

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



Porovnání různých metod měření výšky
travního porostu

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Vilém Pavlů

Diplomant: Bc. Michal Balín

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Michal Balín

Ochrana přírody

Název práce

Porovnání různých metod měření výšky travního porostu

Název anglicky

Comparison of different methods for sward height measurement

Cíle práce

Cílem diplomové práce bude porovnání dvou metod měření výšky travního porostu: i) metoda prvního dotyku (first contact method), ii) talířova metoda (compressed sward height).

Metodika

Budou zpracována dvouletá data simultánního měření výšky travního porostu i) metoda prvního dotyku (first contact method), ii) talířova metoda (compressed sward height). Data byla sbírána v průběhu vegetačních sezón 2002 a 2003 na dlouhodobém pastevním experimentu v Oldřichově v Hájích, kde probíhala intenzivní a extenzivní pastva jalovic. V roce 2016 bude testována časová náročnost obou metod. Výsledky budou testovány pomocí analýzy variance (ANOVA).

Doporučený rozsah práce

cca 50 str

Klíčová slova

travní porost, pastva, výška porostu, metody měření

Doporučené zdroje informací

CASTLE, M.E. A Simple Disc Instrument for Estimating Herbage Yield. Grass and Forage Science, 1976, 31: 37-40.

CORRELL, O.; ISSELSTEIN, J.; PAVLŮ, V. Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. Grass and Forage Science, 2003, 58: 450-454.

DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. Sward measurement handbook. Reading: BGS, 1993. ISBN 0-9059444-22-4

STEWART, K. E. J.; BOURN, N. A. D.; THOMAS, J. A. An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. Journal of Applied Ecology, 2001, 38.5: 1148-1154.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Dr. Ing. Vilém Pavlů

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Lenka Pavlů

Elektronicky schváleno dne 5. 4. 2017

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 4. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 04. 2017

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. Dr. Ing. Viléma Pavlů, a že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal. Dále prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 30. 3. 2017

Michal Balín

Poděkování:

V následujících řádcích bych chtěl poděkovat svému školiteli prof. Dr. Ing. Vilémovi Pavlů, za odborné vedení práce a za všechny podněty a rady, které mi během psaní práce poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu během studia.

Abstrakt

Výška travního porostu je významný parametr pro mnoho zemědělských, ochranných i biologických výstupů. Ovlivňuje dominanci, sukcesi na daném území, dostupnost a kvalitu výživy pro spásáče a ekologické niky pro mnohé druhy živočichů. Na optimální způsob měření výšky porostu ovšem není zcela sjednocený pohled. Cílem této práce je proto porovnání měření výšky travního porostu pomocí metody přímého dotyku „first contact“ a talířové metody „rising plate“.

Práce se skládá ze dvou částí. V první části je literární rešerše týkající se významu trvalých travních porostů, způsobu jejich obhospodařování a způsobu měření výšky travního porostu. V praktické části je popsán pokus, který probíhal v letech 2002, 2003 a 2016, a ve kterém bylo cílem zjistit rozdíly mezi získanými výsledky naměřené výšky, posoudit vhodnost či nevhodnost jednotlivých metod na pastvě s intenzivní a extenzivní pastvou a porovnat časovou náročnost jednotlivých metod.

Experiment ukázal, že obě prováděné metody mohou být stejně vhodné pro měření výšky podhorského travního porostu obhospodařovaného intenzivní i extenzivní pastvou jalovic. Byly však zjištěny rozdíly v naměřených hodnotách mezi oběma variantami. Při použití talířové metody byly naměřené hodnoty nižší a byla zjištěna menší standardní chyba u jednotlivých měření. Naměřené hodnoty u obou variant byly vzájemně silně korelovány. Experiment prokázal menší časovou náročnost talířové metody a její možné využití jako standardní metody jak pro zemědělské účely, tak pro ochranu přírody.

Klíčová slova: trvalý travní porost, výška drnu, metoda přímého dotyku, talířová metoda

Abstract

Aim of this diploma thesis was a comparison of different methods for sward height measurement – „first contact“ method and „rising plate“ method. Sward height is basic parameter for many agro technical, environmental and biological studies. Sward height affects succession, dominance, availability and quality of forage for herbivores and ecological niches for many organisms. There is not uniform view of sward height measurement.

The thesis consists of two parts. The first part is mainly focused on review on management of grassland and sward height measurement. The second part is focused on experiment conducted in the years 2002, 2003 and 2016. Aim of the experiment was reveal differences between two abovementioned methods, suitability and unsuitability of these methods for different managements intensity, and comparison of time-consuming for both sward height methods.

Experiment revealed that both of methods used to measure sward height could be comparable for intensive and extensive grazing in upland temperate grassland. However, there were found differences between both methods. Compressed sward height method shows lower measured values and lower deviation. However, both obtained values from both methods were highly correlated. Experiment showed compressed sward height method as less time-consuming and supported its possible use as a standard method for agriculture and nature conservation.

Key words: grassland, height, first contact, rising plate meter

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 9 |
| 2 | Trvalé travní porosty | 10 |
| 2.1 | Charakteristika..... | 10 |
| 2.2 | Způsob obhospodařování trvalých travních porostů | 13 |
| 2.2.1 | Sečení | 13 |
| 2.2.2 | Pastva | 13 |
| 2.2.3 | Sřídavé využívání..... | 15 |
| 2.2.4 | Mulčování | 15 |
| 2.3 | Význam trvalých travních porostů | 16 |
| 3 | Výška trvalých travních porostů a způsoby jejího měření..... | 18 |
| 3.1 | Význam výšky travního porostu..... | 18 |
| 3.2 | Způsoby měření výšky travního porostu | 18 |
| 3.2.1 | Talířová metoda (rising plate meter)..... | 19 |
| 3.2.2 | Metoda přímého dotyku („first contact methods“) | 19 |
| 4 | Metodika | 21 |
| 4.1 | Popis území | 21 |
| 4.2 | Experiment | 22 |
| 4.3 | Sběr dat | 23 |
| 4.4 | Statistické hodnocení..... | 25 |
| 5 | Výsledky | 26 |
| 5.1 | Porovnání metody přímého dotyku a talířové metody u IG | 26 |
| 5.2 | Porovnání metody přímého dotyku a talířové metody u EG..... | 35 |
| 5.3 | Porovnání výsledků i IG a EG..... | 44 |
| 5.4 | Porovnání časové náročnosti obou metod | 45 |
| 5.5 | Výška travního porostu v průběhu sezón | 46 |
| 6 | Diskuze..... | 47 |
| 7 | Závěr | 49 |
| 8 | Seznam použité literatury..... | 50 |

1 Úvod

Traviny – tento pojem je většinou spojován s jednotnou představou štíhlých rostlin s úzkými listy, slabými stébly a skrytými jednoduchými květenstvími (Hrabě 2004). Traviny a trvalé travní porosty mají velice významnou roli v kulturní krajině České republiky i celé střední Evropy - jsou tváří krajiny, která nás obklopuje. Pro někoho mohou být nenahraditelnou součástí estetického rázu krajiny, pro jiného zdrojem obživy. Jejich role ovšem není pouze kulturní, nýbrž i stabilizační a konzervativní. Svým kořenovým systémem zvyšují retenční kapacitu půdy, plochou listů a stonků brání vodní a větrné erozi - přitom eroze ohrožuje více než polovinu půdy v ČR a je nejrozšířenějším typem degradace u nás (Lošák 2009). Také poskytují refugia pro mnoho organismů se zvýšenou ochranou, ať už jde o živočichy, nebo o některé světlomilné druhy rostlin.

Z globálního pohledu zabírá travní biom 24 mil. km² a lze jej nalézt ve všech vegetačních pásmech od tropických a subtropických oblastí po tundru (OECD 1999). Trvalé travní porosty se také rozprostírají v různých nadmořských výškách od hladiny moře po vysokohorské polohy i nad horní hranicí lesa. Rozprostírají se v oblastech, kde nedostatek vody nebo například požáry neumožní dominanci souvislých lesních porostů.

Ekosystém trvalých travních porostů se utvářel v průběhu mnoha let a je výsledkem působení člověka i samotné přírody. V našich klimatických podmínkách vznikla většina trvalých travních porostů v důsledku působení činnosti člověka. Jsou využívány převážně extenzivně k pastvě dobytka, zejména skotu a ovcí. Pastva umožňuje zkulturňování trvalých travních porostů přírodní cestou. Bez dalšího udržování a obhospodařování travních ploch by v průběhu času došlo k jejich částečnému zániku a sukcesivnímu návratu k lesu (Novotný 2015).

2 Trvalé travní porosty

2.1 Charakteristika

Dle Evropské komise č. 2000/115 „jsou trvalé travní porosty (někdy označované zkratkou TTP) plochy zemědělské půdy netvořící součást osevního postupu a jsou trvale, tedy nejméně pět let, využívané k pastvě nebo k výrobě objemných krmiv, jako jsou seno a siláž.“ Tudíž za trvalé travní porosty lze považovat pastviny využívané k pastvě dobytka a louky, u kterých je hlavní způsob využití výroba konzervovaných krmiv, jak je seno a travní siláže (Mládek et al. 2006).

Trvalé travní porosty jsou společenstva tvořená druhově bohatou skladbou čítající řadově desítky druhů (Hrabě 2004). V našich podmínkách v nich často zaujímají dominantní postavení trávy (typicky řád Lipnicovité, *Poaceae*). Dále se v nich často vyskytují rostliny z řádu Bobovité (*Fabaceae*) a jsou doplněny různými druhy bylin. Druhové bohatství ovšem úzce souvisí se zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou. Dále ho ovlivňují biologické vlastnosti jako je rozsah konkurence, velikost predace, prostorová heterogenita i stádium sukcese (Begon et al. 1997). Druhové bohatství také přímo ovlivňuje způsob obhospodařování. Pokud jsou trvalé travní porosty využívány extenzivně, pasená zvířata budou upřednostňovat chutné a výživově hodnotné druhy nad druhy méně hodnotnými. To by v delším časovém horizontu mohlo způsobit ochuzení travního porostu. Velmi intenzivní pastva zase umožní převahu nízkých rostlin, protože jsou pro zvířata obtížněji dostupná. Také se dostávají do výhody rostliny s vegetativním rozmnožováním, protože rostliny množící se generativně jsou často spaseny ve fázi kvetení (Hrabě 2004).

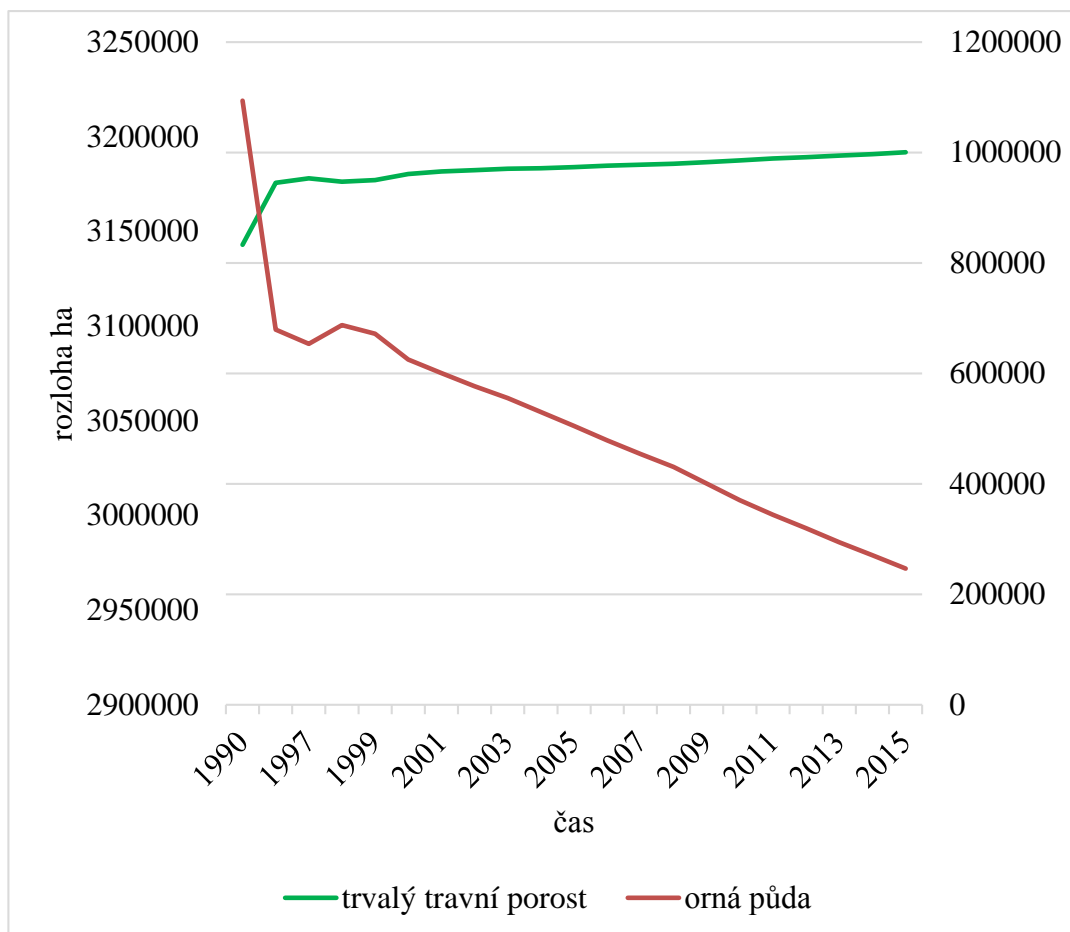
Člověk pomocí pastvy formoval krajinu již od dob neolitu (5300 – 4300 př. n. l.). Do doby železné (750 – 500 př. n. l.) to byl dokonce jediný způsob výživy hospodářských zvířat (Mládek et al. 2006). To umožnilo vznik nových ekotypů, popřípadě i nových druhů vázaných na toto prostředí. Ale zdaleka ne všechny změny provedené člověkem jsou pozitivního rázu. Příkladem může být příliš intenzivní hospodaření spojené s hnojením, doséváním a odvodňováním, které v české krajině probíhalo ve druhé polovině 20. století. To narušilo stovky let utvářenou mezidruhovou rovnováhu, snížilo biodiverzitu a tím i snížilo produkční

a mimoprodukční funkci trvalých travních porostů v horských a podhorských oblastech. V současné době dochází k pokusům o nápravu těchto škod užitím hospodářsky šetrných postupů, jako je kosení. Výsledky těchto pokusů jsou nejednoznačné - ukazuje se, že velký vliv zde hraje druh dominantní rostliny. Revitalizace a návrat původních druhů tedy nemusí být vždy úspěšná (Haková et Wotavová 2004). Je tedy zapotřebí, aby člověk využíval ekologicky šetrné postupy a již nedocházelo k takto destruktivním zásahům. Je zde totiž velké riziko, že by mohlo dojít až k nenávratnému poškození prostředí a ekosystémů, které se zde utvářely tisíce let.

Množství travních porostů v ČR je významné – v roce 1990 bylo v ČR 833 000 ha trvalých travních porostů, z toho 557 000 ha luk a 256 000 ha pastvin. V roce 1999 bylo v ČR 950 000 ha TTP, z toho 665 000 ha luk a 285 000 pastvin. V roce 2008 zaujímaly TTP 980 000 ha. Orná půda v roce 2008 v ČR zaujímala 3 026 000 ha, což představuje 71,29 % zornění, zatímco ve státech EU-15 a EU-27, zornění činilo 52,05 a 56,81 %. V ČR klesá podíl zemědělské půdy nejrychleji v porovnání s ostatními sousedními státy. Navíc v roce 2015 se zvětšila rozloha na TTP 1 000 620 ha, zatímco plocha orné půdy se snížila na 2 971 957 ha (Obr. 1). Dá se předpokládat, že nárůst TTP bude i nadále pokračovat (Veselý et al. 2011).

V současné době jsou trvalé travní porosty v České republice také často spojovány s ekologickým hospodařením. Z veškeré ekologicky obhospodařované půdy tvoří travní porosty zhruba 85 % výměry. Nejvíce jsou využívány porosty k pastvě skotu a ovcí. Zemědělci jsou také podporováni dotacemi za každý ha trvalého travního porostu (VeJVodová 2016).

Trvalé travní porosty můžeme rozdělit dle způsobu vzniku na přirozené, polopřirozené a umělé. Pokud se jedná o kulturní porosty, je nutné užívat pravidelných pratotechnických zásahů, aby nedošlo k jejich postupnému zániku (Halva et al. 1983).



obr. č. 1: Vývoj trvalých travních porostů a orné půdy v České republice

Zelená křivka symbolizuje trvalé travní porosty a vztahuje se k pravé ose y

Červená křivka symbolizuje ornou půdu a vztahuje se k levé ose y

V tomto grafu je dobře patrné, že rozloha orné půdy v České republice trvale klesá, zatím co rozloha trvalých travních porostů pomalu roste (graf vytvořen dle dat ČSÚ 2016).

2.2 Způsob obhospodařování trvalých travních porostů

2.2.1 Sečení

Sečení patří mezi klasické způsoby hospodaření na trvalých travních porostech. Dochází při něm k mechanickému oddělení rostlinné biomasy od stniště v určité výšce a může být prováděno ruční kosou (v současné době se využívá velmi zřídka z důvodu vysoké energetické nákladnosti), malou mechanizací (motorové kosa, křovinořezy) které se využívá především v problematickém terénu a sečení samojízdnými a traktorovými sekačkami, které je využíváno nejčastěji (Mládek et al. 2006).

Sečení je významné z důvodu udržení travní různorodosti i produkce biomasy. Při sečení dochází k umělému potlačení dominance konkurenčně silnějších druhů. To má za následek dostatek světla i pro nižší druhy rostlin a přímo tím ovlivňuje i zvyšování druhové pestrosti rostlin. Při odstranění vzrostného vrcholu navíc dochází v důsledku působení fytohormonů k aktivaci dalších meristemických buněk, které způsobují silnější odnožování. Nutnost sečení se odvíjí od ekologických podmínek a typu porostu. Pokud jsou sečená místa na živiny chudá, lze dosáhnout maximálního výnosu při jednosečném využití (seč se provádí většinou v červenci). V případě že je půda bohatá, nebo se uměle přihnojuje a má dostatečný vodní režim, je vhodné použít sečení 2 – 3 x za vegetační sezónu (Mrkvička 1998). První seč se ideálně provádí v květnu až červnu a následné sečení je prováděno v intervalu 6 – 8 týdnů. Při seči jsou ale na rozdíl od pastvy z porostu odnášeny živiny, proto není vhodné dlouhodobě udržovat travní porost pouze sečením. Docházelo by poté k ústupu hospodářsky hodnotných ale na živiny náročných rostlin, které by byly nahrazeny méně hodnotnými druhy s nižšími nároky (Mládek et al. 2006).

2.2.2 Pastva

Pastva se dle Opitz von Boberfeld (1994) dá rozdělit dvěma kategoriemi. První kategorií jsou neorganizované pastevní systémy, do kterých patří kočovná pastva a pastva honová. Druhou kategorií pastevních systémů je organizovaná pastva, která se dělí na pastvu rotační a kontinuální. Tato práce se bude dále zabírat pouze pastvou rotační. Hlavní výhodou této pastvy spočívá v nízkých nákladech na 1 ha a jednoduchý

system řízení pastvy (Matches et Burns 1985). Pastva se dá dále dělit na intenzivní a extenzivní (Mládek et al. 2006).

Pastva se využívá od ranější vegetační fáze než sečení. Nejpříhodnější doba pro pastvu je co nejdříve po jarním nárůstu, ale ještě před kvetením dominantních druhů trav. V tomto období ještě není porost vyčerpaný kvetením a může zásobní látky investovat do tvorby nových vzrostných vrcholů (Mládek et al. 2006). Další zřetelné rozdíly mezi pastvou a sečením spočívají v selektivním charakteru pastvy. Některé rostlinné druhy nejsou mezi zvířaty oblíbené, a proto se jejich pastvě vyhýbají, což má za následek rozdílnou výšku porostu. Dalším faktorem ovlivňujícím výšku porostu je přítomnost sešlapu a exkrementů. Spásání na počátku vegetačního období travního porostu zvýhodňuje nižší druhy výběžkatých trav např. Lipnice luční (*Poa pratensis*), Psineček tenký (*Agrostis capillaris*) a jetelovin Jetel plazivý (*Trifolium repens*) na úkor vyšších trav a bylin. Okus trav, ale zvyšuje schopnost odnožování a tím zvyšuje hustotu nadzemní biomasy travin (Mrkvička 1998). Pastva má za následek i snížení biodiverzity o 20 – 30 % ve srovnání se sečením za stejných podmínek. Během dostatečně intenzivní pastvy také vzniká relativně stejně hustý porost na celé ploše, protože zvířata preferují spásání hustšího porostu nad řídkým. Získávají tím tak větší množství píče při stejném výdeji energie (Míka et al. 1997).

U pastvy je také nezbytné brát zřetel na etologii zvířat. Ovce jsou selektivní spásáči, kteří spásají porost na výšku kolem 2 -3 cm, vyhýbají se vzrostlejší vegetaci a není problém je umístit i na svažité terén. Kozy jsou taktéž selektivní spásáči, kteří ale nemají problém i s vyšší vegetací, ale naopak se vyhýbají pokáleným a pomočeným místům. Kozy spásají porost na výšku větší než 5 cm a taktéž se mohou použít na svažité stráně. Koně spásají porost na výšku kolem 3 cm, ale vylučují exkrementy na určitých místech, na kterých se následně nepasou. Tyto místa poté rychle zarůstají plevelnými rostlinami, jako jsou širokolisté šťovíky. K nejvíce rozšířeným spásáčům v našich podmínkách patří skot. Skot je potravní generalista a spásá porost na výšku větší než 3 – 5 cm. Spásá i vzrostlejší porost a vyhýbá se pokáleným místům (Mládek et al. 2006).

2.2.3 Střídavé využívání

Střídavé využívání kombinuje pastvu a sečení a je z hlediska udržení kvality porostu nejvhodnější metodou. Potlačuje negativní vlivy, ke kterým při využívání samotného sečení nebo pastvy dochází. Při střídavém využívání porostů lze použít dva způsoby. Pastva je prováděna na začátku vegetační sezóny a po 2 – 3 týdnech po pastvě je možné provádět první sečení, nebo naopak na jaře pokosené traviny využívat k pastvě po 2 – 3 (4) týdnech (Hrabě et Buchgraber 2004).

Pastva zvyšuje zastoupení výběžkatých travin. Okus dobyt看em má navíc pozitivní vliv na zapojení travního drnu a utužení půdy. Seč zvyšuje zastoupení vyšších druhů trav, zvyšuje výnosy píce a omezuje nadměrné utužování půdy. Při tomto hospodaření navíc nedochází k přebytečnému hromadění organické hmoty a to zlepšuje i půdní vlastnosti (Klesnil 1980).

Metoda střídavého hospodaření je nejvíce používána pokud na daném území nelze sklízet seči více než 1x za vegetační sezónu. Při kombinaci pastvy a kosení lze dosáhnout maximální produkce. Navíc při střídavém využívání lze použít i hnojení kejdou (Hrabě et Buchgraber 2004).

2.2.4 Mulčování

Mulčování je způsob obhospodařování trvalých travních porostů, při kterém je strojově oddělená nadzemní část biomasy, rozdrvena a následně rozptýlena zpět na strniště. V praxi se nejčastěji používá v případech, když by náklady na transport a zpracování biomasy převyšovaly zisk (Mládek et al. 2006). Navíc, tím nejsou odnášeny živiny z daného území a mulčování má pozitivní vliv i na fyziologické, chemické i biologické vlastnosti půdy (Svobodová et Šantrůček 2006).

2.3 Význam trvalých travních porostů

Z hospodářského hlediska je primárním významem trvalých travních porostů produkce píce. Travní porosty poskytují nutričně středně až vysoce kvalitní píci. Za ideálních podmínek mohou dosahovat výnosu až 25 t sušiny z 1 ha za rok, což je dáno vysokou fyziologickou a biochemickou schopností trvalých travních porostů tvořit biomasu během celého vegetačního období. Píce je pro býložravce přirozené a prověřené krmivo bez nežádoucích účinků, které by mělo tvořit základ jejich výživy (Klimeš 1997).

Funkce travních porostů má vysoký význam nejen z pohledu potravy pro zvířata, ale i mimoprodukční funkce v souvislosti s narušenými hydrologickými poměry, snižováním biodiverzity a zhoršováním půdních podmínek na velmi exponovaných lokalitách. Při vhodném obhospodařování mohou mít travní porosty na tuto problematiku pozitivní vliv. Je zde ovšem nutnost pravidelného obhospodařování, protože trvalé travní porosty bez zásahu člověka mohou tyto pozitivní vlastnosti ztrácet, v extrémních případech může být jejich vliv i negativní (Klimeš 1997). Travní porosty fungují jako efektivní protierozní opatření zvláště na svazích, kde bývá odnos půdy nejvyšší. Je však zapotřebí dostatečná biomasa a hustota kořenových systémů, dále stratifikace průniku kořenů od nejsvrchnějších po hluboké vrstvy půdy a v neposlední radě i nadzemní biomasa, která pohlcuje kinetickou energii padajících kapek. K téměř úplnému zastavení eroze je zapotřebí 180 g . m⁻² sušiny nadzemní vegetace (Hrabě et Buchgraber 2004). Odnos půdy má ovšem velkou spojitost i s odnosem živin, které jsou pomocí srážek vymývány a odnášeny z polí. Tento negativní jev je možné pomocí racionálního hospodaření omezit.

Trvalé travní porosty fungují i jako biologický filtr, který pomocí svého hustého kořenového systému chrání podzemní vodu před znečištěním nežádoucími látkami, jako jsou např. nitráty, které rostliny efektivně zachycují a využívají pro svůj růst. Z toho důvodu je množství nitrátů vyplavených z trvalých travních porostů desetkrát nižší než množství vyplavené ze stejné plochy orné půdy (Velich 1996). Způsob obhospodařování trvalých travních porostů má vliv na biodiverzitu prostředí.

Pokud jsou travní porosty pravidelně kosené nebo využívány extenzivně k pastvě, mohou být ideálními stanovišti pro mnohé druhy hub, a to od běžných druhů

jako je čirůvka dvoubarvá (*Lepista personata*), nebo pečárka polní (*Agaricus campestris*) až po vzácné druhy jako například muchomůrka vittadiniho (*Amanita vittadini*) nebo polnička stepní (*Agrocybe obscura*). Celkově lze prohlásit, že na trvalých travních porostech je závislé i velké množství živočichů zejména drobných savců, ptáků a hmyzu. Někteří ho využívají v průběhu celého života, jiní pouze k odchovu mláďat. Hrabě a Buchgraber (2004) uvádějí, že druhová rozmanitost živočichů je v trvalých travních porostech desetkrát větší než rozmanitost rostlinná.

Je nutné brát na zřetel i tu skutečnost, že pokud je pastva velmi intenzivní, může mít negativní význam pro druhovou diverzitu jak rostlin, tak i živočichů. U rostlin může dojít k vyhubení nutričně hodnotných druhů rostlin s pomalou obnovou, u živočichů poté může docházet k rozbití vajec i zahubení samotných mláďat ptáků a zahubení mnoha druhů bezobratlých sešlapem dobytka. Ti bezobratlí živočichové, kteří by přežili a úspěšně se rozmnožili, by se následně mohli setkat s dalším problémem a to tím, že by se v jejich blízkosti již nevyskytovala jejich přirozená potrava, což by mělo za následek úhyn (Mládek et al. 2006).

3 Výška trvalých travních porostů a způsoby jejího měření

3.1 Význam výšky travního porostu

Výška a struktura travního porostu má klíčový význam pro různé ekologické parametry jako je dominance, sukcese, kvetení, dostupnost a kvalita výživy pro spásáče, ekologické niky pro drobné savce, ptáky a hmyz (Smith 1980; Sternberg et al. 2000; Milsom et al. 2000; Gibson et al. 1992; Fitzgibbon 1997; Thomas 1983). Je tedy patrné, že význam výšky porostu jako parametru je z ekologického hlediska opravdu veliký. Sledování výšky a skladby porostu je podstatné i z hospodářského hlediska, pomáhá totiž určit množství potravy pro hospodářská zvířata, napomáhá řídit hnojení, pastvu a sečení (Mannetje et Jones 2000).

3.2 Způsoby měření výšky travního porostu

Od 70. let 20. století se utvářely různé metody na měření výšky travního porostu a měření biomasy. Tyto metody se lišily v přesnosti měření, v rozmezích hodnot i časové náročnosti. Dříve se využívalo vytyčování kvadrátů, ve kterých se mechanicky odstranil porost a následně se měřila výška porostu a množství biomasy. Tato metoda sice byla velice přesná, ale i velice časově náročná a drahá. Celkově je možné metody rozdělit na metody destruktivní a nedestruktivní (O'Donovan et al. 2002).

V praxi se často z nedestruktivních metod využívá „odhadu“, ve které se pouze přiloží speciální pravítko k porostu a následně se odhadne výška celého měřeného území (Hodgson et al. 1971). Tato metoda je ze všech metod nejrychlejší, bohužel tato metoda je do značné části subjektivní a nepřesná. Další velmi častá metoda je metoda použití „sward stick“, ve které se vertikálně přiloží tyč s centimetrovou stupnicí k porostu a následně se pomocí pohyblivého jazýčku, který se pohybuje po tyči, naměří a zaznamená výška porostu v měřeném území. Obě tyto metody se řadí mezi velice rychlé (Stewart et al. 2001). V této práci byl proveden pokus s talířovou metodou a metodou přímého dotyku.

3.2.1 Talířová metoda (rising plate meter)

Talířová metoda měření výšky travního porostu (compressed sward height) používá jednoduchý přístroj popsany Castlem (1976). Jeho výhoda je, že zohledňuje výšku a hustotu/odpor měřené plochy (drnu), který je při měření stlačen (Michalk et Herbert 1977). Byla vyvinuta za účelem měření produkce biomasy jako jeden z nástrojů zemědělského managementu. Lze totiž nalézt souvislost mezi výškou porostu a výtěžkem sušiny. Tato metoda není dokonale přesná, její přesnost závisí na způsobu obhospodařování území. Při sečení je její přesnost stanovena mezi 80-90 %, zatím co při pastvě se její přesnost pohybuje mezi 39 – 62 %. Touto metodou lze také zjistit roční produkci biomasy nebo monitorovat průběžnou rychlost růstu. Hlavní výhoda této metody spočívá v jejím jednoduchém provádění a velice nízké časové náročnosti (Castle 1976)

Při použití k určení množství biomasy se využívají i univerzální predikční rovnice, které však nejsou přesné a vhodné k použití ve všech klimatických podmínkách (Frame 1993). Tato práce se o nich nebude víc zabývat, protože hlavním tématem této práce je porovnání výšky nikoli množství biomasy.

K měření výšky travního porostu se využívá tyč s měrnými hodnotami a standardizovaný disk o průměru 30 cm a váze 200 g, který je spouštěn po měrné tyči směrem k terénu. Při jeho zastavení nad terénem se zanechá hodnota uvedená na měrné tyči (viz. obr. č. 5, kap. „4. 3. Sběr dat“). Tuto metodu je vhodné několikrát opakovat v závislosti na rozloze měřeného území. Talířová metoda měření výšky travního porostu je také považována za velice rychlou.

3.2.2 Metoda přímého dotyku („first contact methods“)

Oproti tomu metoda měření přímého dotyku je časově daleko náročnější. Využívá se k ní čtyřnožka s horizontálním rámem, který je opatřený pravidelně rozmístěnými svislými otvory. Do těchto otvorů je následně zasouván měřicí jehlice trubicovitého tvaru. Při prvním kontaktu měřidla s porostem se zanáší naměřená hodnota (viz. obr. č. 6 a č. 7, kap. „4. 3. Sběr dat“). Tato metoda je časově velice náročná.

4 Metodika

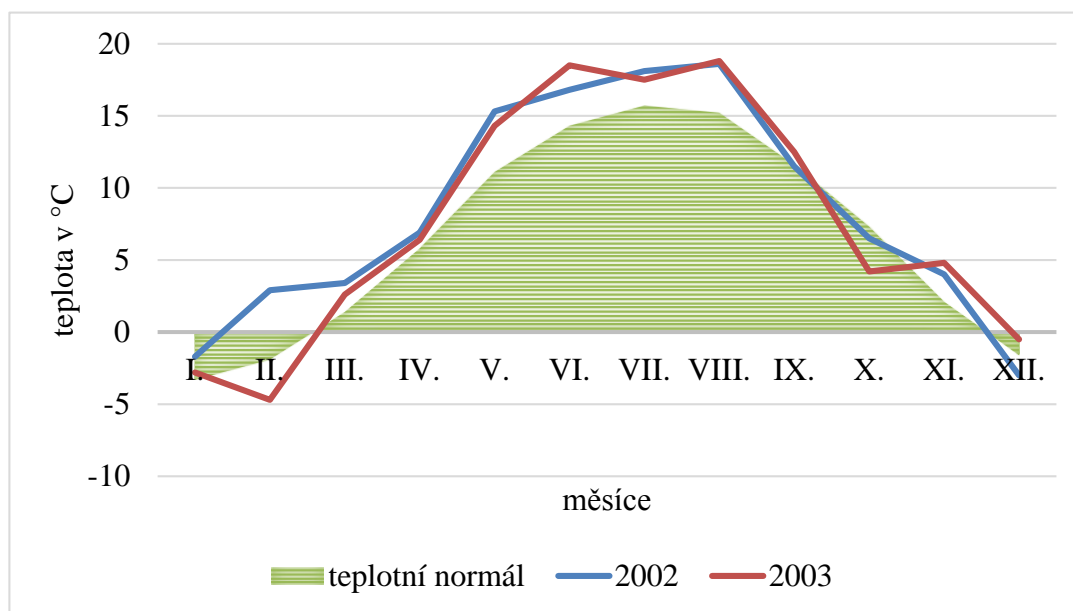
4.1 Popis území

Pokus byl proveden na experimentální pastvině poblíž obce Oldřichov v Hájích v lokalitě zvané Betlém cca. 10 km severně od Liberce. Tato oblast je součástí pohoří Jizerských hor, situována jihozápadním směrem s náklonem okolo 7° a průměrnou nadmořskou výškou 410 m. n. m. Zeměpisné souřadnice jsou 50.8395156N, 15.0907367E.

Území náleží podle Quitta (1971) do mírně teplé oblastí ČR označené jako MT7. Průměrná roční teplota v době provádění experimentu byla 8,0°C (obr. č. 2) a průměrný roční úhrn srážek činil 795,5 mm. (obr. č. 3).

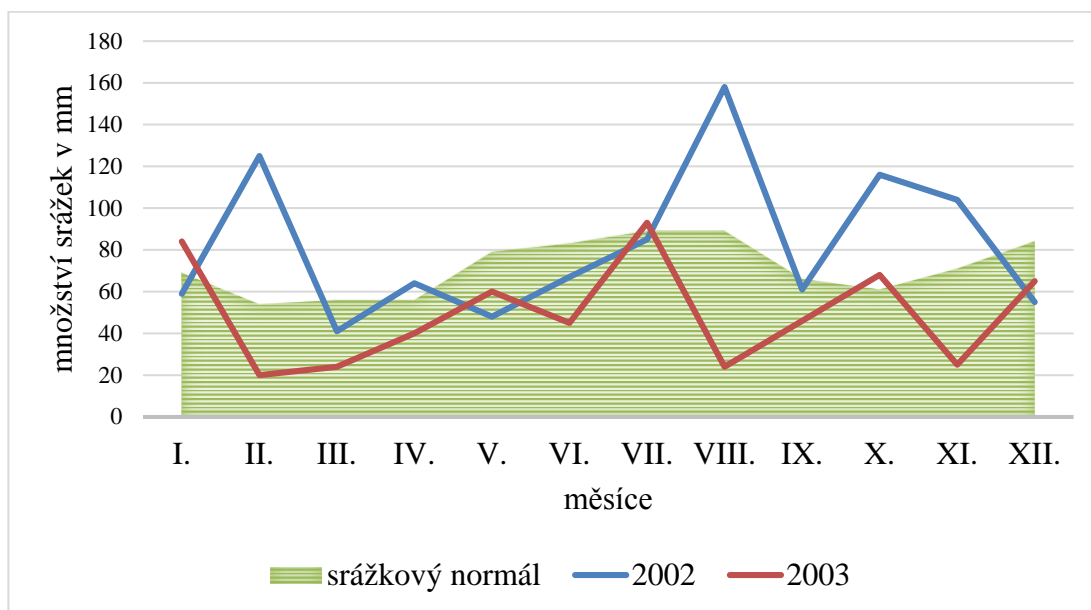
Většina území je utvářena horninami z období karbonu. Geologické podloží území je tvořené krkonošsko – jizerským žulovým plutonem, který má vliv na složení půdy a také na ní rostoucí vegetace. Nejrozšířenějším typem půdy na experimentálním území je kambizem (Vávra).

Celý pozemek náleží Výzkumné stanici travních ekosystémů se sídlem v Liberci, náležící Výzkumnému ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Praze.



obr. č. 2: Průměrné měsíční teploty zaznamenané v Oldřichově v letech 2002 – 2003

Modrou barvou jsou zaznamenány průměrné měsíční teploty v roce 2002, červenou barvou průměrné měsíční teploty v roce 2003 a zelené šrafování ukazuje naměřený dlouholetý průměr (graf vytvořen dle dat CHMÚ 2016).



obr. č. 3: Průměrné měsíční srážky zaznamenané v Oldřichově v letech 2002 – 2003

Modrou barvou jsou zaznamenány průměrné měsíční srážky v roce 2002, červenou barvou průměrné měsíční srážky v roce 2003 a zelené šrafování ukazuje naměřený dlouholetý srážkový průměr (graf vytvořen dle dat CHMÚ 2016).

4.2 Experiment

Tento experiment byl prováděn v letech 2002, 2003 a 2016 na pokusných travních porostech, které byly kontinuálně spásány jalovicemi. Na experimentu byly následující varianty: intenzivní (IG) a extenzivní (EG) pastva, každá o dvou opakováních (obr. č. 4) . Opakování mělo výměru cca 0,35 ha.

Intenzivní pastva (IG)

Při intenzivní pastvě (IG) bylo na každém ze dvou oplůtků umístěno 4 – 5 jalovic. V těchto oplůtcích se pomocí IG udržovala průměrná výška travního porostu v rozmezí 3 - 5 cm po celou dobu pastevní sezóny. Při IG činily nedopasky vyšší 6 cm zhruba 27 % plochy pastvy v průběhu obou sledovaných let. Zatížení ke konci každého pastevního období činilo cca 1000 kg.h⁻¹ živé hmotnosti jalovic.

Extenzivní pastva (EG)

Při extenzivní pastvě (EG) byly na každém ze dvou oplůtků umístěny 2 – 3 jalovice. V těchto oplůtcích se pomocí EG udržovala průměrná výška travního porostu nad 10 cm po celou dobu pastevní sezóny. Zatížení ke konci pastevního období činilo cca 500 kg.h⁻¹ živé hmotnosti jalovic. Při EG bylo větší množství hůře stravitelné biomasy než při IG z důvodu neochoty zvířat přijímat tyto části.



obr. č. 4: Letecký snímek oblasti na níž byl prováděn experiment v Oldřichově

Můžete zde vidět experimentální území intenzivní (IG) i extenzivní pastvy (EG) obojí ve dvou opakováních. (Google © 2016)

4.3 Sběr dat

Výška travního porostu byla měřena průměrně každý týden od května do října roku 2002 a 2003. V roce 2002 bylo celkem provedeno měření v 26 kalendářních dnech s celkovým počtem 15 600 naměřených hodnot. V roce 2003 bylo celkem provedeno měření v 29 kalendářních dnech s celkovým počtem 15 550 naměřených hodnot. Výška travního porostu byla měřena: i) talířovou metodou (v každém měřeném dni bylo zaznamenáno 50 hodnot na příčném transektu v každém oplůtku); ii) metodou přímého dotyku (v každém měřeném dni bylo zaznamenáno 100 hodnot na příčném transektu v každém oplůtku každém oplůtku).

V roce 2016 byl experiment doplněný o časovou náročnost sběru dat, když bylo během dvou kalendářních dnů provedeno 1 100 měření (300 měření metodou přímého dotyku a 800 měření talířovou metodou).



obr. č. 5: Použité mechanické talířové měřidlo

Vlevo můžete vidět celou konstrukci talířového měřidla. Vpravo detailnější záběr na dolní část. Můžete si všimnout, že odpor trávy neumožní talíři sestoupit na celou délku měřicí tyče. To způsobuje posunutí měřidla směrem vzhůru po měřicí tyči, na které jsou zaznamenány hodnoty v cm.



obr. č. 6: Použité měřidlo pro metodu přímého dotyku

Na tomto snímku můžete vidět čtyřnohou konstrukci s horizontálním rámem, ve kterém se nalézají rovnoměrně vytvořené svislé otvory.



obr. č. 7: Použité měřidlo pro metodu přímého dotyku

Na obrázku vlevo můžete vidět měřicí jehlici svisle procházející rámem konstrukce. Nejvyšší hodnota na jehlici, která zůstane nad rámem, je zanášena jako „naměřená hodnota“. Vpravo si můžete všimnout stupnice vytvořené na jehlici a také situace, kdy jsme zanášely hodnoty (při prvním kontaktu jehlice s porostem).

4.4 Statistické hodnocení

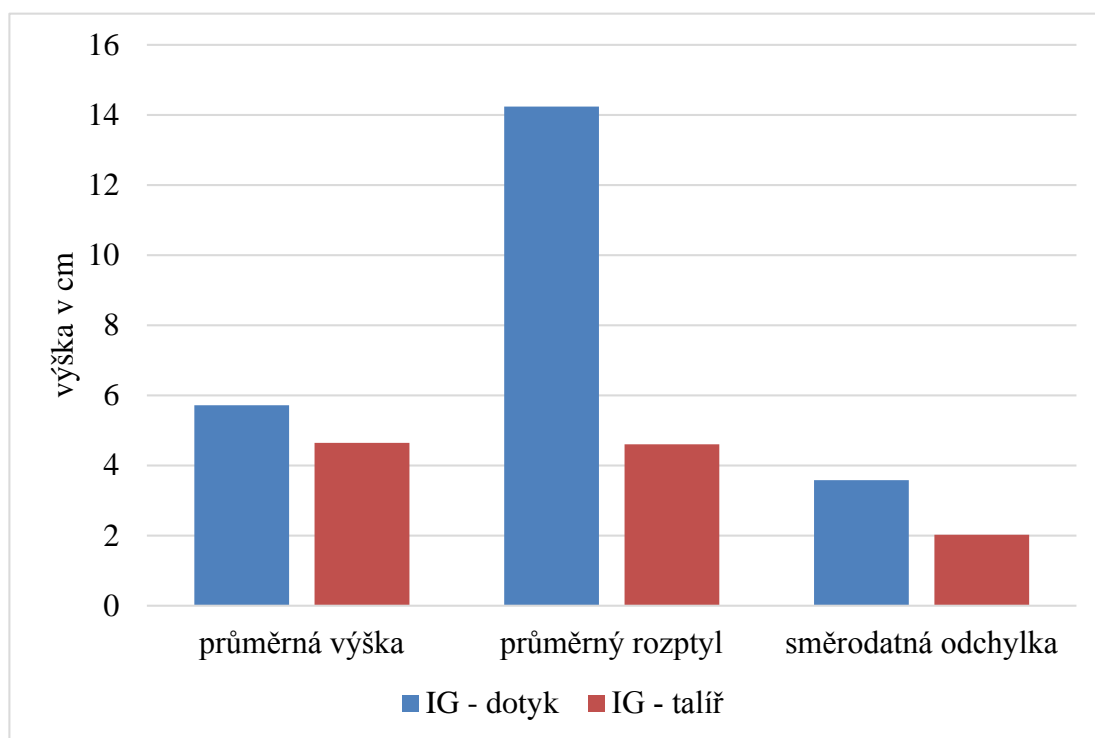
Pro statistické hodnocení, vytváření grafů, analýzu rozptylu (ANOVA), výpočet střední chyby průměru (S.E.M. z angl. *standard error of the mean*) i výpočet korelačního koeficientu byl využíván software MS Excel 2016.

5 Výsledky

5.1 Porovnání metody přímého dotyku a talířové metody u IG

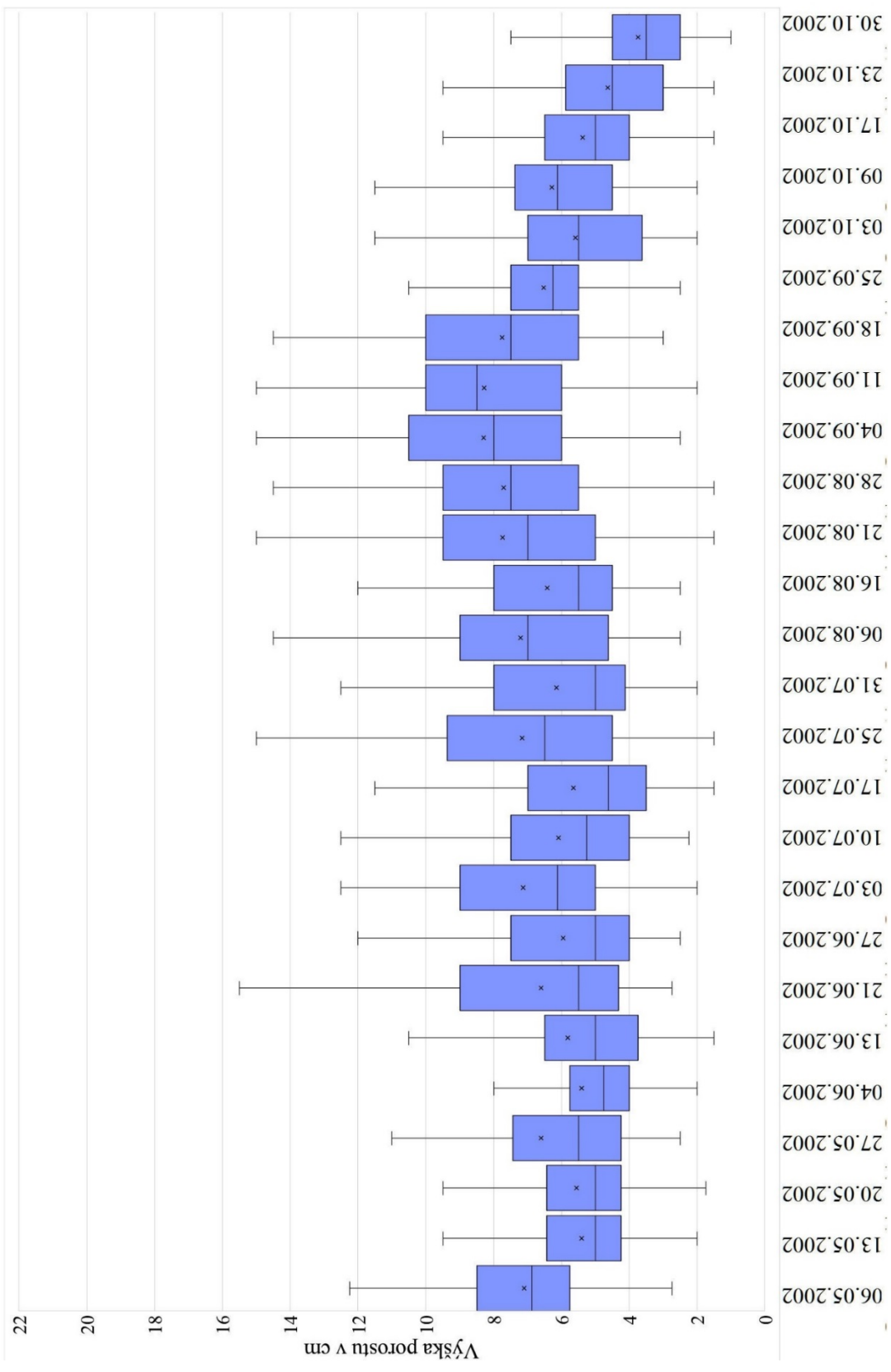
Obě sledované sezóny byly zpracovány do formy krabicových grafů (obr. č. 9-10 pro rok 2002, obr. č. 12-13 pro rok 2003). Pro snadnější porovnávání poté byly obě metody zaneseny do společného krabicového grafu (obr. č. 11 pro rok 2002 a obr. č. 14 pro rok 2003).

I když měření byly prováděny na identických místech a v identických dnech, tak talířová metoda vykazuje nižší průměrnou výšku porostu. Menší jsou také rozptyly v naměřených hodnotách oproti metodě přímého dotyku. Obr. č. 8 ukazuje průměrné výšky porostů a průměrné rozdíly mezi hodnotami u obou použitých metod.

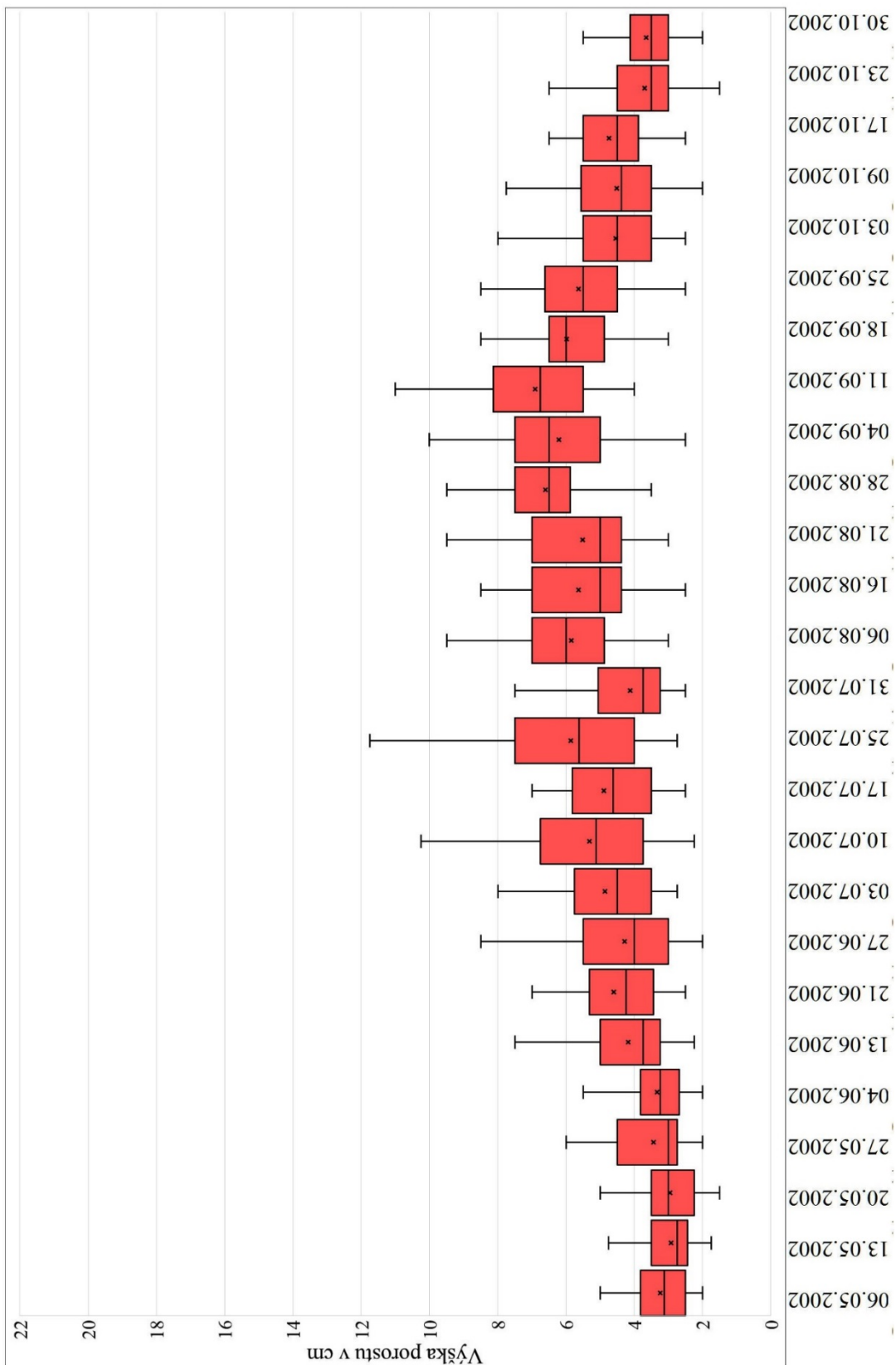


obr. č. 8: Porovnání průměrných hodnot obou metod měření u IG

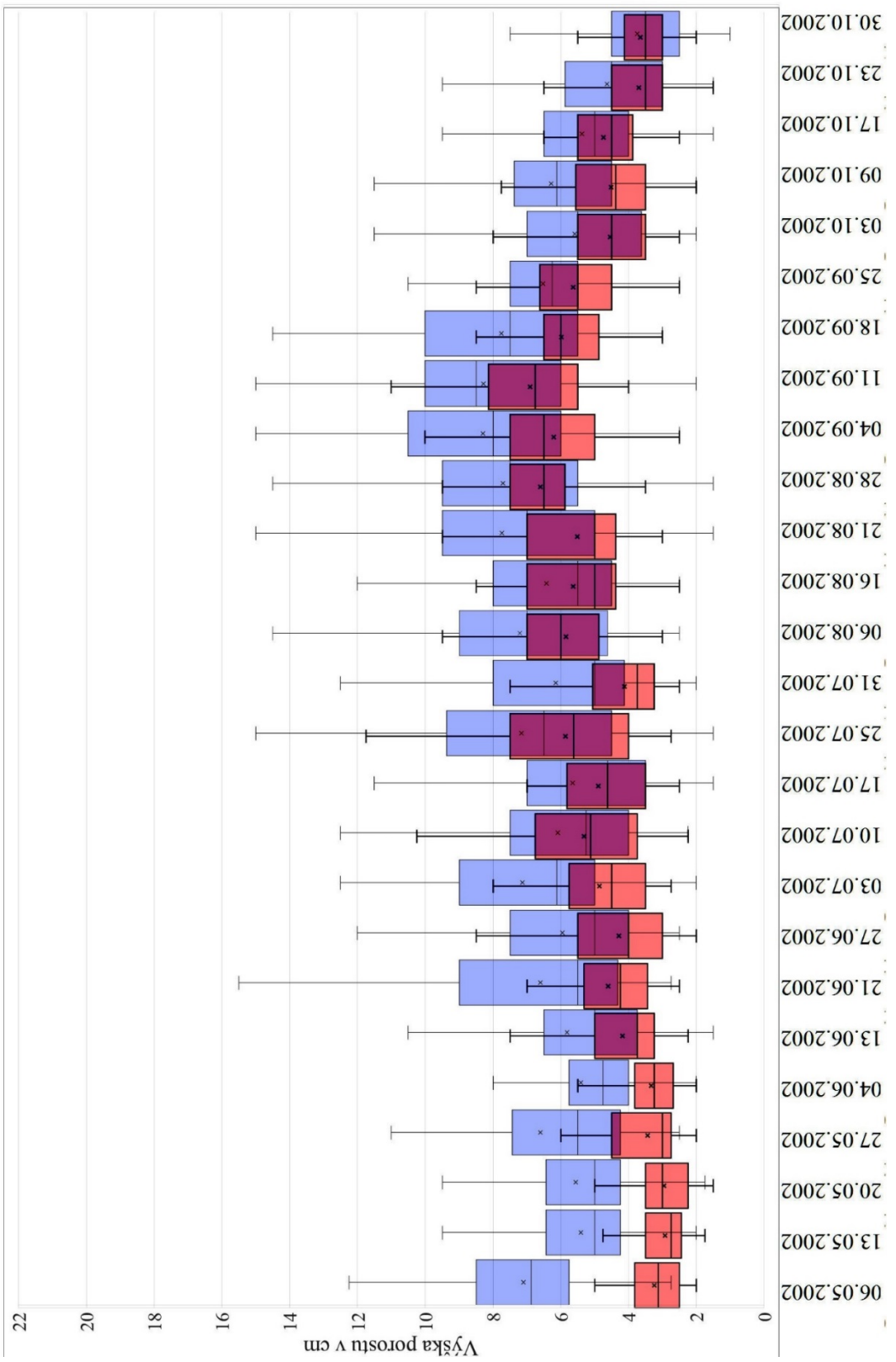
Na tomto grafu je patrné, že nejvyšší rozdíl obou metod spočíval v průměrném rozptylu měřených hodnot. Celkově i naměřené hodnoty jsou průměrně menší u měření pomocí talířové metody.



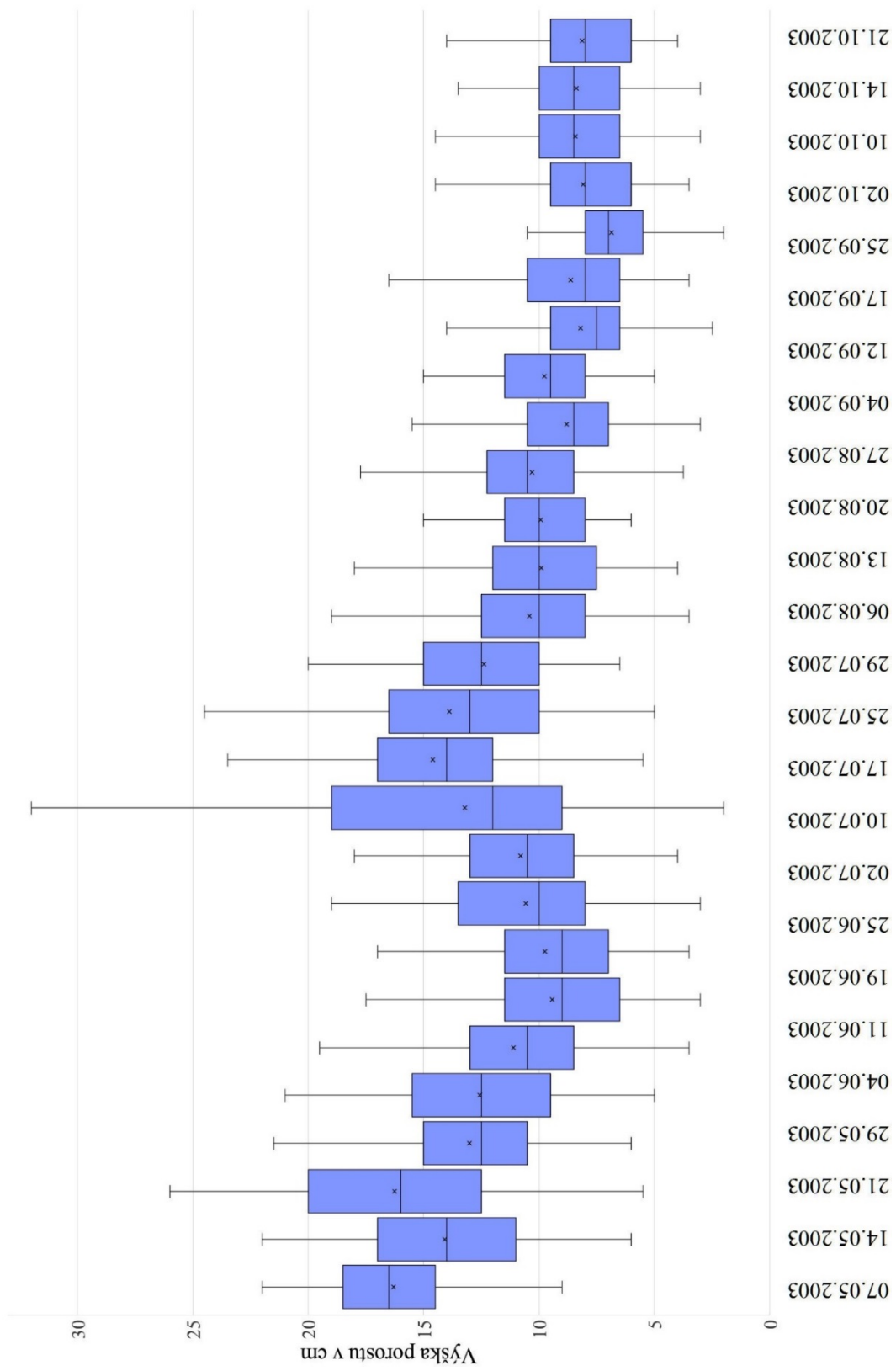
obr. č. 9: Metoda přímého dotyku u intenzivní pastvy (IG) v roce 2002



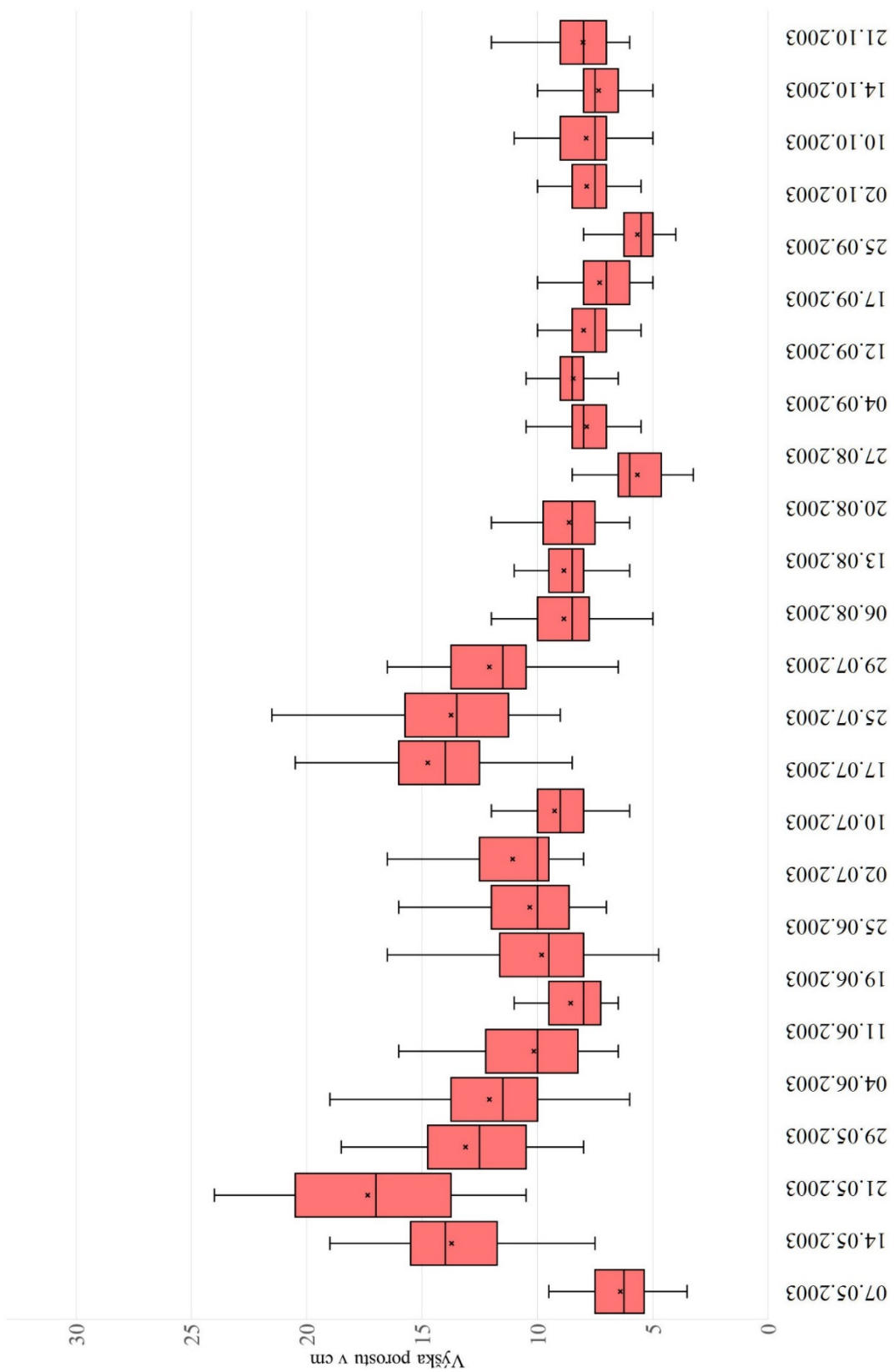
obr. č. 10: Talířová u intenzivní pastvy (IG) v roce 2002



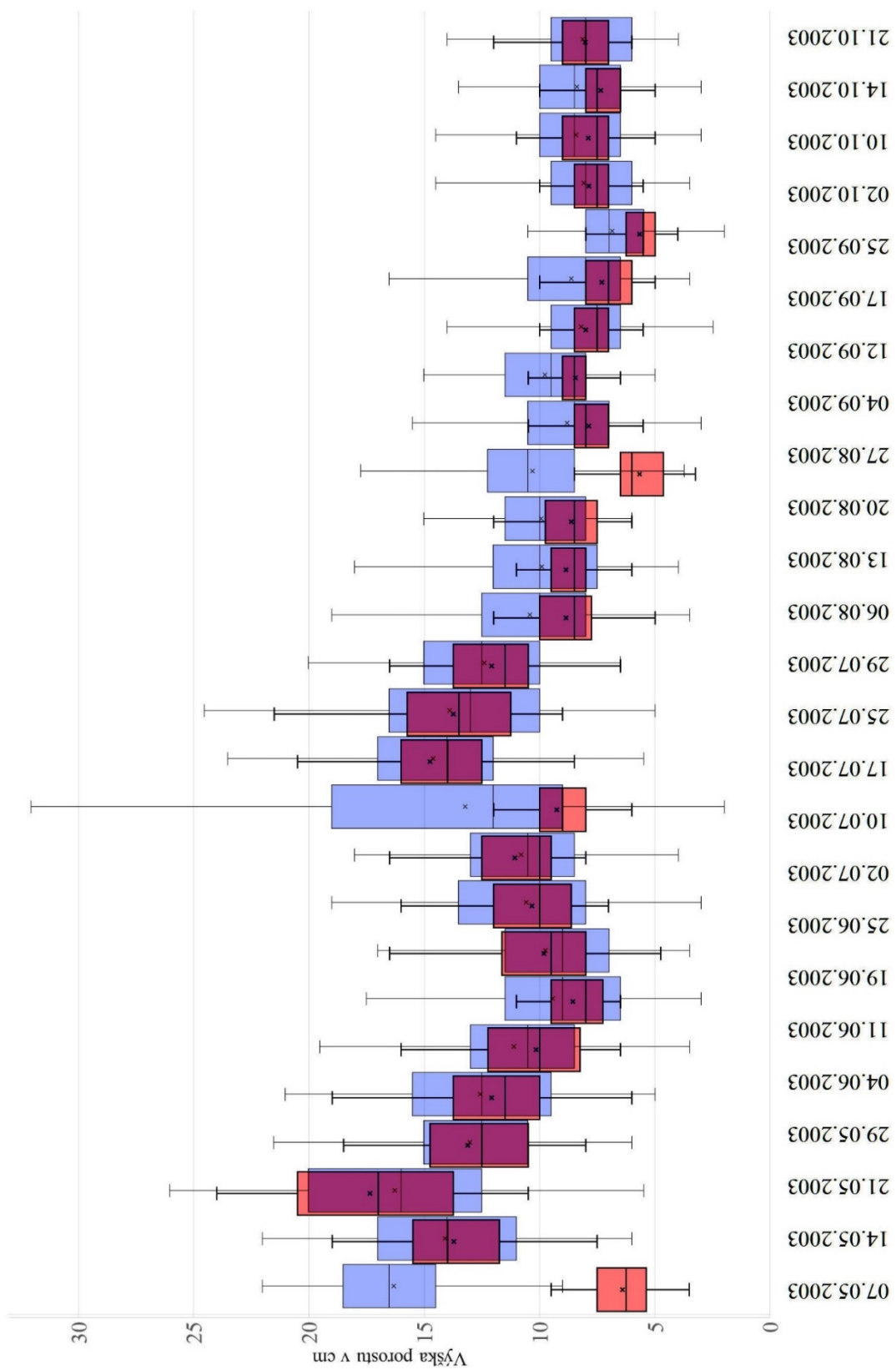
obr. č. 11: Porovnání metody přímého dotyku (modrá) a tallňové metody (červená) u intenzivní pastvy (IG) v roce 2002



obr. č. 12: Metoda přímého dotyku u intenzivní pasvy (IG) v roce 2003



obr. č. 13: Talířová u intenzivní pastvy (IG) v roce 2003



obr. č. 14: Porovnání metody přímého dotyku (modrá) a talířové metody (červená) u intenzivní pastvy (IG) v roce 2003

Dále byla zjištěna střední chyba průměrů, která u metody přímého dotyku činila **0,358** a u talířové metody **0,286**.

Pomocí statistické analýzy **ANOVA**, ve které byl použit jako faktor metoda měření, vyplynulo, že je **statisticky významný rozdíl mezi metodou přímého dotyku a talířovou metodou** u intenzivní pastvy (obr. č. 15).

| Anova: jeden faktor | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| Faktor | | | | | | |
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| IG dotyk | 52 | 296,995 | 5,711 | 2,850 | | |
| IG talíř | 52 | 240,615 | 4,627 | 1,605 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 30,564 | 1 | 30,564 | 13,721 | >0,001 | 3,934 |
| Všechny výběry | 227,208 | 102 | 2,228 | | | |
| Celkem | 257,772 | 103 | | | | |

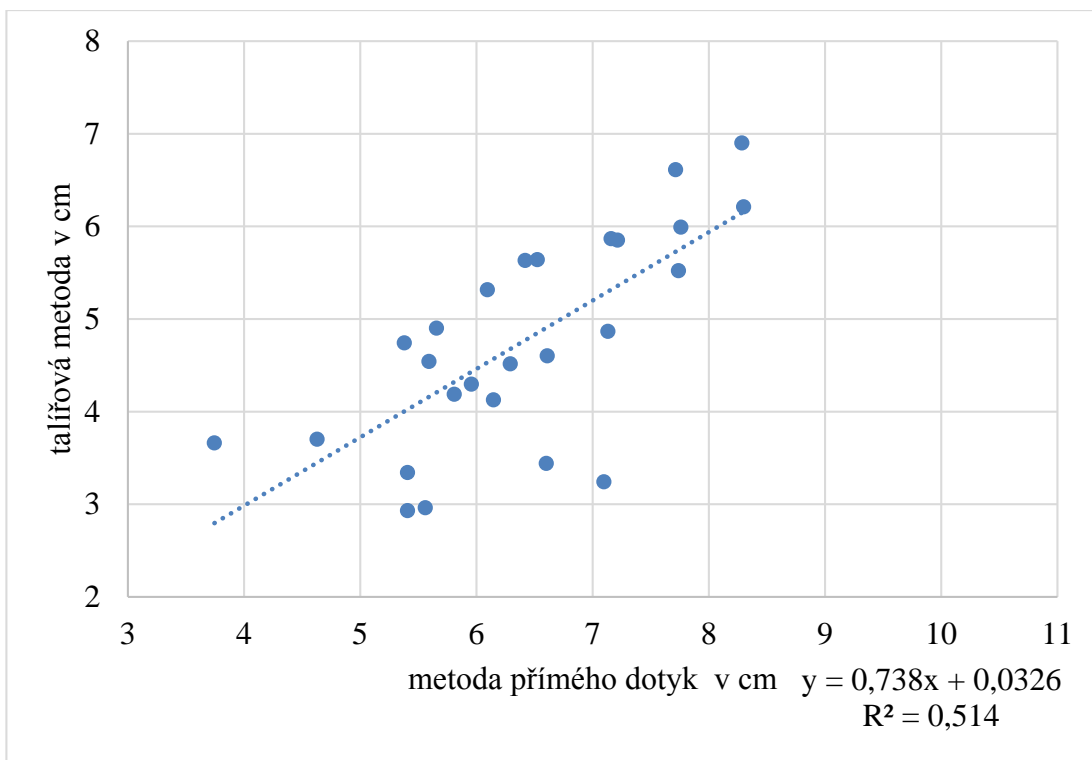
obr. č. 15: Analýza rozptylu dat pro metodu přímého dotyku a talířovou metodu u intenzivní pastvy

SS... suma čtverců odchylek od průměru; Rozdíl... počet stupňů volnosti; MS... průměrná odchylka čtverců od průměru; P... hladina významnosti testování; F krit... hodnota F statistiky pro porovnání s tabulárními kritickými hodnotami

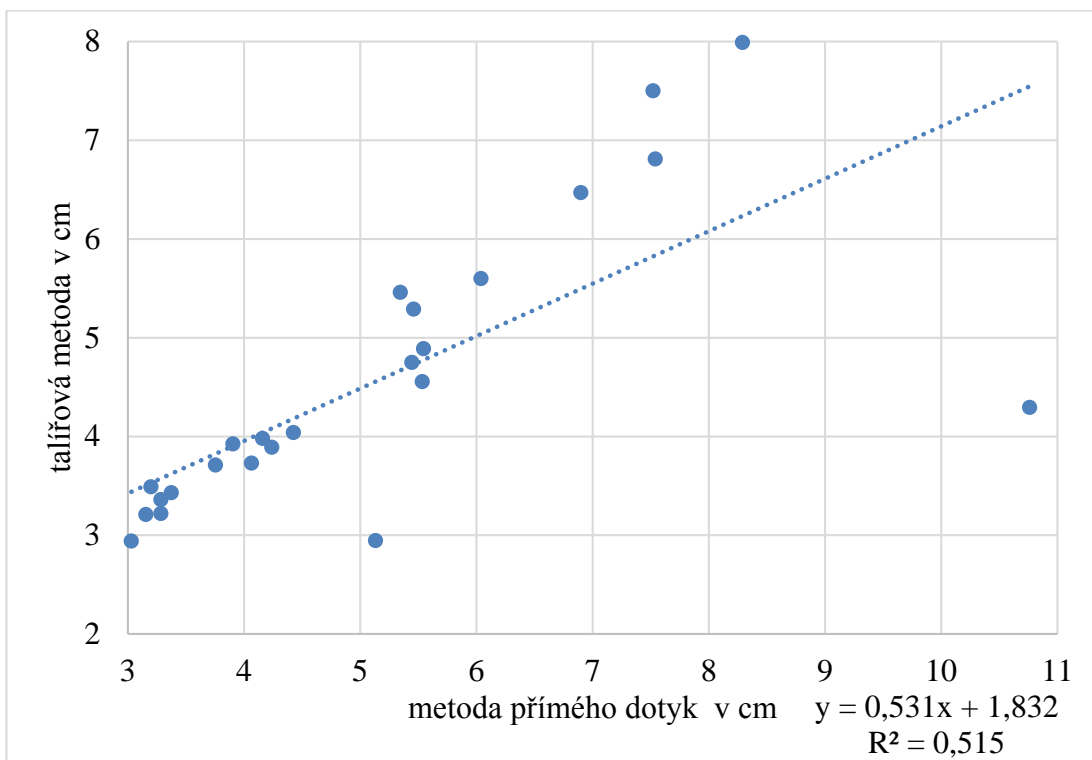
U výsledků z intenzivní pastvy byla provedena **korelace**, ve které bylo zjištěno, že závislost mezi průměrnou výškou u metody přímého dotyku a talířové metody **je středně silná** (obr. č. 16). Jednotlivé průměrné hodnoty z každého měření a pro každou variantu jsou znázorněny v korelačním digramu (obr. č. 17 pro rok 2002 a obr. č. 18 pro rok 2003).

| IG 2002 a IG 2003 - celkově | |
|-----------------------------|-------|
| korelační koeficient | 0,674 |

obr. č. 16: Výsledek korelace mezi metodou přímo dotyku a talířovou metodu u intenzivní pastvy



obr. č. 17: Korelace talířové metody a metody přímého dotyku u IG 2002

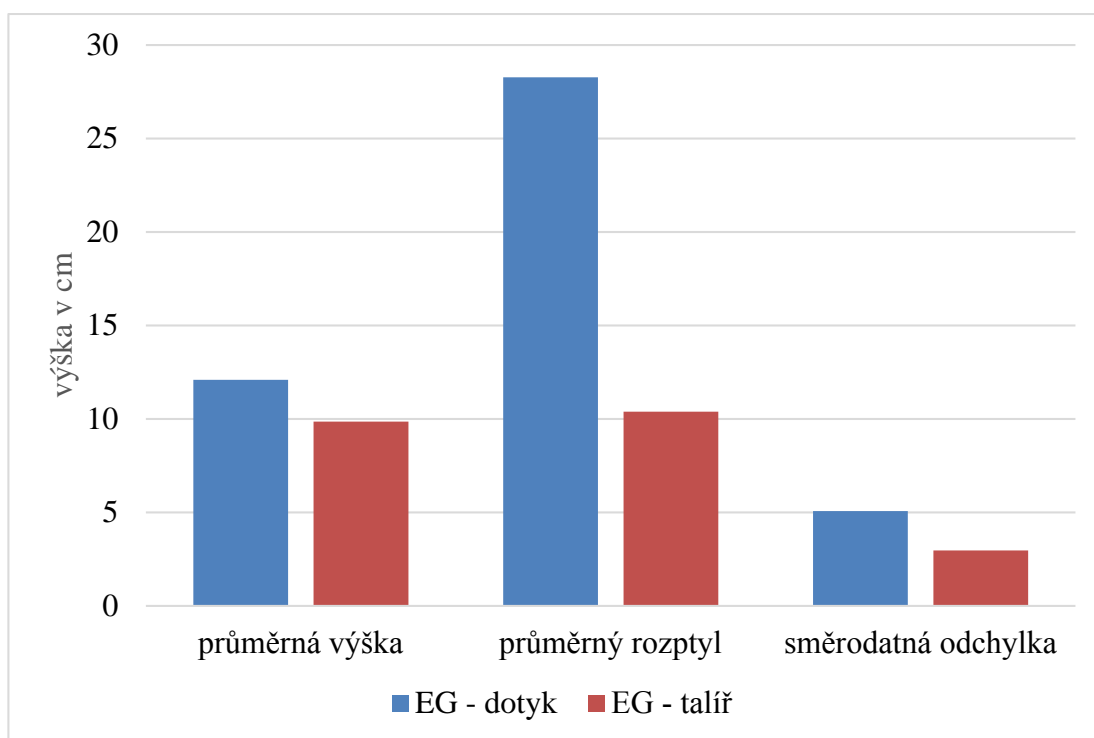


obr. č. 18: Korelace talířové metody a metody přímého dotyku u IG 2003

5.2 Porovnání metody přímého dotyku a talířové metody u EG

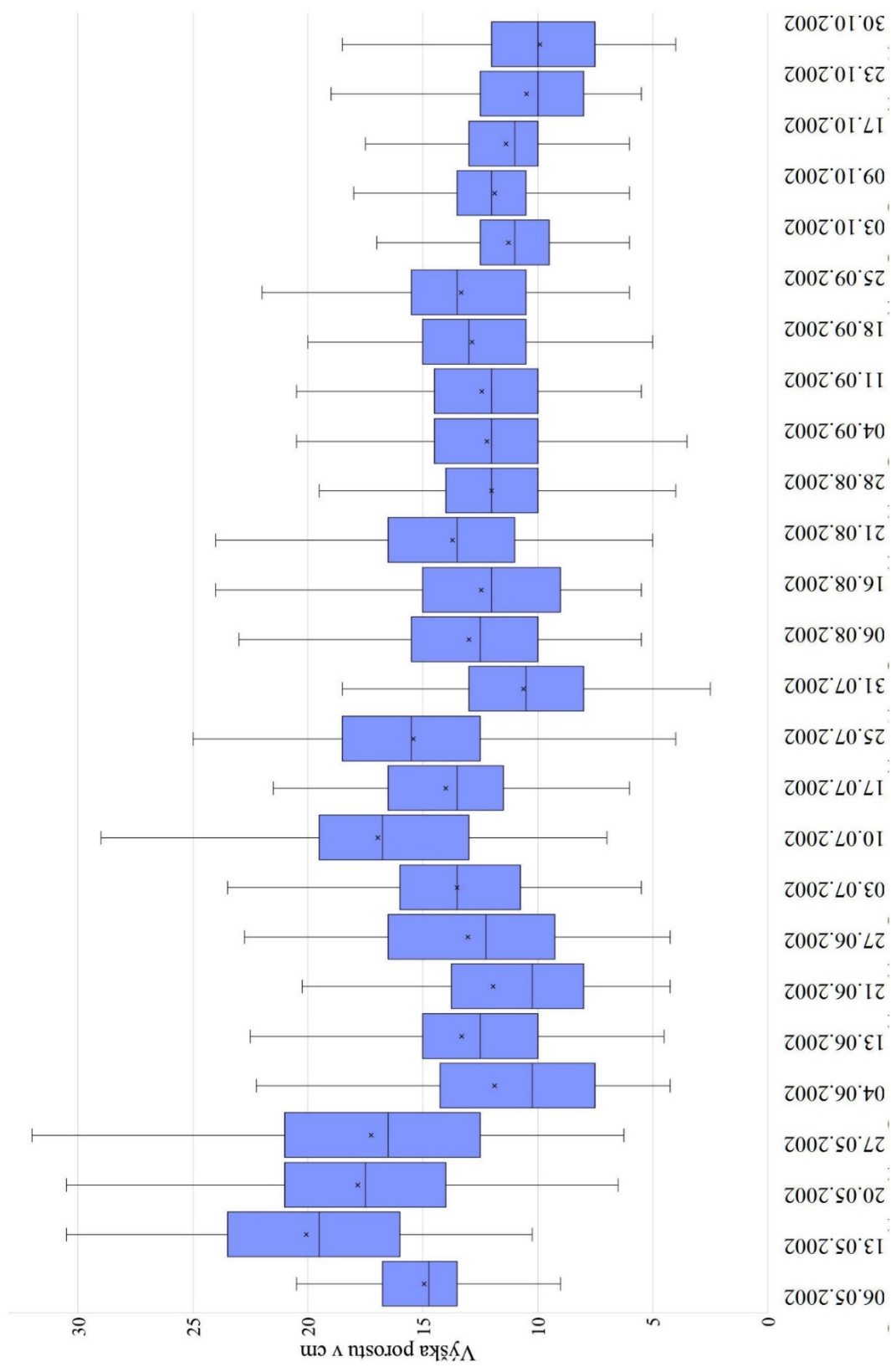
Sledované sezóny 2002 a 2003 byly zpracovány do formy krabicových grafů (obr. č. 20-21 pro rok 2002, obr. č. 23-24 pro rok 2003). Vytvořením společného krabicového grafu (obr. č. 22 pro rok 2002 a obr. č. 25 pro rok 2003) bylo docíleno snadnějšího srovnání výsledků obou metod.

Výsledky jsou zde téměř identické s výsledky v intenzivní pastvě (IG). Talířová metoda také vykazuje nižší průměrnou výšku porostu. Menší jsou také rozptyly v naměřených hodnotách oproti metodě přímého dotyku. I zde byl pro interpretaci rozdílů vytvořen sloupcový graf (obr. č. 19) ukazující průměrné výšky porostů a průměrné rozdíly mezi hodnotami u obou použitých metod.

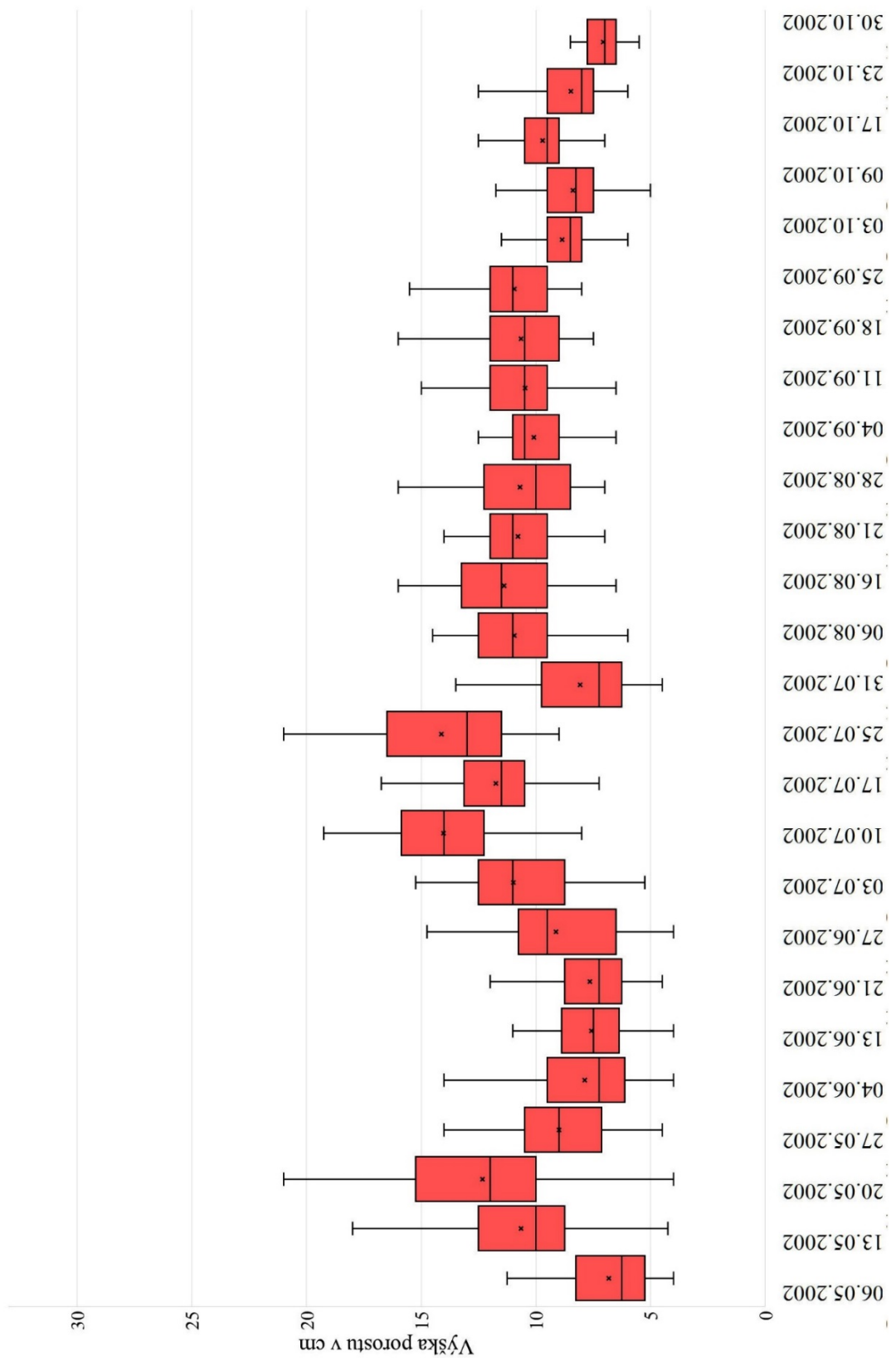


obr. č. 19: Porovnání průměrných hodnot obou metod měření u EG

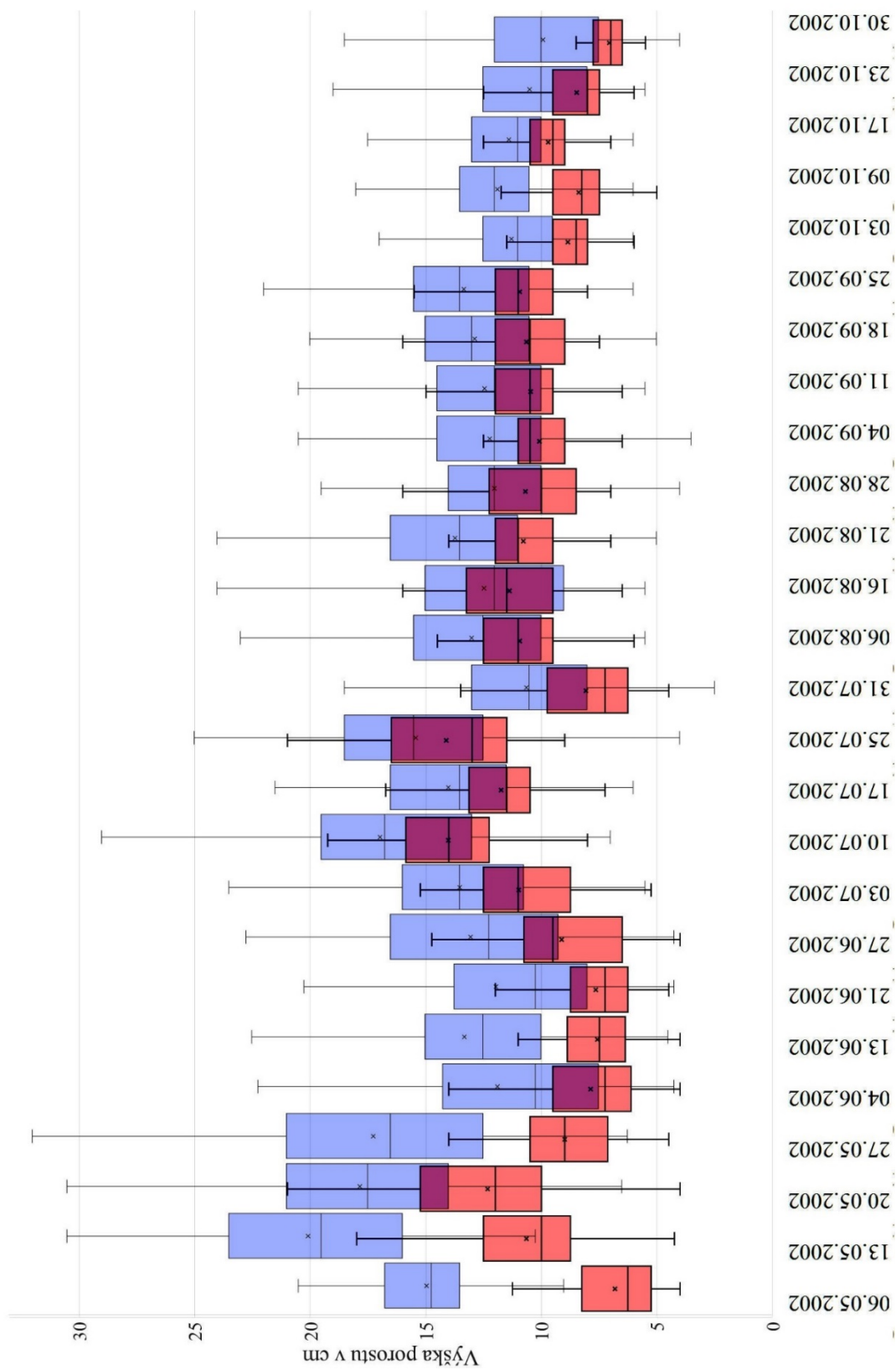
Největší diference obou metod spočívala v průměrném rozptylu měřených hodnot. Talířová metoda měla vždy nižší hodnoty než metoda přímého dotyku.



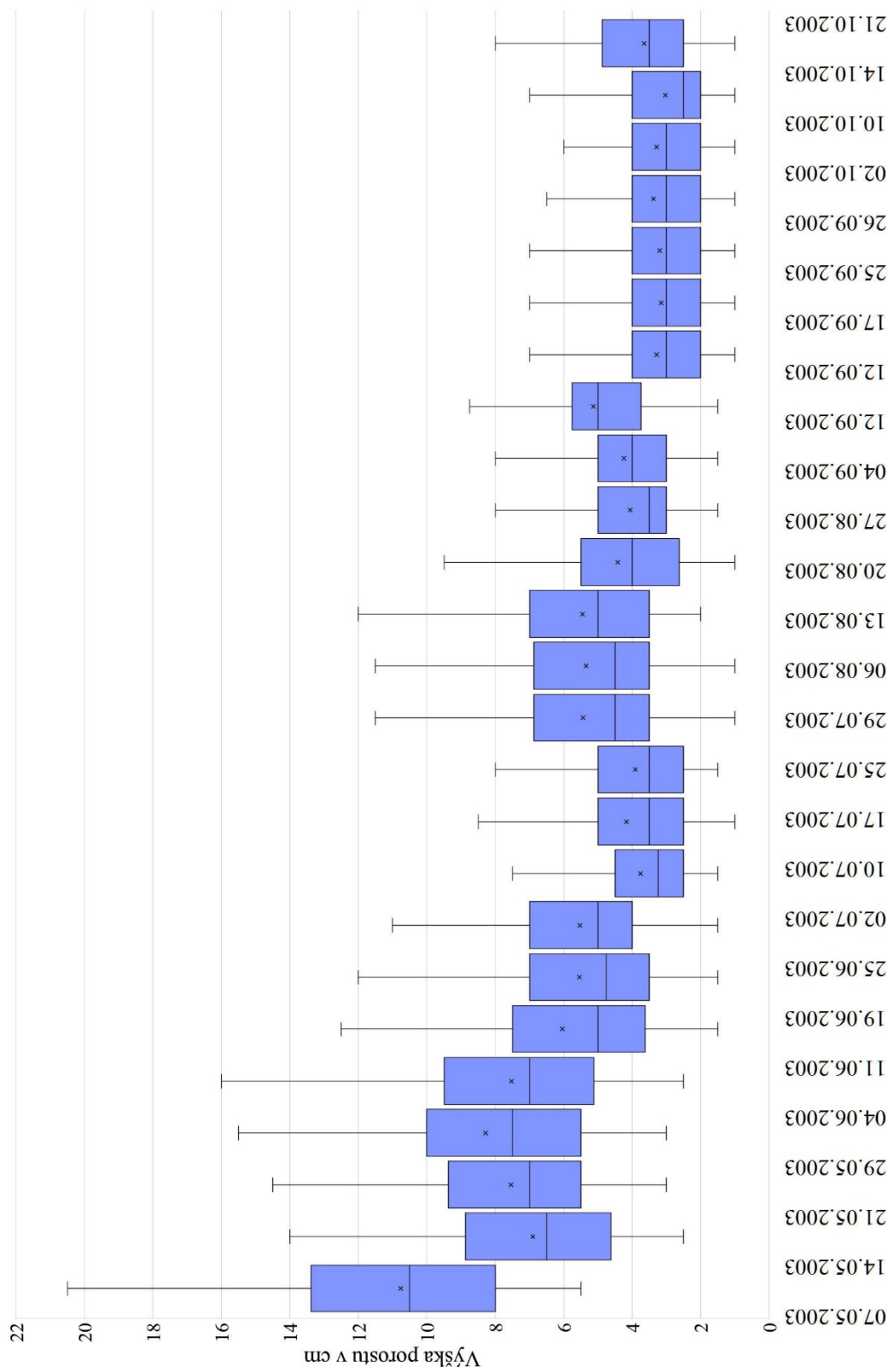
obr. č. 20: Metoda přímého dotyku u extenzivní pastvy (EG)



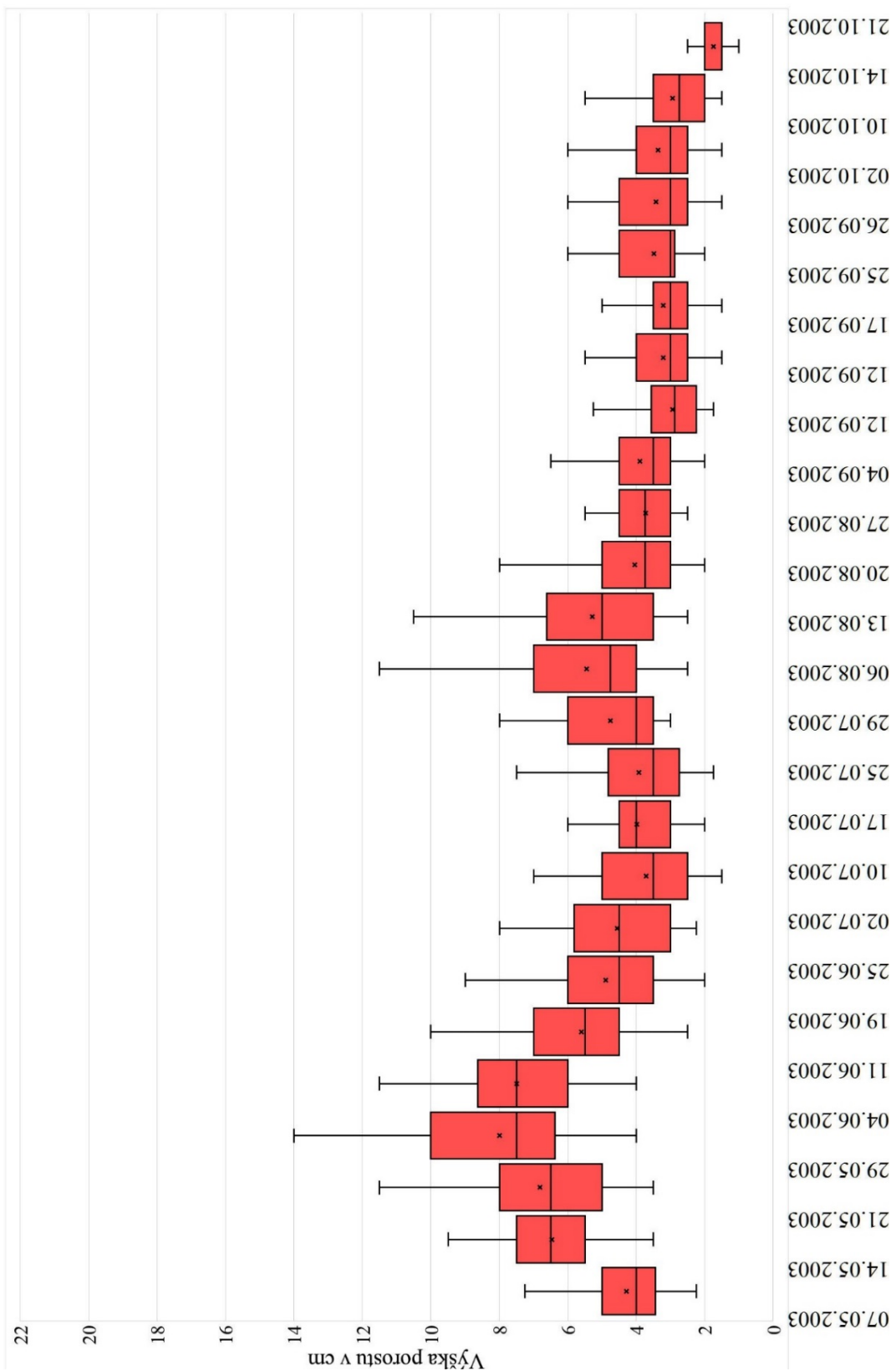
obr. č. 21: Taliřová u extenzivní pastvy (EG) v roce 2002



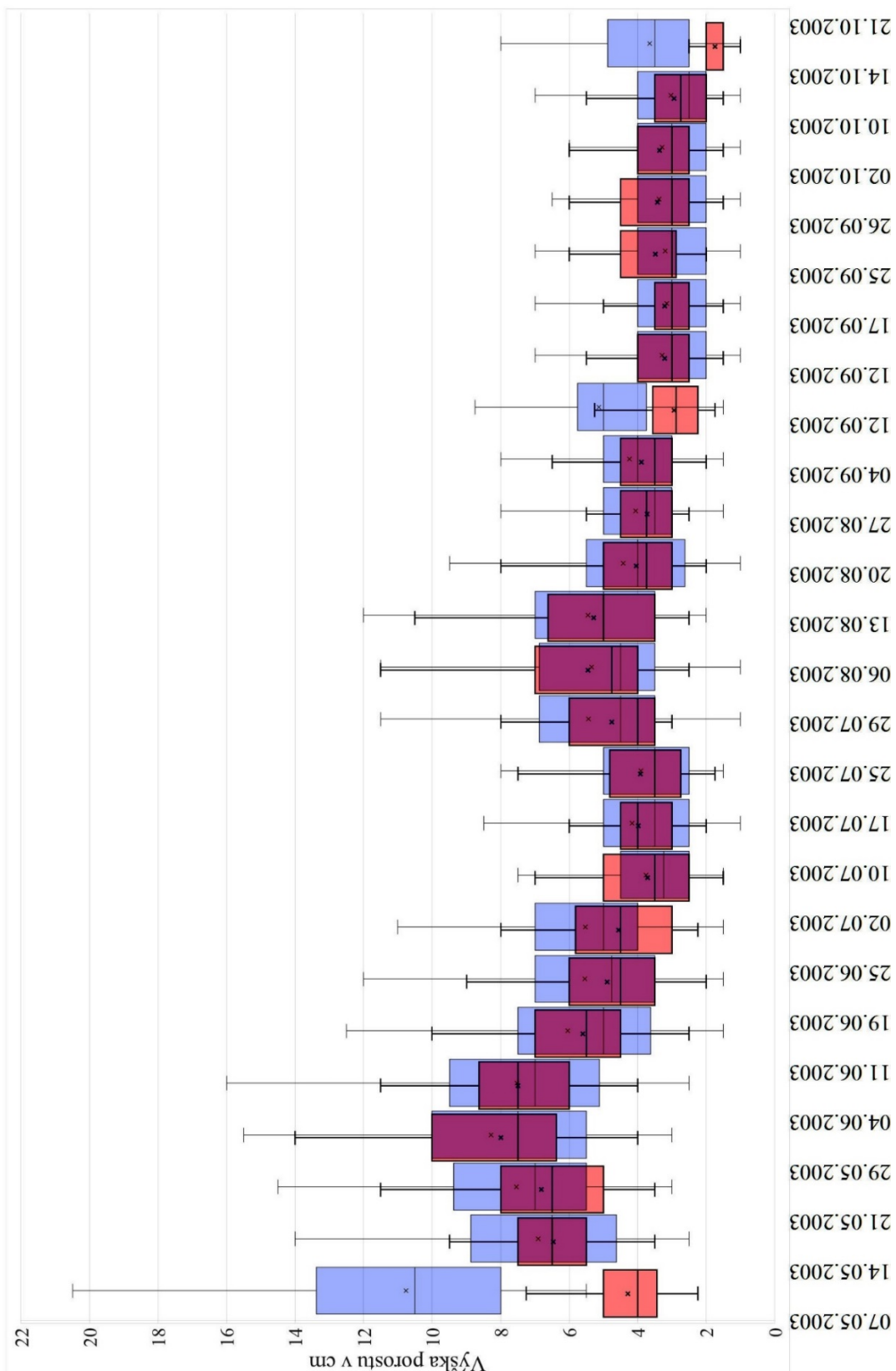
obr. č. 22: Porovnání metody přímého dotyku (modrá) a talířové metody (červená) u extenzivní pastvy v roce 2002



obr. č. 23: Metoda přímého dotyku u extenzivní pastvy (EG) v roce 2003



obr. č. 24: Talířová u extenzivní pastvy (EG) v roce 2003



obr. č. 25: Porovnání metody přímého dotyku (modrá) a talířové metody (červená) u extenzivní pastvy (EG) v roce 2003

Střední chyba průměrů u metody přímého dotyku činila **0,506** a u talířové metody **0,419**.

Z výsledků statistické analýzy **ANOVA**, ve které byla faktorem metoda měření, bylo zjištěno, že je **statisticky významný rozdíl mezi metodou přímého dotyku a talířovou metodou** u extenzivní pastvy (obr. č. 26).

| Anova: jeden faktor | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| Faktor | | | | | | |
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| EG dotyk | 51 | 620,830 | 12,173 | 7,732 | | |
| EG talíř | 51 | 504,010 | 9,883 | 6,195 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 133,793 | 1 | 133,793 | 19,214 | >0,001 | 3,936 |
| Všechny výběry | 696,340 | 100 | 6,963 | | | |
| Celkem | 830,133 | 101 | | | | |

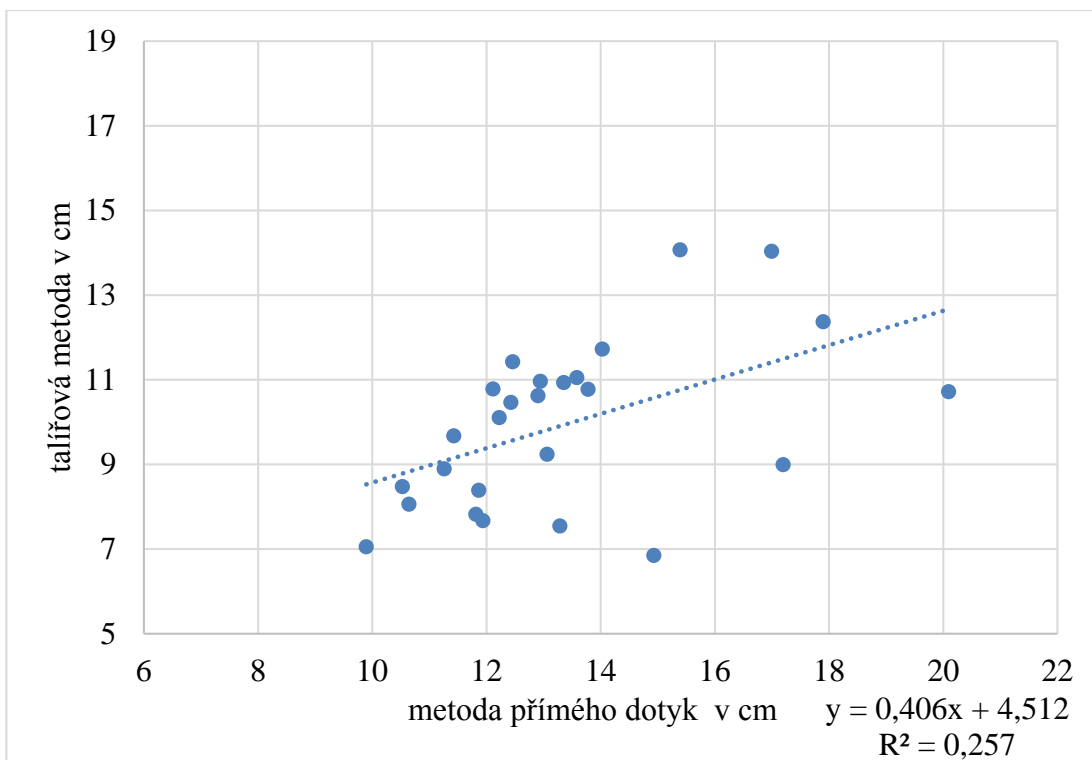
obr. č. 26: Analýza rozptylu dat pro metodu přímého dotyku a talířovou metodu u extenzivní pastvy

SS... suma čtverců odchylek od průměru; Rozdíl... počet stupňů volnosti; MS... průměrná odchylka čtverců od průměru; P... hladina významnosti testování; F krit... hodnota F statistiky pro porovnání s tabulárními kritickými hodnotami

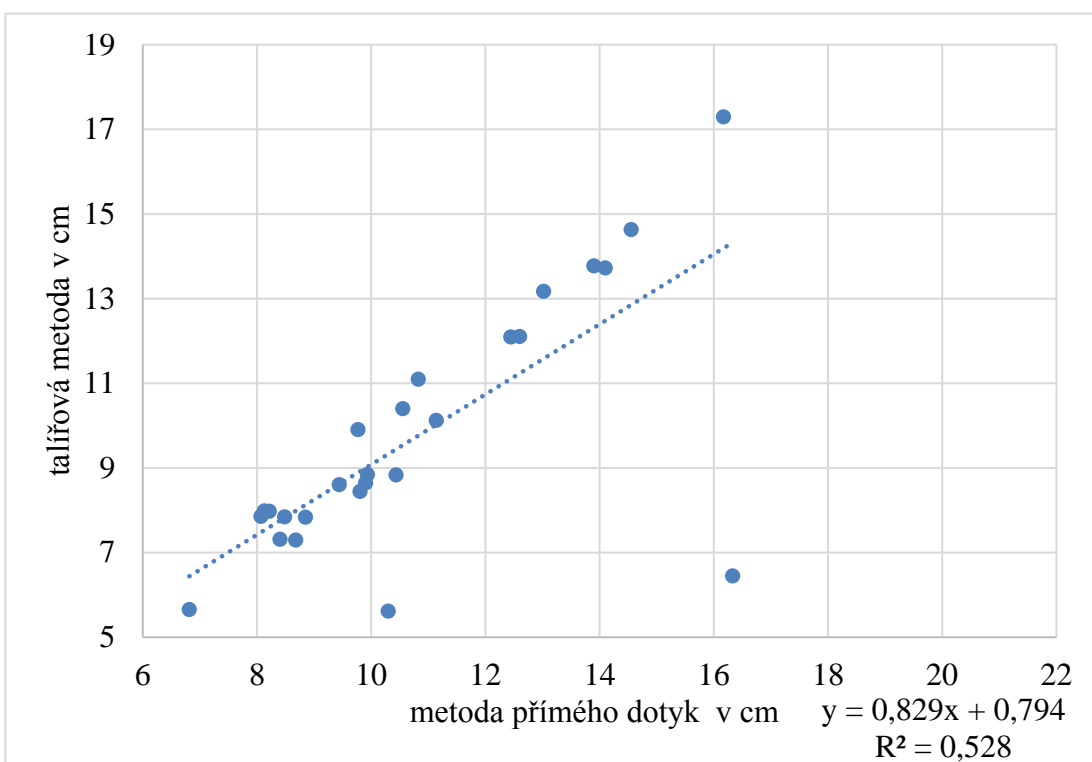
Pomocí **korelace** bylo zjištěno, že závislost mezi průměrnou výškou u metody přímého dotyku a talířové metody je u extenzivní pastvy **středně silná** (obr. č. 27). Jednotlivé průměrné hodnoty z každého měření a pro každou variantu jsou znázorněny v korelačním digramu (obr. č. 28 pro rok 2002 a obr. č. 29 pro rok 2003).

| EG 2002 a EG 2003 - celkově | |
|-----------------------------|-------|
| korelační koeficient | 0,579 |

obr. č. 27: Výsledek korelace mezi metodou přímo dotyku a talířovou metodu u intenzivní pastvy



obr. č. 28: Korelace talířové metody a metody přímého dotyku u EG 2002

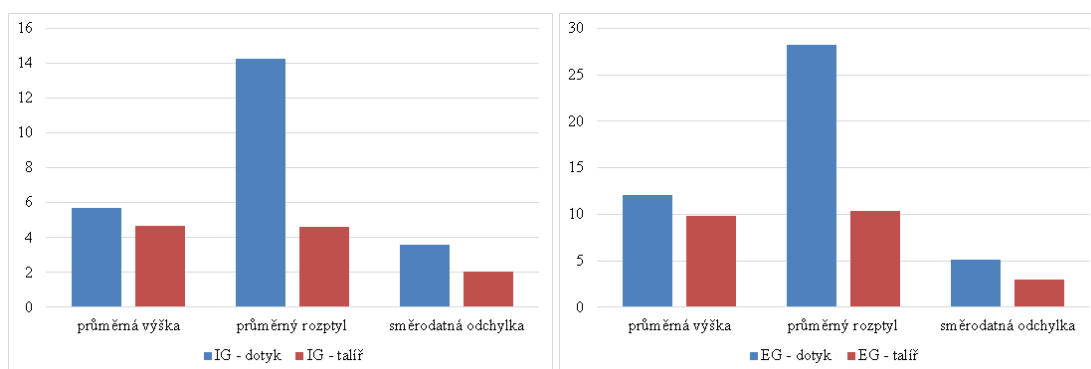


obr. č. 29: Korelace talířové metody a metody přímého dotyku u EG 2003

5.3 Porovnání výsledků i IG a EG

V pokusu byla provedená korelace intenzivní a extenzivní pastvou pro každou metodu. U **metody přímého dotyku** dosáhla korelace mezi IG a EG čísla **0,555**. Pro **talířovou metodu** byl korelační koeficient **0,586**. **Obě korelace jsou přímé** a dají se provažovat za **středně silné**.

V experimentech vyšel velice podobně průměr výšky, rozptylu a směrodatné odchylky mezi jednotlivé způsoby hospodaření (intenzivní a extenzivní pastvou). Grafy tedy byly přiloženy vedle sebe (obr. č. 30) a následně se provedla vzájemná korelace. **Korelační koeficient činil 0,991**. Z toho lze usuzovat, že měření proběhlo správně (grafy téměř nelišily, až na posun velikosti hodnot, který byl způsobený právě způsobem obhospodařování).



obr. č. 30: Porovnání průměrné výšky porostu, průměrného rozptylu naměřených hodnot a směrodatné odchylky pro intenzivní pastvu (vlevo) a extenzivní pastvu (vpravo).

5.4 Porovnání časové náročnosti obou metod

Z výpočtů bylo zjištěno, že **talířová metoda** je **rychlejší** než metoda přímého dotyku. Zjištění výšky porostu v jednom bodě **talířovou metodou** trvalo průměrně **3 vteřiny**. Zjištění výšky porostu v jednom bodě pomocí **metody přímého dotyku** vyžadovalo průměrně **13 vteřin**. V tab. č. 1 je příklad časové náročnosti obou použitých metod.

| | dotyk | talíř |
|------------|---------|---------|
| 1 hodnota | 0:00:13 | 0:00:03 |
| 50 hodnot | 0:10:50 | 0:02:30 |
| 100 hodnot | 0:21:40 | 0:05:00 |

tab. č. 1: Porovnání časové náročnosti měření obou metod pro různé množství měření

V tomto experimentu bylo v letech 2002, 2003 a 2016 provedeno celkem 16 650 měření, z toho 11 050 měření talířovou metodou, které celkově trvalo více než 9 hodin a 5 600 měření metodou přímého dotyku, které trvalo více než 20 hodin. To poukazuje na časovou náročnost toho experimentu.

Naměřené časy byly analyzovány pomocí metody jednofaktorovou analýzou ANOVA (obr. č. 31). Při analýze bylo zjištěno, že je statisticky významný rozdíl v čase měření mezi oběma zkoumanými metodami.

Anova: jeden faktor

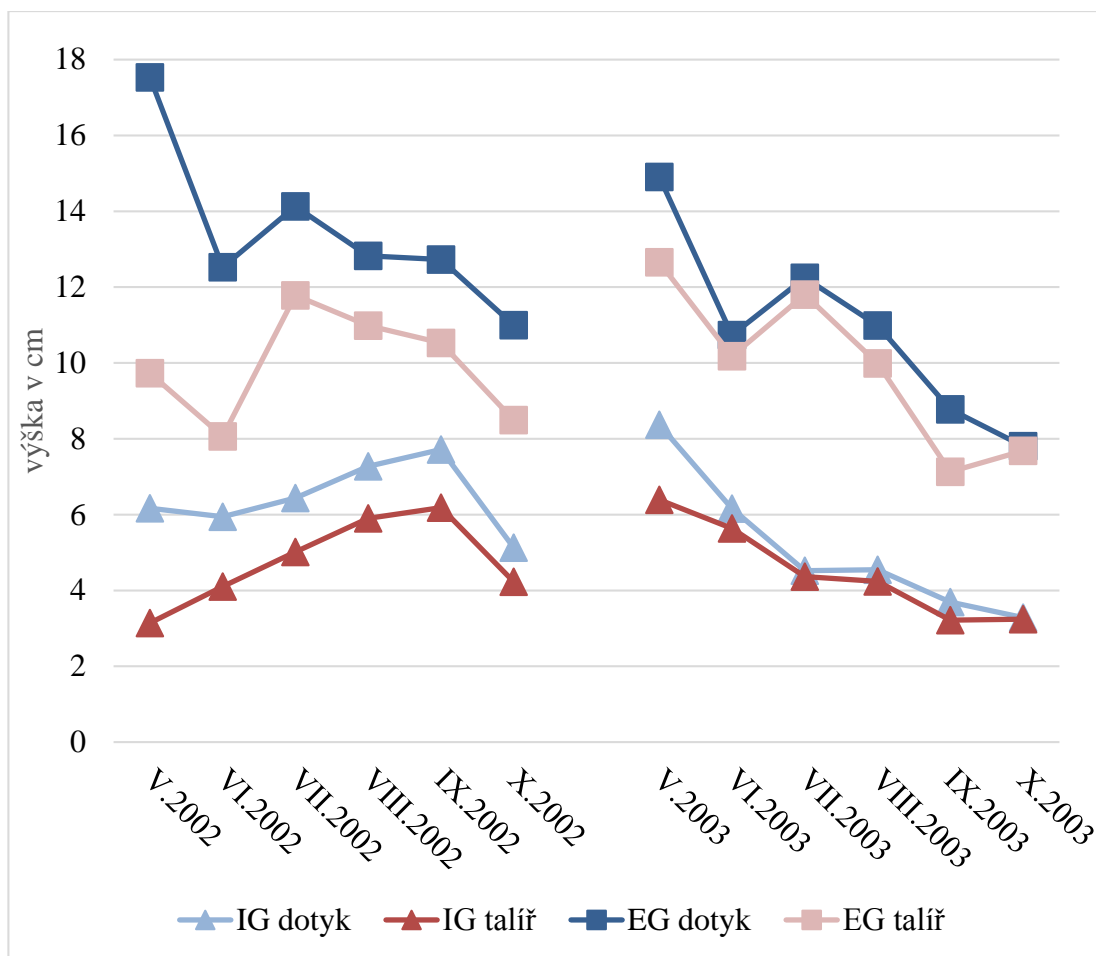
| Faktor | <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> |
|---------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| Řádek 1 | | 6 | 78 | 13 | 0,816 |
| Řádek 2 | | 6 | 18 | 3 | 0 |

| ANOVA | | | | | | |
|--------------------------|-----------|---------------|-----------|----------|------------------|---------------|
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 300 | 1 | 300 | 735,294 | >0,001 | 4,965 |
| Všechny výběry | 4,08 | 10 | 0,408 | | | |
| Celkem | 304,08 | 11 | | | | |

obr. č. 31: Analýza časové náročnosti pomocí jednofaktorové ANOVA

5.5 Výška travního porostu v průběhu sezón

Z výsledků měření jsme vytvořili graf průměrné měsíční výšky porostu pro každou metodu měření a každý způsob hospodaření pro roky 2002 a 2003 (obr. č. 32). Pomineme-li intenzivní pastvu (IG) v roce 2002 tak lze říct, že porost byl vždy nejvyšší na počátku sezóny a následně jeho výška v průběhu sezóny klesala, což souvisí s dynamikou nárůstu biomasy (Pavlu et al. 2006).



obr. č. 32: Naměřená průměrná měsíční výška porostu v letech 2002 a 2003

Tmavě modrá barva znázorňuje intenzivní pastvu při použití metody přímého dotyku. Světle modrá zaznamenává extenzivní pastvu při použití metody přímého dotyku. Hnědá znázorňuje intenzivní pastvu při použití talířové metody a béžová barva ukazuje výšku porostu u extenzivní pastvy při použití talířové metody.

6 Diskuze

V této práci bylo primárním cílem porovnání metod měření výšky travního porostu. Naměřená výška se následně často využívá k výpočtu výnosu píce. To způsobuje rozpor v pohledu na vhodnost použité metody měření. Jak uvádí Stewart et al. (2011) ve své práci, tak v Británii „Rada ochrany přírody“ (NNC – Nature Conservancy Council) a „Anglická příroda“ (EN - English Nature) využívají jako svou primární metodu pro měření výšky travního porostu talířovou metodu, zatímco ministerstvo životního prostředí, potravin a venkovských záležitostí (DEFRA - Department of Environment, Food and Rural Affairs) upřednostňuje pastevní tyč (sward stick).

Hakl et al. (2012) uvádí, že použití talířové metody je vhodné k zjištění množství biomasy, nikoliv však k měření výšky travního porostu u Tolice vojtěšky (*Medicago sativa*). Vhodnost talířové metody k zjištění množství biomasy spočívá v způsobu měření. Talířová metoda zjišťuje výšku porostu ve vztahu k odporu porostu, nikoliv maximální výšku nejvyšších rostlin. V této práci ovšem bylo zjištěno, že talířová metoda i metoda přímého dotyku jsou srovnatelně přesné pro měření výšky porostu. Tento závěr potvrzuje i Lile et al. (2001) která uvádí, že talířová metoda je vhodná k určení výšky i průměrného výnosu píce. Použitelnost talířové metody k zjištění výnosu dále podporuje i např. O'Donovan (2002). Naopak Sanderson et al. (2001) uvádí, že talířová metoda není dostatečně přesná k zjištění výnosu píce. Její nepřesnost spočívá v rozdílnosti měřených ploch, které ovlivňuje geografická poloha, podnebí, druhové složení a některé další faktory. Druhové složení pastviny a jeho vliv na získané výsledky měření popisuje i Martin et al. (2005). To by mohl být důvod, proč se liší výsledky získané v této práci od výsledků Hakl et al. (2012).

Stewart et al. (2011) zveřejnil také výsledky experimentu, ve kterém porovnával metodu odhadu „sward stick“ a talířovou metodu. V experimentu vyšlo, že naměřené hodnoty byly průměrně nejnižší a s nejmenším rozptylem u talířové metody. Naopak metoda „sward stick“ měla průměrnou nejvyšší naměřenou výšku a největší rozptyl. Metoda „sward stick“ pracuje v podstatě na stejném principu jako metoda přímého dotyku. Jedním z výsledků této diplomové práce je zjištění, že talířová metoda má nižší naměřenou průměrnou výšku než metoda

přímého dotyku. Stejně je tomu i s rozptylem hodnot. Lze tedy říci, že výsledky této práce korespondují s výsledky Stewart et al. (2001).

Stewart et al. (2001) dále uvádí, že metoda odhadu prováděná pomocí pravítka je o 40% rychlejší než jedno měření provedené talířovou metodou. Z toho by bylo možné usoudit, že metoda odhadu je skutečně nejrychlejší. Je totiž téměř 2x rychlejší než talířová metoda a téměř 8x rychlejší než metoda přímého dotyku.

Talířovou metodu také využil Correll et al. (2003), který ji ve své práci doporučil ke stanovení výšky a struktury porostu na identickém území, jako byl experiment této diplomové práce. Kromě dalších výsledků určil začátek srpna za měsíc s největším rozptylem hodnot výšky porostu, což nekoreluje s výsledky této práce. V této práci vyšlo, že největší rozptyl naměřených hodnot je v květnu a dále byly velké rozdíly v měřených hodnotách v červenci a srpnu (především u IG 2002 a IG 2003). To zřejmě souvisí s rychlostí růstu porostu. Dle Pavlů et al. (2006) je nejvyšší rychlost růstu na této pastvině v květnu a dále červenci a srpnu. V červnu a dále v září a říjnu je naopak rychlost růstu nižší. Toto tvrzení podporuje i výška porostu u variant EG 2002 a EG 2003.

Podle obr. č. 30 můžeme usuzovat, že pokus měl správné provedení, jelikož výsledky obou metod vyšly téměř totožně jak u intenzivní pastvy (IG), tak u extenzivní pastvy (EG), pouze s rozdílem v řádu hodnot (který je závislý na způsobu obhospodařování a cílené výsledné výšce porostu). Dále můžeme usuzovat, že obě měření výšky porostu jsou stejně vhodné pro obě metody obhospodařování v této oblasti. Rozdíl je však ve velikosti hodnot, talířová metoda má nižší průměrné naměřené hodnoty, menší rozptyl a menší nižší směrodatnou odchylku, proto by se dalo předpokládat, že metoda je přesnější. Může to být ovšem způsobené tlakem talíře na travní pokryv, k čemuž při metodě přímého dotyku nedochází.

7 Závěr

- Obě metody byly vhodné pro měření výšky travního porostu a sledování vývoje výšky u obou variant pastevního obhospodařování.
- Byla nalezena silná vzájemná korelace mezi oběma použitými metodami.
- Výhodou talířové metody je její větší mobilita, menší časová náročnost a menší rozptyl naměřených hodnot.
- Nevýhodou talířové metody je, že naměřené hodnoty neodpovídají reálné výšce, protože není zaznamenána nejvyšší výška rostlin, ale je zaznamenán odpor porostu. To ovšem umožňuje odhad hmotnosti rostlinné biomasy v travním porostu.
- Výhodou metody prvního kontaktu i přes její vyšší časovou náročnost je zaznamenání reálné maximální výšky porostu.

V současné době je uvažováno použití talířové metody jako standardu měření výšky travního porostu pro potřeby Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky. Z výsledků vyplývá její možné použití u podhorských travních porostů. Její využití v dalších typech porostů např. úzkolistých a širokolistých suchých trávníků bude vyžadovat další výzkum.

8 Seznam použité literatury

- Begon M., Harper J.L., Townsend C.R., Grygová B., 1997: Ekologie: Jedinci, Populace a Spoločenstva, Vydavatelství Univerzity Palackého, 949 p.
- Castle M.E., 1976. : A Simple Disc Instrument for Estimating Herbage Yield. Grass and Forage Science, 31(1), 37-40 p.
- CHMU - Český HydroMeteorologický Ústav © 2016: Územní teploty, [20.10.2016], <<http://portal.chmi.cz>>
- CHMU - Český HydroMeteorologický Ústav © 2016: Územní srážky, [20.10.2016], <<http://portal.chmi.cz>>
- Correll O., Isselstein J., Pavlů V. 2003: Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method, Grass and Forage Science, 58(4), 450-45p.
- ČSÚ - Český Statistický Úřad: Bilance půdy © 2016, [20.10.2016] <<https://vdb.czso.cz>>
- EOCD - Organisation for Economic Co-operation and Development ©1999, [20.10.2016], <<https://data.oecd.org>>
- Fitzgibbon C. D., 1997: Small Mammals in Farm Woodlands: The Effects of Habitat, Isolation and Surrounding Land-Use Patterns. Journal of Applied Ecology, 530-539 p.
- Frame J., 1993: Herbage Mass. In 'Sward Measurement Handbook'. 2nd Edn., British Grassland Society, 39-67 p.
- Gibson C.W.D., Hambler C., Brown V.K., 1992: Changes in Spider (Araneae) Assemblages in Relation to Succession and Grazing Management. Journal of Applied Ecology, 29(1),132-142 p.
- Google: Mapová data © 2016, [11.11.2016], <<https://www.google.cz/maps>>

- Hakl J., Hrevušová Z., Hejzman M., Fuksa P. 2012: The use of a rising plate meter to evaluate lucerne (*Medicago sativa* L.) height as an important agronomic trait enabling yield estimation. *Grass and Forage Science*, 67(4), 589-596 p.
- Hakrová P., Wotavová K., 2004: Změny druhového složení a struktury druhově chudých travních porostů v závislosti na managementu. *Aktuality šumavského výzkumu*, 4(7), 256-261 p.
- Halva E., Hrabě F., Lesák J., Vitek L., 1983: *Pícninářství - Louky a pastviny*, Vysoká škola zemědělská v Brně, 140 p.
- Hodgson J., Tayler J.C., Lonsdale C.R., 1971: The Relationship between Intensity of Grazing and the Herbage Consumption and Growth of Calves. *Grass and Forage Science*, 26(4), 231-238 p.
- Hrabě F., 2004: *Trávy a Jetelovino trávy V Zemědělské Praxi*, Olomouc, 121 p.
- Hrabě F., Buchgraber K., 2004: *Pícninářství – Travní Porosty*, Mendelova univerzita v Brně, 151 p.
- Klesnil A., Regal V., Štráfelda J., Turek F., Velich J., 1980: *Pícninářství*, Vysoká škola zemědělská, 208 p.
- Klimeš F., 1997: *Lukařství a Pastvinářství. Ekologie travních porostů*, Jihočeská univerzita, 140 p.
- Lile J.A., Blackwell M.B., Thomson N.A., Penno J.W., Macdonald K.A., Nicholas P.K., Lancaster J.A.S., Coulter, M., 2001: Practical use of the rising plate meter (RPM) on New Zealand dairy farms. *Proceedings of the Conference-New Zealand Grassland association*, 159-164 p.
- Lošák M., Gottwaldová P., Kašparová J., Mikušová Z., Zemková L., Straková M., 2009: Hodnocení růstových a generativních charakteristik porostu směsí navržených pro teplé oblasti, *Trávníky – Zeleň v suchých oblastech ČR*, Agentura BONUS, 74–75 p.
- Mannetje L., Jones. R. M., 2000: Measuring Biomass of Grassland Vegetation. *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*, 151-177 p.

- Martin R.C., Astatkie T., Cooper J.M., Fredeen A.H., 2005: A comparison of methods used to determine biomass on naturalized swards. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(2), 152-160 p.
- Matches A.G., Burns J.C., 1985: *Systems of Grazing Management*. Science of Grassland Agriculture, 537-547 p.
- Michalk D.L., Herbert P. K., 1977: Assessment of Four Techniques for Estimating Yield on Dryland Pastures I. *Agronomy Journal*, 69(5), 864-868 p.
- Milsom T. P., Langton S. D., Parkin W.K., Peel S., Bishop J.D., Hart J.D., Moore N.P., 2000: Habitat Models of Bird Species' Distribution: An Aid to the Management of Coastal Grazing Marshes. *Journal of Applied Ecology*, 37(5), 706-727 p.
- Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných Územích., Výzkumný ústav rostlinné výroby, 35-41 p.
- Mrkvička, J., 1998: *Pastvinářství*, Česká zemědělská univerzita, 86 p.
- Míka V., Hrazim J., Kalač P., Komárek P., Pavlů V., Pozdíšek J., 1997: *Kvalita Píce*, Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 227 p.
- Novotný I., Kaplička J., Žížala D., 2015: *Monitoring Eroze Zemědělské Půdy, Závěrečná Zpráva*, Výzkumný ústav meliorační a ochrany půdy, 134 p.
- O'Donovan M., Dillon P., Rath M., Stakelum G., 2002: A Comparison of Four Methods of Herbage Mass Estimation. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 17-27 p.
- Opitz von Boberfeld W., 1994: *Grünlandlehre: Biologische Und Ökologische Grundlagen*. Ulmer, Stuttgart, 336 p.
- Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L., Gaisler J., Nežerková P., 2006: Effect of continuous grazing on forage, quality, quantity, and animal performance *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113(1), 349-355 p.
- Quitt E., 1971: *Klimatické oblasti Československa* Academia, Praha, 73 p.

- Sanderson M. A., Rotz C.A., Fultz S.W., Rayburn E.B., 2001: Estimating Forage Mass with a Commercial Capacitance Meter, Rising Plate Meter, and Pasture Ruler. *Agronomy Journal*, 93(6), 1281-1286 p.
- Smith CH. J., 1980: *Ecology of the English Chalk*, Academic Press, 573 p.
- Sternberg M., Gutman M., Perevolotsky A., Ungar E.D., Kigel J., 2000: Vegetation Response to Grazing Management in a Mediterranean Herbaceous Community: A Functional Group Approach. *Journal of Applied Ecology*, 37(2), 224-237 p.
- Stewart K. E. J., Bourn N.A.D., Thomas J.A., 2001: An Evaluation of Three Quick Methods Commonly Used to Assess Sward Height in Ecology. *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 1148-1154 p.
- Svobodová M., Šantrůček J., 2006: Mulčování porostů trav a jetelovin při ukládání orné půdy do klidu, *Zemědělec*, 46p.
- Thomas J. A., 1983: The Ecology and Conservation of *Lysandra Bellargus* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Britain. *Journal of Applied Ecology*, 59-83 p.
- Vávra V., Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita. Brno, <<http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/>>
- Vejvodová A., 2016: Trvalé Travní Porosty - Ekologické Zemědělství. Program rozvoje venkova 2014-2020, Ministerstvo zemědělství, 10 p.
- Velich J., 1996: *Praktické Lukařství*, Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 57p.
- Veselý P., Skládanka J., Havlíček Z., 2011: Metodika hodnocení kvality píče travních porostů v chráněných krajinných oblastech, Mendelova univerzita v Brně, 32 p.