/140	9,4	2945	2651	3240
CHAMPION 60/165	10,1	3143	2829	3457
FAST TRACK 15	3,8	2208	1987	2429
FAST TRACK 18	2,2	2307	2076	2538
BASIC 20	3,9	2147	1932	2362
ESSENTIAL 15	2,7	1780	1602	1958
ESSENTIAL 20	3,6	1945	1751	2140
ESSENTIAL 25	2,1	2075	1868	2283
PLAY COMFORT	2,5	2547	2292	2802
DECOR	4,3	2148	1933	2363
DEPORTE 12	3,0	2334	2101	2567
EFFECTIVE 15	1,3	1568	1411	1725
EFFECTIVE 20	5,1	1747	1572	1922
PLAYGROUND AT	2,4	1852	1667	2037
PERFORMER 60/140	9,8	2948	2653	3243
PERFORMER 60/165	11,1	3108	2797	3419
SCÉNIC	4,5	2698	2428	2968
MASTER 60/180	8,6	2908	2617	3199
GLOBAL BRUSH	1,9	2455	2210	2701
COURT	2,2	2060	1854	2266
ACTIVE PAD	4,8	3073	2766	3380
STEP	4,1	2405	2165	2646
HATTRICK 50	9,5	1927	1734	2120
PADEL 12	6,9	2153	1938	2368
MATCH 12	4,6	2377	2139	2615
MEANDRO	7,3	1115	1004	1227

## Metodika laboratorní zkoušky

**Příloha č. 3**

<b>Protokol o provedené zkoušce</b>	
provedené dne:	
<b>Identifikace testovaného materiálu</b>	
výrobek:	
materiál:	
šíře:	
číslo role:	datum výroby:
<b>Atmosférické podmínky zkoušky</b>	
teplota okolního vzduchu:	
atmosférický tlak:	
vlhkost vzduchu:	
<b>Dodržení podmínek norem a metodiky</b> ano / ne *	
nedodržené podmínky a odůvodnění:	
<b>Vyhodnocení testu:</b>	
počet testovaných vzorků:	
průměrná hodnota plošné hmotnosti [g/m <sup>2</sup> ]:	
variační koeficient:	
výsledné hodnoty jednotlivých testovaných vzorků [g/m <sup>2</sup> ]:	
1.	
2.	
3.	
4.	

\* nehodící se škrtněte

Strana 7/7

## Příloha B - Fotografie testovaných druhů trávníků



*Obr. B 1 Winner 40/150*



*Obr. B 2 Winner 40/160*





*Obr. B 3 Winner 40/190*



*Obr. B 4 Winner 50/140*



*Obr. B 5 Winner 55/140*



*Obr. B 6 Winner60/140*





*Obr. B 7 Champion 40/180*



*Obr. B 8 Champion 60/140*



*Obr. B 9 Champion 60/165*



*Obr. B 10 Fast track 15*





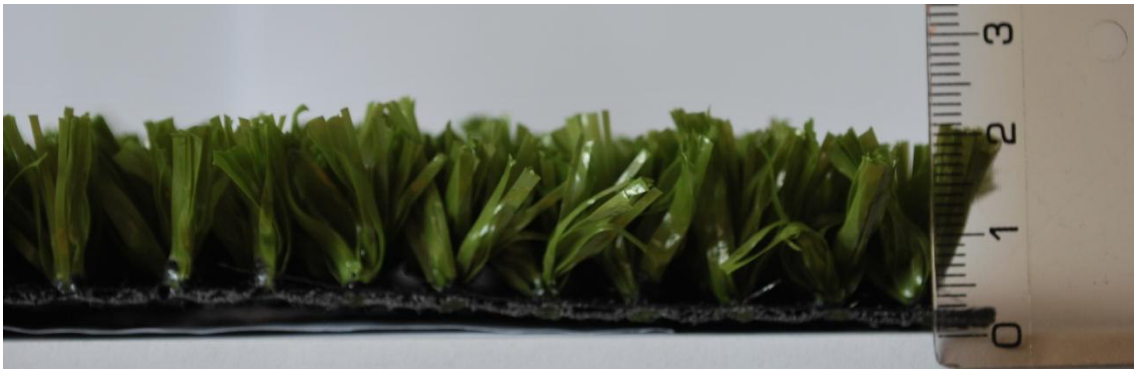
*Obr. B 11 Fast track 18*



*Obr. B 12 Basic 20*



*Obr. B 13 Essential 15*



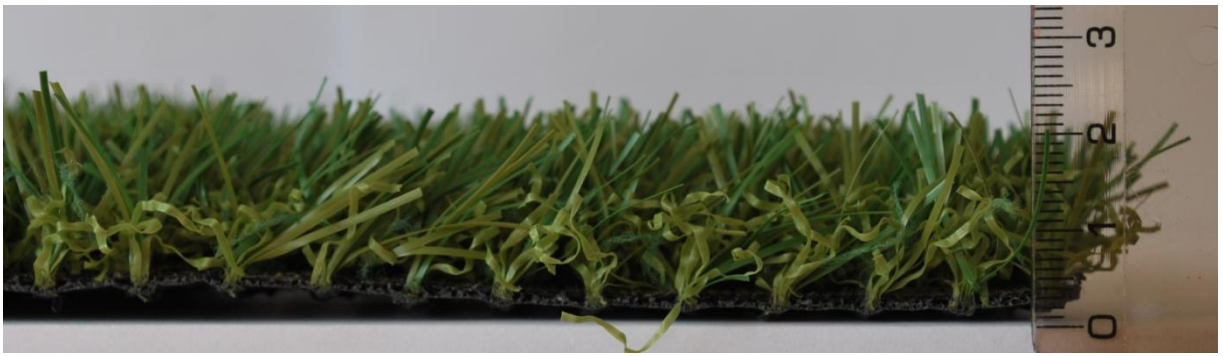
*Obr. B 14 Essential 20*



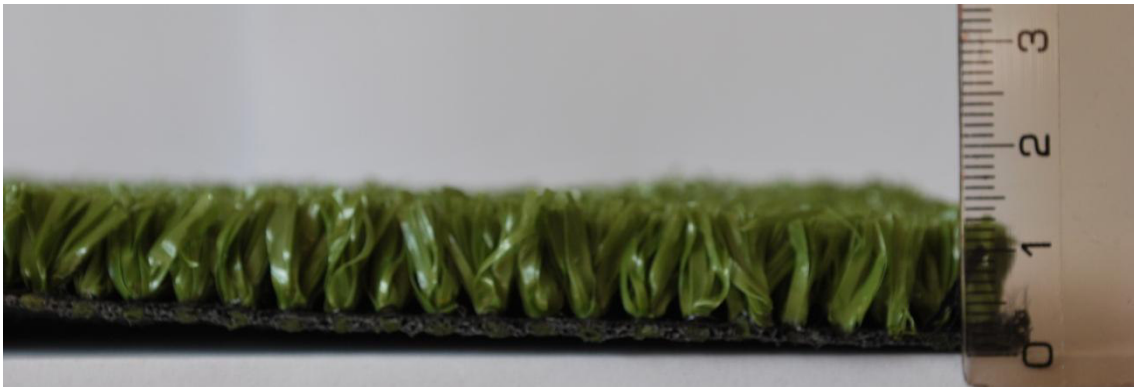
*Obr. B 15 Essential 25*



*Obr. B 16 Play comfort*



*Obr. B 17 Decor*

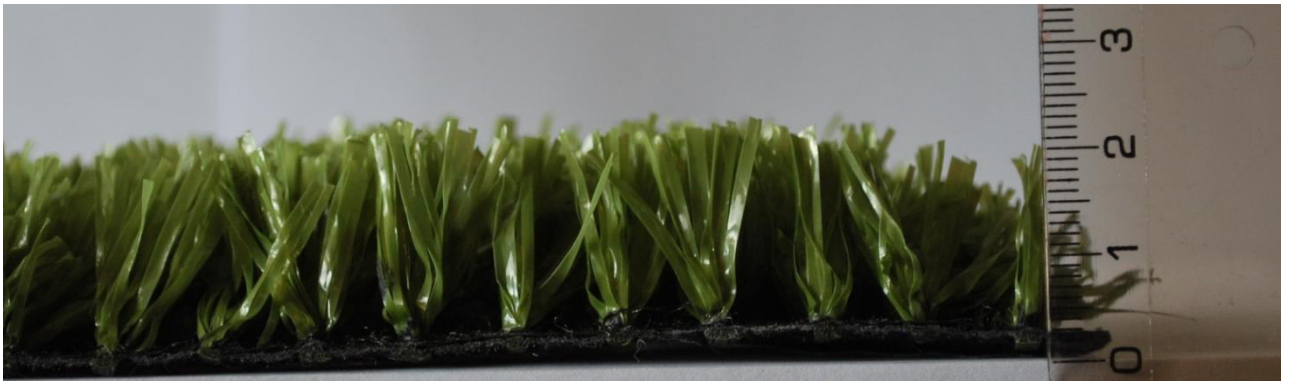


*Obr. B 18 Deporte 12*

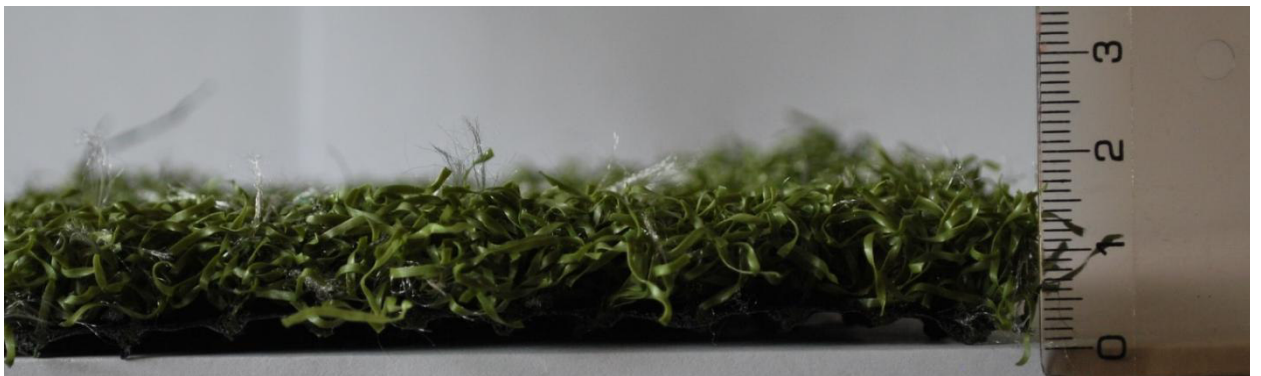


*Obr. B 19 Effective 15*





*Obr. B 20 Effective 20*



*Obr. B 21 Playground*





*Obr. B 22 Performer 60/140*



*Obr. B 23 Performer 60/165*



*Obr. B 24 Scenic*

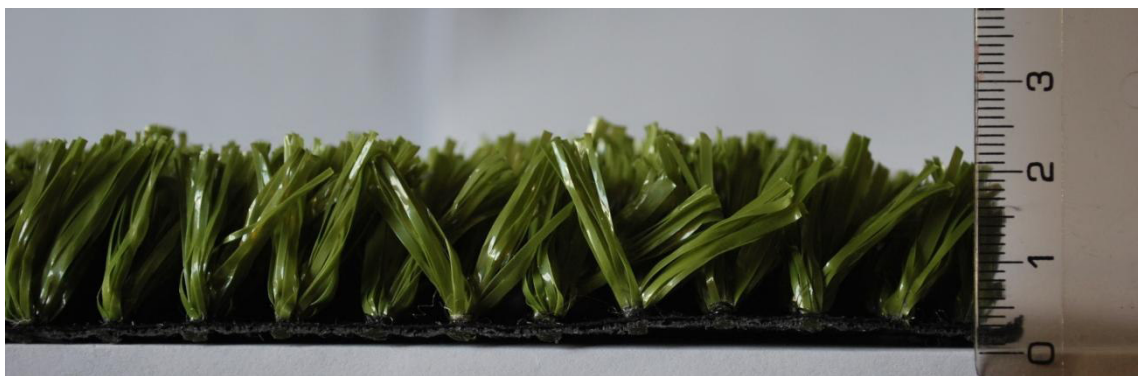


*Obr. B 25 Master 60/180*





*Obr. B 26 Global Brush*



*Obr. B 27 Court*



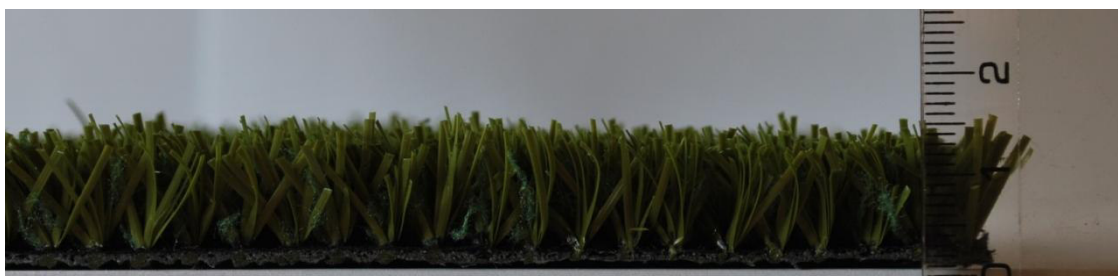
*Obr. B 28 Active PAD*



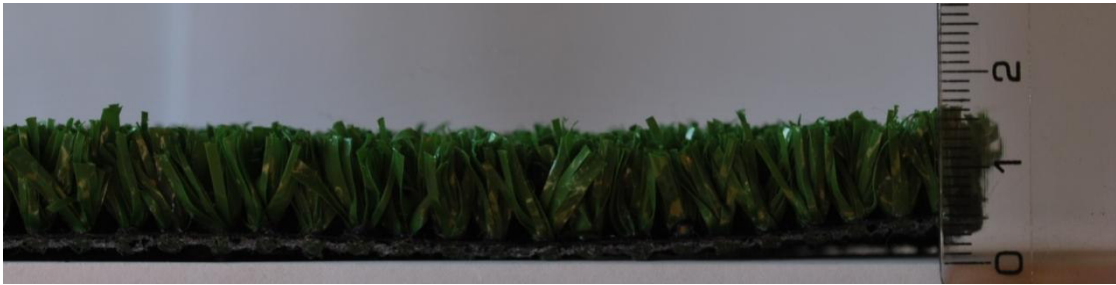
*Obr. B 29 Step*



*Obr. B 30 Hattrick 55*



*Obr. B 31 Padel 12*

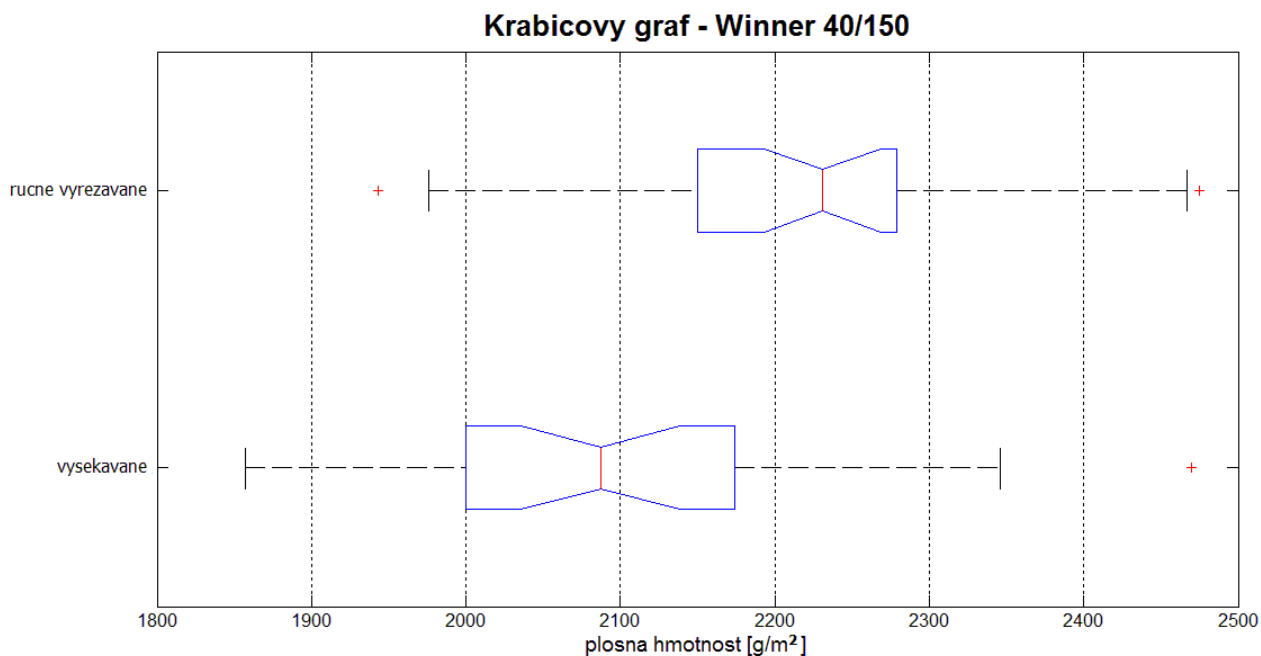


*Obr. B 32 Match 12*

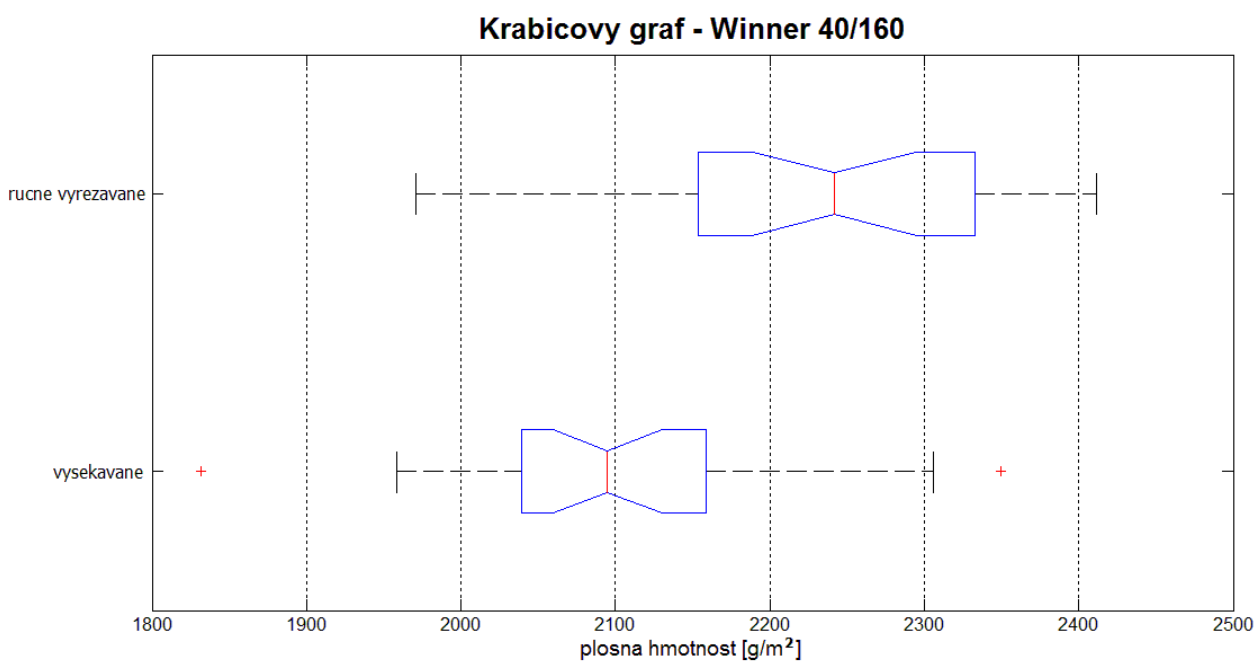


*Obr. B 33 Meandro*

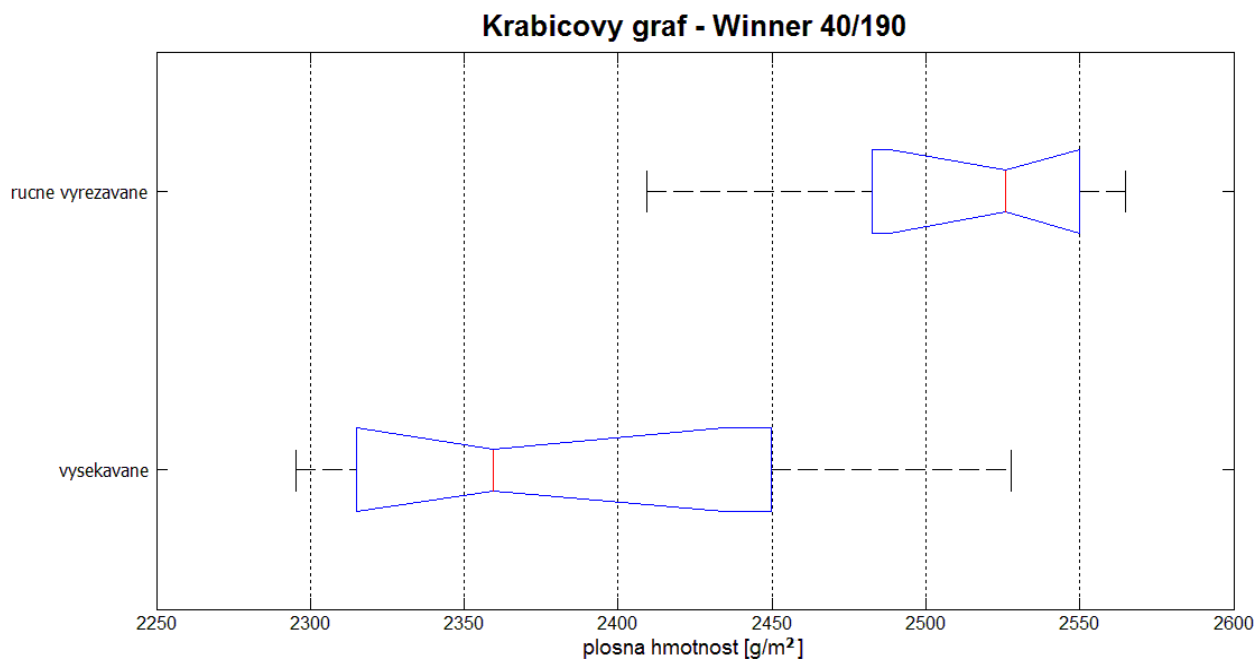
## Příloha C - Krabicové grafy



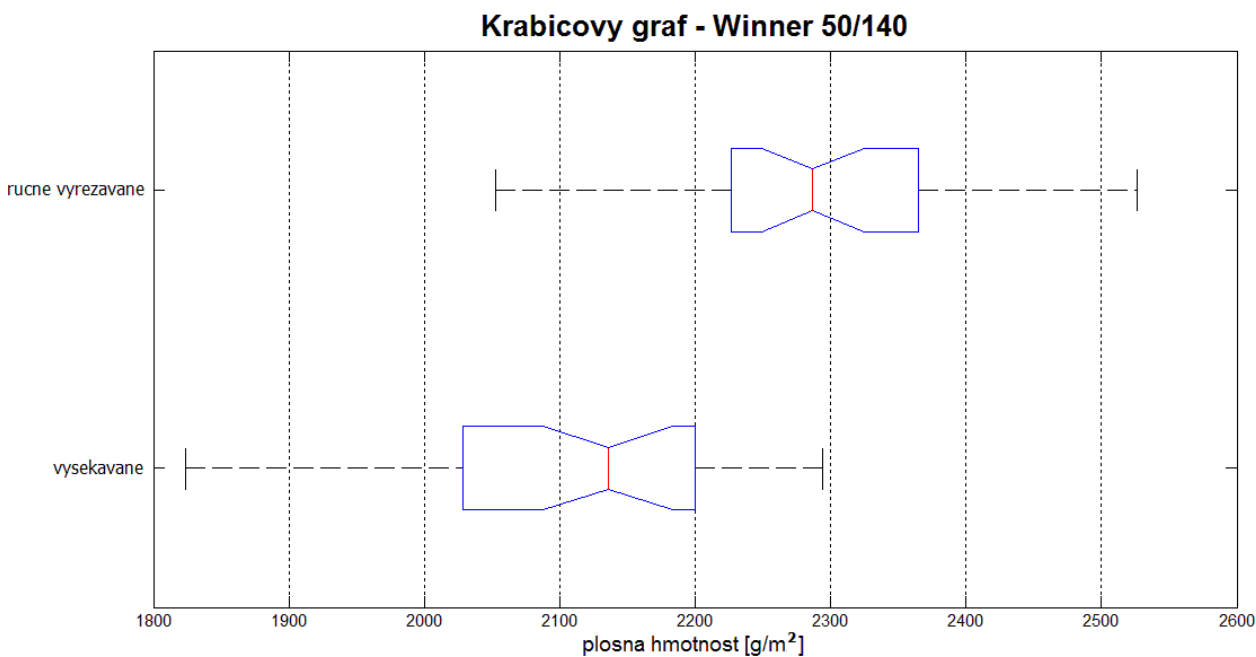
Obr. C 1 krabicový graf vzorků Winner 40/150



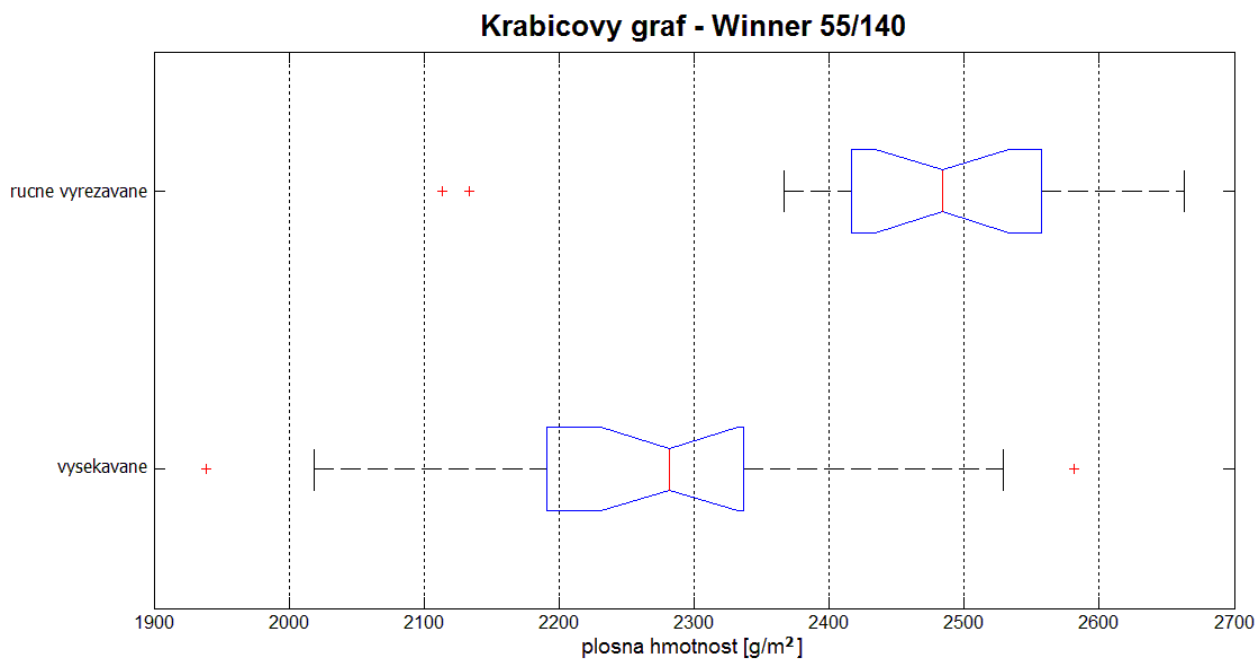
Obr. C 2 krabicový graf vzorků Winner 40/160



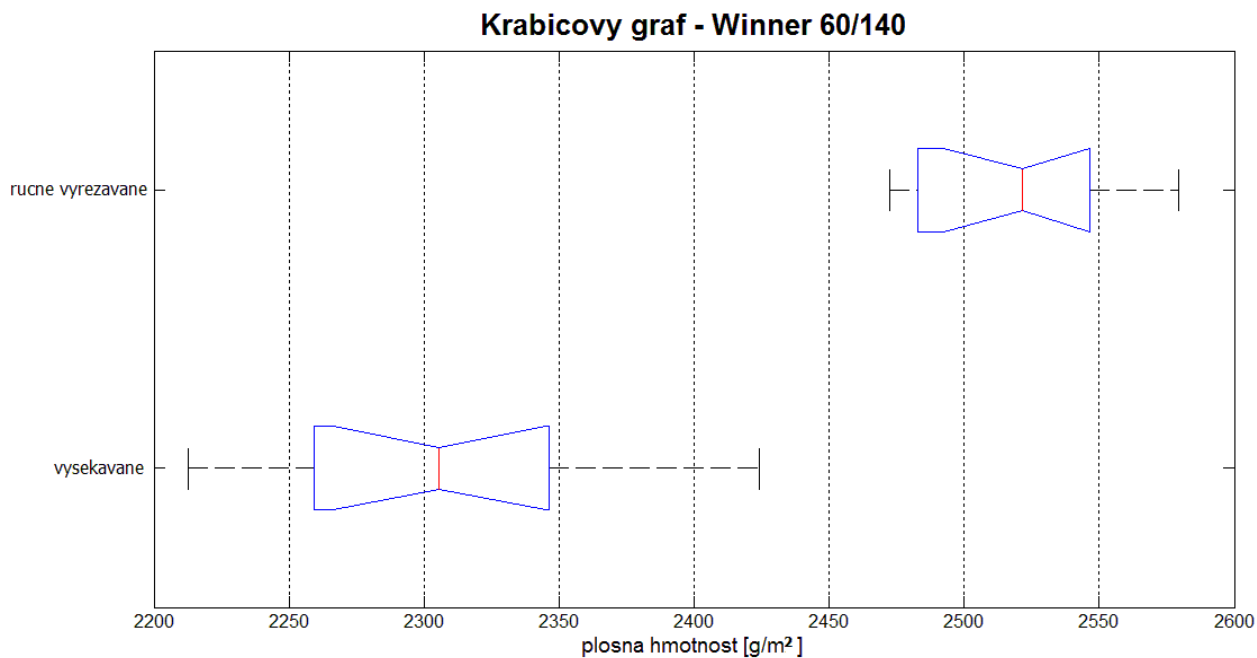
Obr. C 3 krabicový graf vzorků Winner 40/190



Obr. C 4 krabicový graf vzorků Winner 50/140



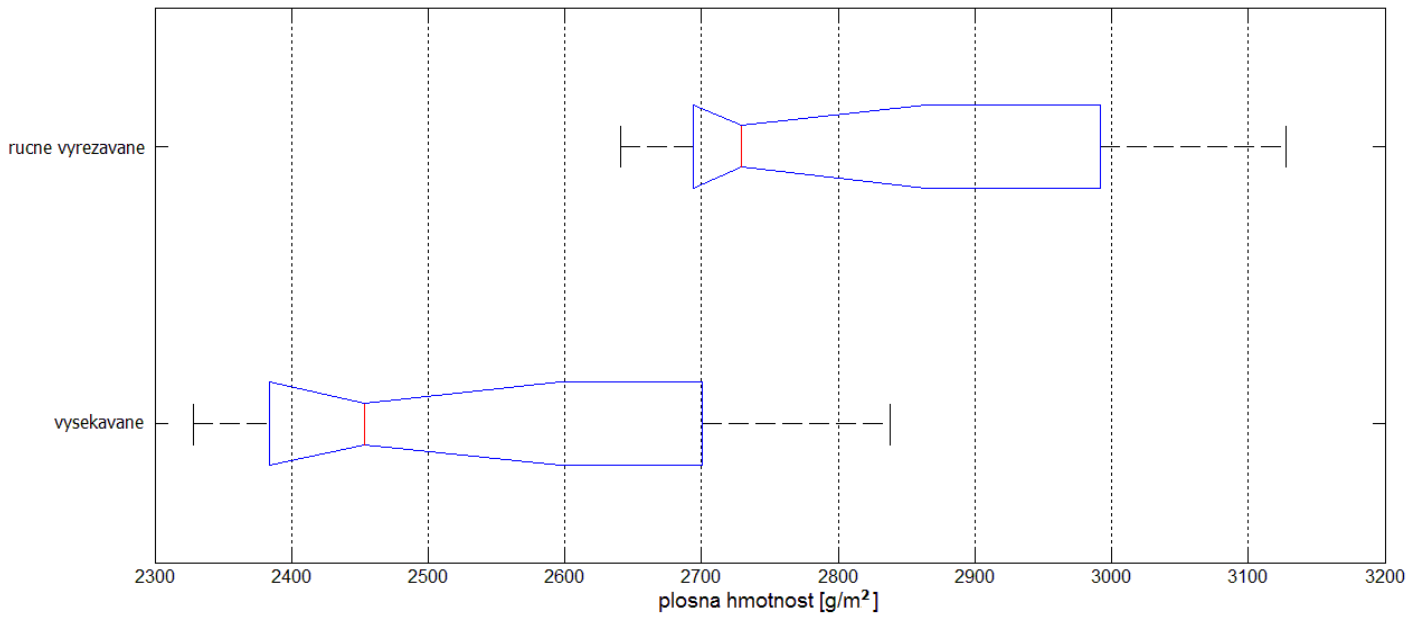
Obr. C 5 krabicový graf vzorků Winner 55/140



Obr. C 6 krabicový graf vzorků Winner 60/140

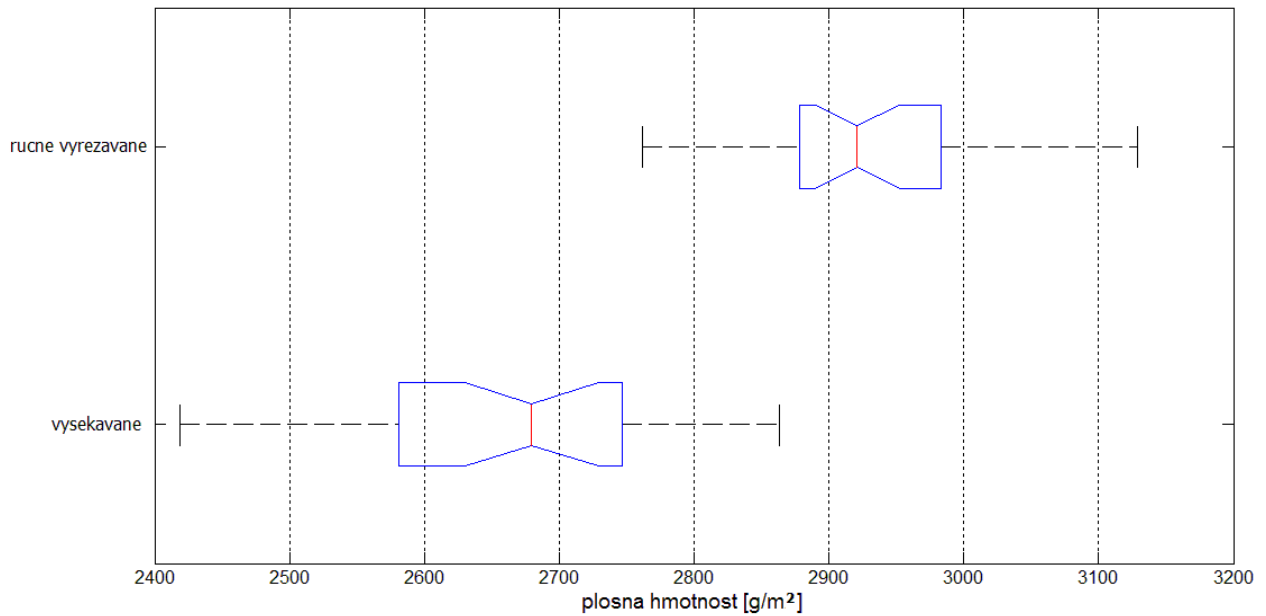


**Krabicový graf - Champion 40/180**

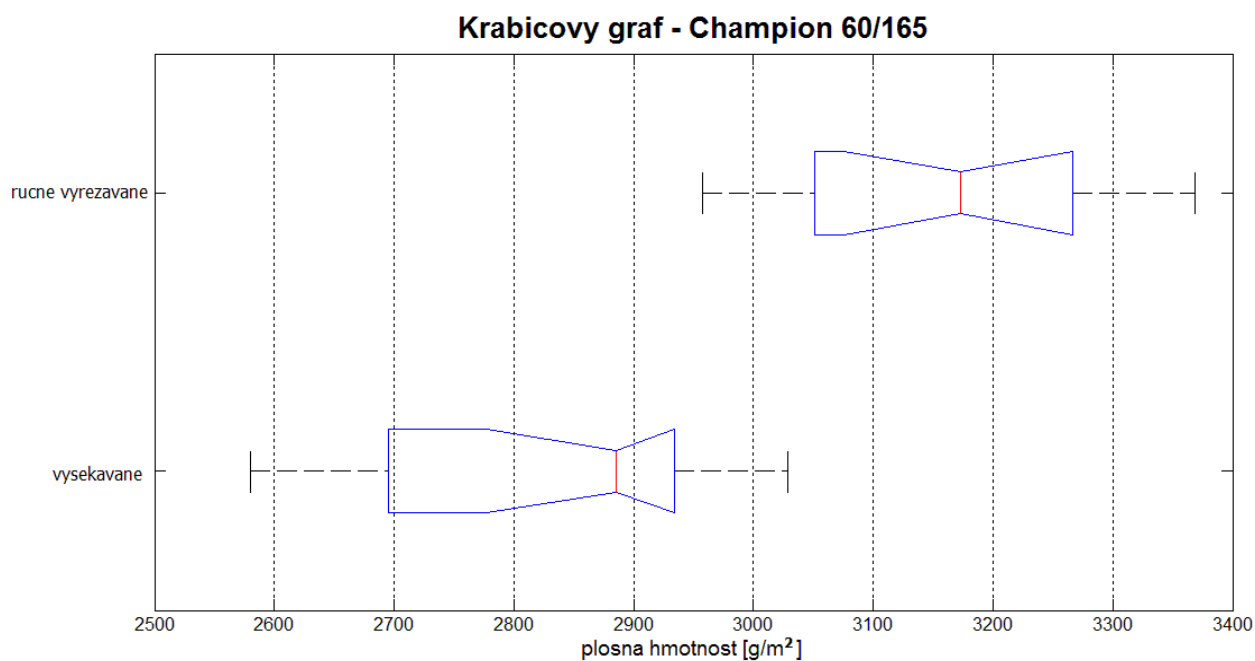


*Obr. C 7 krabicový graf vzorků Champion 40/180*

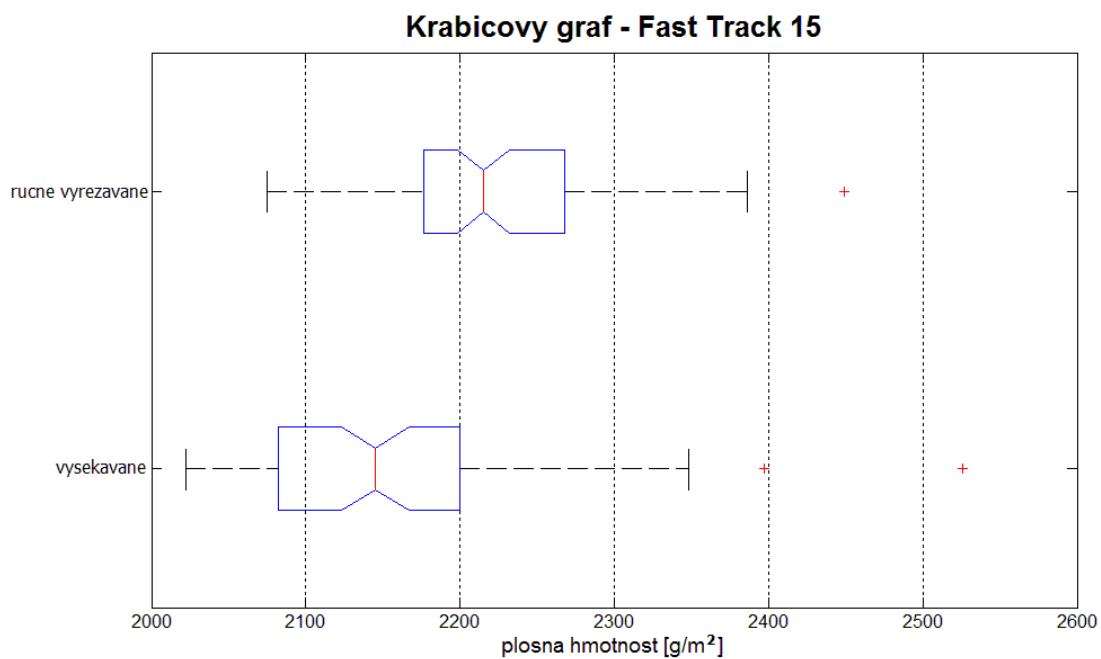
**Krabicový graf - Champion 60/140**



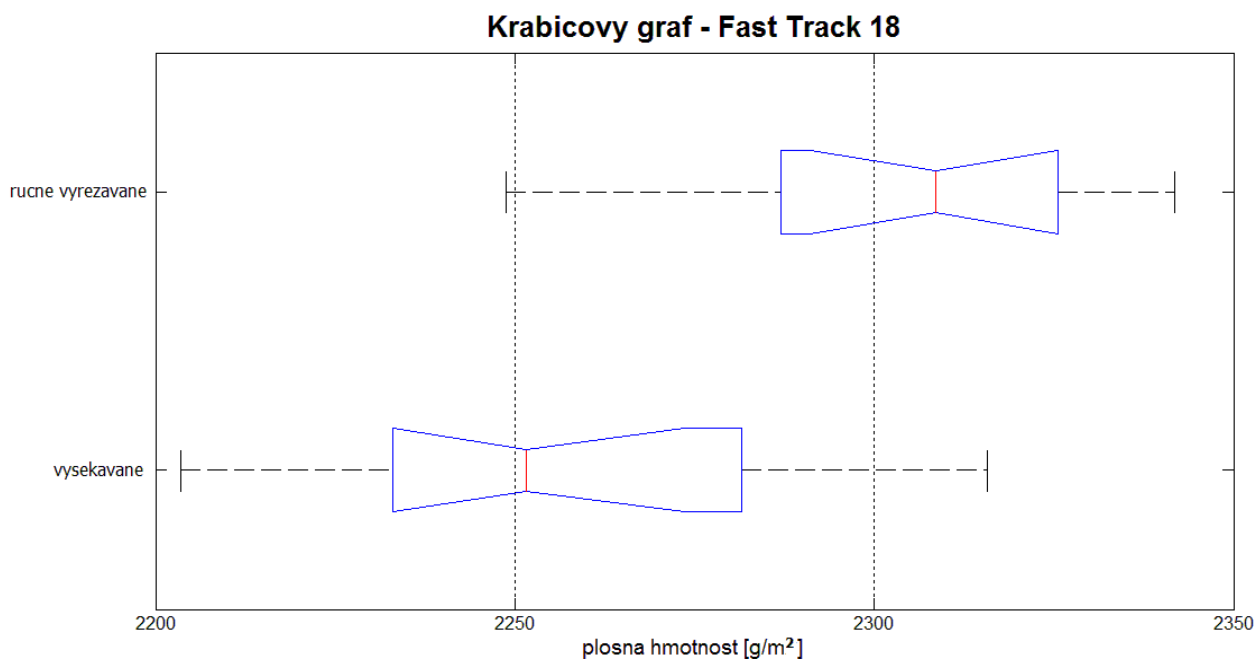
*Obr. C 8 krabicový graf vzorků Champion 60/140*



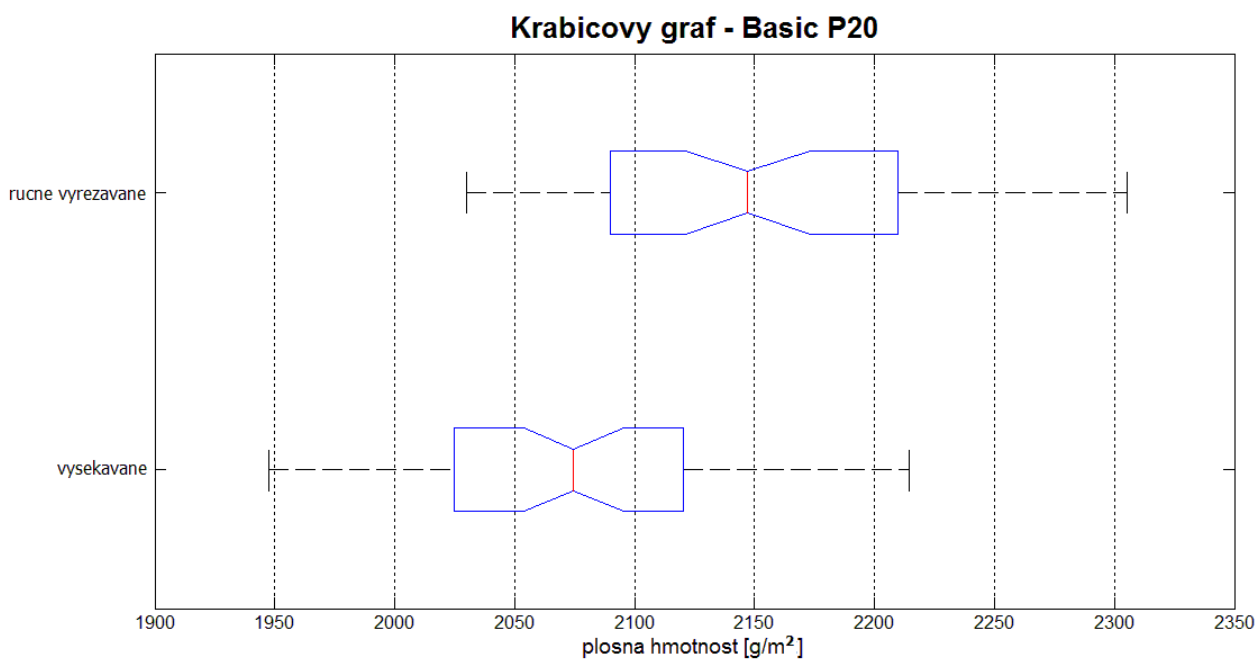
Obr. C 9 krabicový graf vzorků Champion 60/165



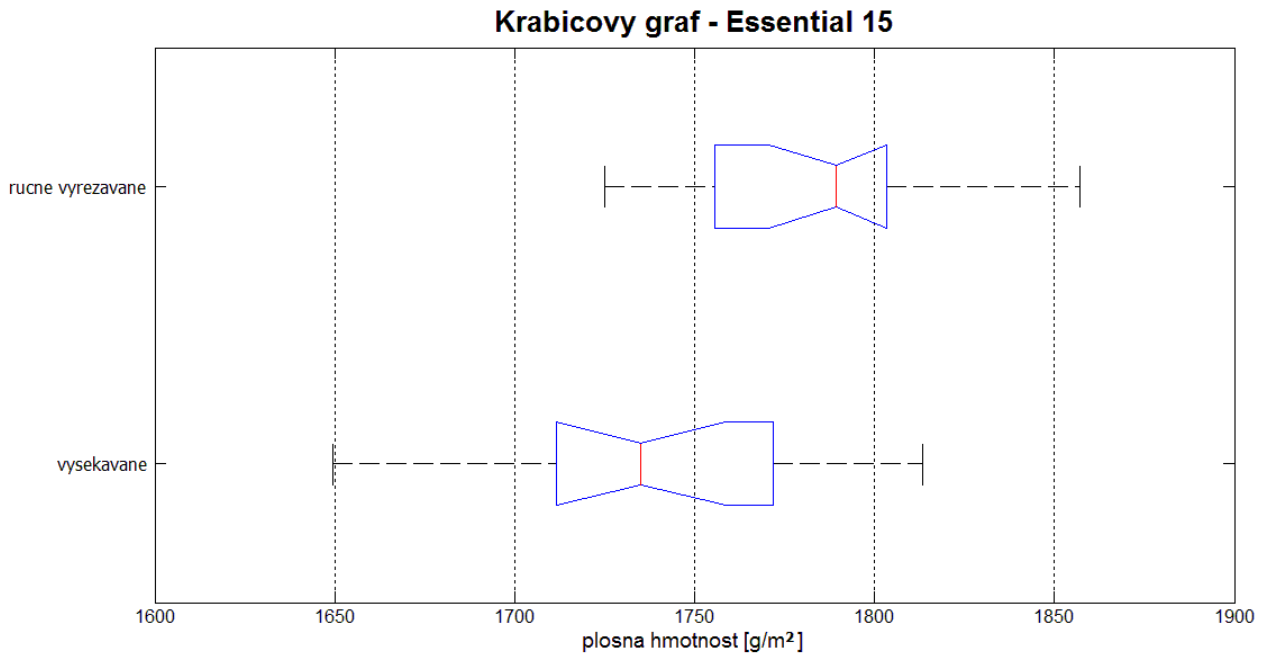
Obr. C 10 krabicový graf vzorků Fast Track 15



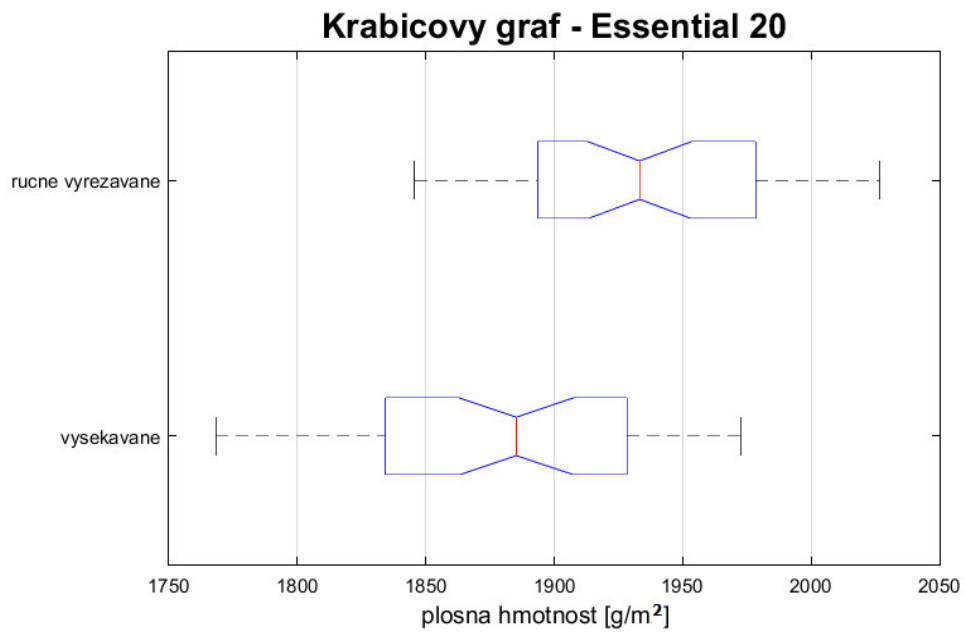
Obr. C 11 krabicový graf vzorků Fast Track 18



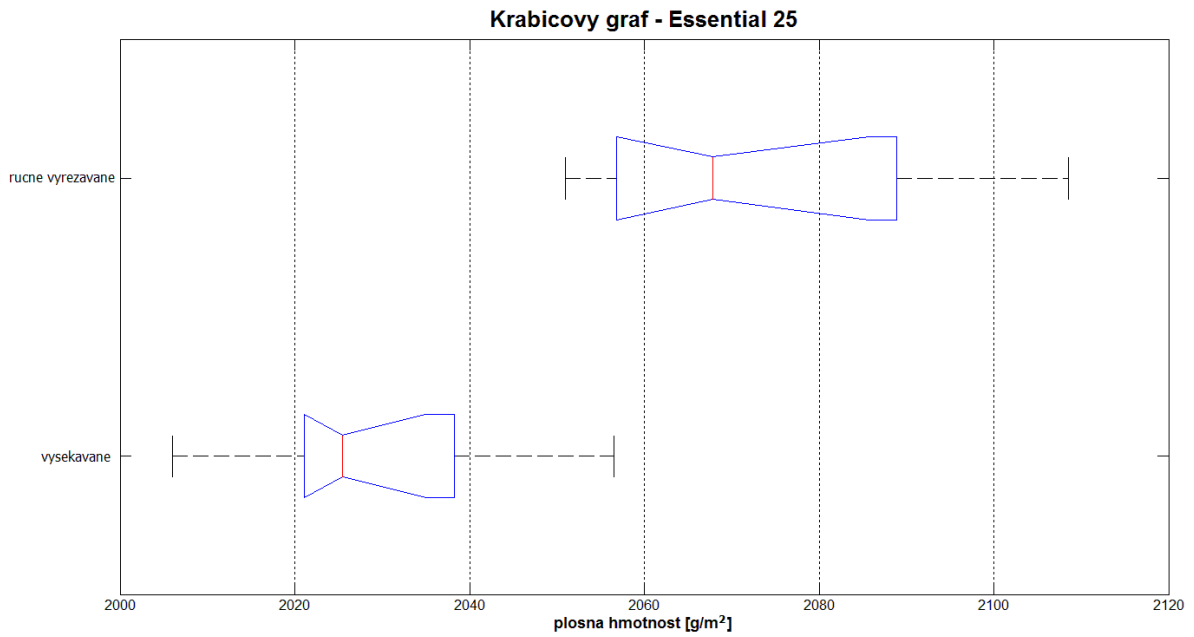
Obr. C 12 krabicový graf vzorků Basic P20



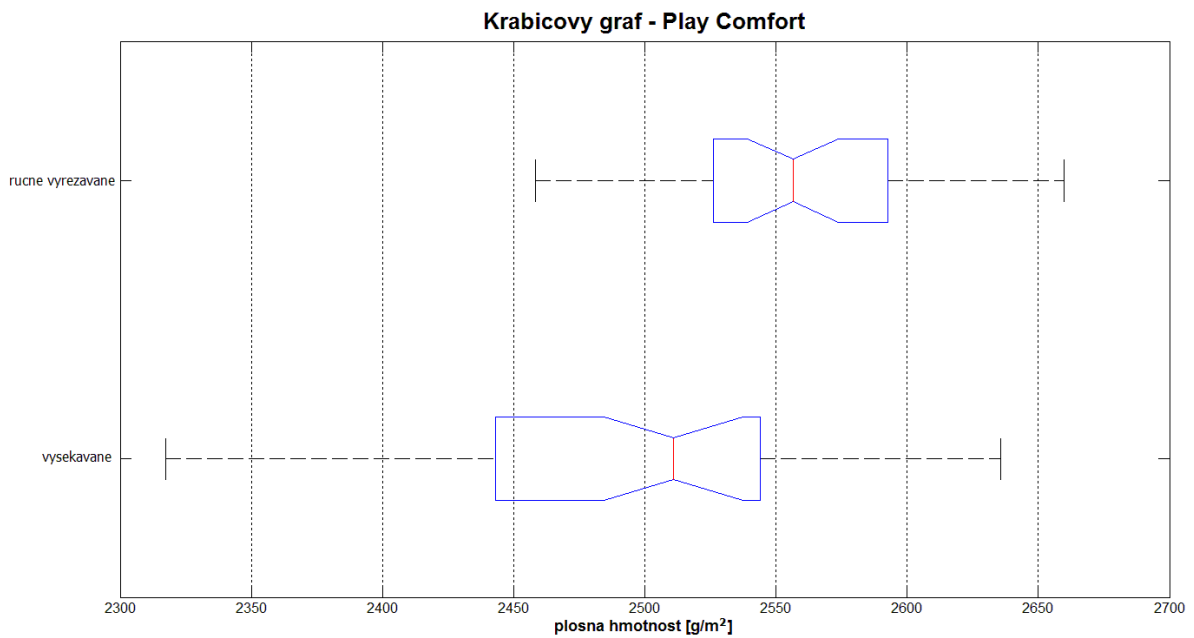
Obr. C 13 krabicový graf vzorků Essential 15



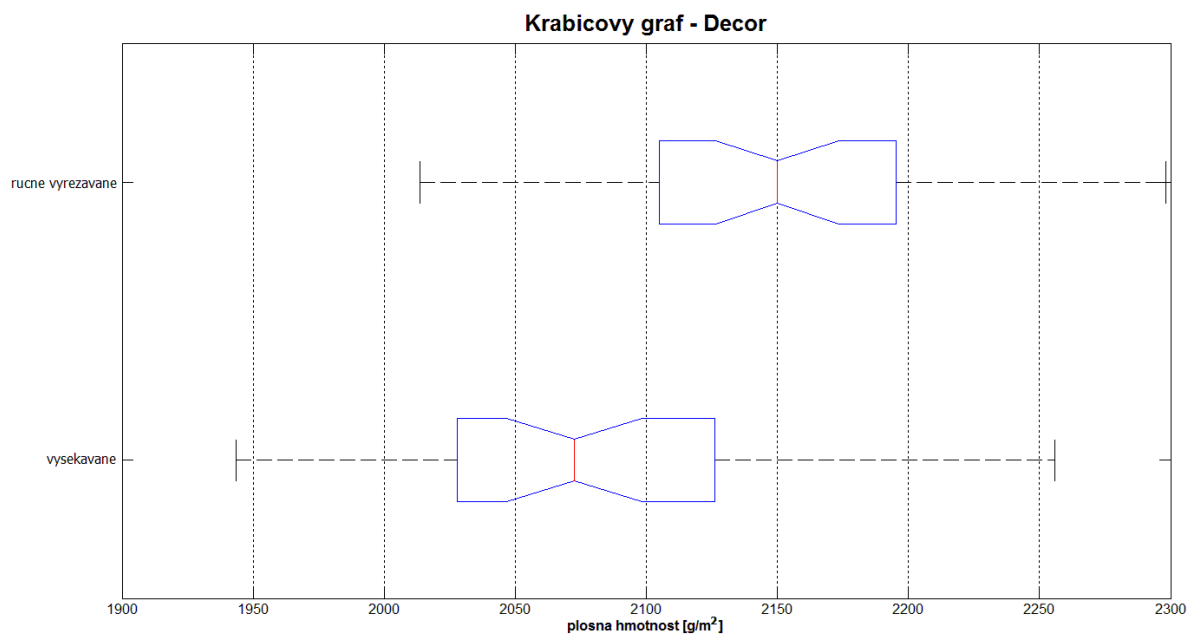
Obr. C 14 krabicový graf vzorků Essential 20



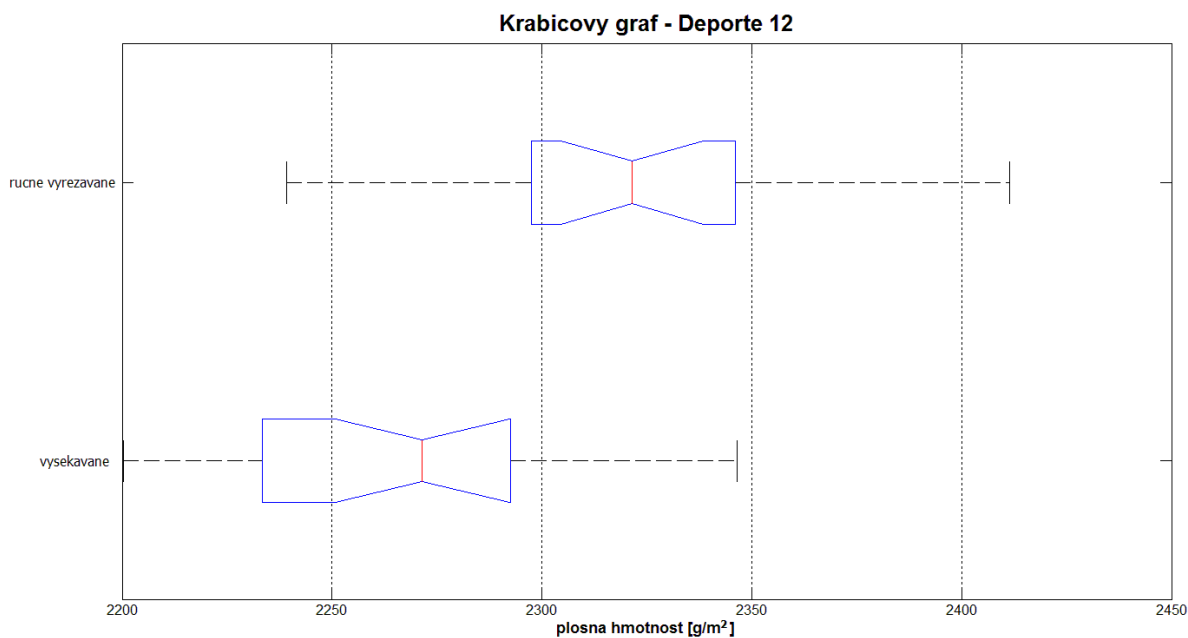
*Obr. C 15 krabicový graf vzorků Essential 25*



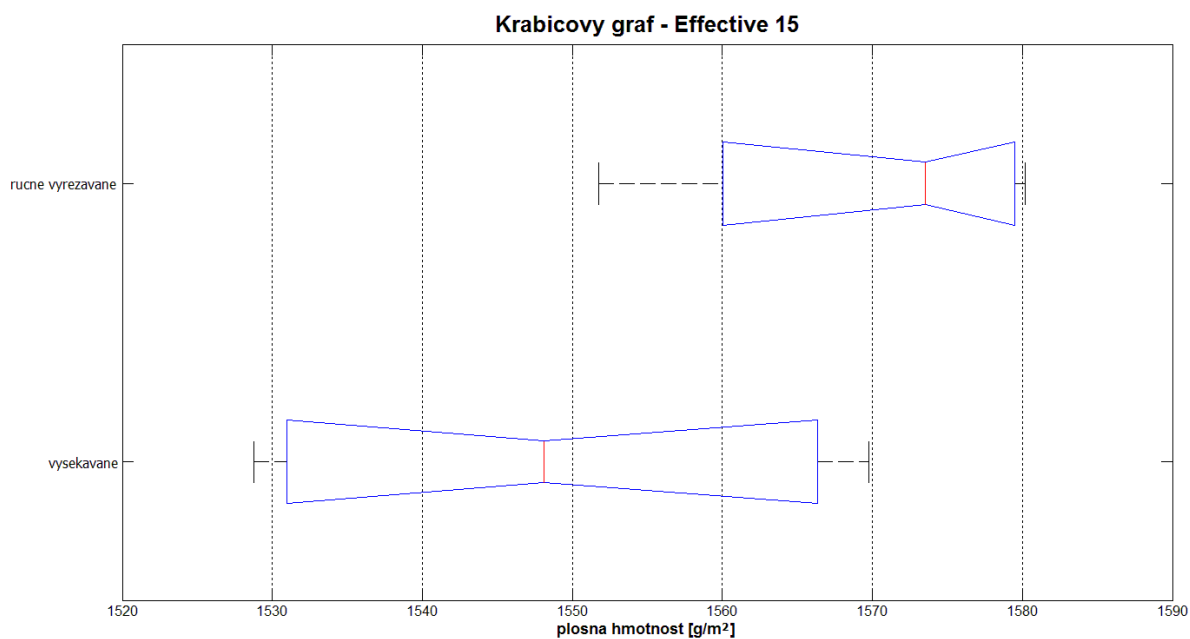
*Obr. C 16 krabicový graf vzorků Play Comfort*



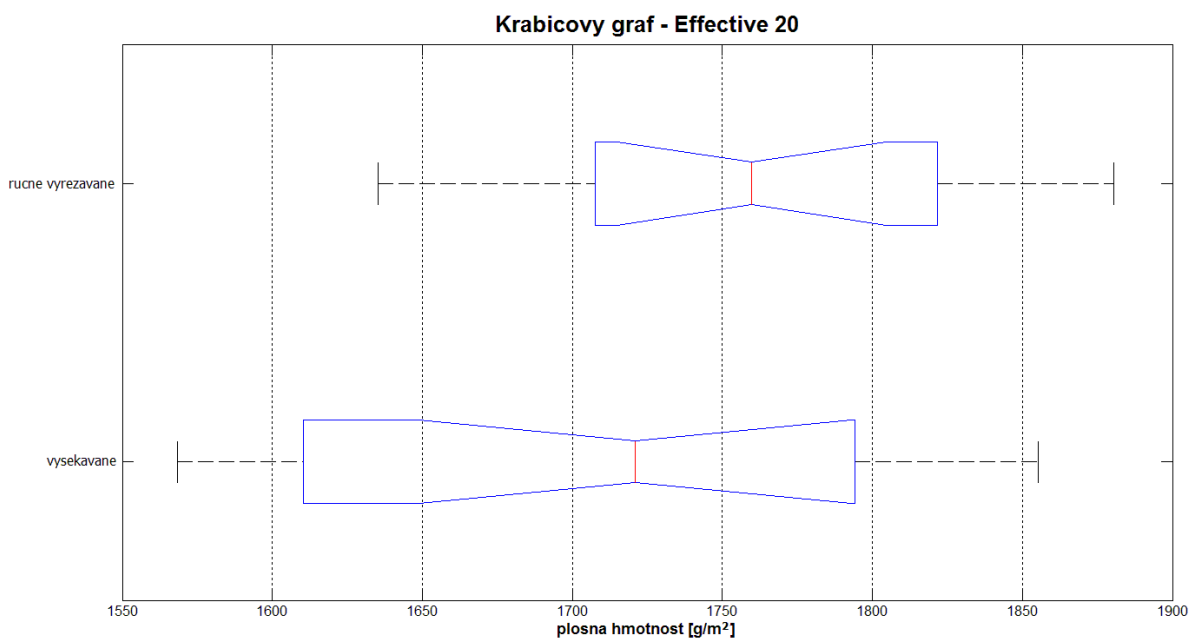
*Obr. C 17 krabicový graf vzorků Decor*



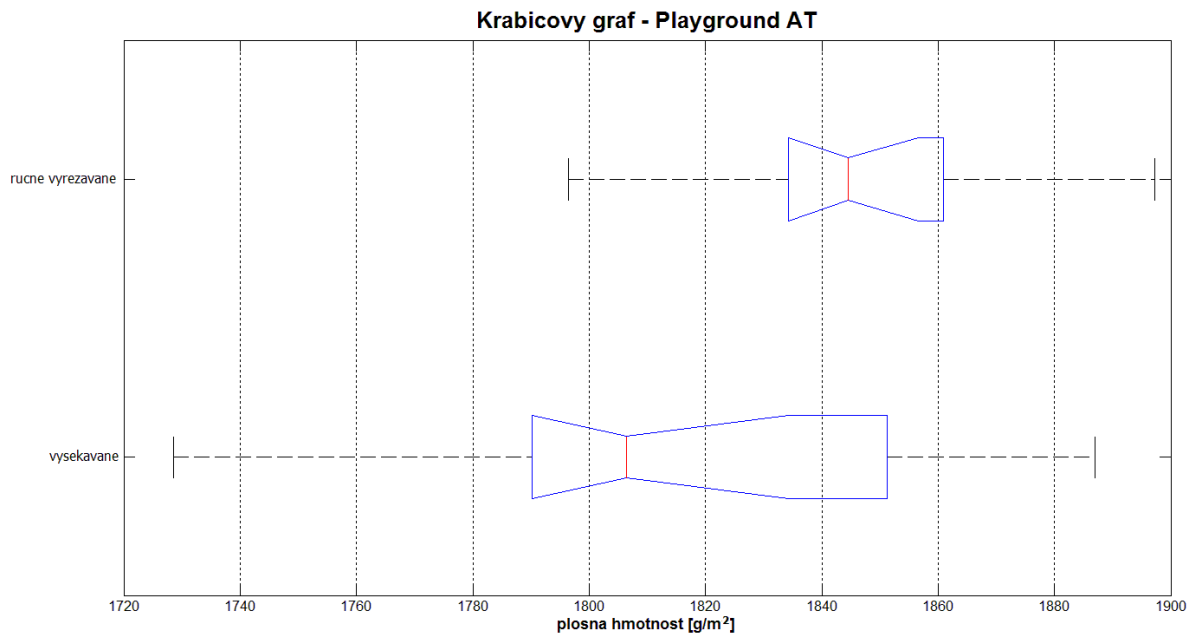
*Obr. C 18 krabicový graf vzorků Deporte 12*



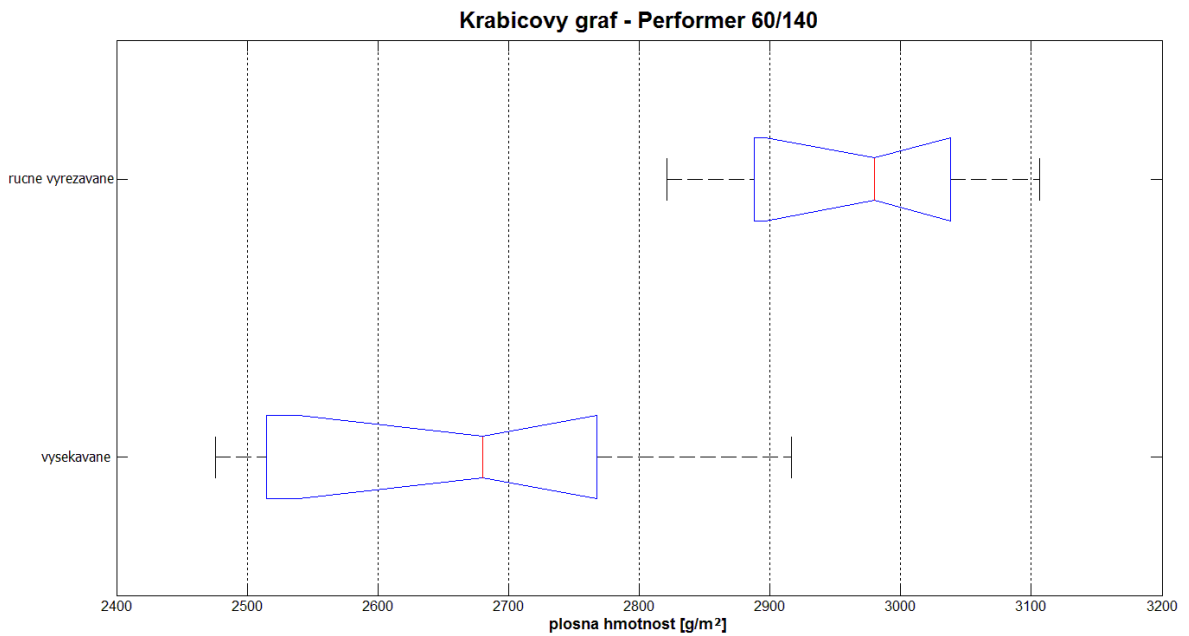
*Obr. C 19 krabicový graf vzorků Effective 15*



*Obr. C 20 krabicový graf vzorků Effective 20*

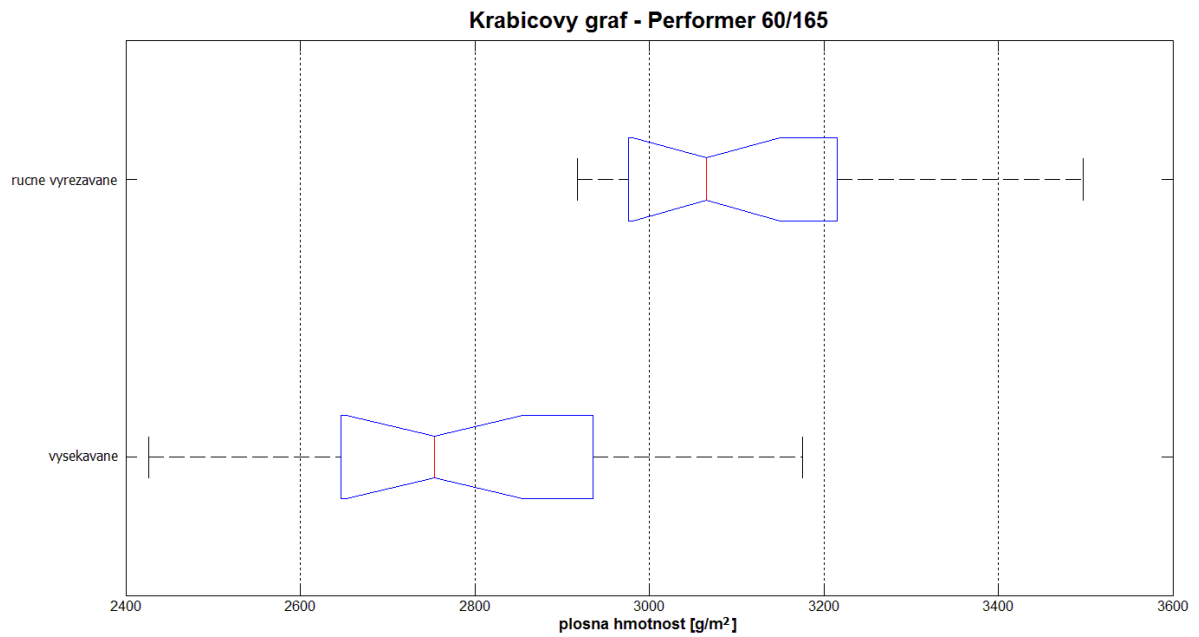


*Obr. C 21 krabicový graf vzorků Playground AT*

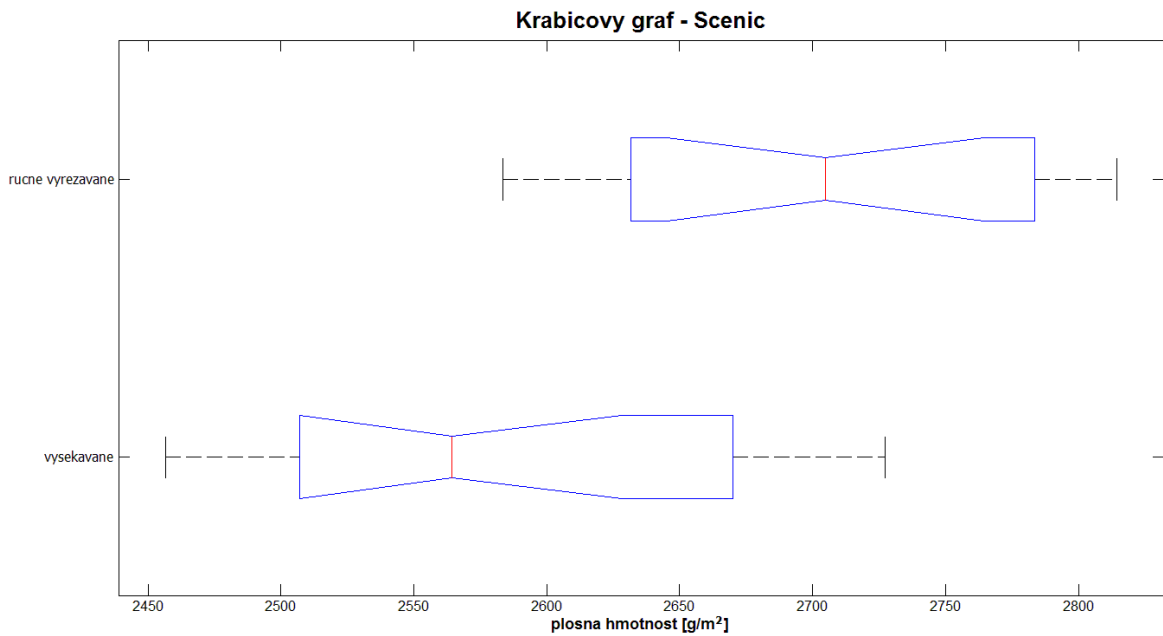


*Obr. C 22 krabicový graf vzorků Performer 60/140*

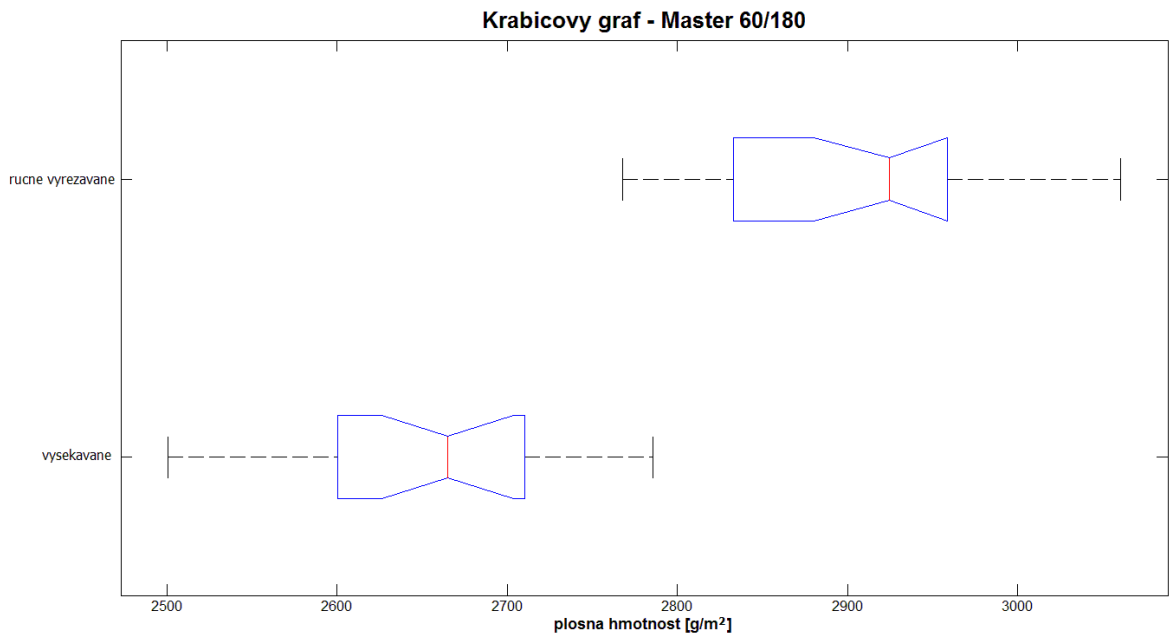




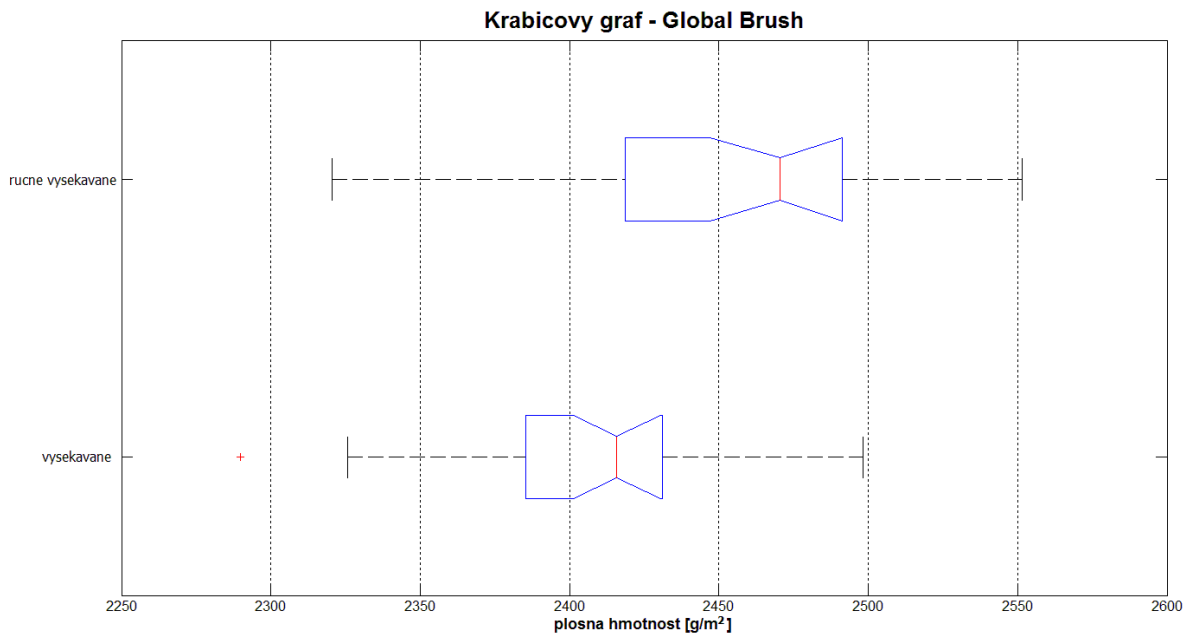
*Obr. C 23 krabicový graf vzorků Performer 60/165*



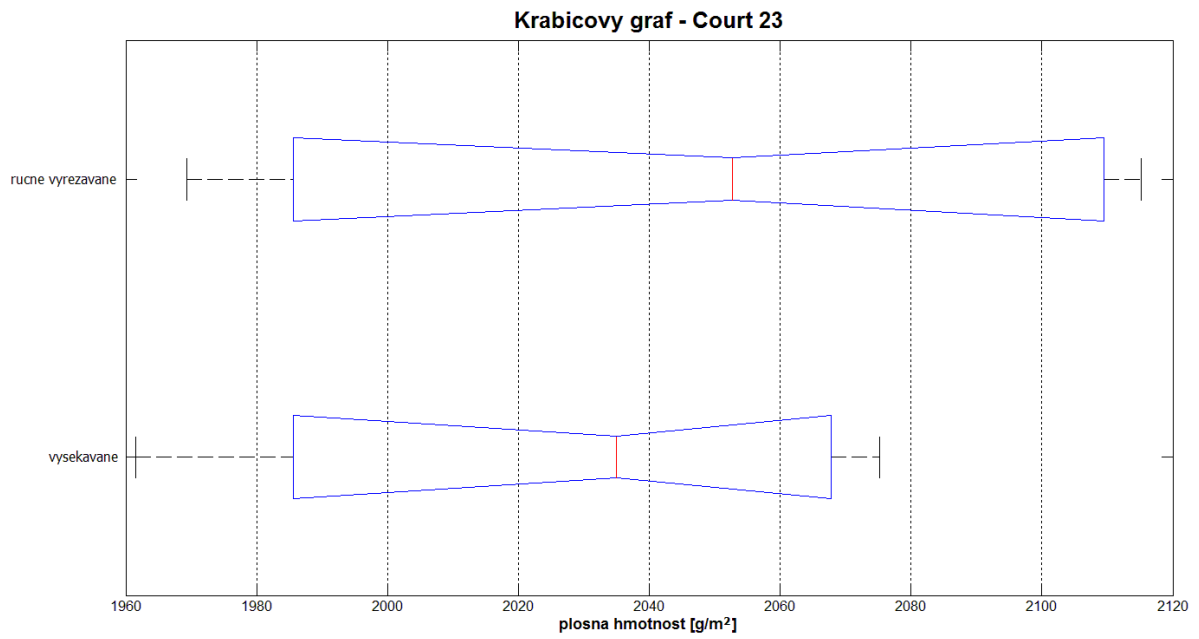
*Obr. C 24 krabicový graf vzorků Scenic*



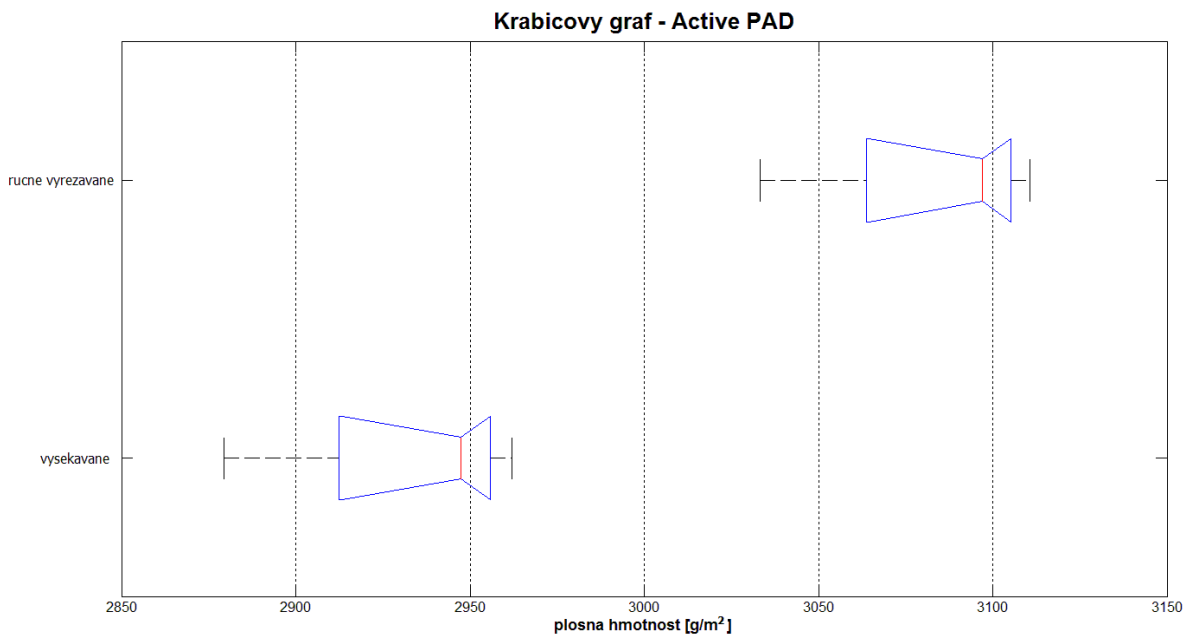
*Obr. C 25 krabicový graf vzorků Master 60/180*



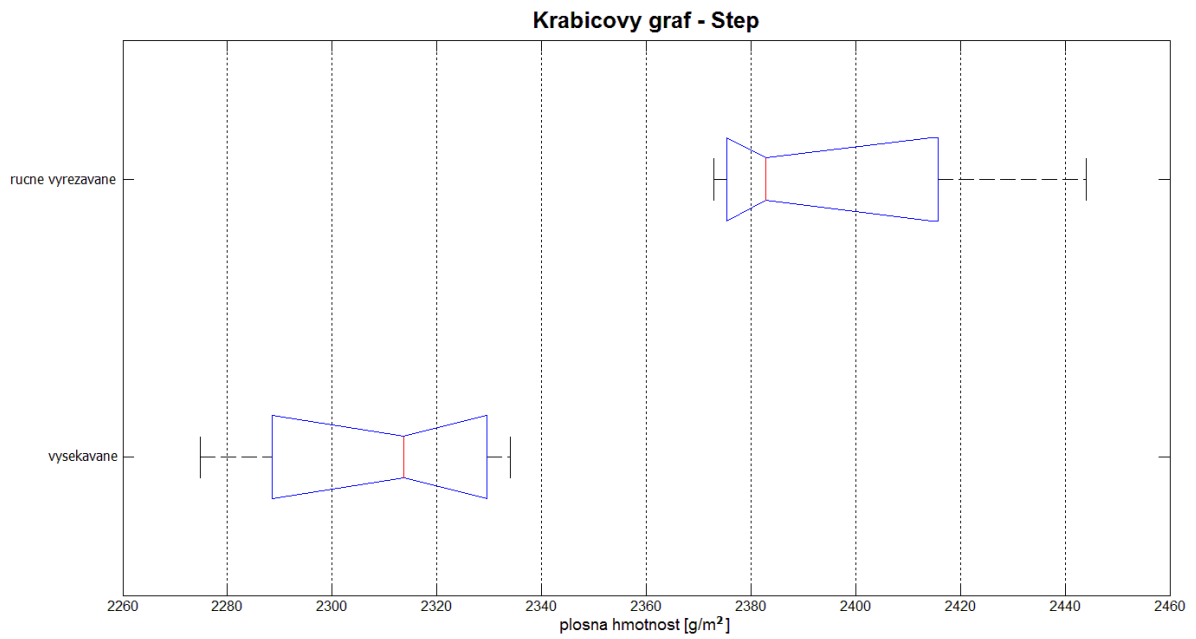
*Obr. C 26 Global Brush*



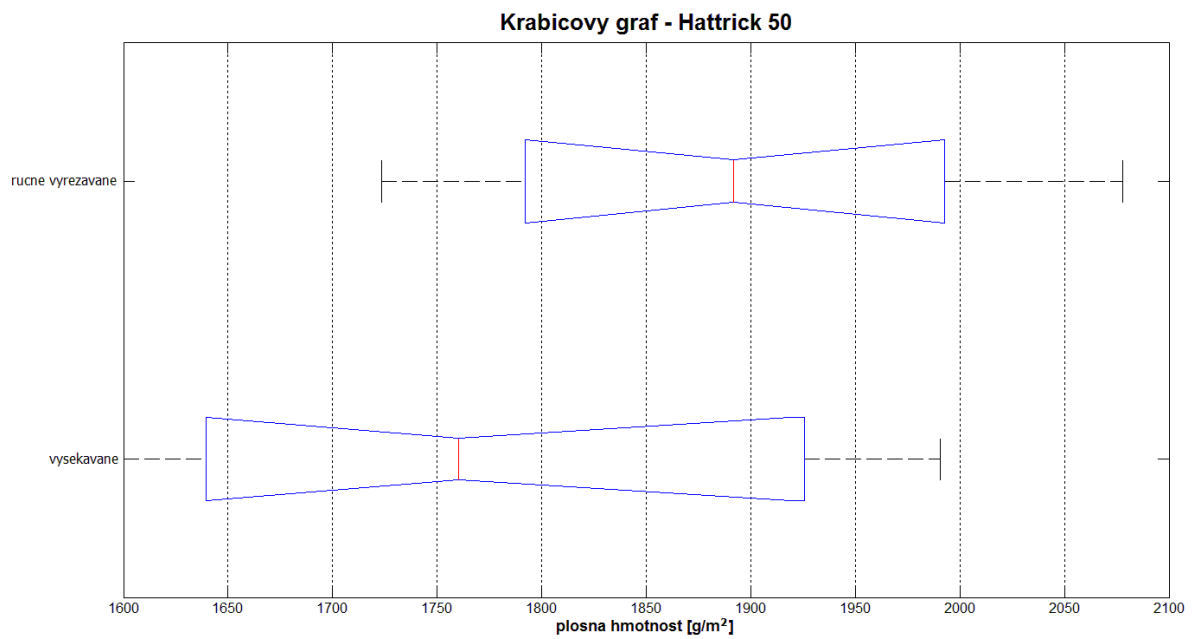
*Obr. C 27 krabicový graf vzorků Court 23*



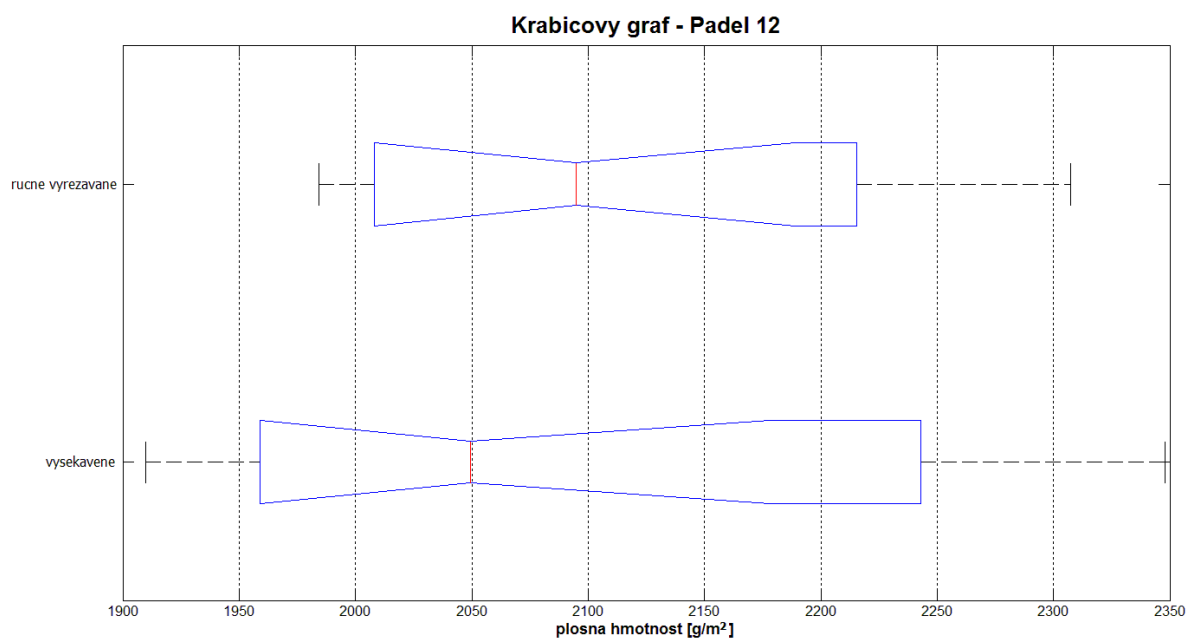
*Obr. C 28 krabicový graf vzorků Active PAD*



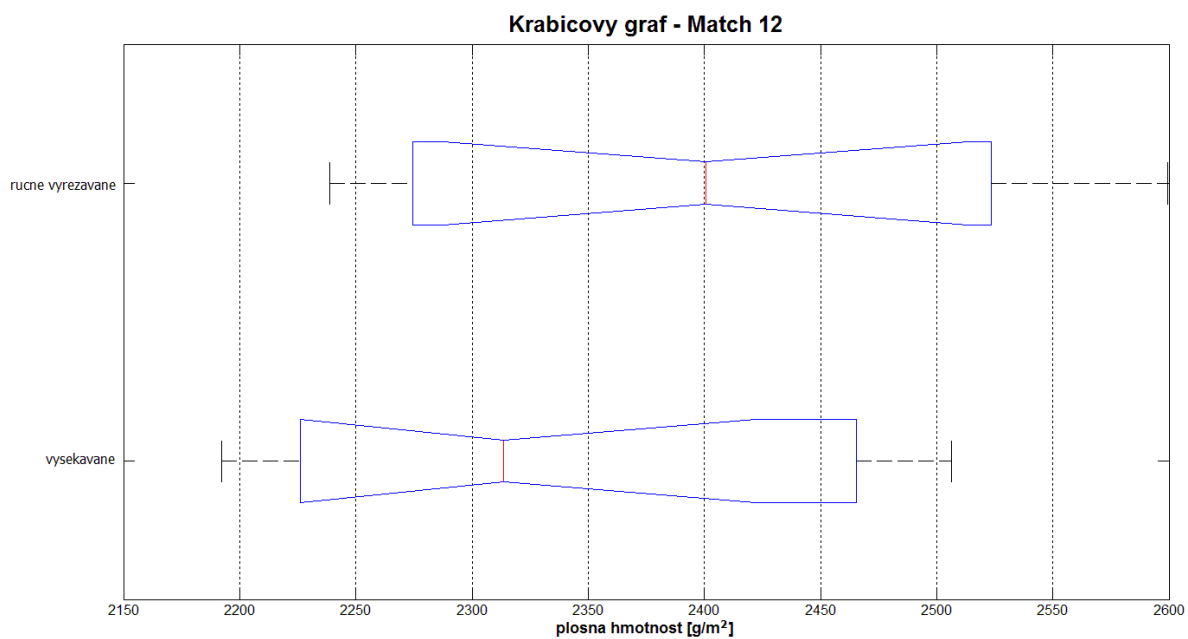
*Obr. C 29 krabicový graf vzorků Step*



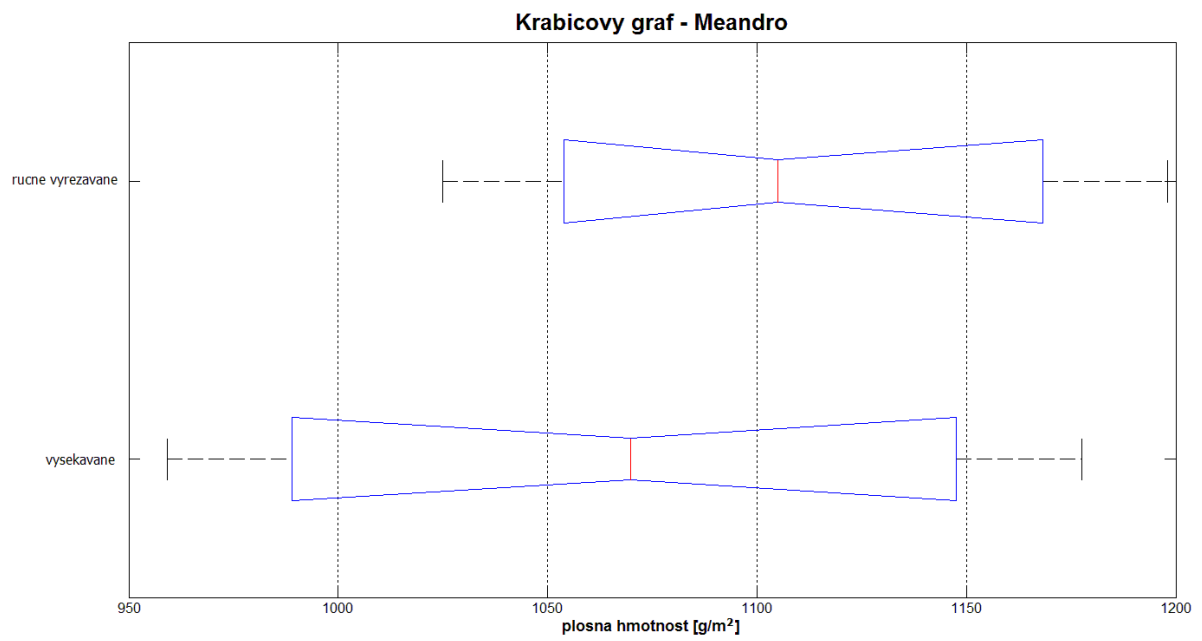
*Obr. C 30 krabicový graf vzorků Hattrick 50*



*Obr. C 31 krabicový graf vzorků Padel 12*

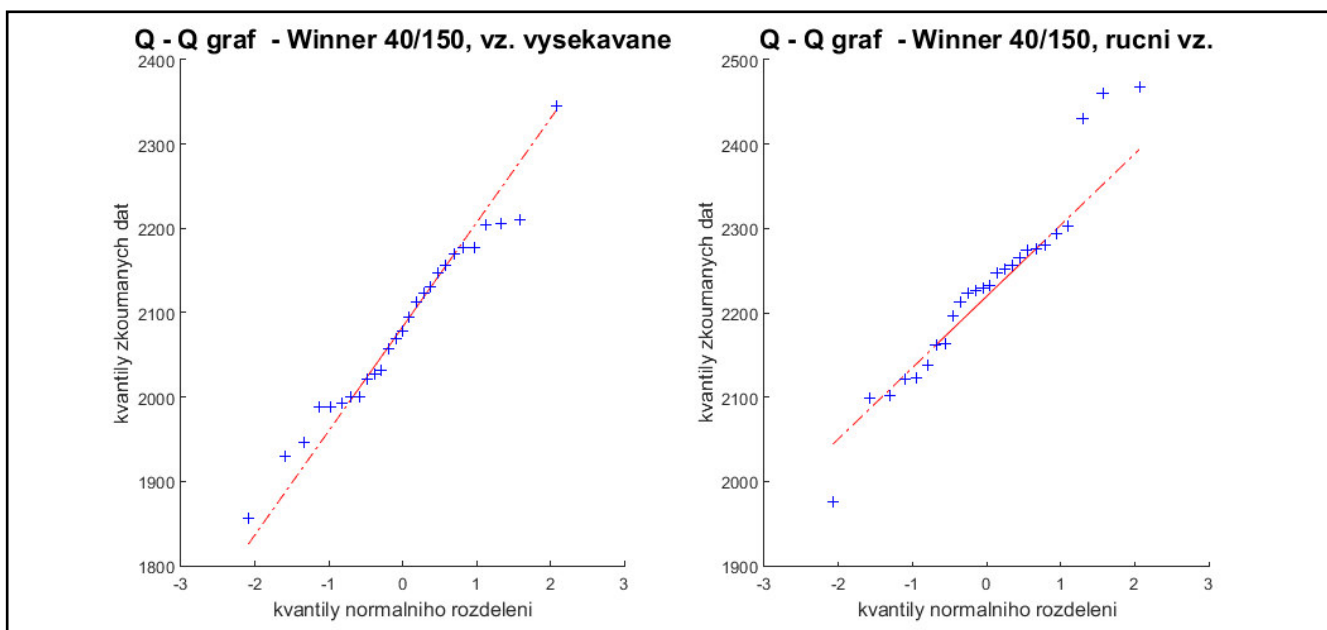


*Obr. C 32 krabicový graf vzorků Match 12*

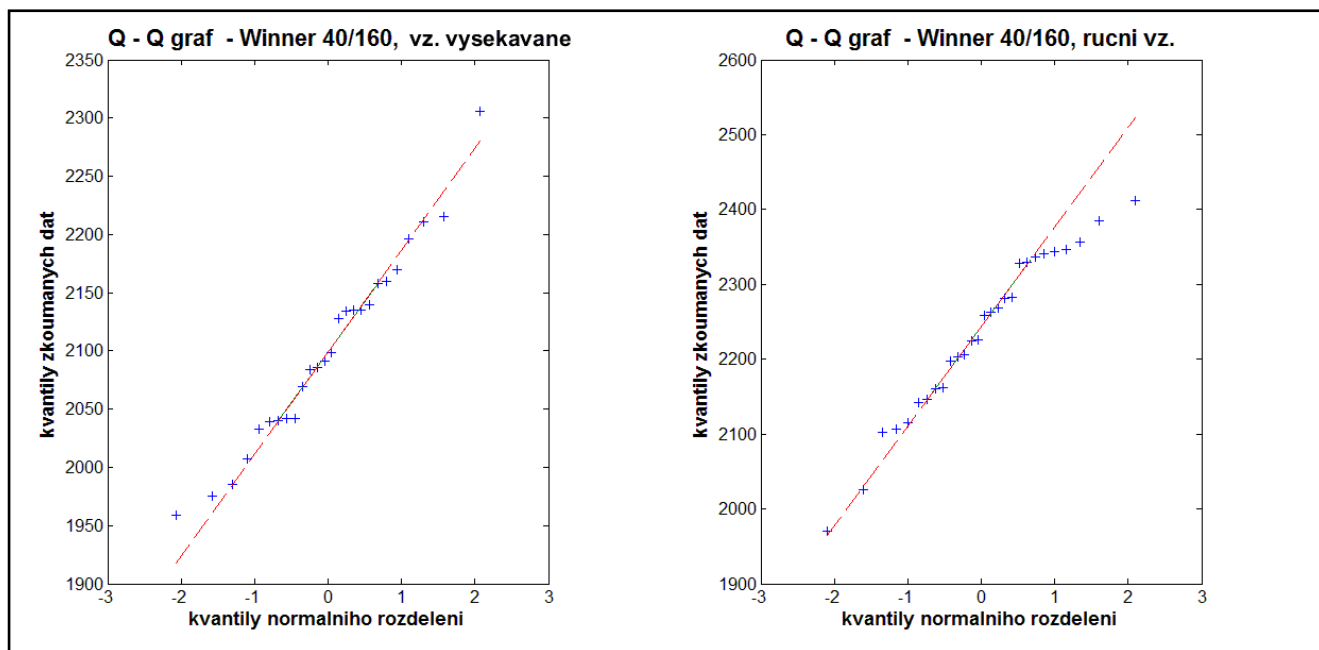


*Obr. C 33 krabicový graf vzorků Meandro*

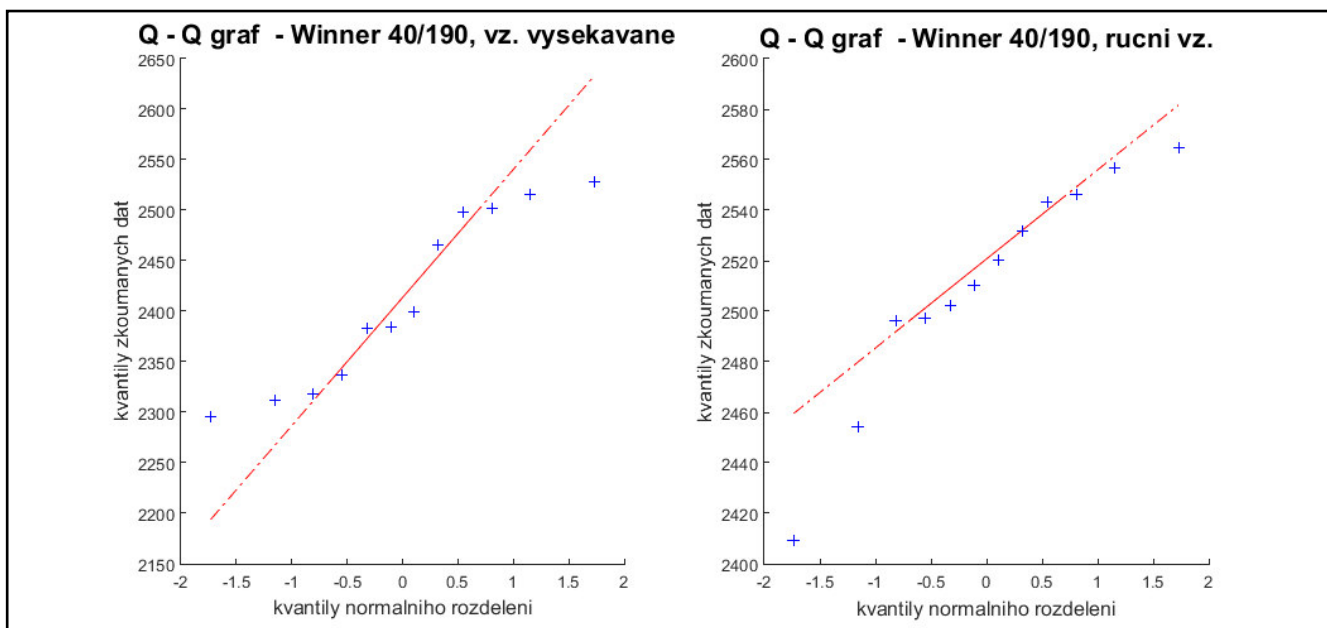
## Příloha D - Ověření normality grafickou metodou



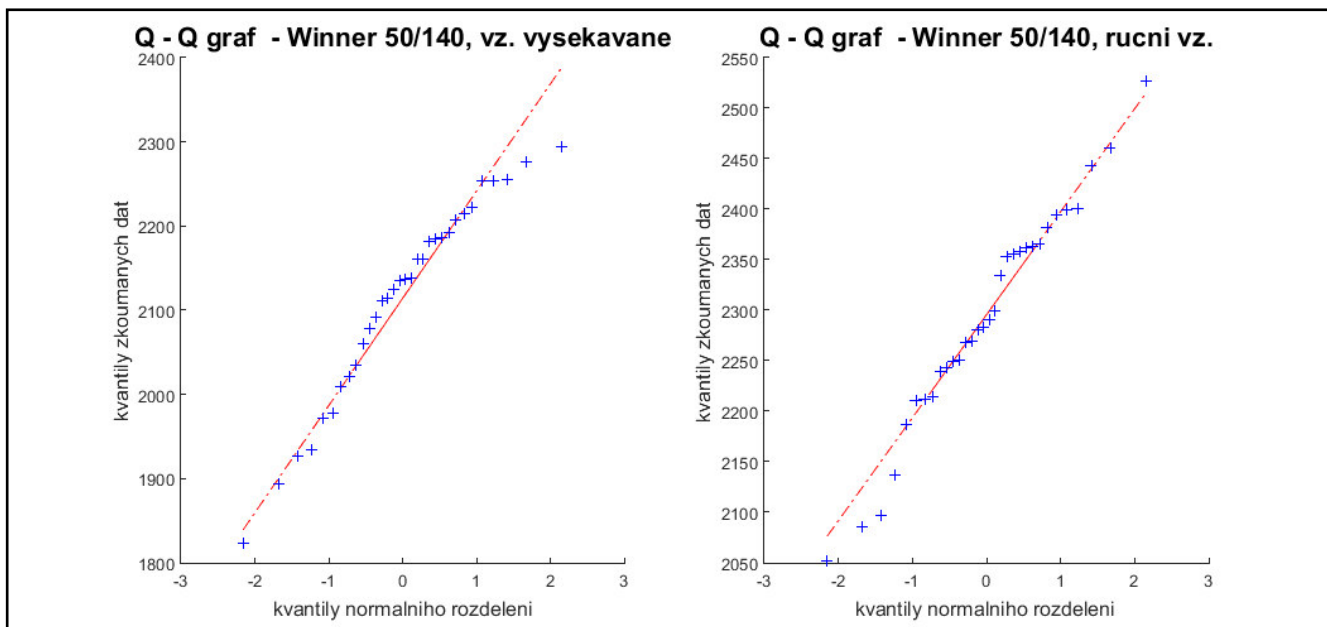
*Obr. D 1 Q-Q grafy pro vzorky Winner 40/150 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



*Obr. D 2 Q-Q grafy pro vzorky Winner 40/160 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

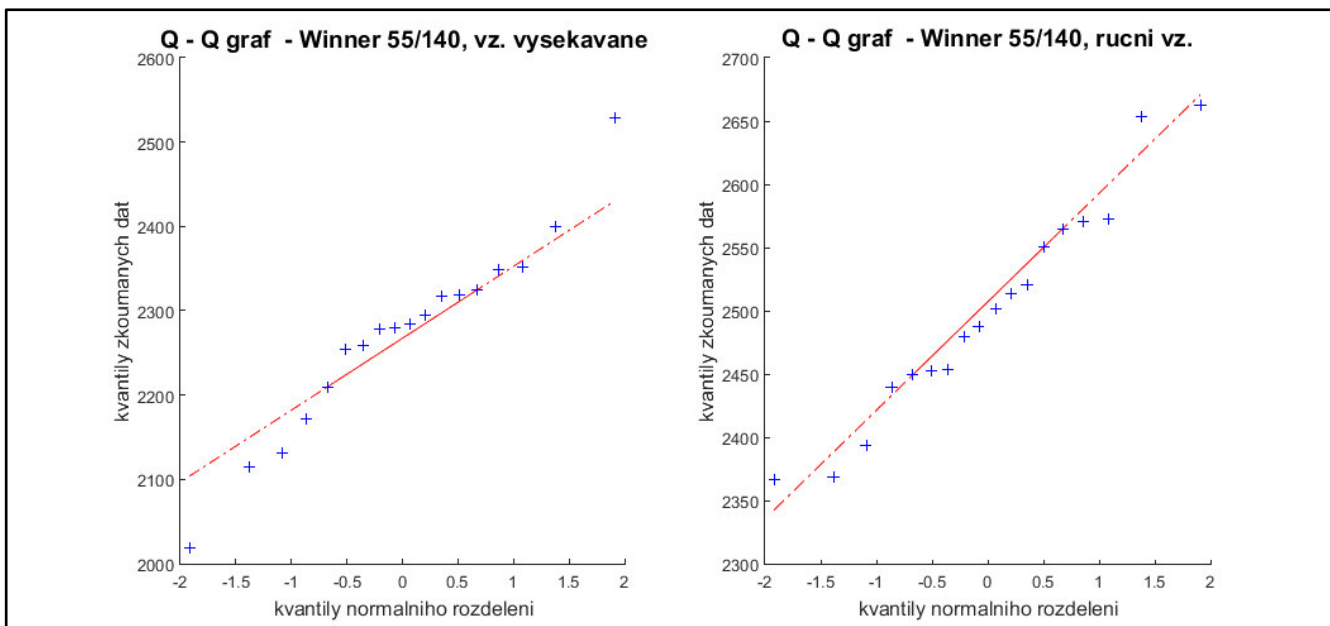


*Obr. D 3 Q-Q grafy pro vzorky Winner 40/190 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

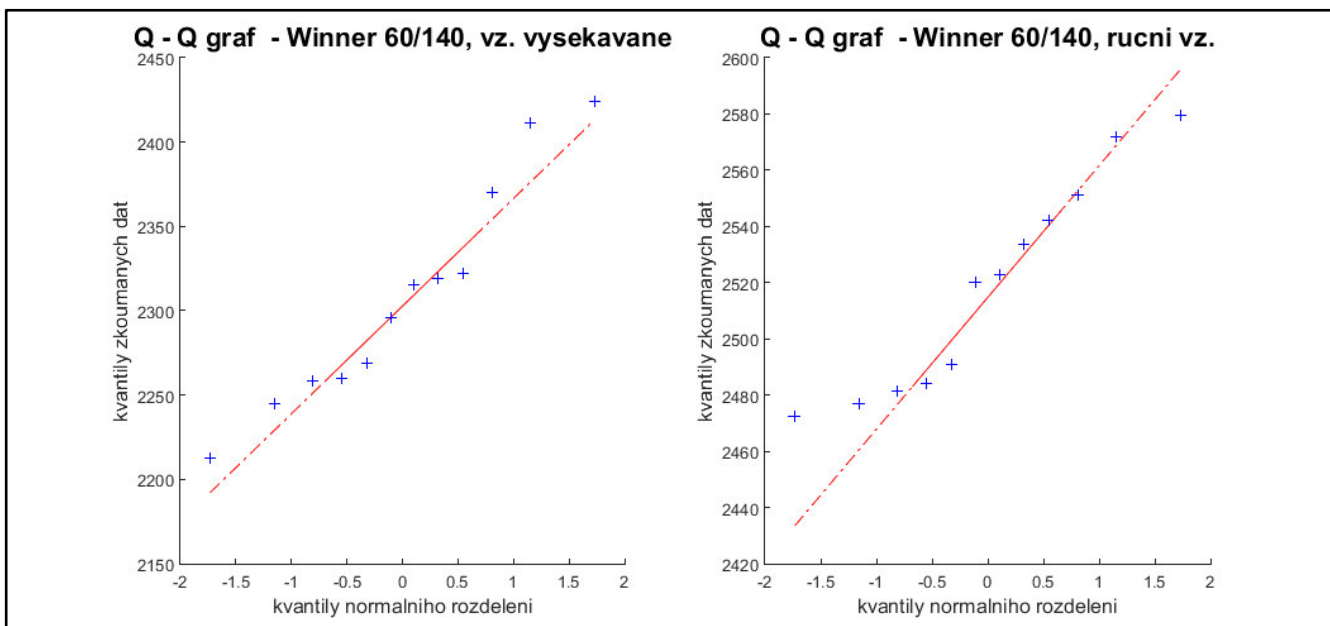


*Obr. D 4 Q-Q grafy pro vzorky Winner 50/140 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

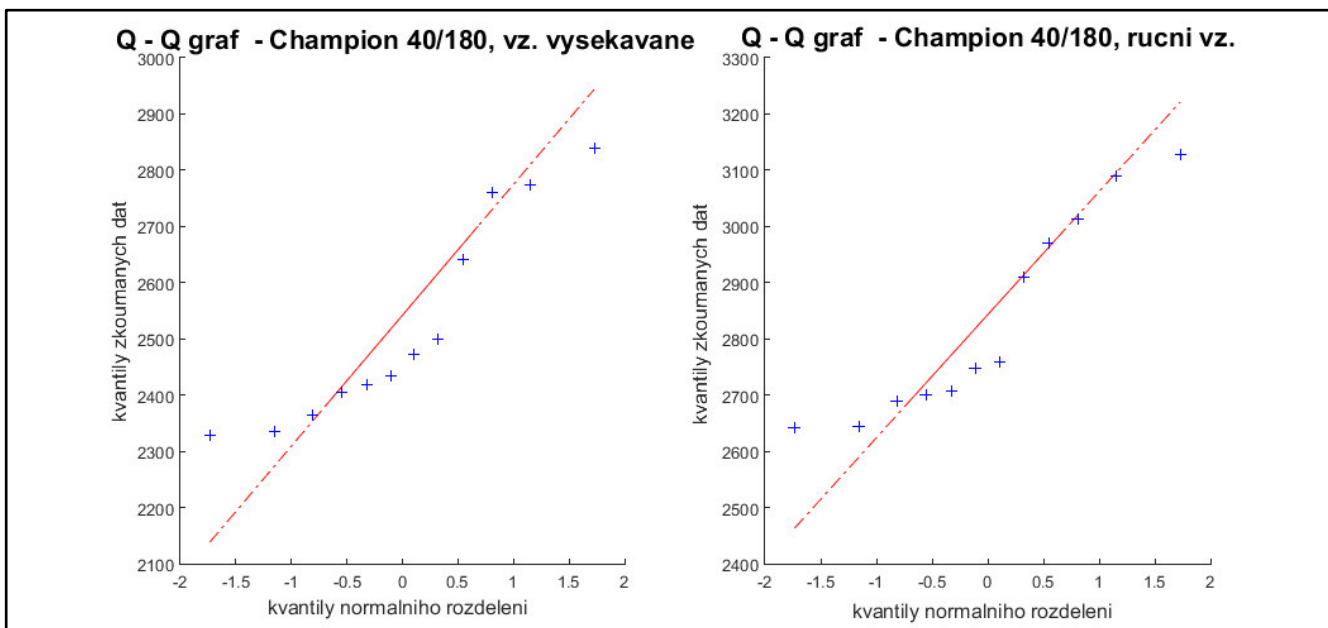




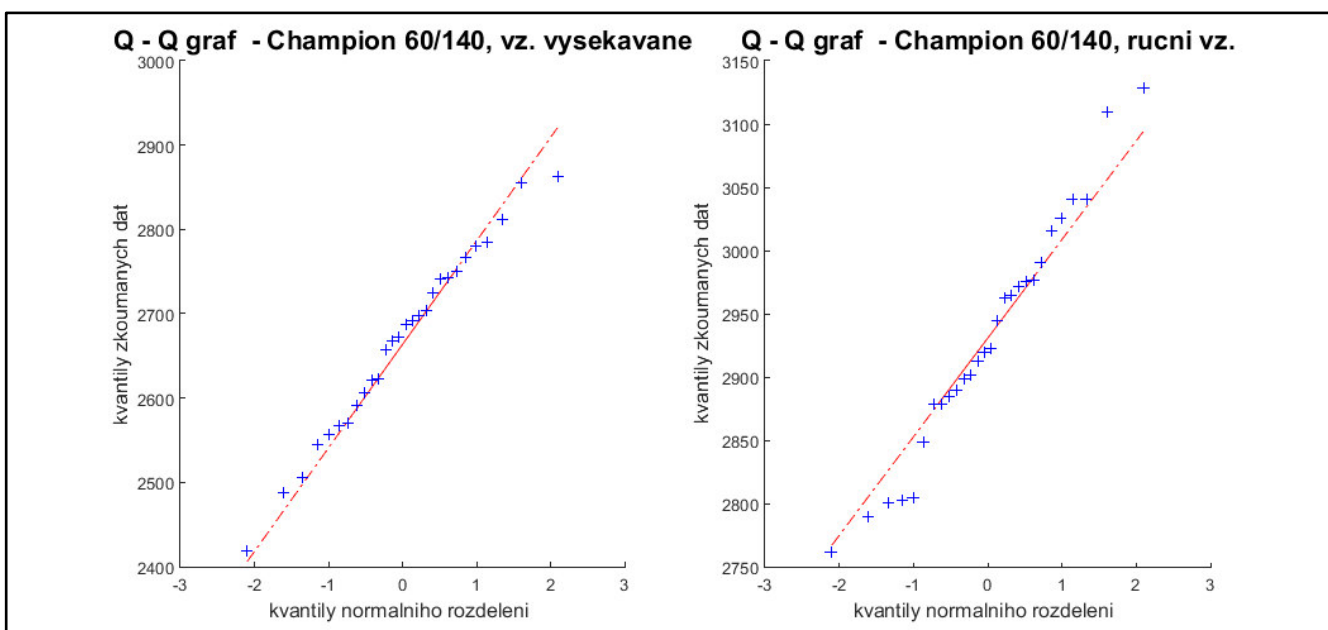
Obr. D 5 Q-Q grafy pro vzorky Winner 55/140  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



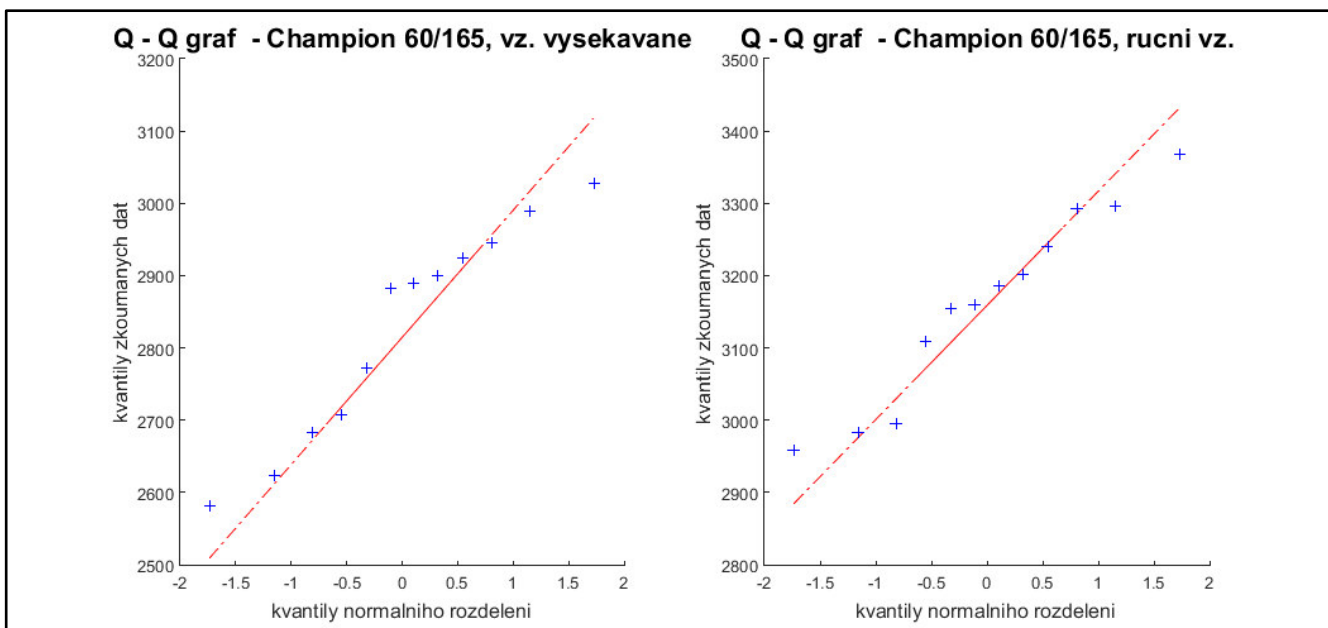
Obr. D 6 Q-Q grafy pro vzorky Winner 60/140  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



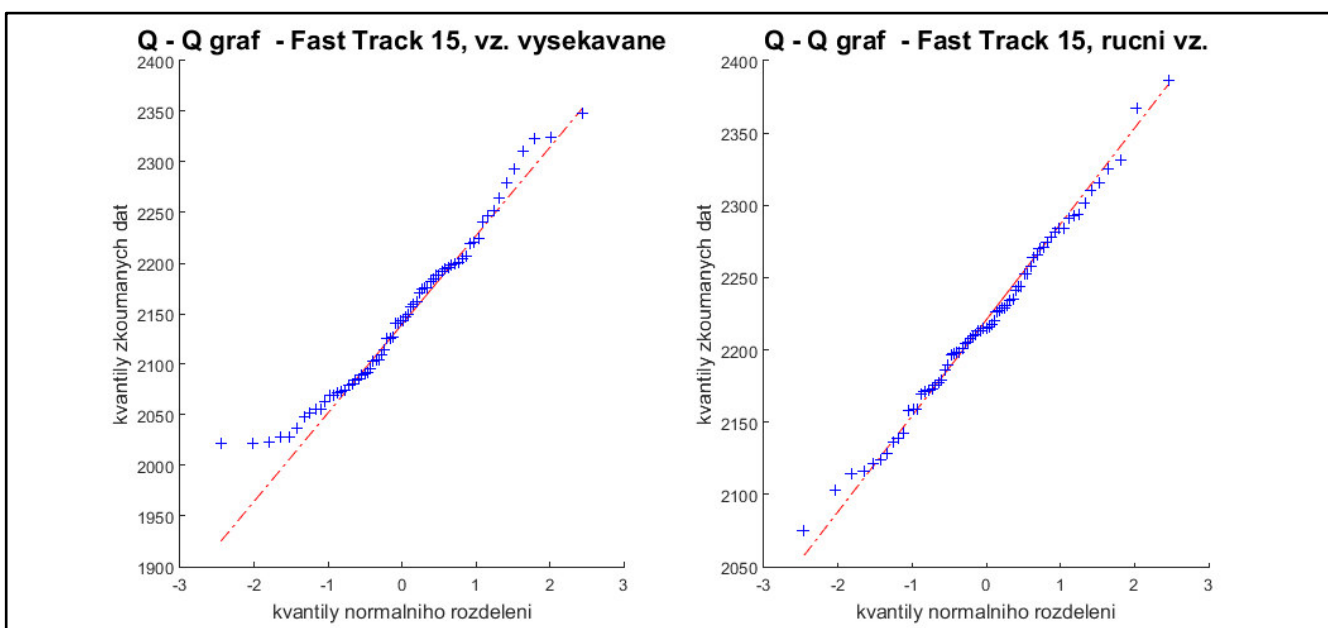
*Obr. D 7 Q-Q grafy pro vzorky Champion 40/180 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



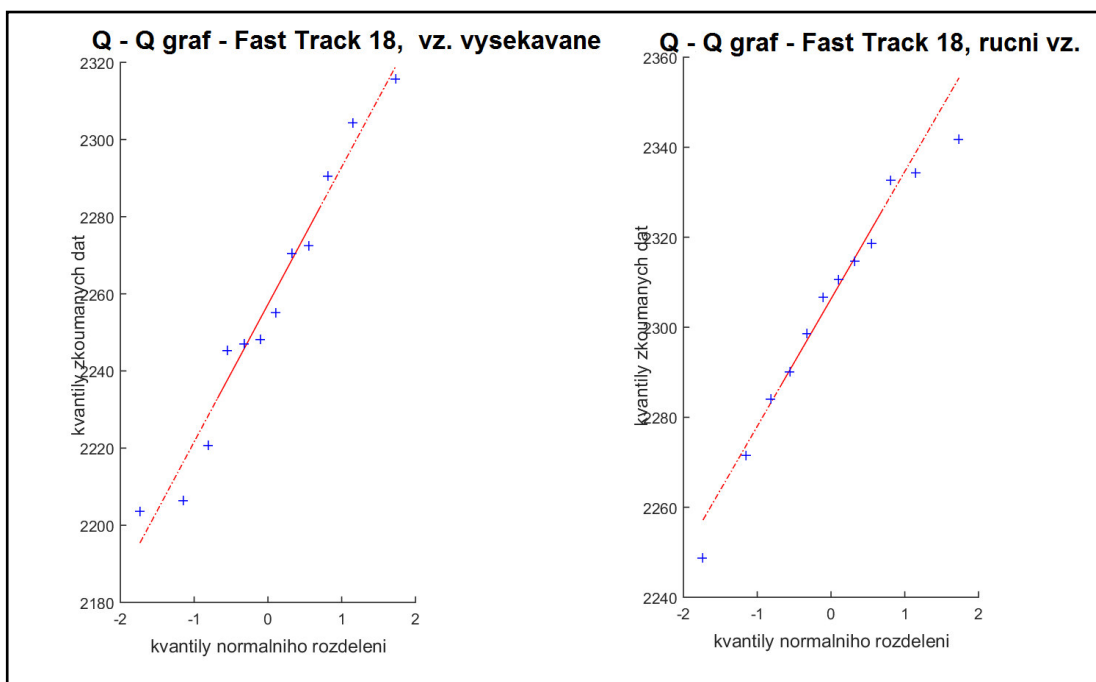
*Obr. D 8 Q-Q grafy pro vzorky Champion 60/140 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



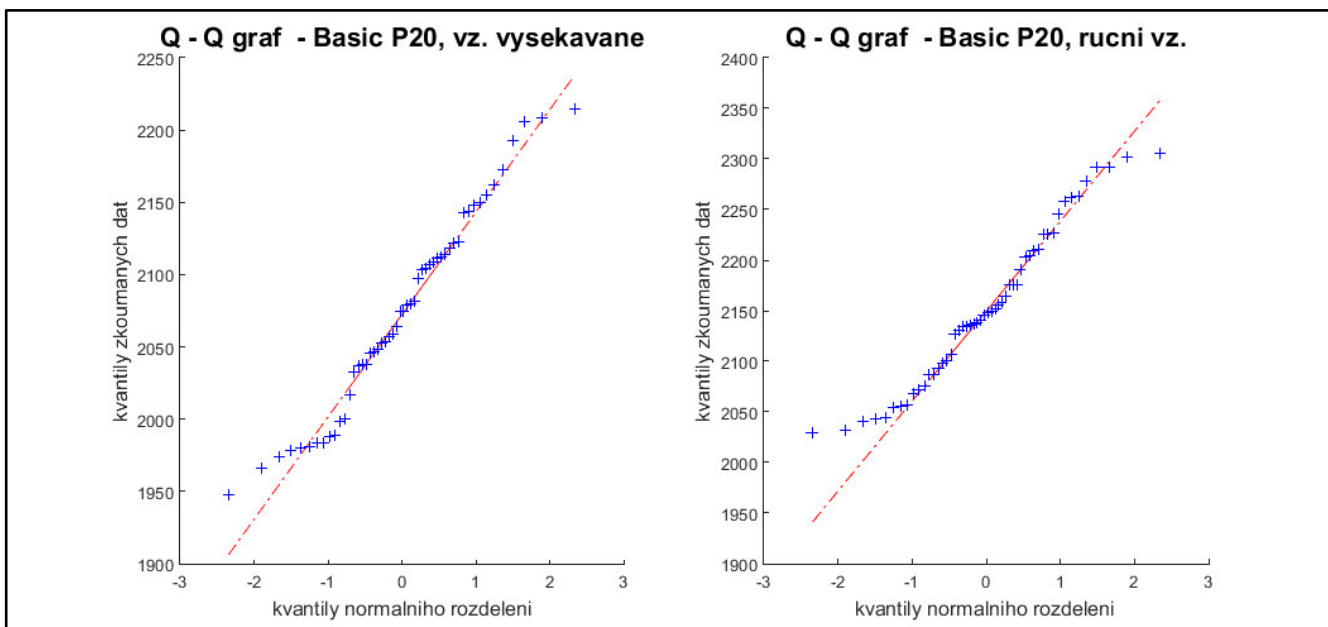
*Obr. D 9 Q-Q grafy pro vzorky Champion 60/165  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



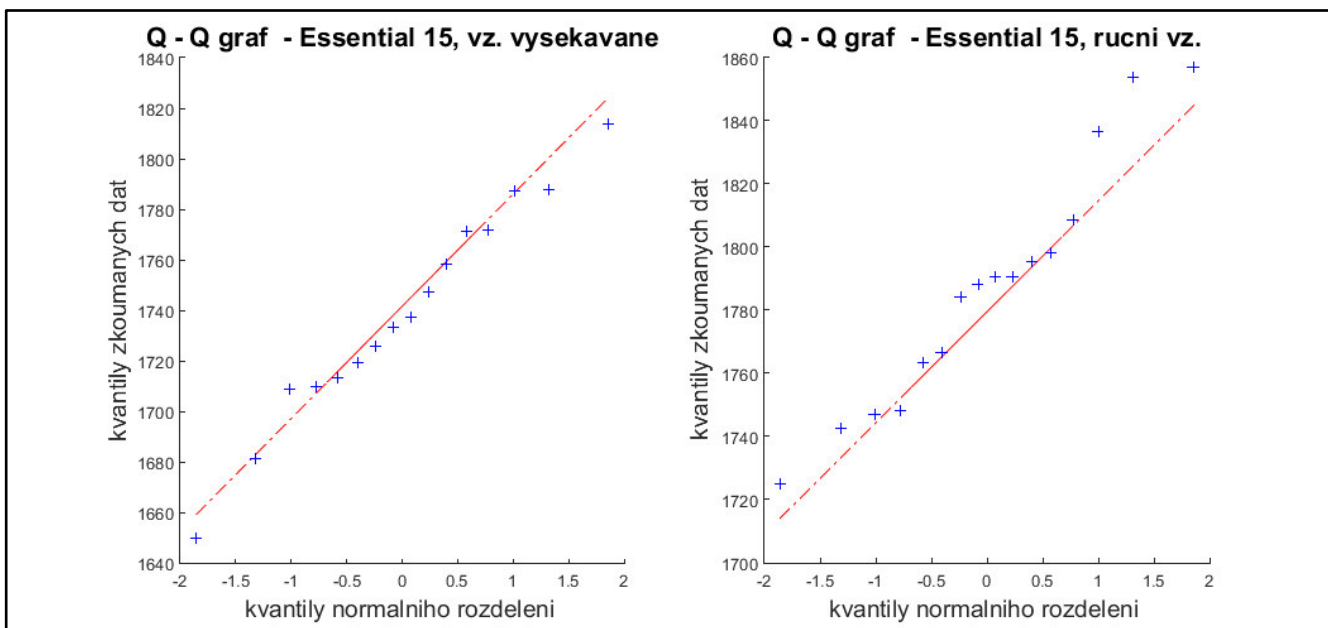
*Obr. D 10 Q-Q grafy pro vzorky Fast Track 15  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



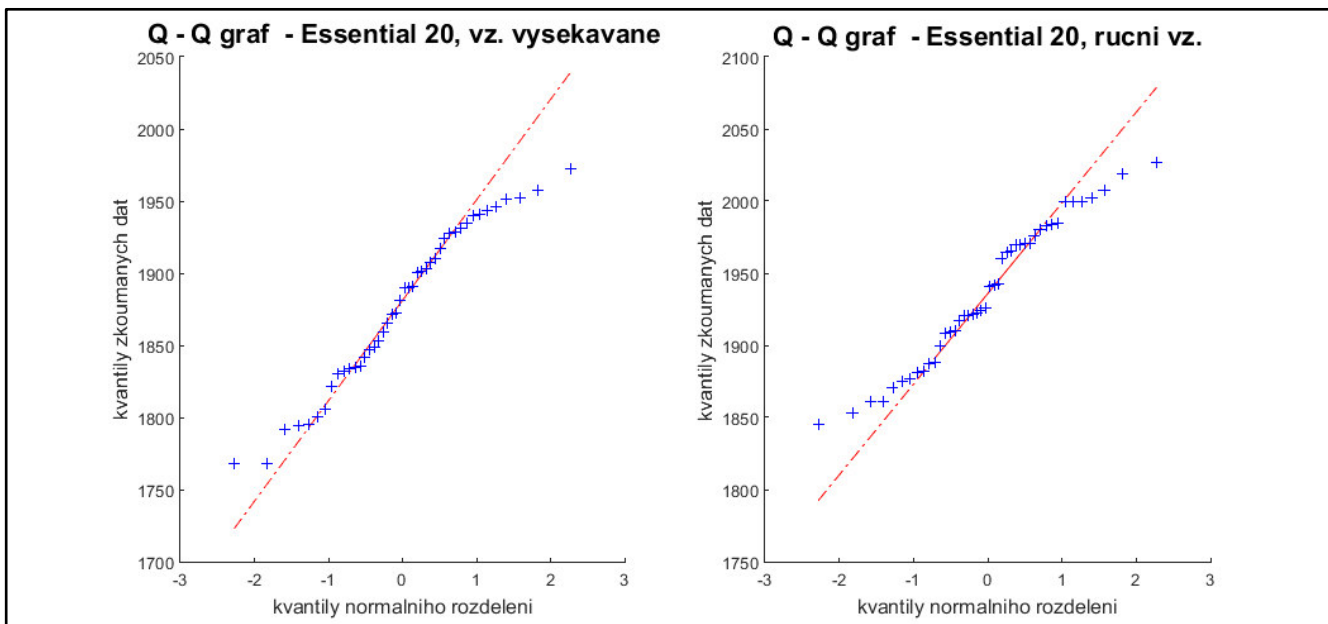
*Obr. D 11 Q-Q grafy pro vzorky Fast track 18 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



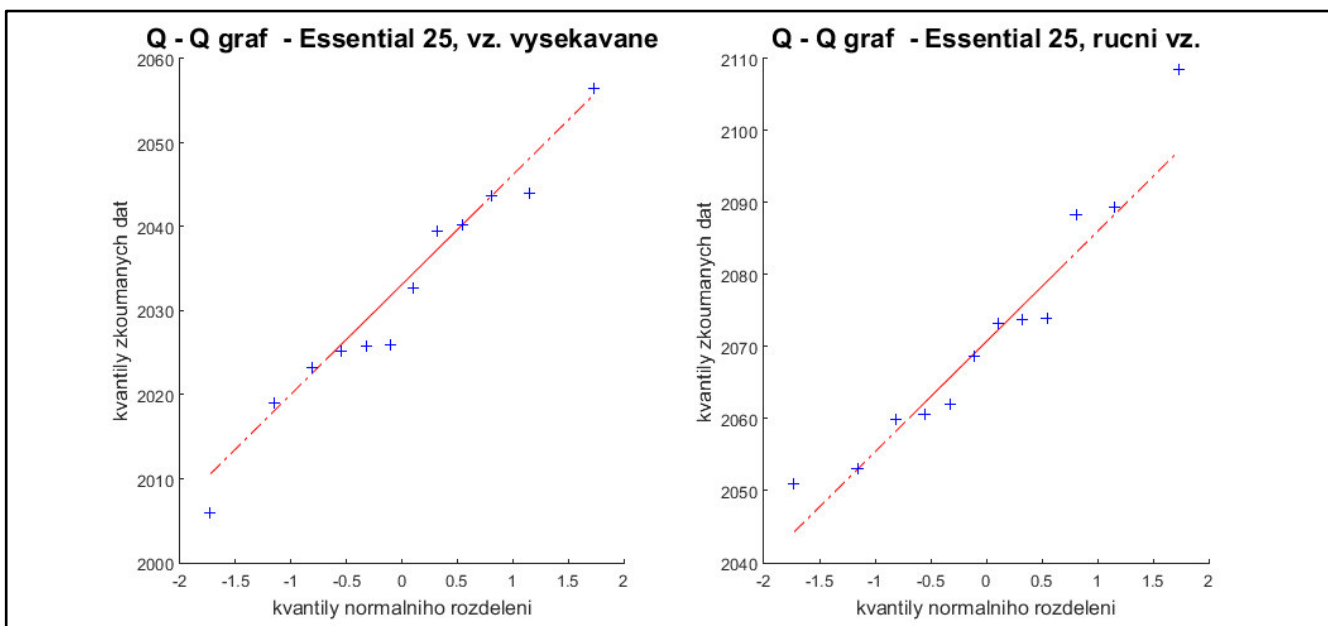
*Obr. D 12 Q-Q grafy pro vzorky Basic P20 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



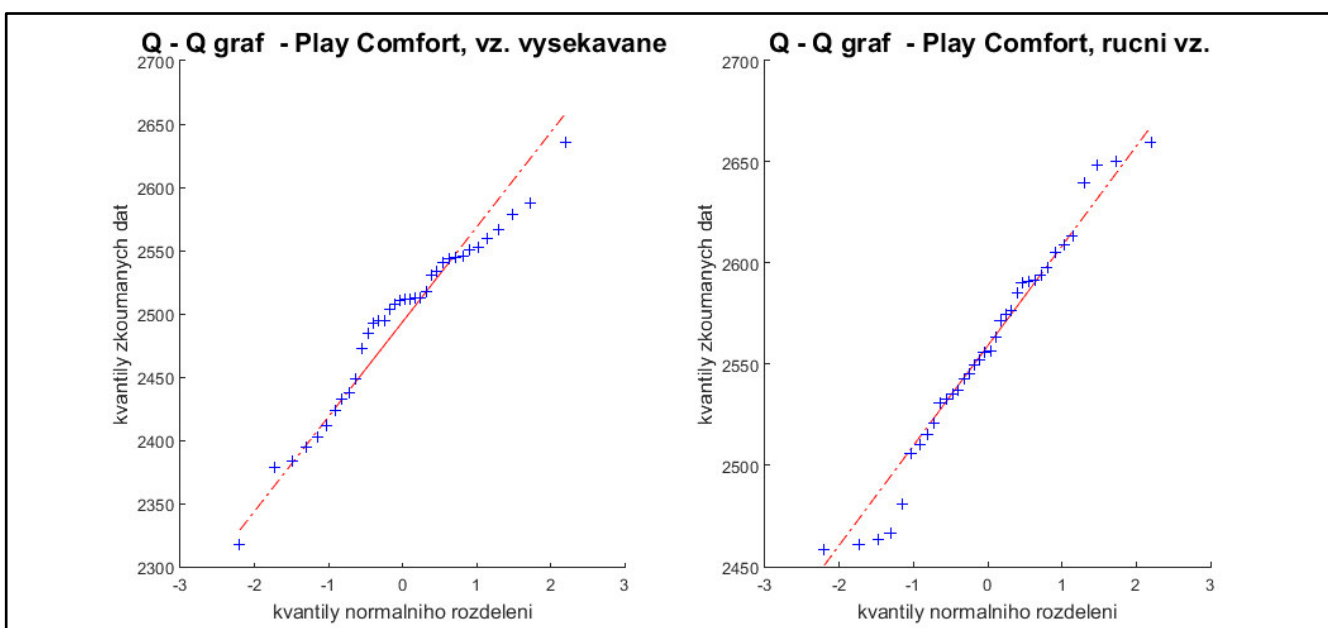
Obr. D 13 Q-Q grafy pro vzorky Essential 15  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



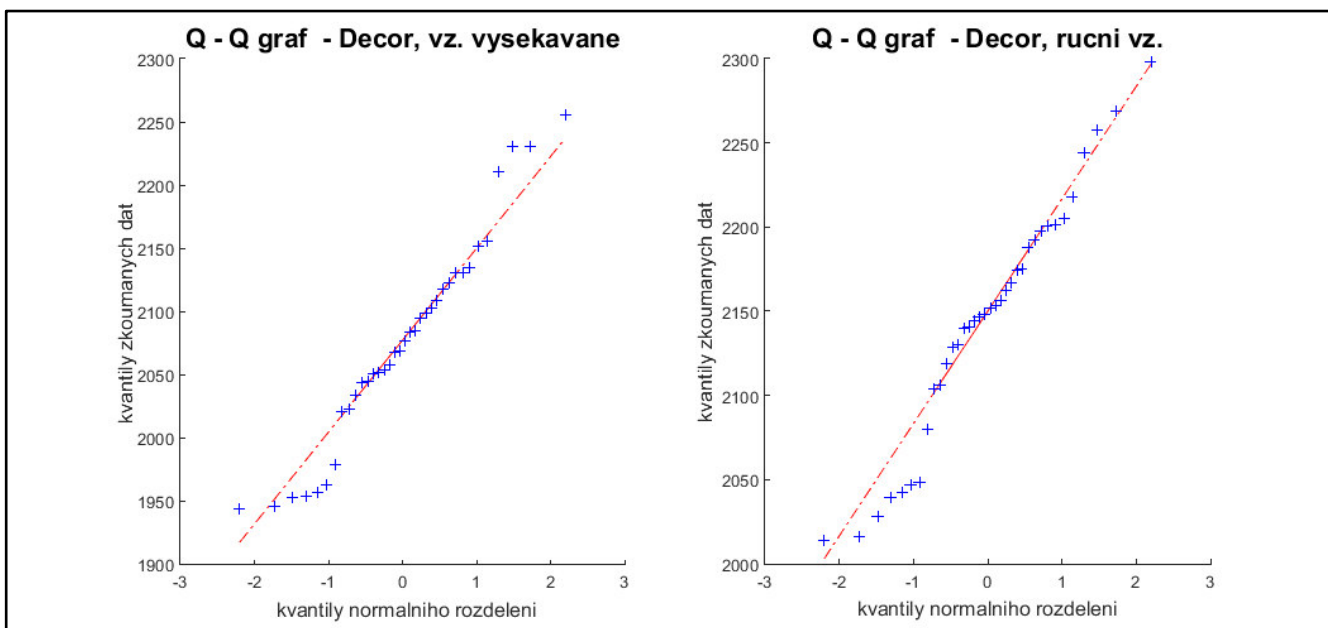
Obr. D 14 Q-Q grafy pro vzorky Essential 20  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



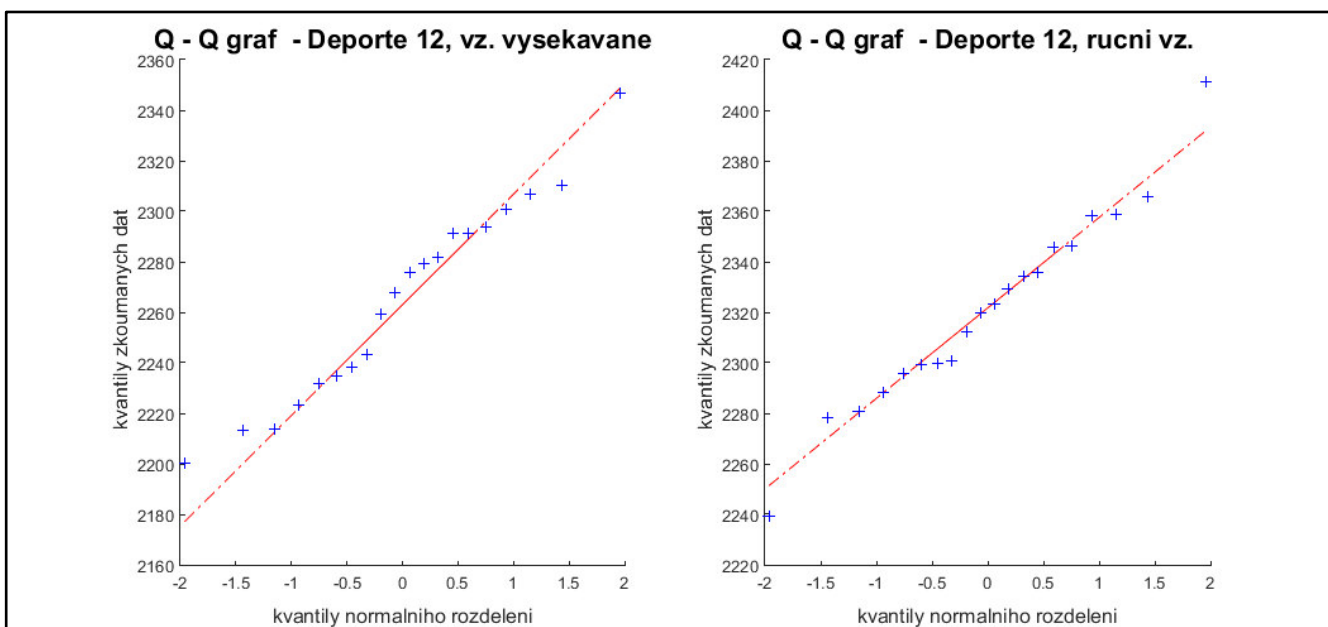
Obr. D 15 Q-Q grafy pro vzorky Essential 25  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



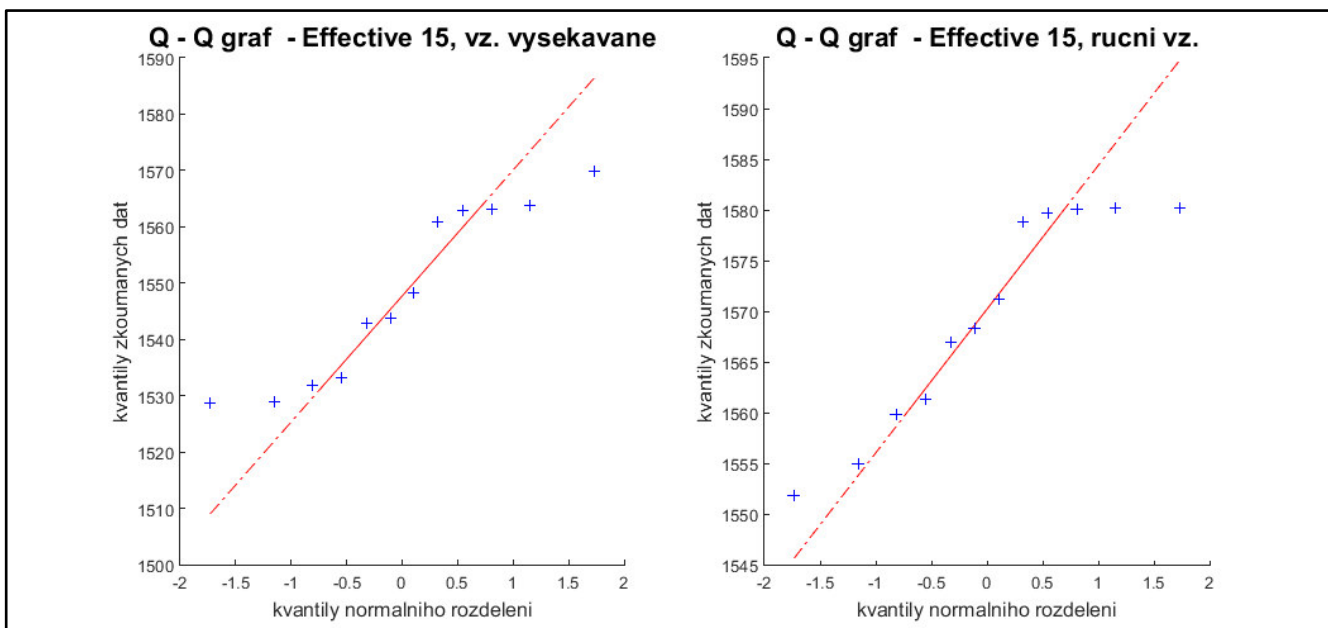
Obr. D 16 Q-Q grafy pro vzorky Play Comfort  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



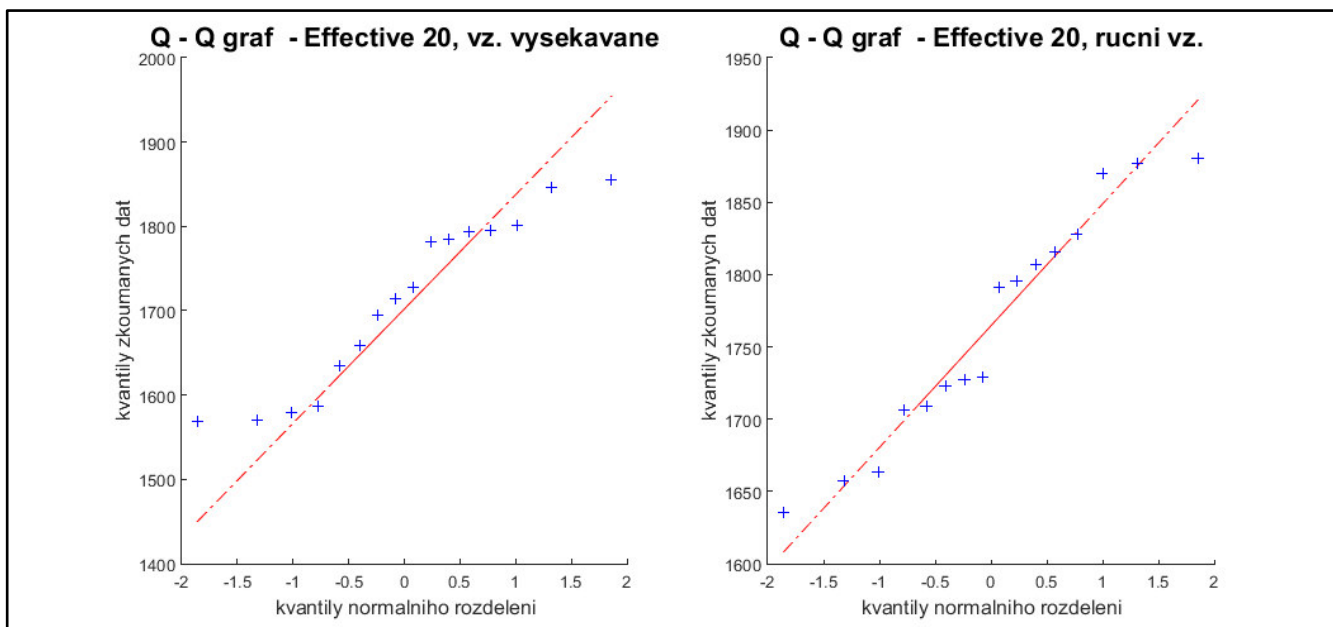
Obr. D 17 Q-Q grafy pro vzorky Decor  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



Obr. D 18 Q-Q grafy pro vzorky Deporte 12  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)

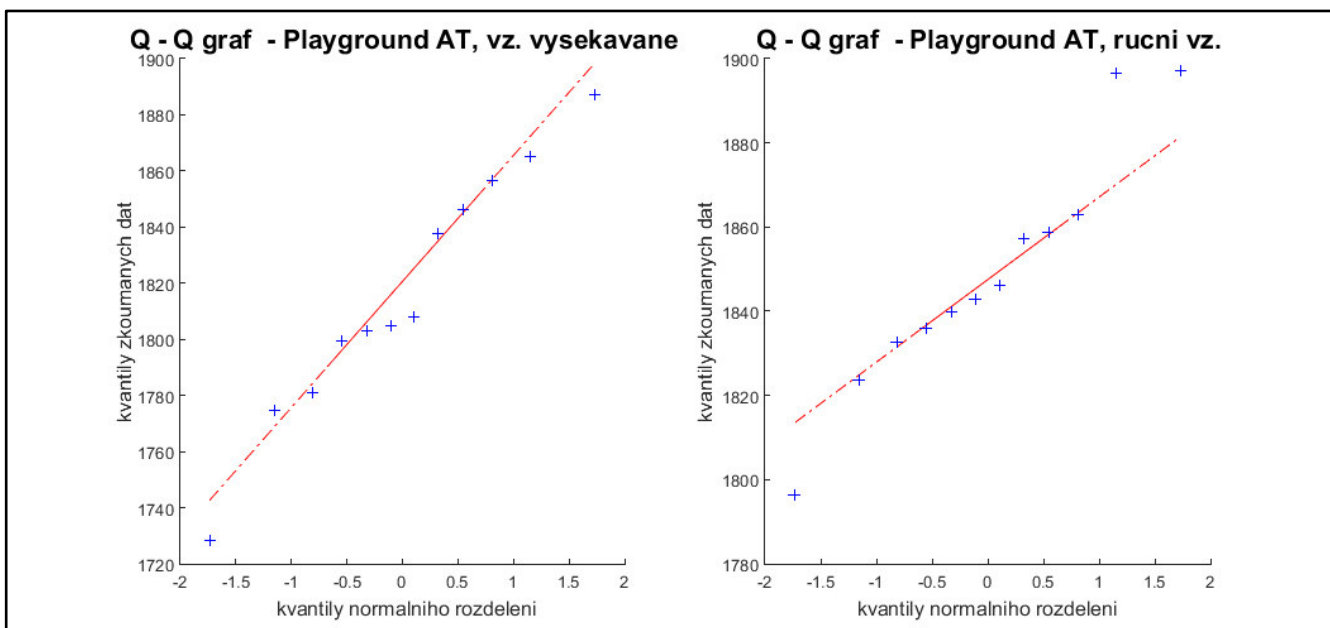


*Obr. D 19 Q-Q grafy pro vzorky Effective 15 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

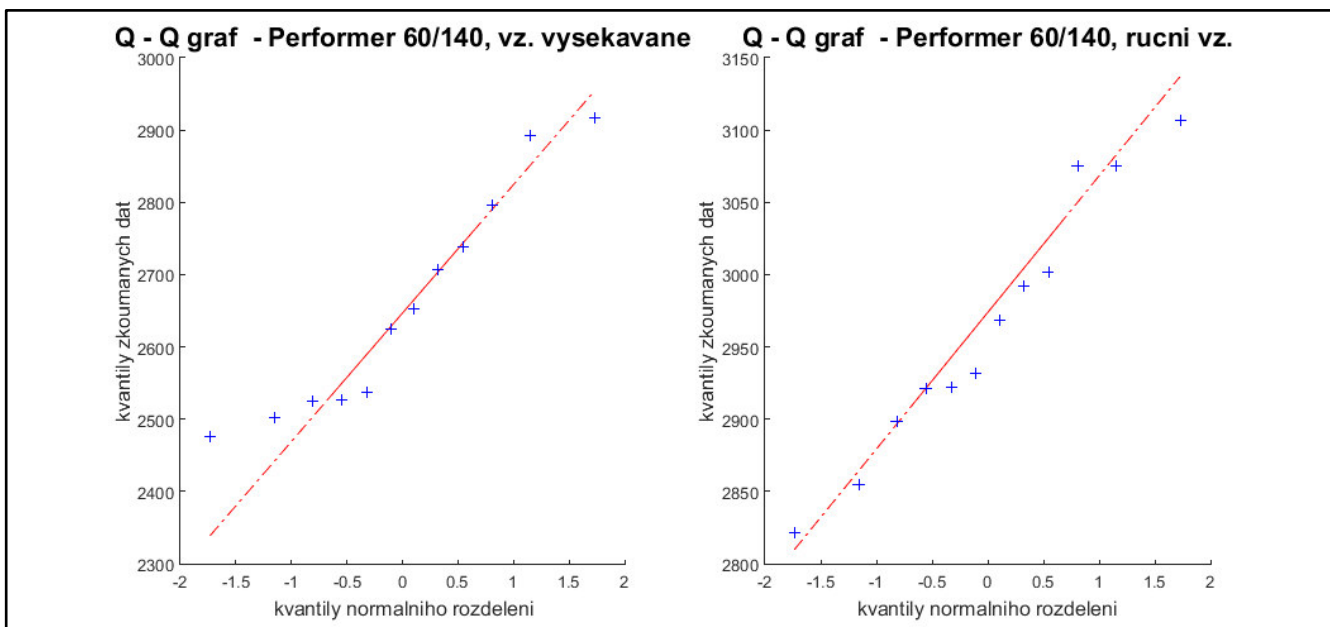


*Obr. D 20 Q-Q grafy pro vzorky Effective 20 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

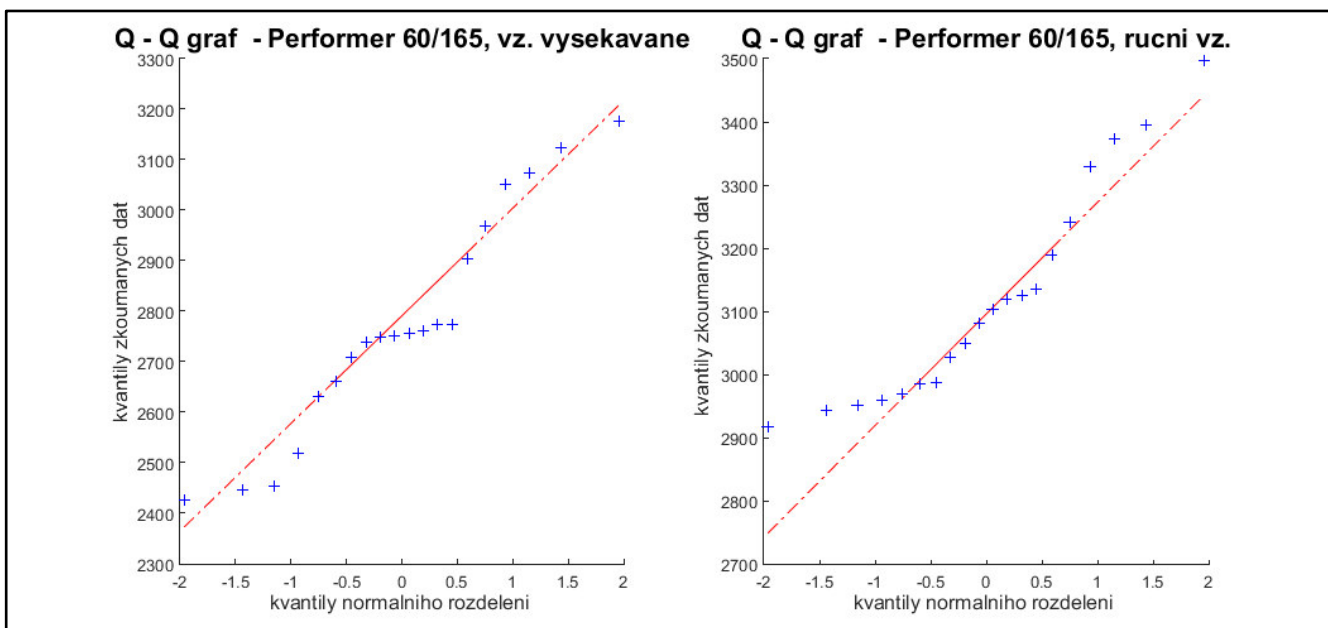




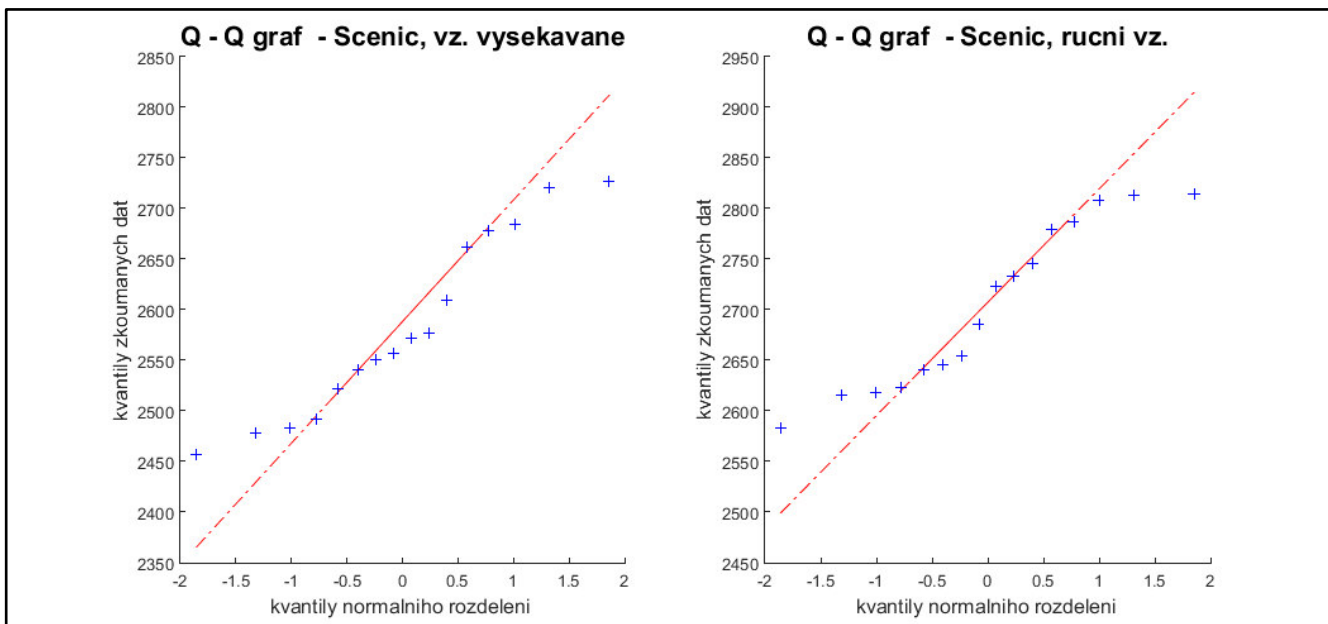
Obr. D 21 Q-Q grafy pro vzorky Playground AT (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



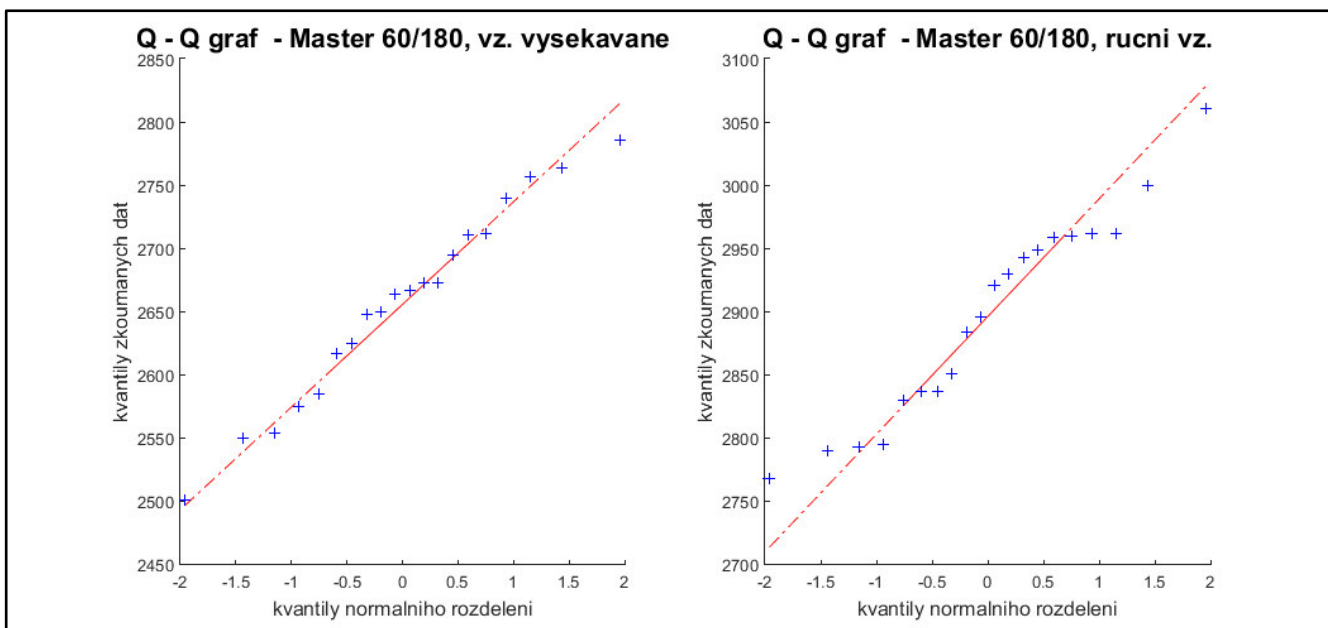
Obr. D 22 Q-Q grafy pro vzorky Performer 60/140 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)



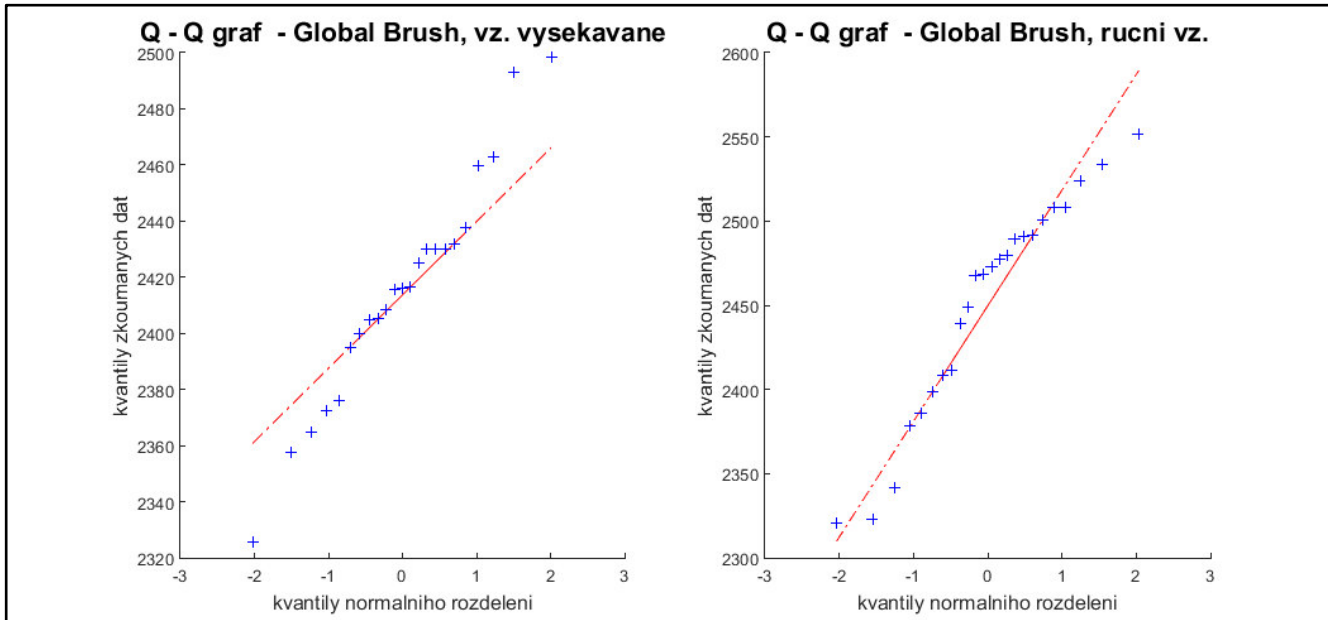
*Obr. D 23 Q-Q grafy pro vzorky Performer 60/165 (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



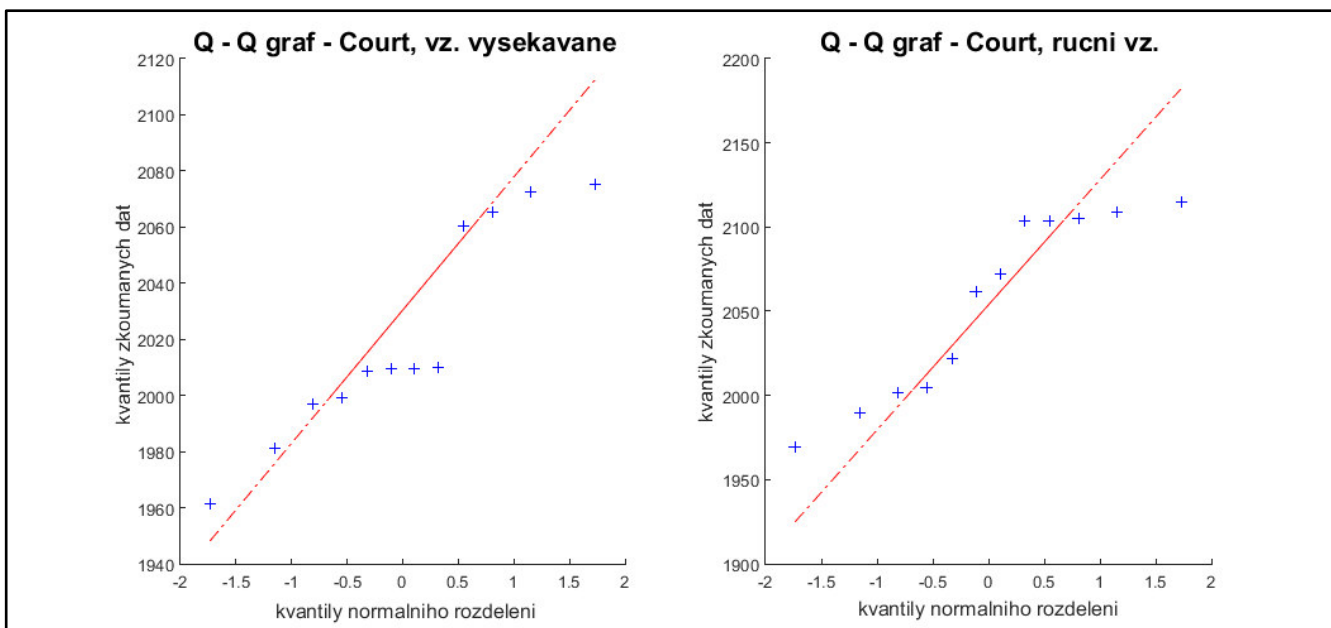
*Obr. D 24 Q-Q grafy pro vzorky Scenic (vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



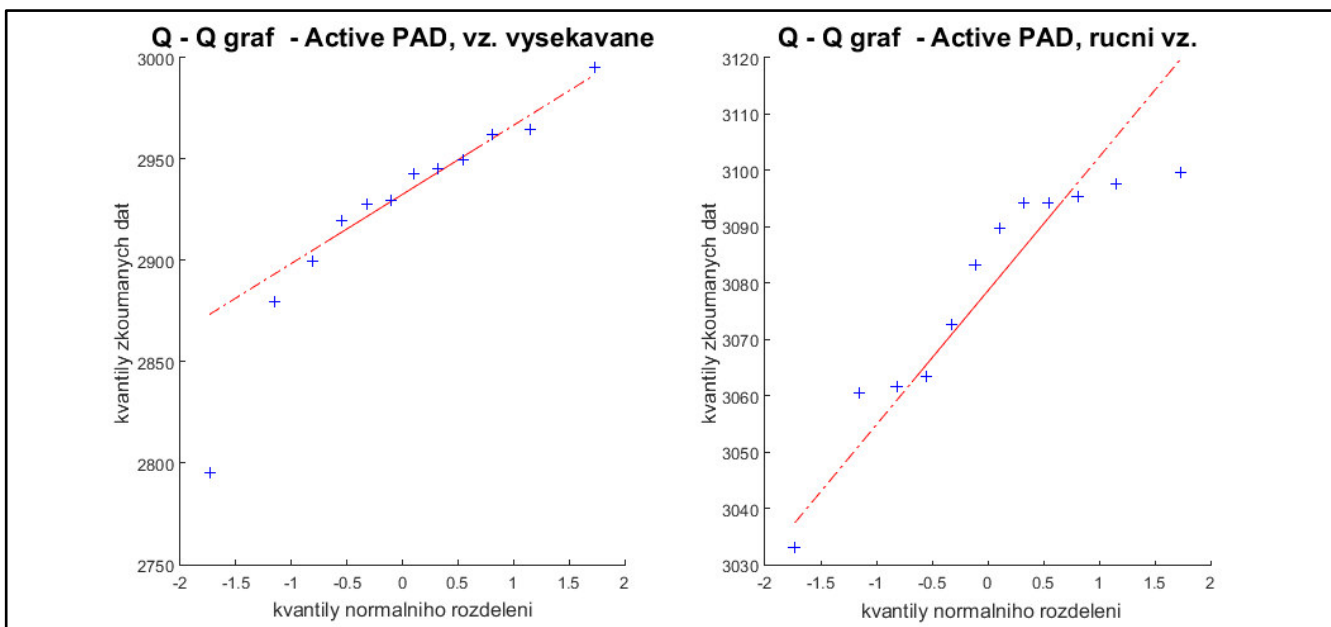
*Obr. D 25 Q-Q grafy pro vzorky Master 60/180  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



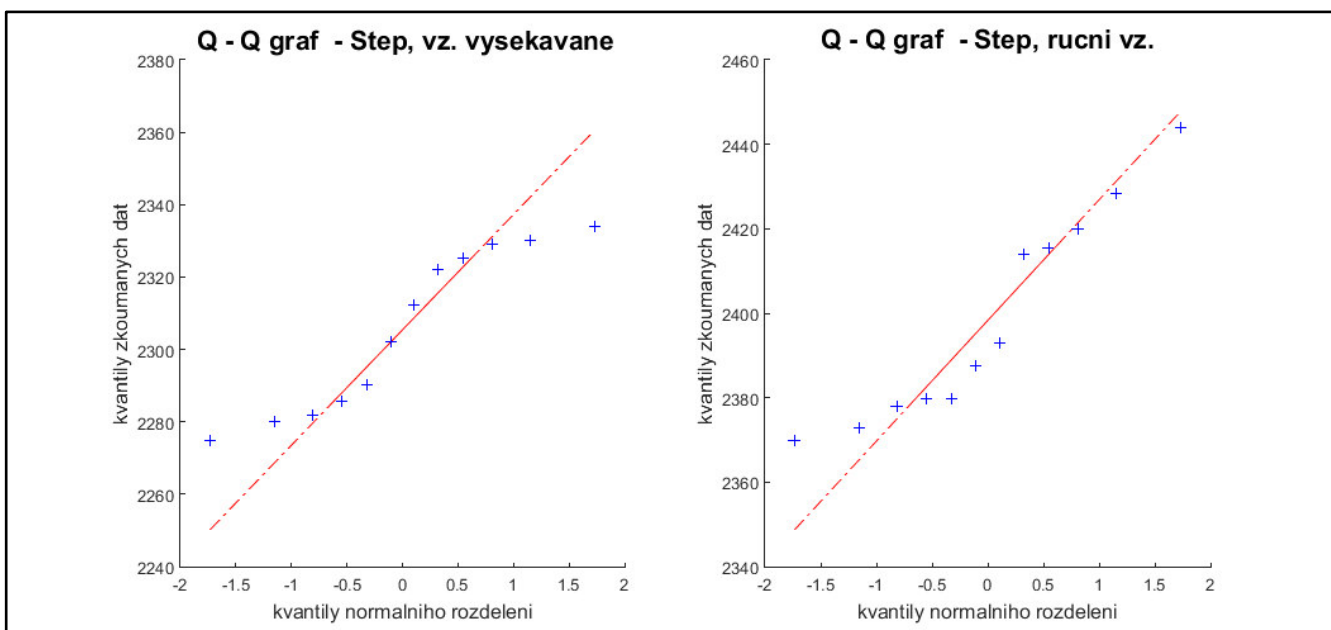
*Obr. D 26 Q-Q grafy pro vzorky Global Brush  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



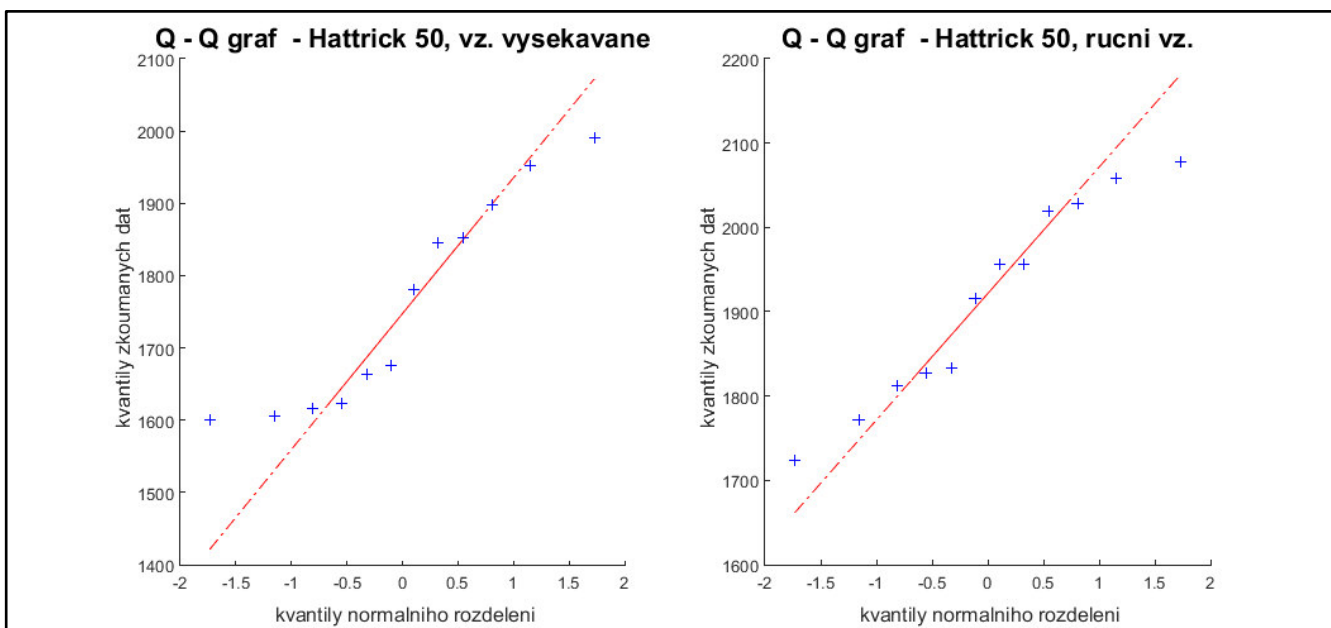
*Obr. D 27 Q-Q grafy pro vzorky Court  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



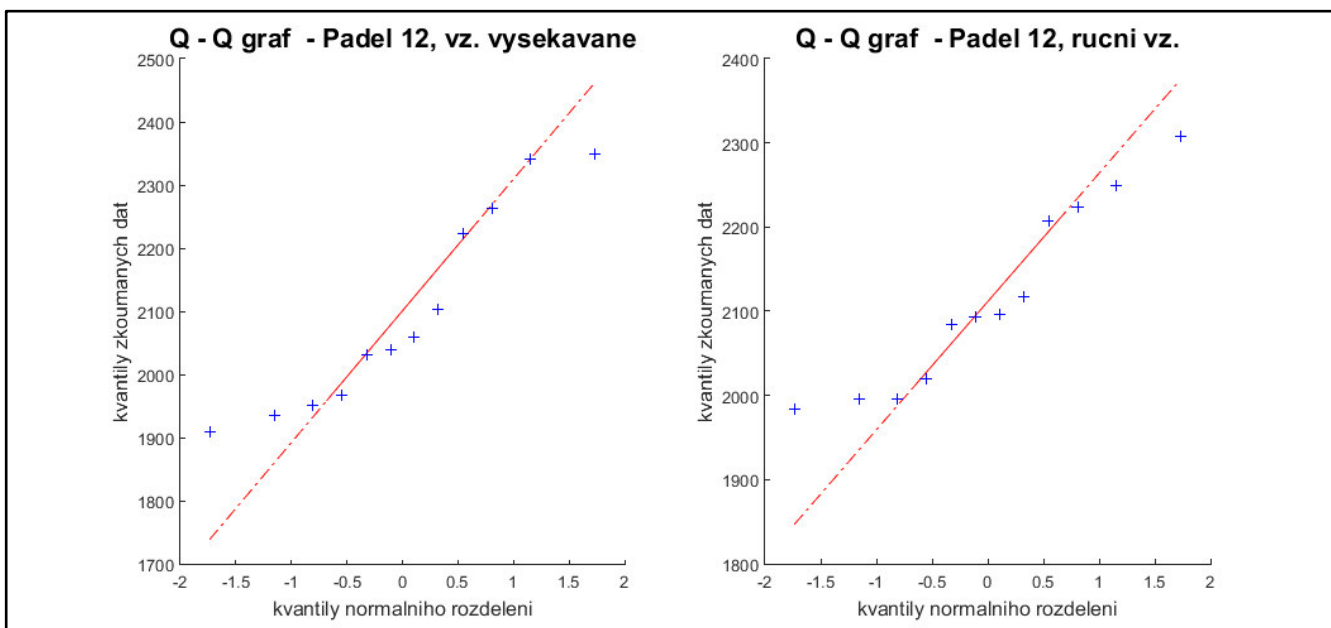
*Obr. D 28 Q-Q grafy pro vzorky Active PAD  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



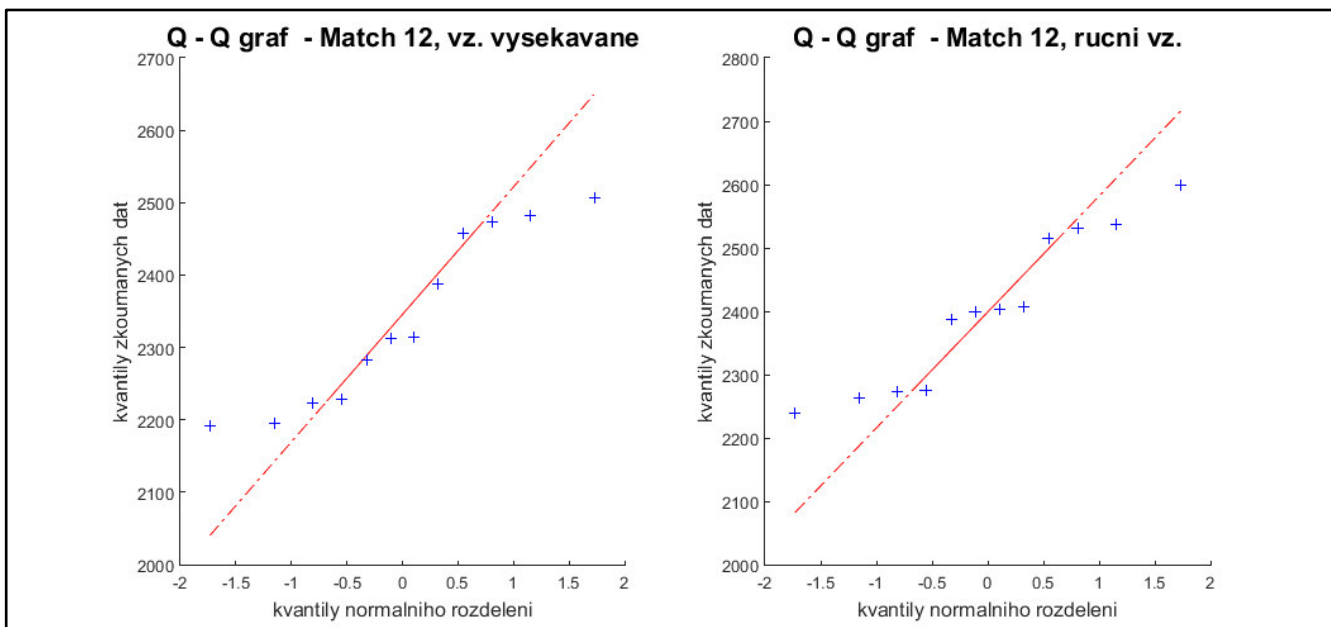
*Obr. D 29 Q-Q grafy pro vzorky Step  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



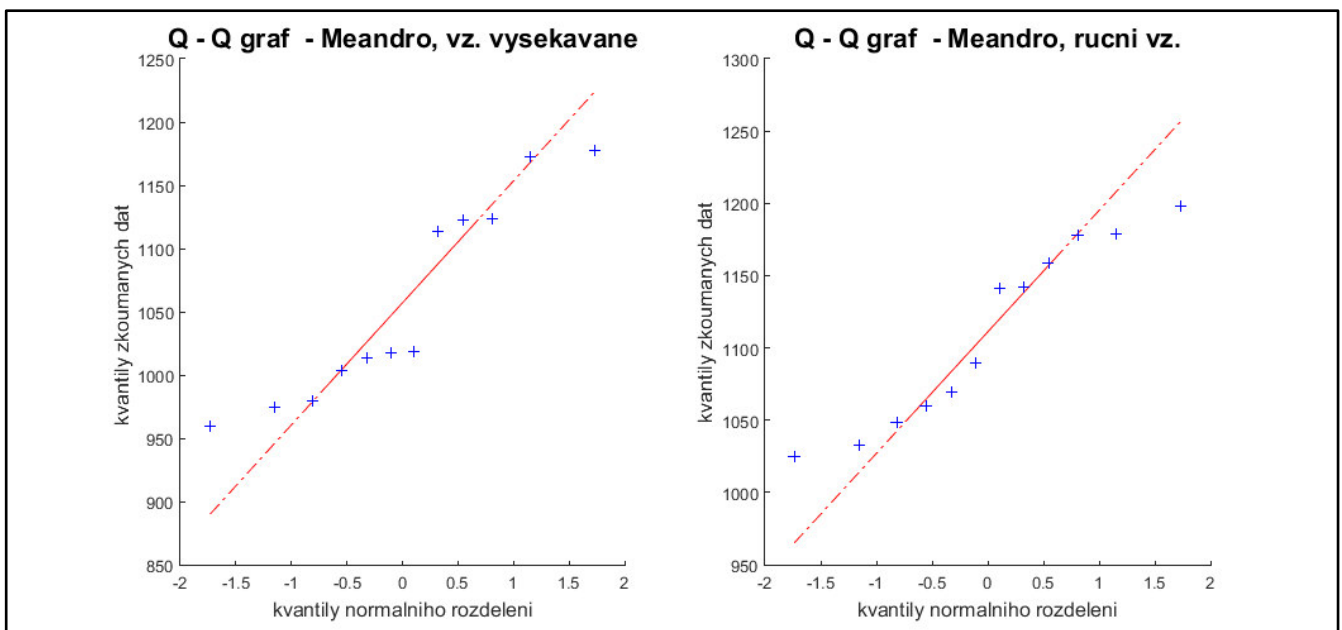
*Obr. D 30 Q-Q grafy pro vzorky Hattrick 50  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*



*Obr. D 31 Q-Q grafy pro vzorky Padel 12  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

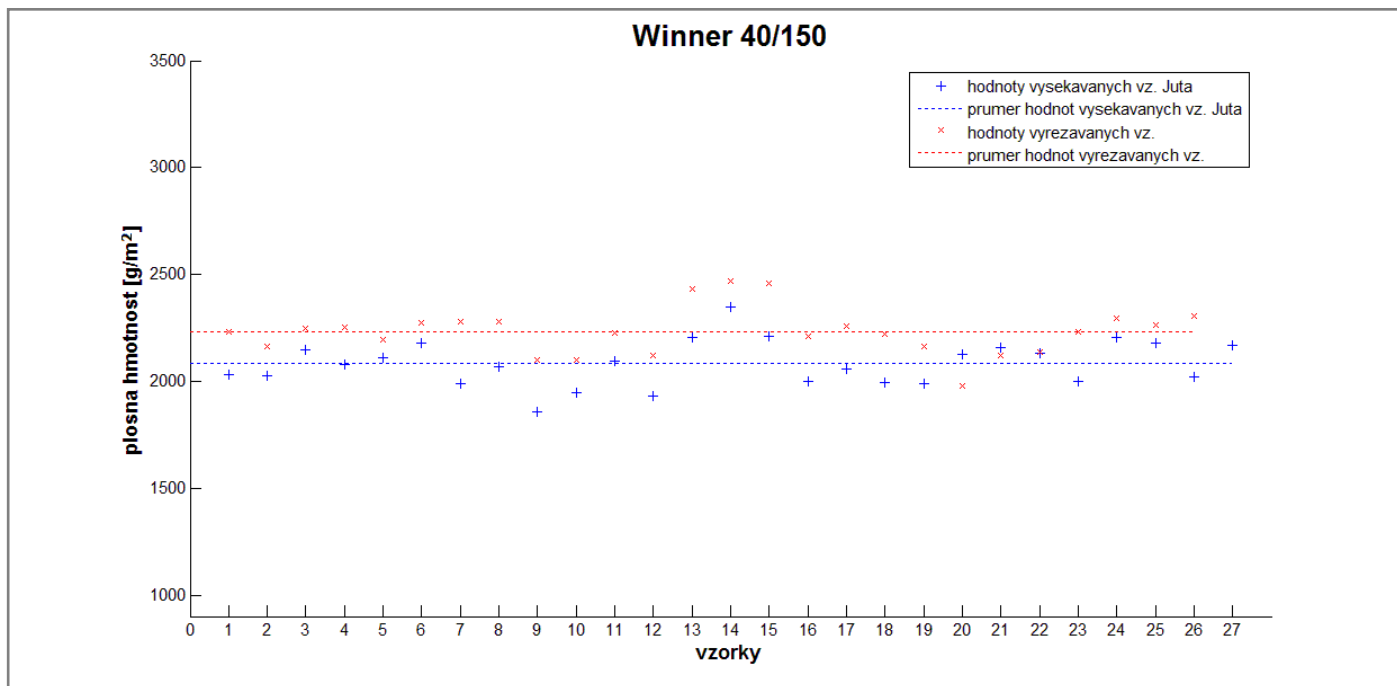


*Obr. D 32 Q-Q grafy pro vzorky Match 12  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

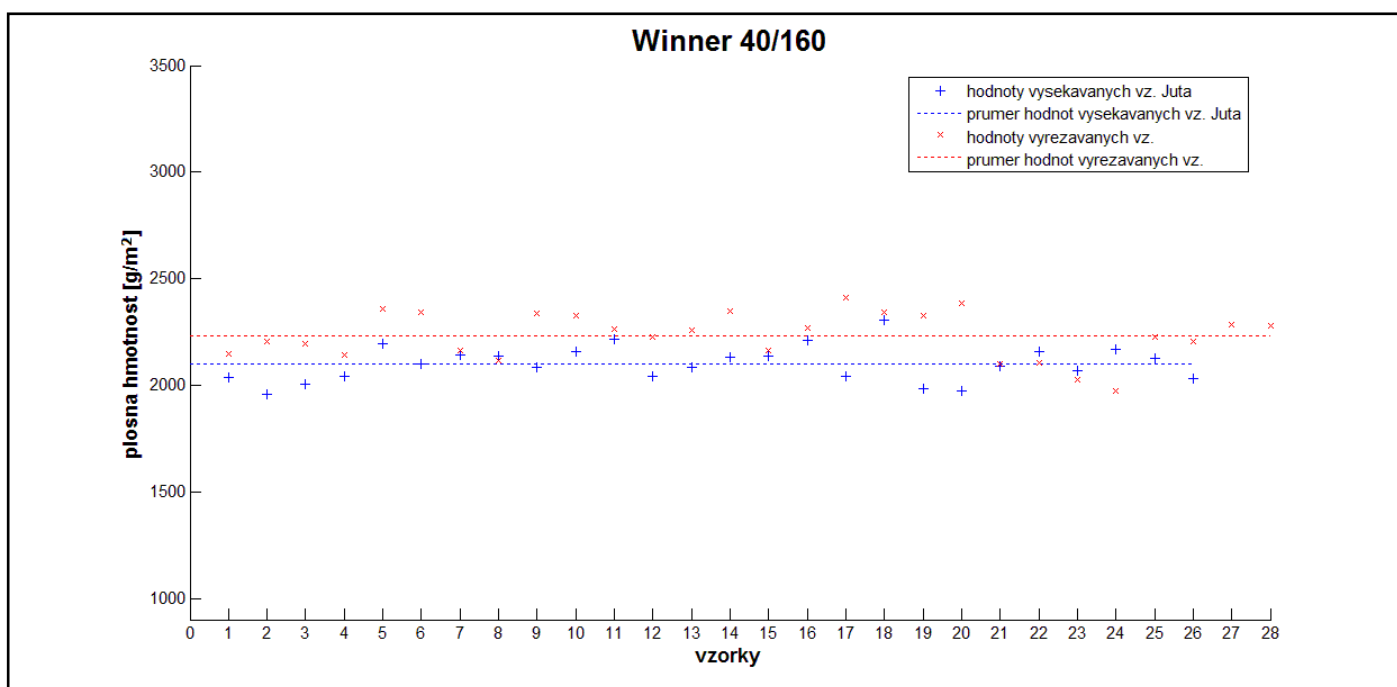


*Obr. D 33 Q-Q grafy pro vzorky Meandro  
(vlevo vysekávané stojem, vpravo ručně vyřezávané)*

## Příloha E - Grafické zobrazení naměřených dat

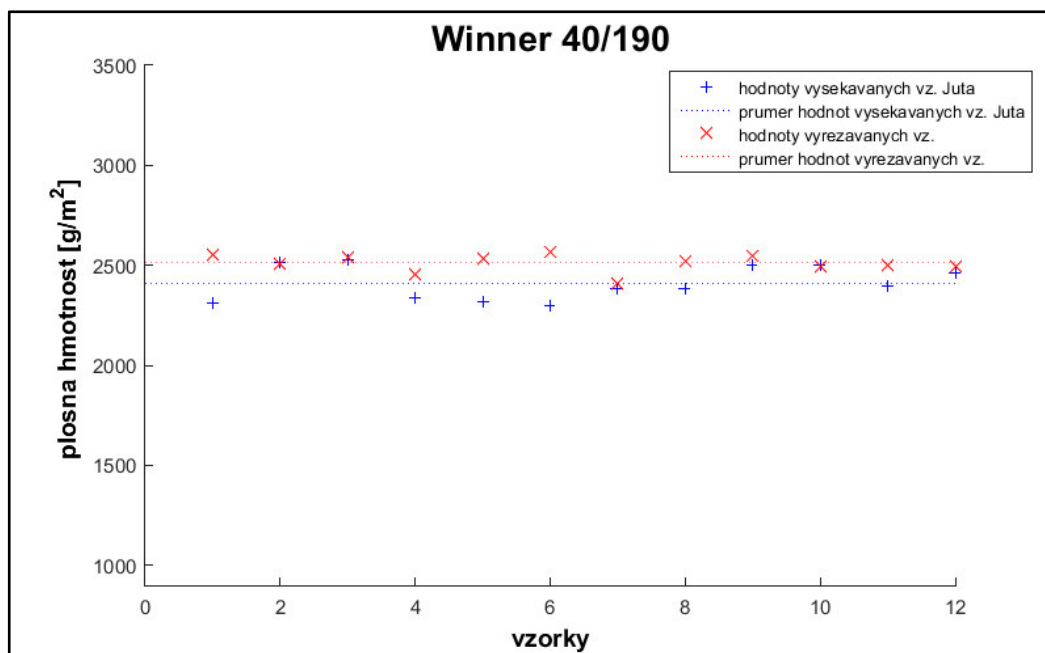


Obr. E 1 Základní data vzorků Winner 40/150

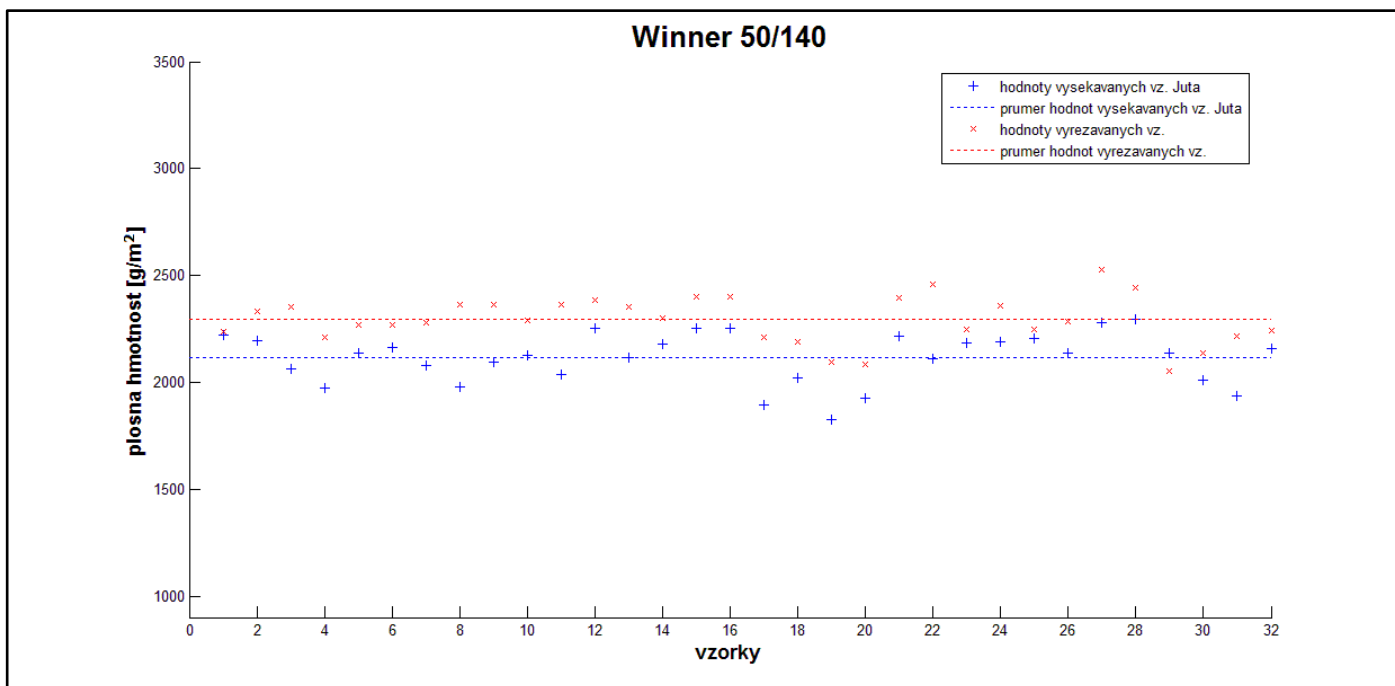


Obr. E 2 Základní data vzorků Winner 40/160

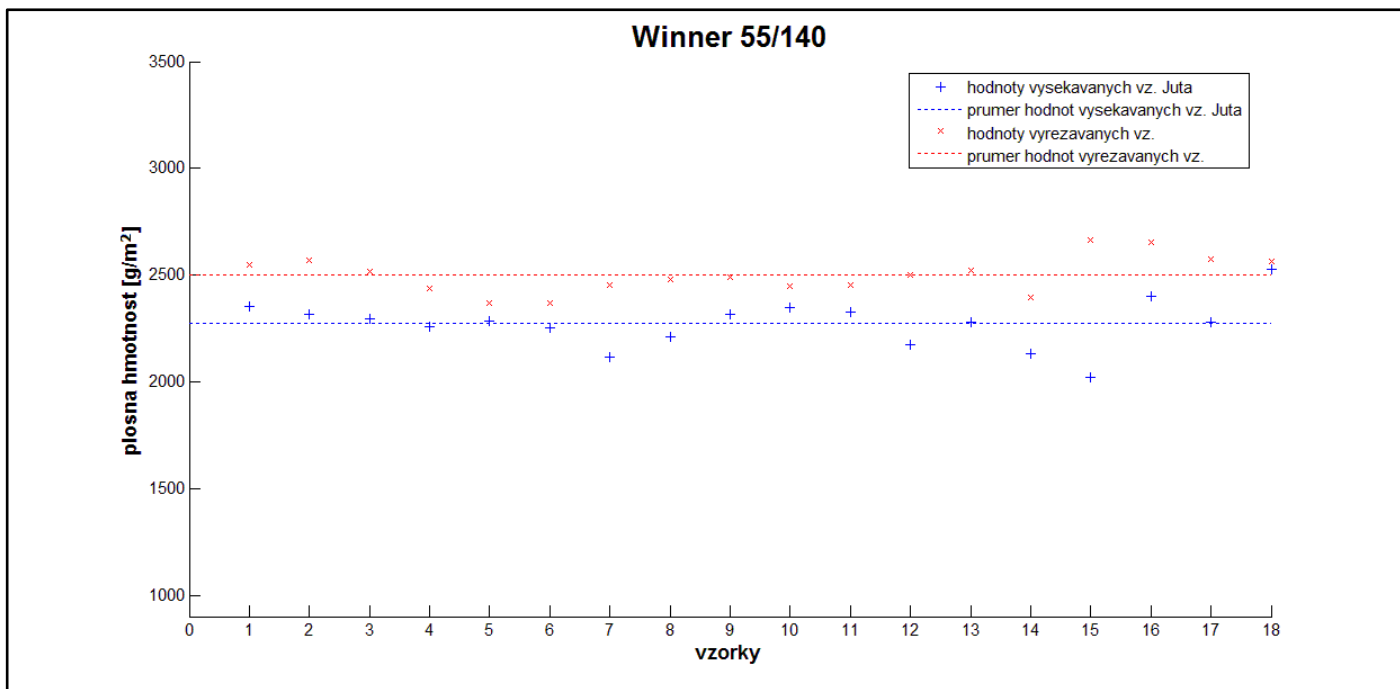




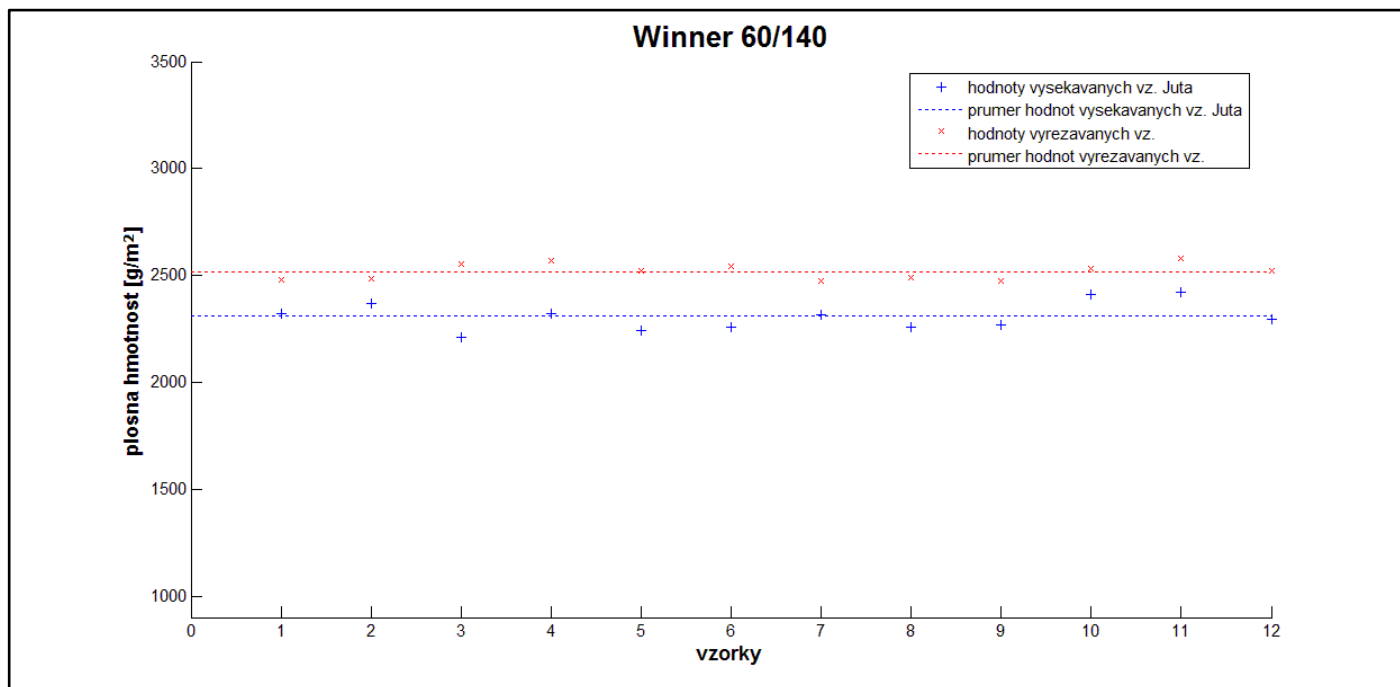
Obr. E 3 Základní data vzorků Winner 40/190



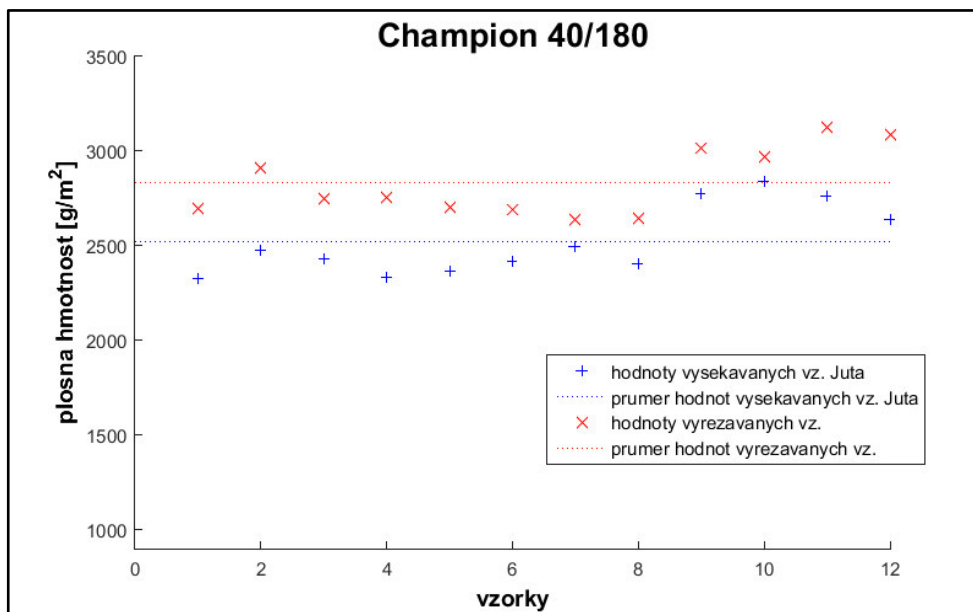
Obr. E 4 Základní data vzorků Winner 50/140



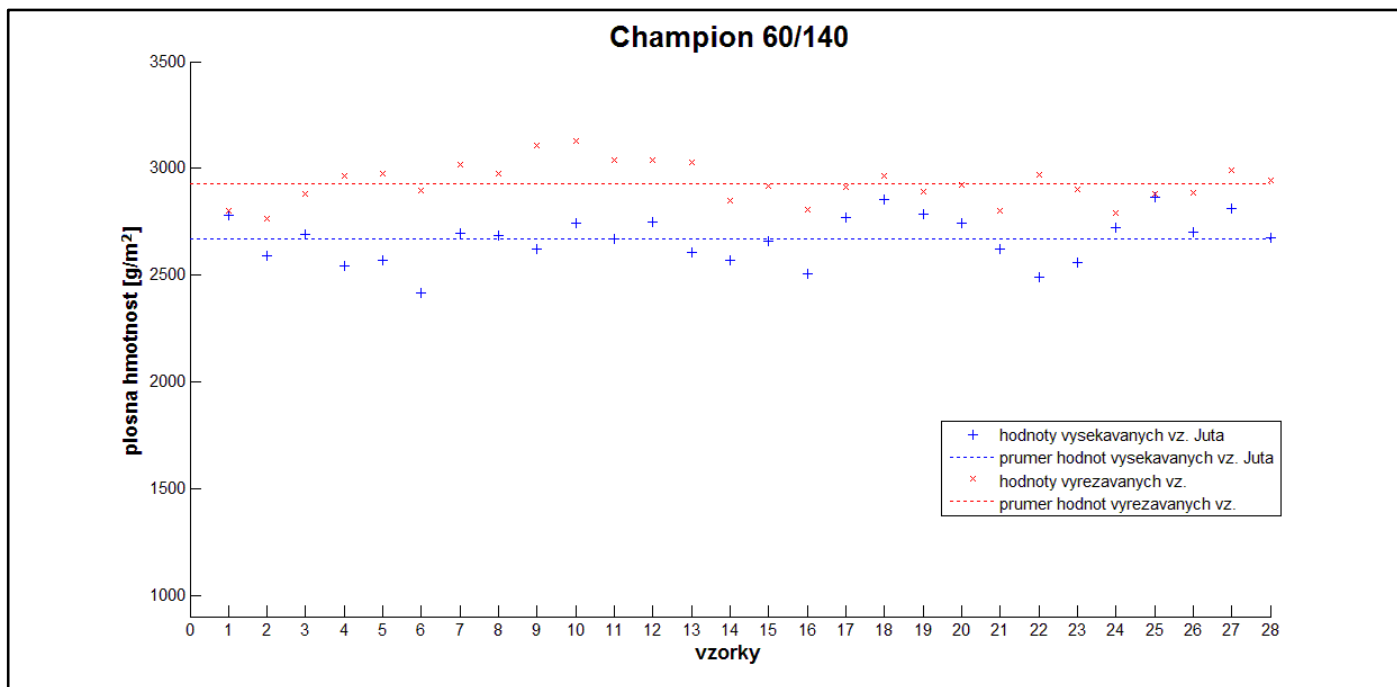
Obr. E 5 Základní data vzorků Winner 55/140



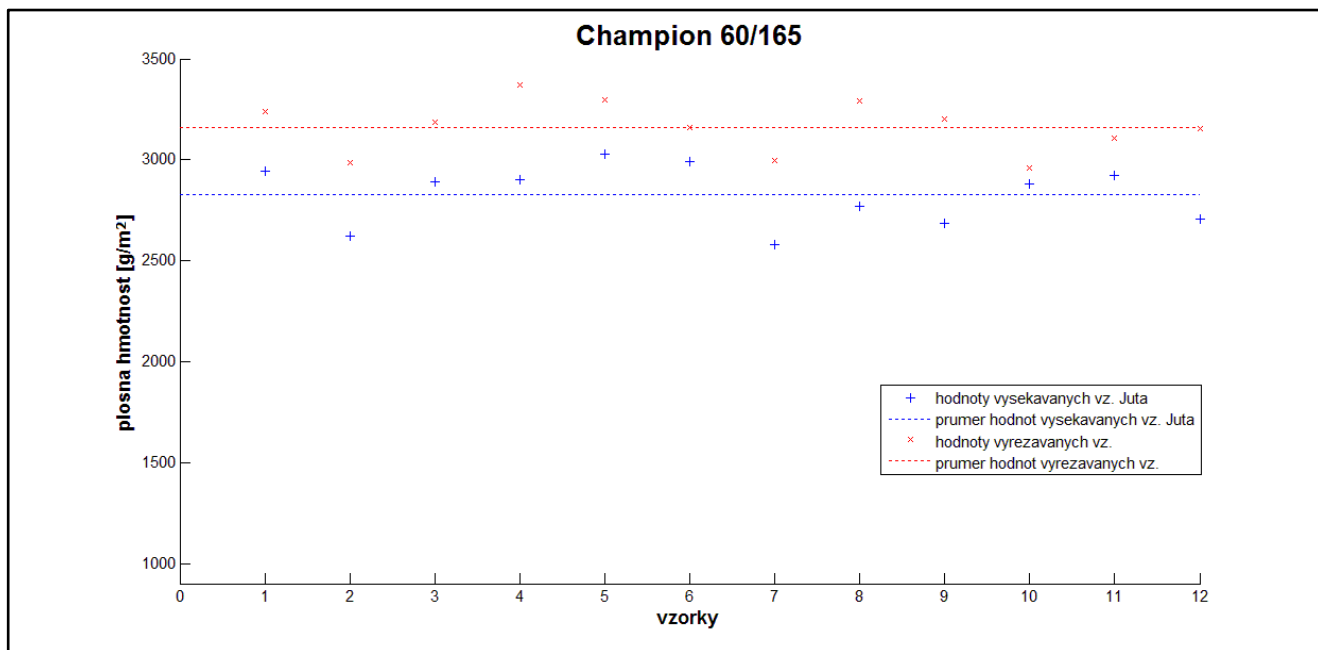
Obr. E 6 Základní data vzorků Winner 60/140



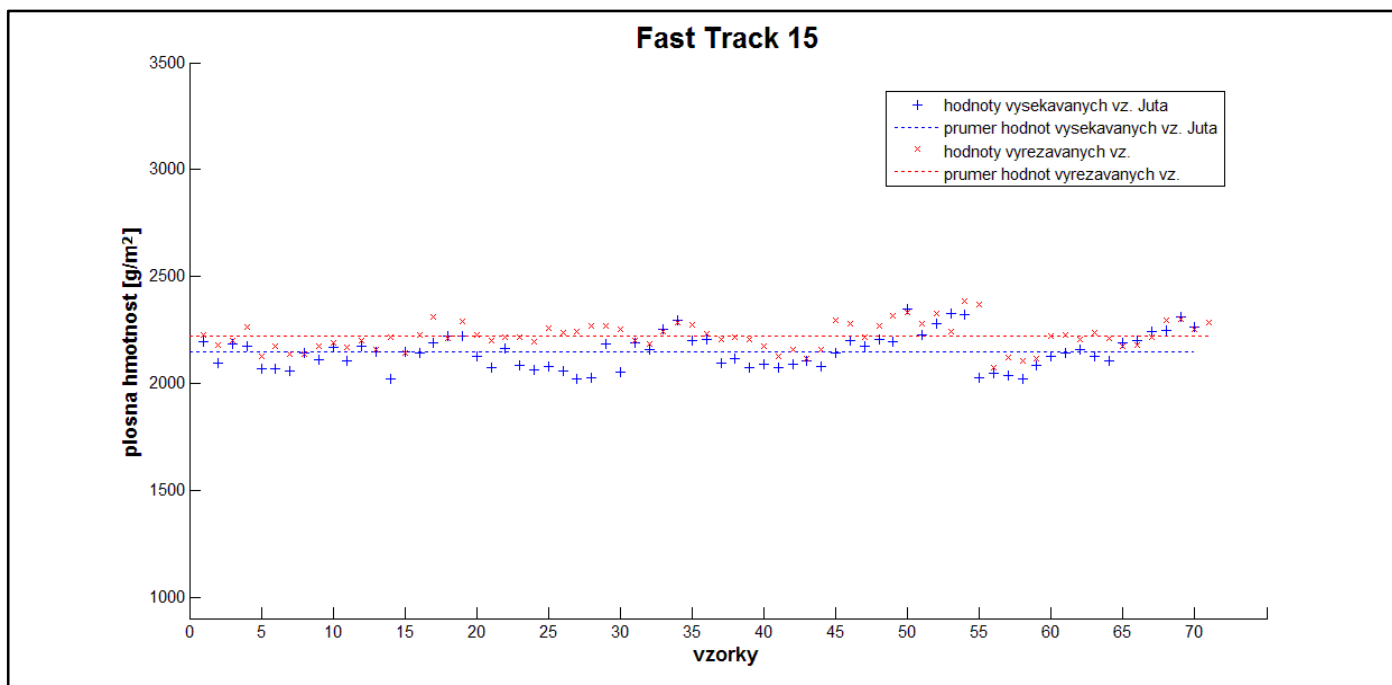
Obr. E 7 Základní data vzorků Champion 40/180



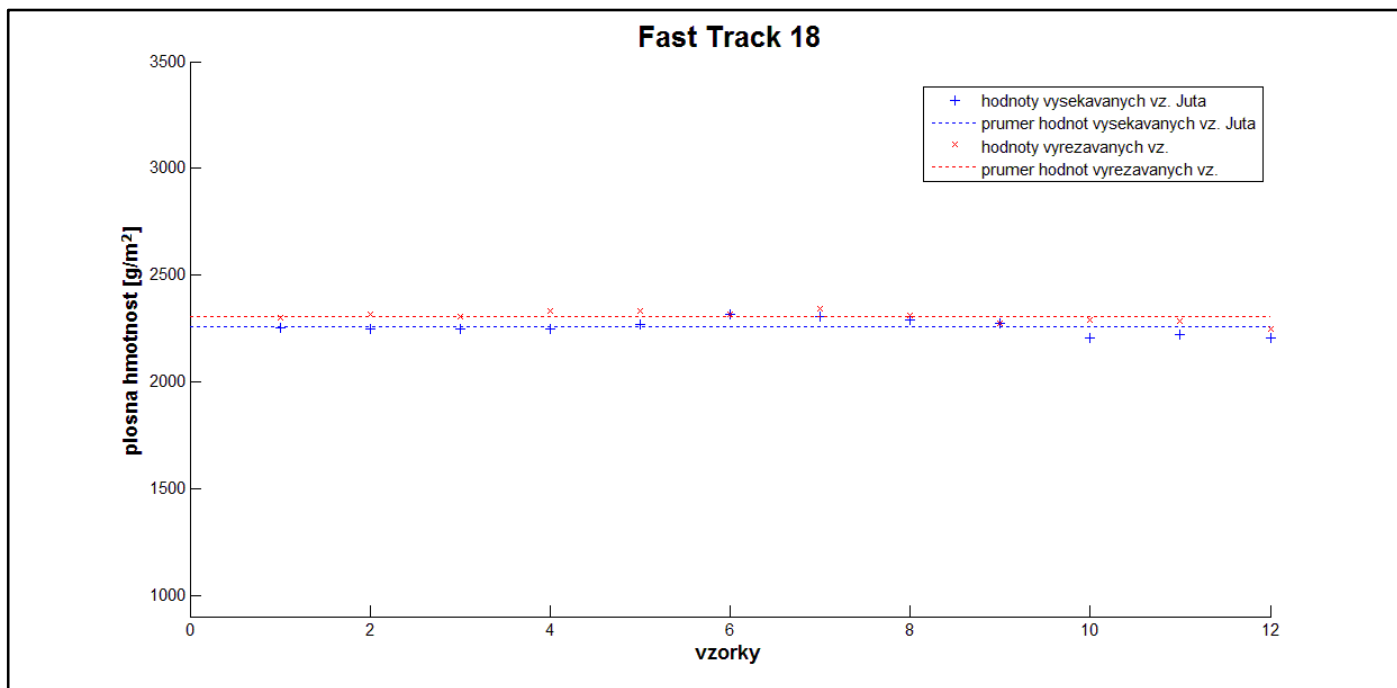
Obr. E 8 Základní data vzorků Champion 60/140



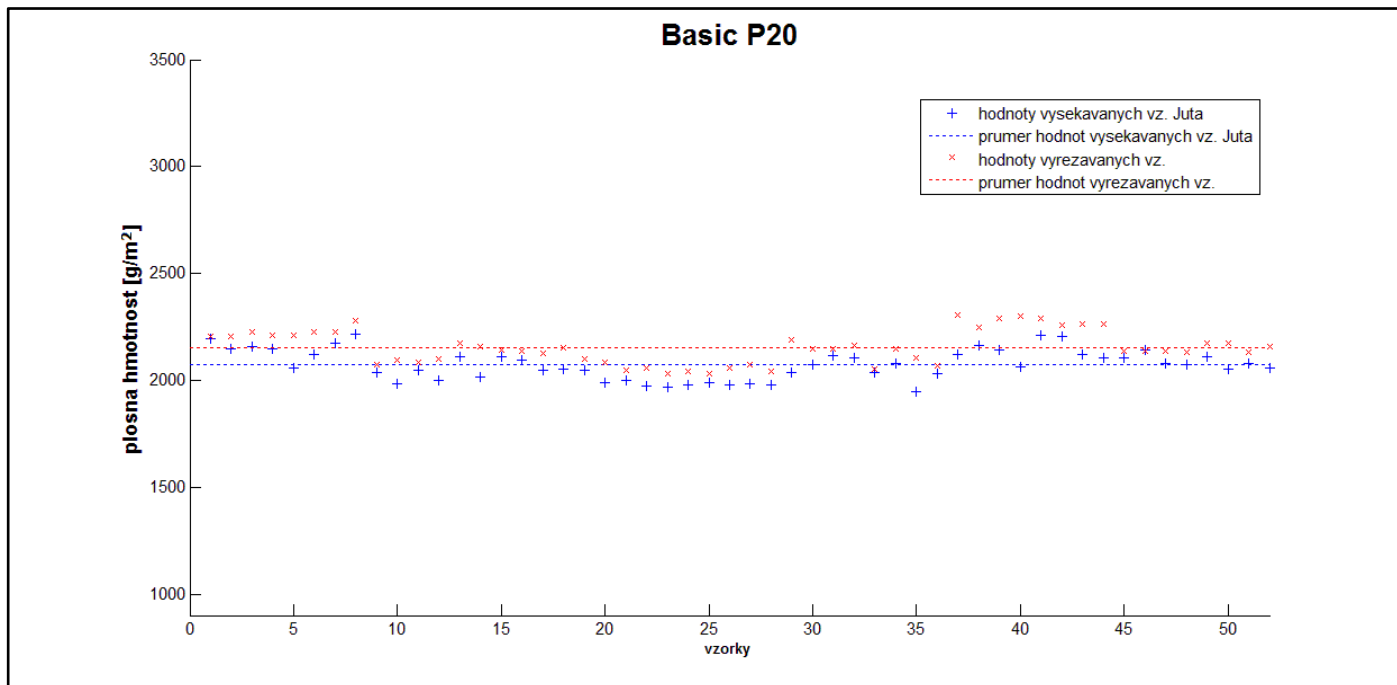
Obr. E 9 Základní data vzorků Champion 60/165



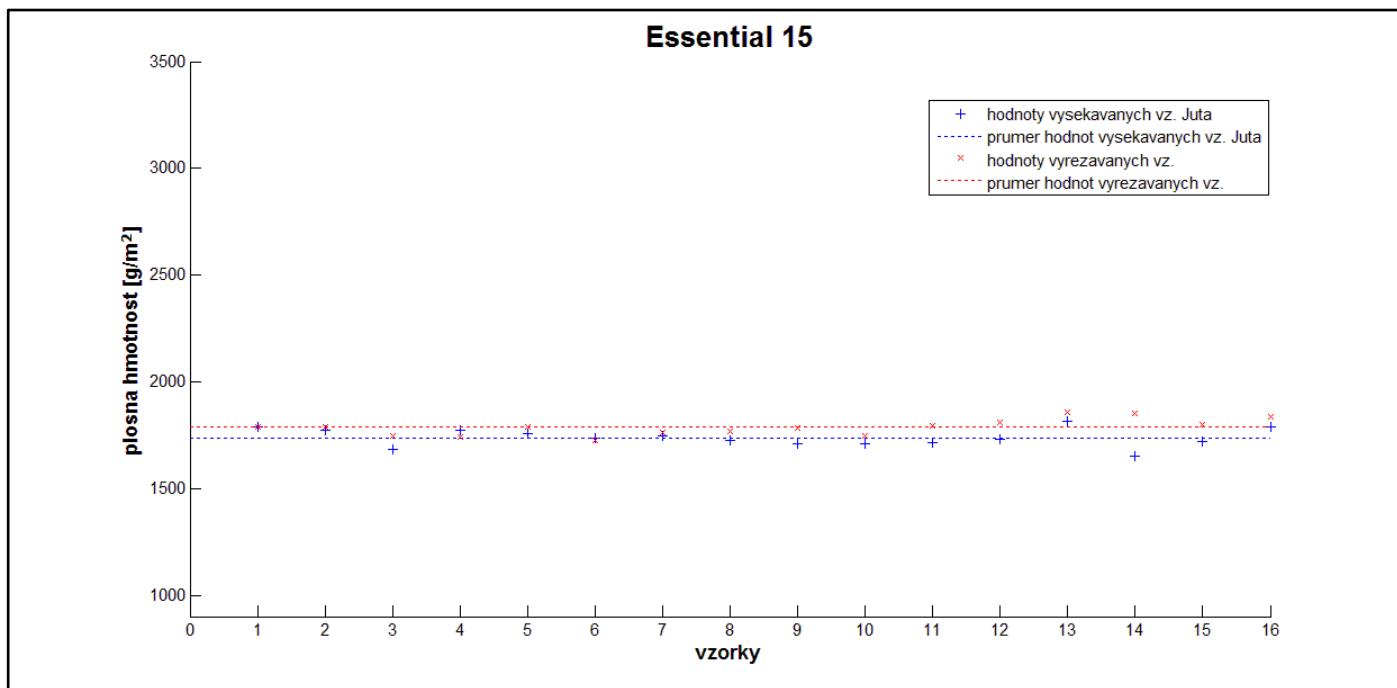
Obr. E 10 Základní data vzorků Fast Track 15



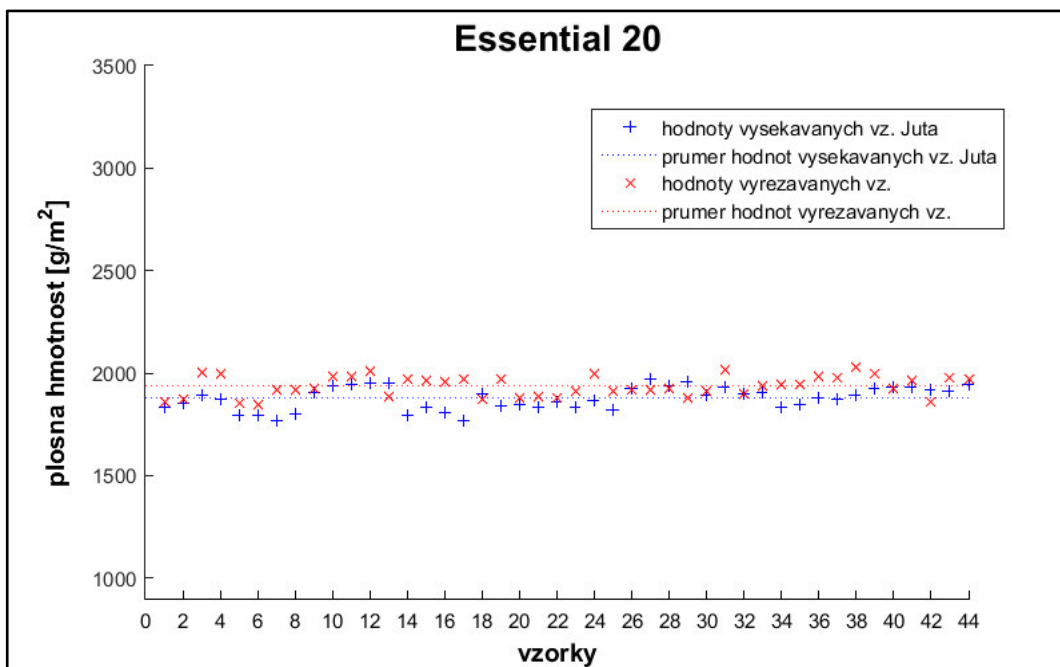
Obr. E 11 Základní data vzorků Fast Track 18



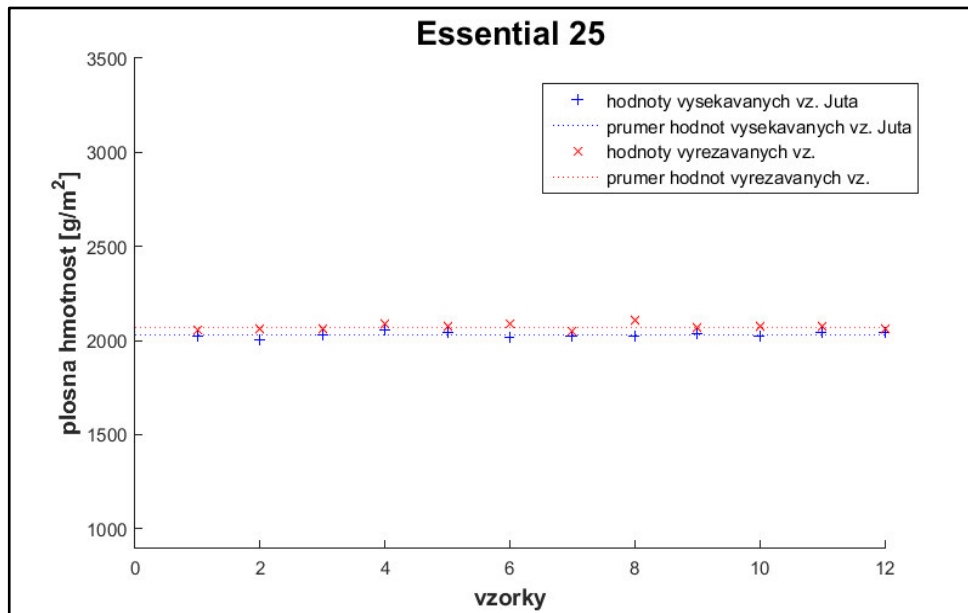
Obr. E 12 Základní data vzorků Basic P20



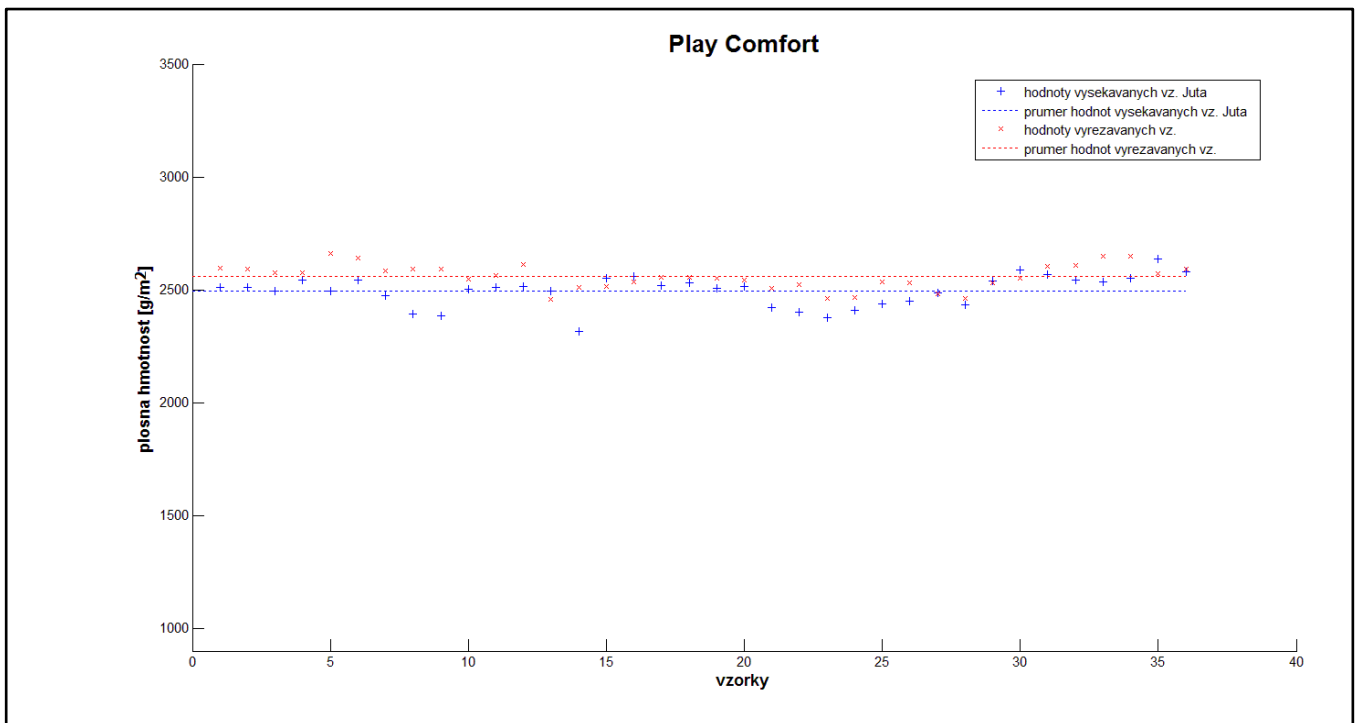
Obr. E 13 Základní data vzorků Essential 15



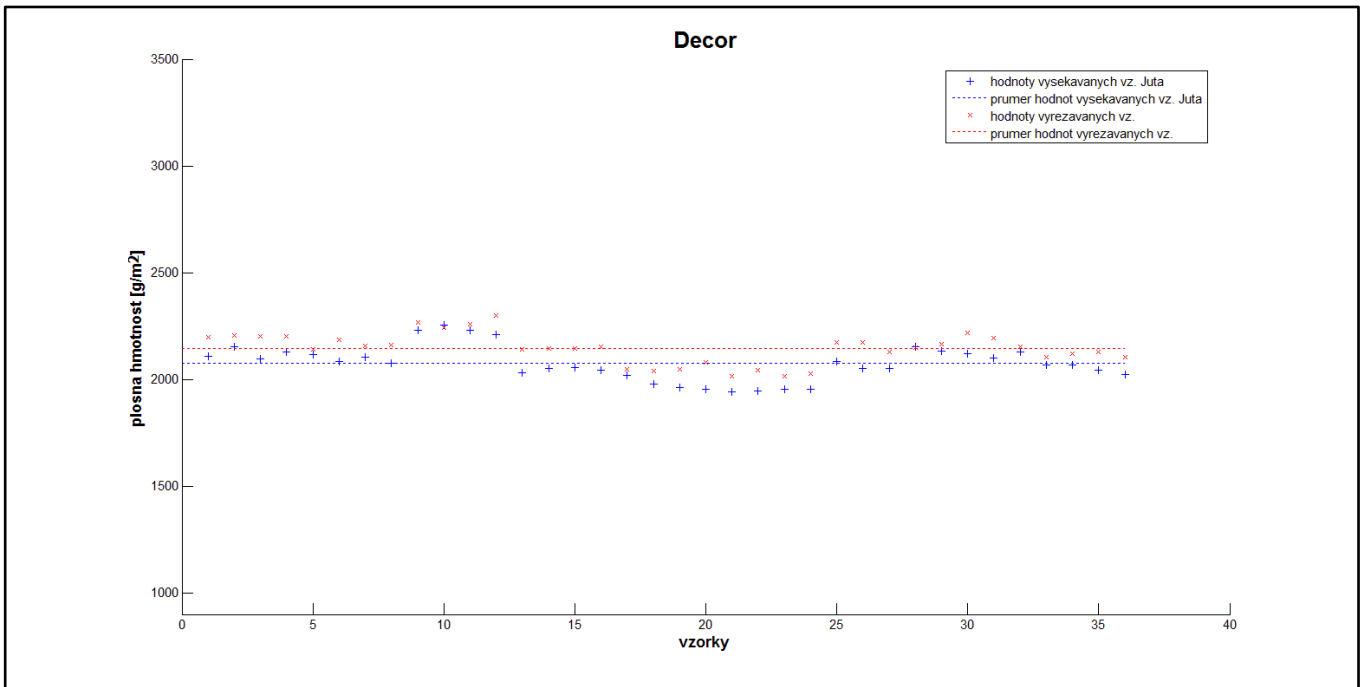
Obr. E 14 Základní data vzorků Essential 20



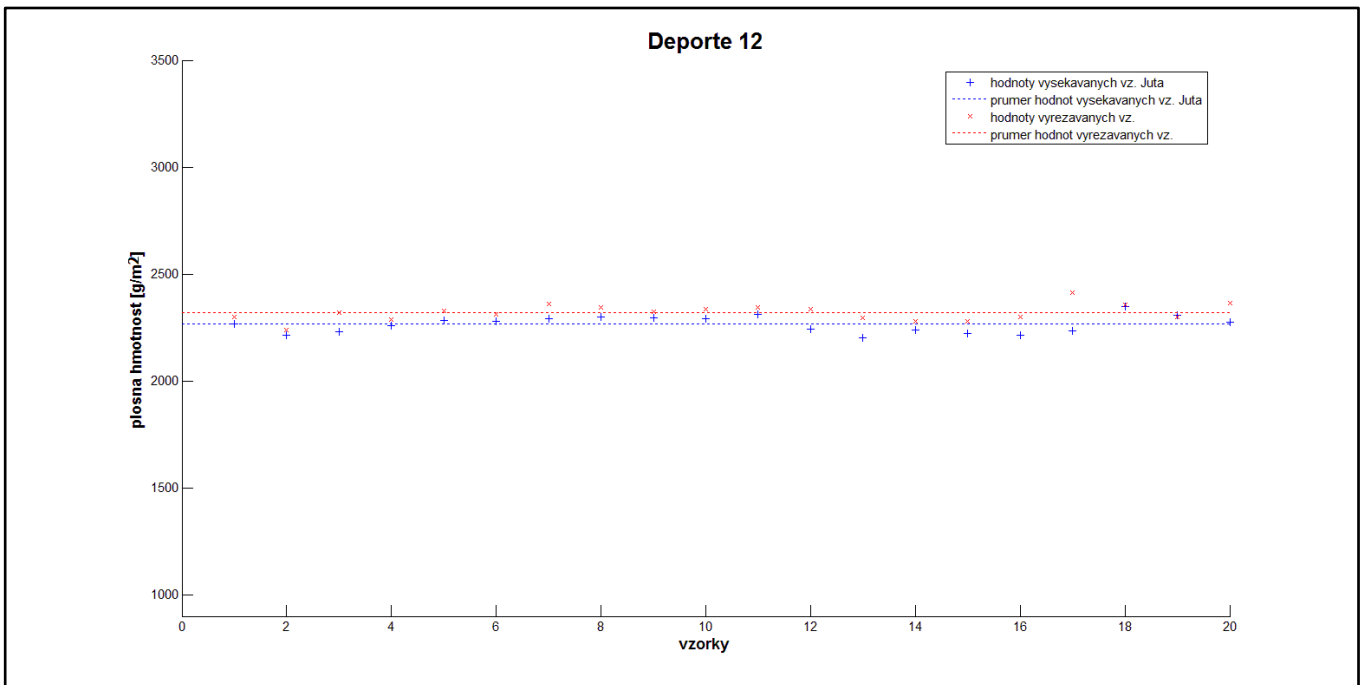
Obr. E 15 Základní data vzorků Essential 25



Obr. E 16 Základní data vzorků Play Comfort

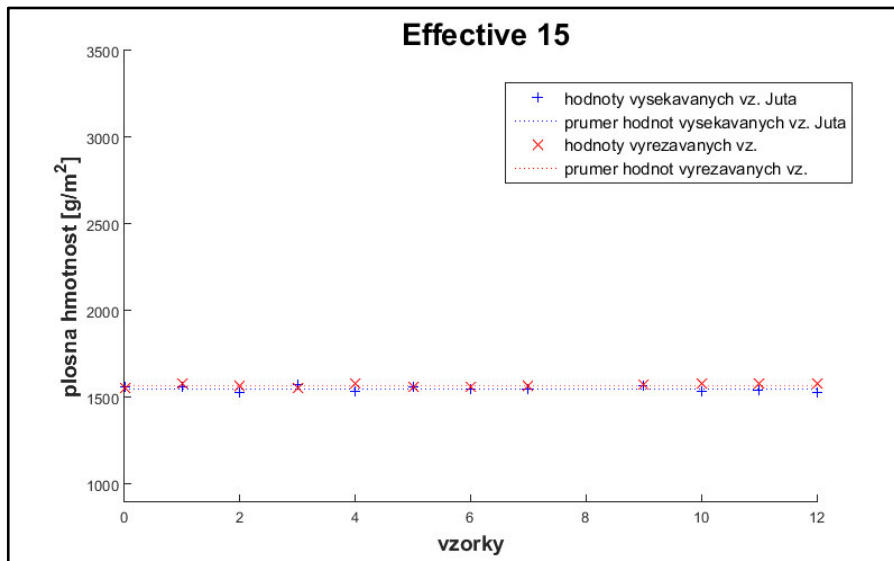


Obr. E 17 Základní data vzorků Decor

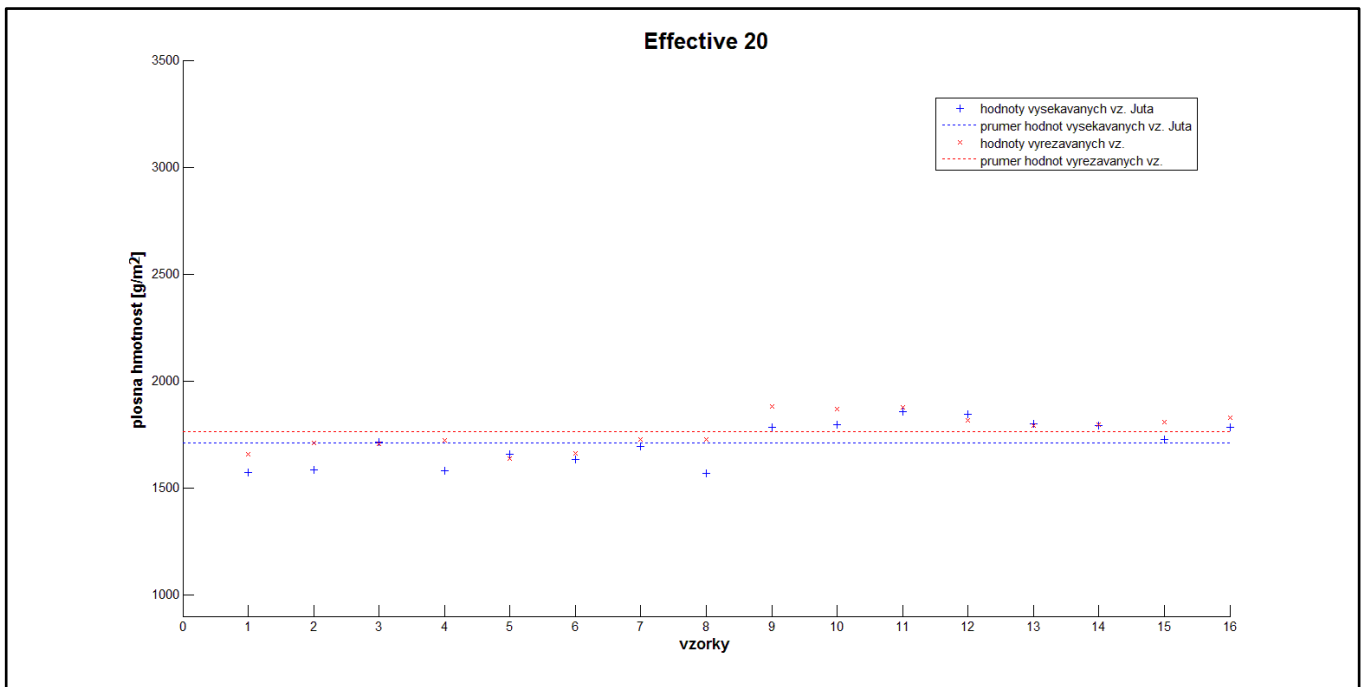


Obr. E 18 Základní data vzorků Deporte 12

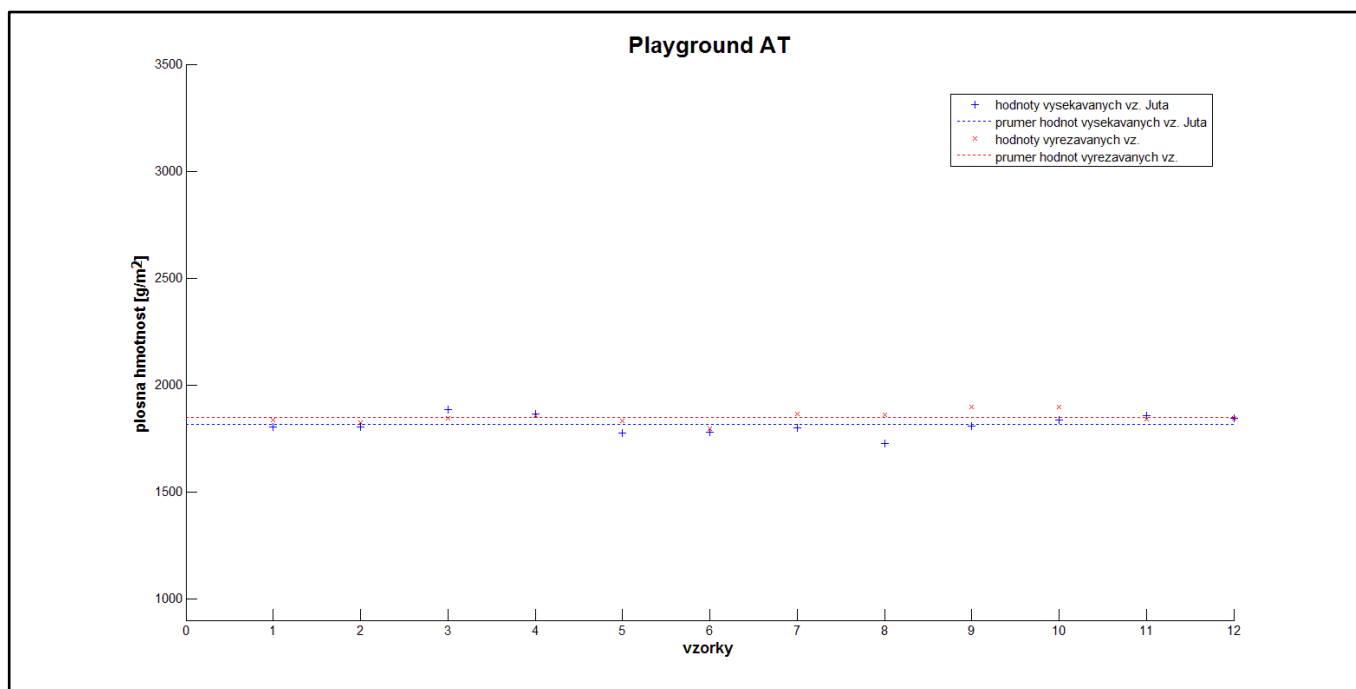




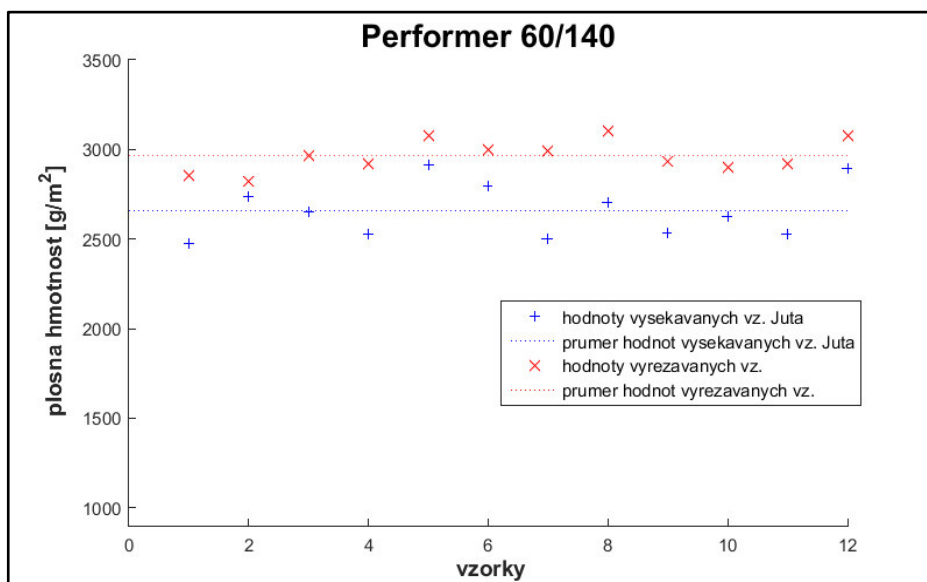
Obr. E 19 Základní data vzorků Effective 15



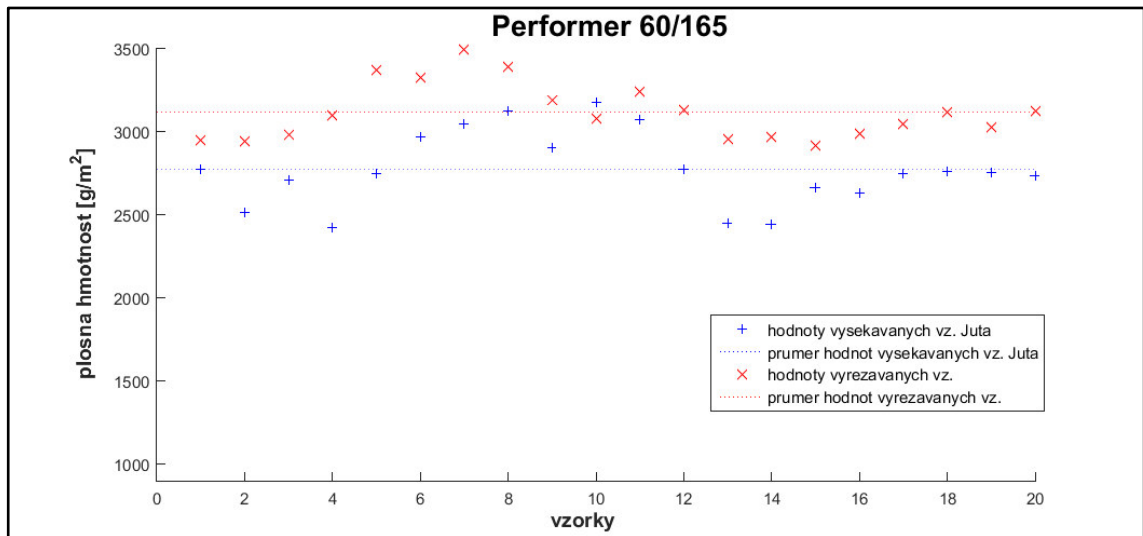
Obr. E 20 Základní data vzorků Effective 20



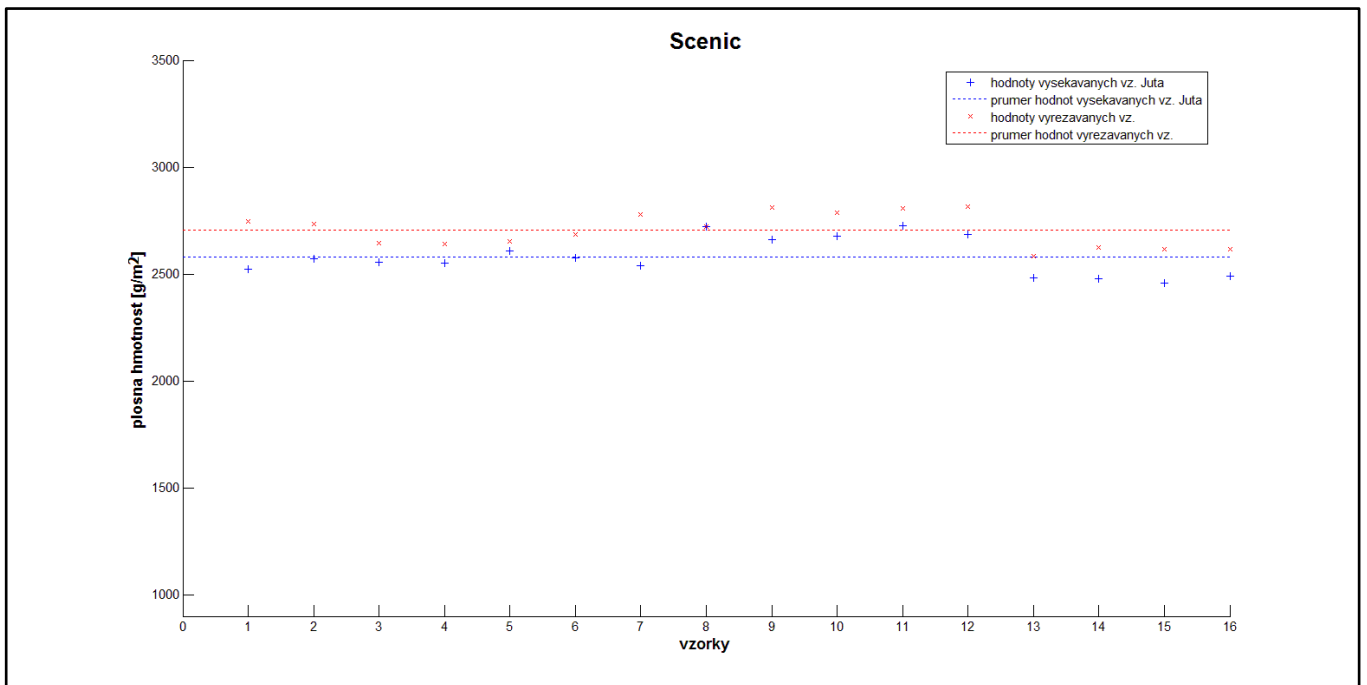
Obr. E 21 Základní data vzorků Playground AT



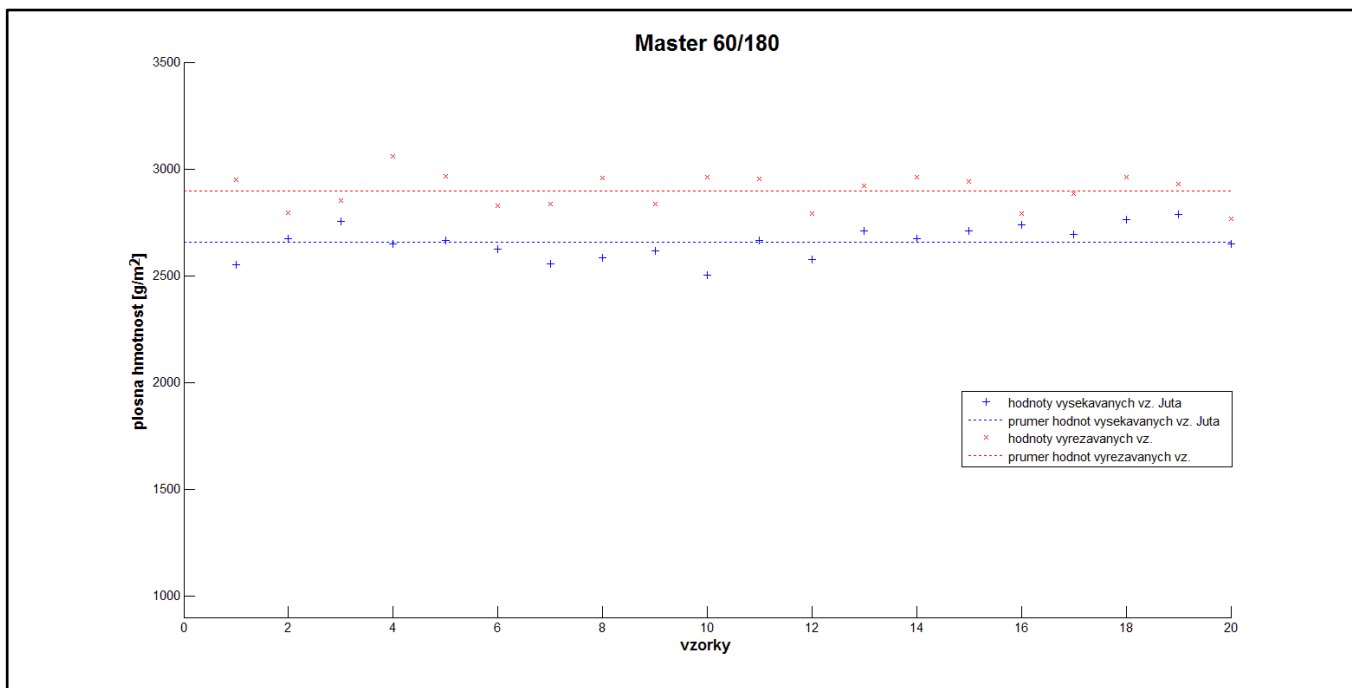
Obr. E 22 Základní data vzorků Performer 60/140



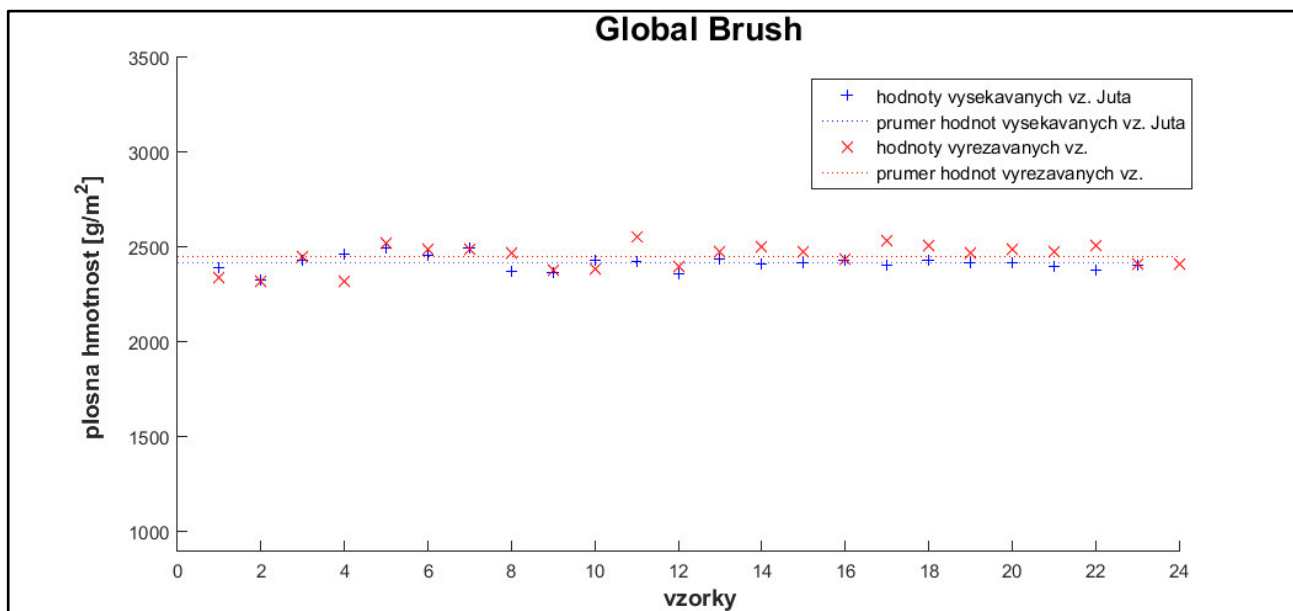
Obr. E 23 Základní data vzorků Performer 60/165



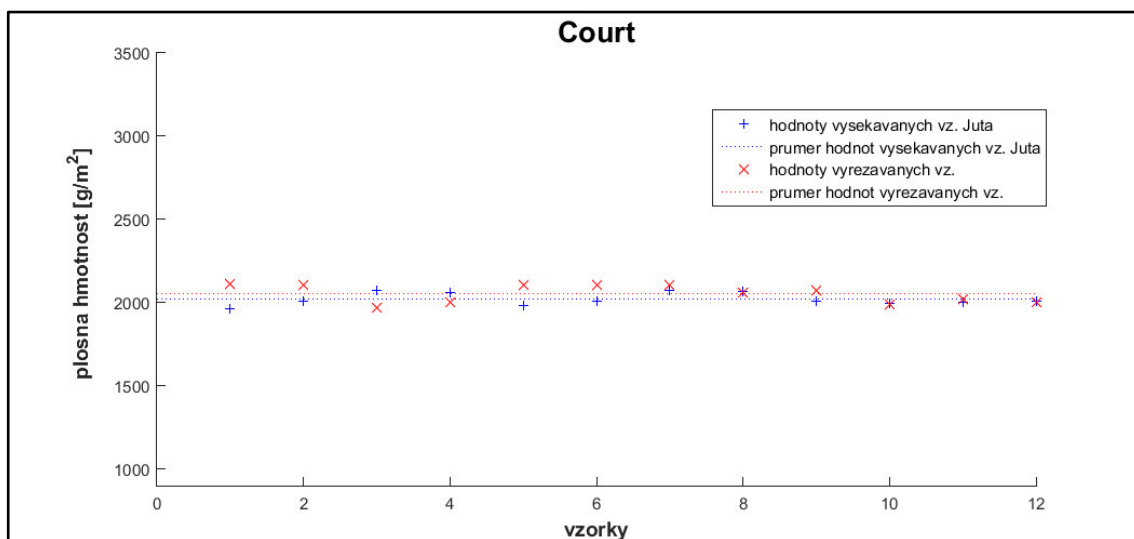
Obr. E 24 Základní data vzorků Scenic



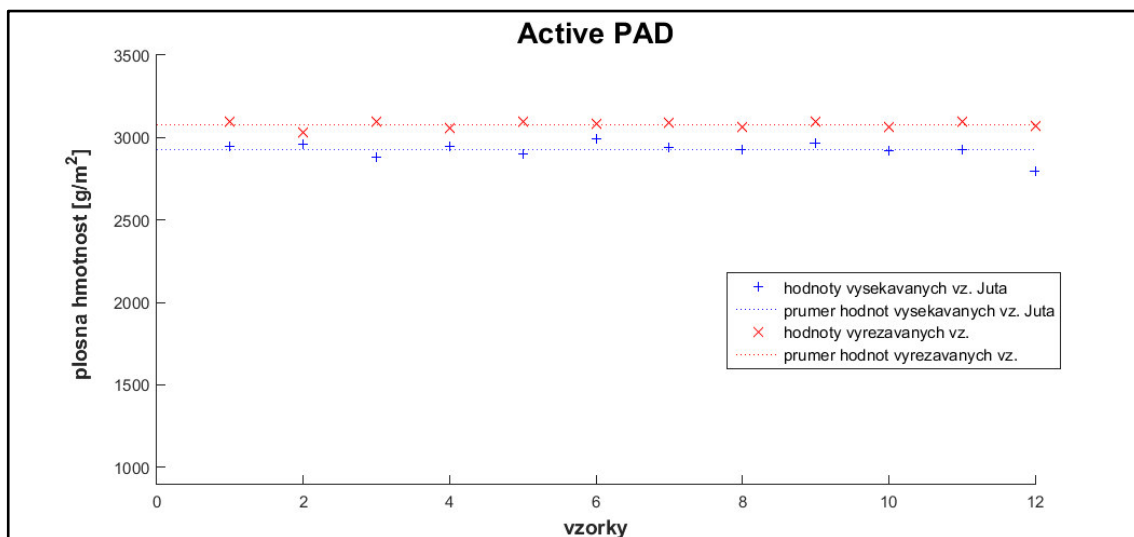
Obr. E 25 Základní data vzorků Master 60/180



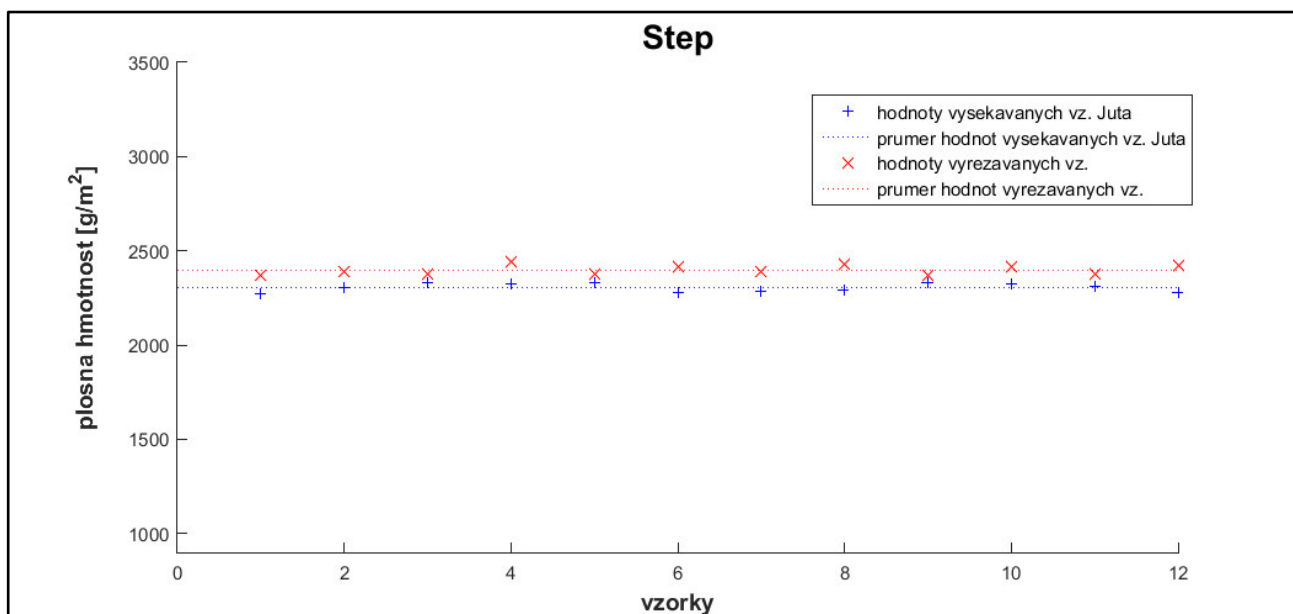
Obr. E 26 Základní data vzorků Global Brush



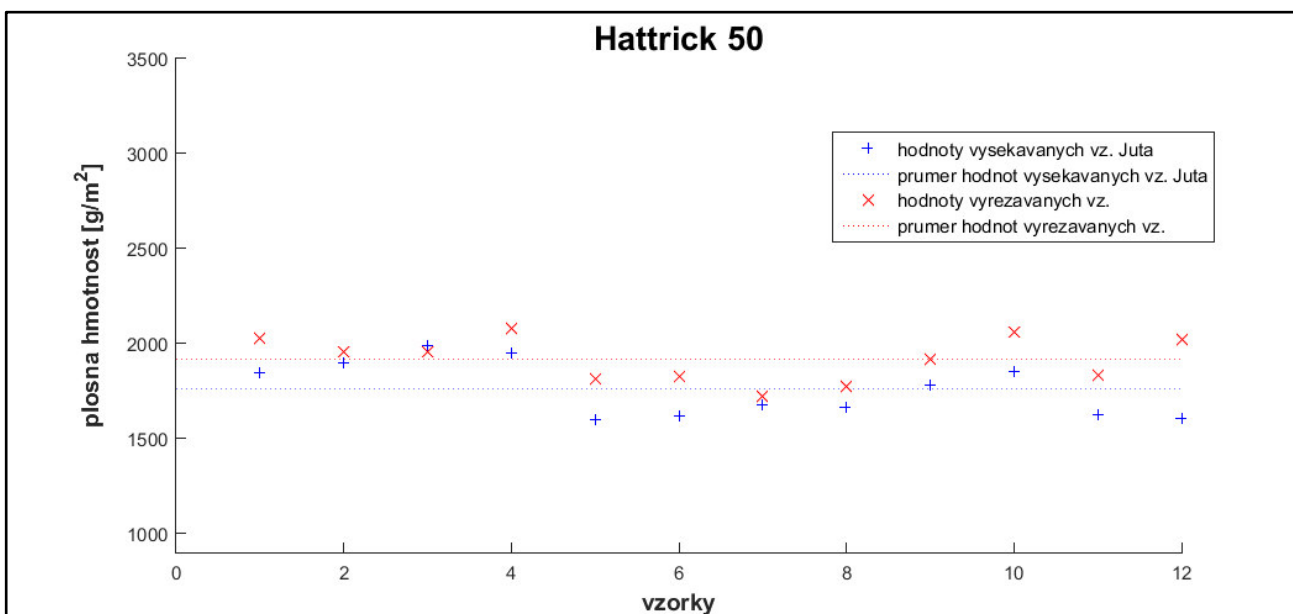
Obr. E 27 Základní data vzorků Court



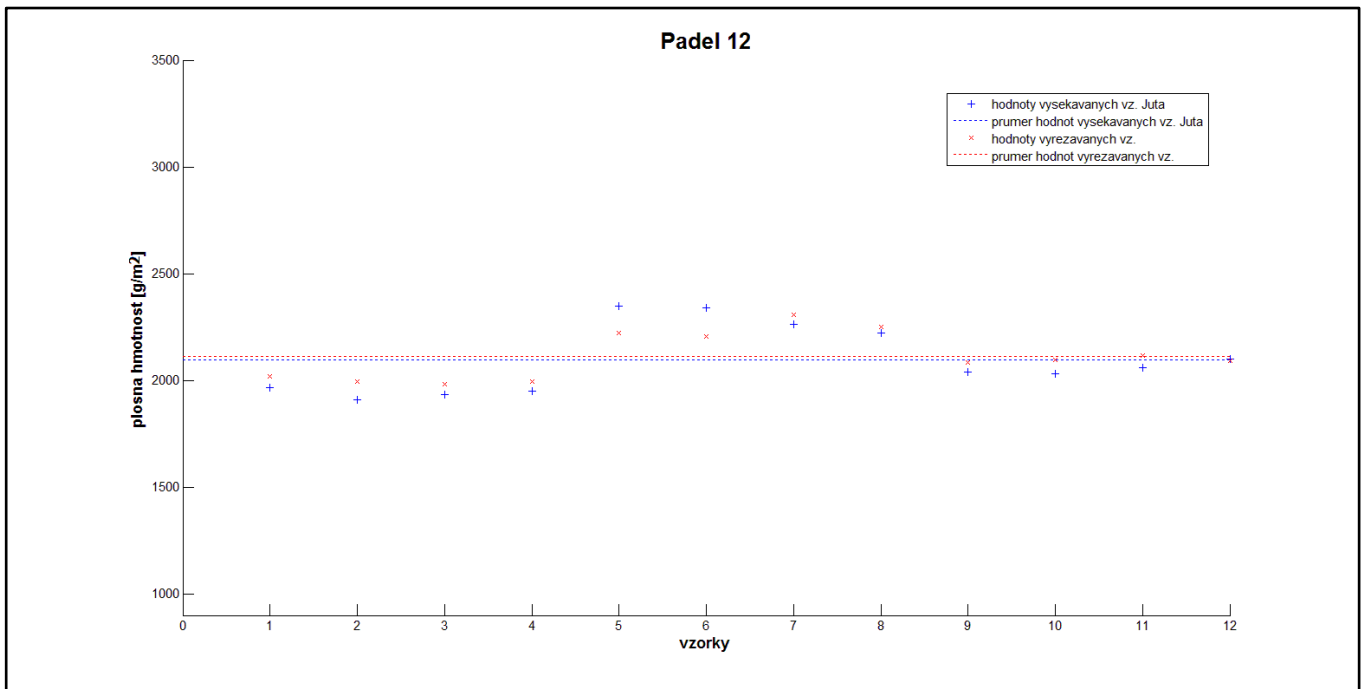
Obr. E 28 Základní data vzorků Active PAD



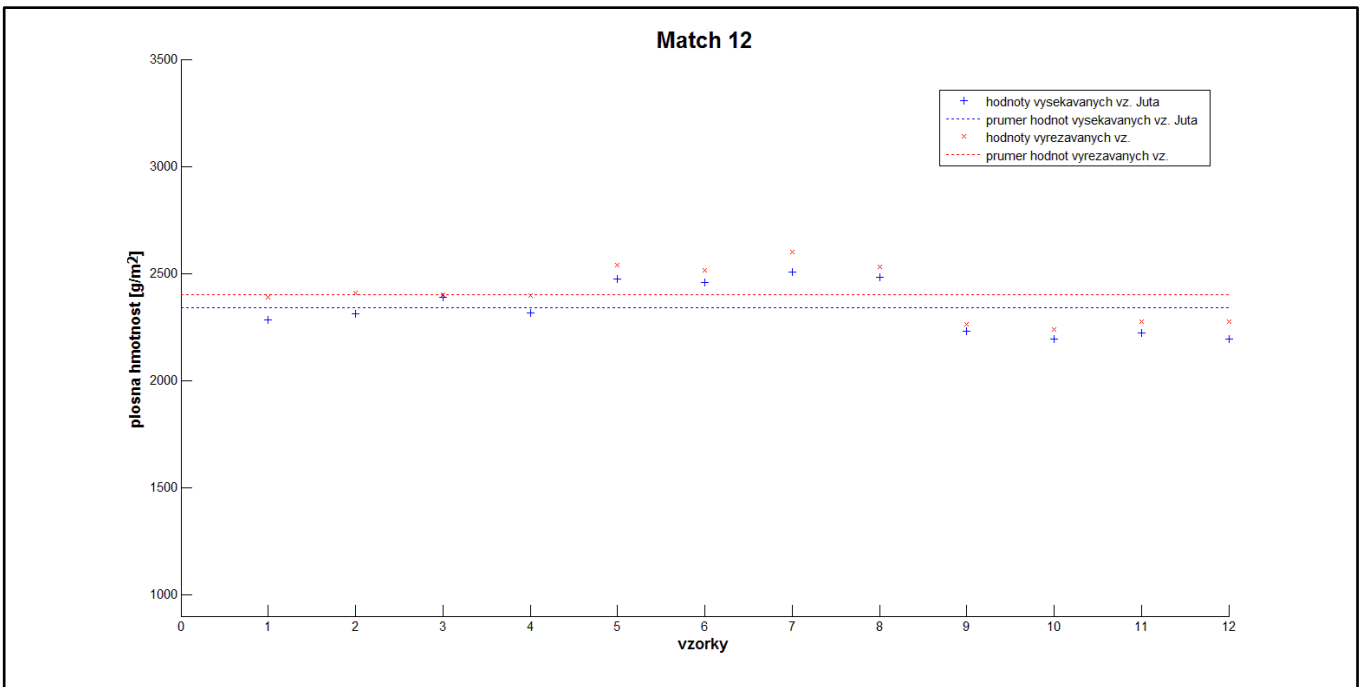
Obr. E 29 Základní data vzorků Step



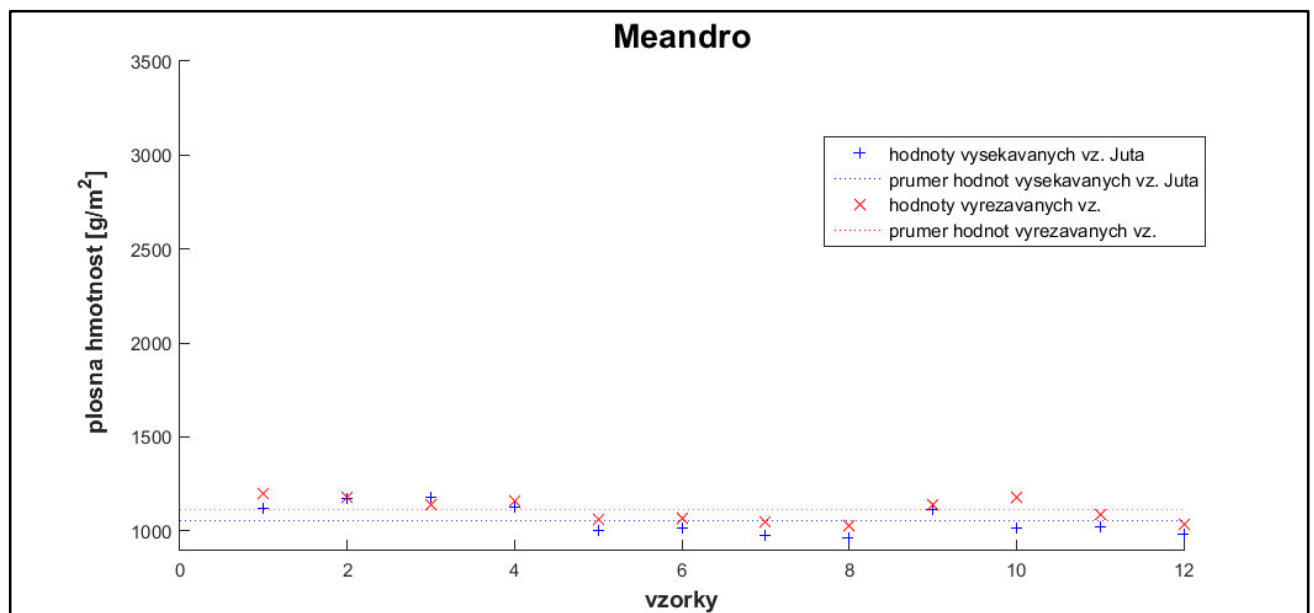
Obr. E 30 Základní data vzorků Hattrick 50



Obr. E 31 Základní data vzorků Padel 12



Obr. E 32 Základní data vzorků Match 12



Obr. E 33 Základní data vzorků Meandro