

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**OVĚŘENÍ PLATNOSTI MĚŘENÍ PODPORY VĚTRU**  
**VE SPRINTU NA 100 METRŮ**

**Validation of Measurement Wind Assistance in the 100 Metre Sprint**

Diplomová práce

**Vedoucí diplomové práce:**  
**PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D.**

**Zpracoval:**  
**Bc. Martin Vokoun**

**PRAHA, ZÁŘÍ 2007**

## **Abstrakt**

Název diplomové práce: Ověření platnosti měření podpory větru ve sprintu na 100 metrů

Zpracoval: Bc. Martin Vokoun

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D.

**Cíle práce:** Prakticky ověřit platnost měření větroměrem při sprintu na 100 metrů podle současných pravidel atletiky a porovnat jej s námi vytvořeným experimentálním měřením

**Metodika práce:** Pro tuto diplomovou práci jsme použili variantu experimentu a metodologickou studii. Podstatou experimentu bylo měření pomocí pěti dalších větroměrů rozestavěných podél stometrové trati, přičemž jeden větroměr byl umístěn na opačné straně dráhy než větroměr oficiální a větroměry ostatní. Podstatou metodologické studie bylo srovnání výhod a nevýhod současného měření jedním oficiálním větroměrem a našeho experimentálního měření.

**Výsledky práce:** Díky našemu experimentálnímu měření a následné metodologické studii jsme došli k závěru, že k zajištění větší objektivity měření podpory větru je zapotřebí dvou větroměrů postavených proti sobě (u vnitřního a vnějšího okraje dráhy). Dále jsme si ověřili, že měření s využitím většího počtu větroměrů je objektivnější než měření pouze jedním oficiálním větroměrem, nicméně údaj z tohoto větroměru ve většině případů odpovídá průměrným hodnotám z ostatních větroměrů, proto nelze jednoznačně říci, že současné měření je nedostačující.

**Klíčová slova:** pravidla atletiky, větroměr, 100 metrů, sprint

## **Abstract**

**Title (Thema works):** Validation of Measurement Wind Assistance in the 100 Metre Sprint

**Student:** Bc. Martin Vokoun

**Supervisor:** PhDr. Aleš Kaplan, Ph.D.

**Aims:** To practically verify the relevance measurement by the wind - gauge in the 100 metre sprint according to the current rules of athletics and compare them with our experimental measurement.

**Methods:** We used an experimental measurement and methodological study for this diploma thesis. The essence of this work was measurement by five other wind - gauges bordering the 100metres track, whereas one of them was placed on the opposite side than the official one and the other ones. The essence of this methodological study was a confrontation of advantages and disadvantages of current measurement by one wind - gauge and our experimental one.

**Results:** Thanks to our experimental measurement and following methodological study we reached the result that to provide higher objectivity of measurement the wind assistance we need two wind - gauges standing against each other (at the inner and the outer border of the track). Further we made sure that measurement by larger number of wind - gauges is more objective than measurement with one wind - gauge. But in the most of cases the dates of the official wind - gauge are approximately the same as the average dates from other wind – gauges, so that we cannot for-square say that current measurement is insufficient.

**Key words:** athletics rules, wind – gauge, 100 metres, sprint

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně za pomoci literární rešerše.

V Praze, dne 4. září 2007

Martin Vokoun

v.r .



Žádám, aby při zpracování tohoto textu byla citována diplomová práce v souladu s pravidlem o citování textu.

Jméno a příjmení:

Číslo OP:

Poznámka:

Adresa:

## **OBSAH**

1. Úvod.....	8
2. Teoretická východiska.....	10
2. 1. Charakteristika výkonu v běhu na 100 metrů.....	10
2. 2. Historie a současnost měření efektu větru pomocí větroměru dle pravidel atletiky.....	12
2. 3. Nástin problematiky zpochybnění světového rekordu na 100 metrů žen.....	14
2. 4. Modely matematické a fyzikální podpory větru.....	16
2. 4. 1. Historie matematických modelů.....	17
3. Výzkumná část.....	27
3. 1. Cíle práce.....	27
3. 2. Úkoly práce.....	27
3. 3. Hypotézy práce.....	28
3. 4. Popis výzkumného plánu.....	28
3. 4. 1. Příprava.....	29
3. 4. 2. Průběh experimentálního měření.....	32
4. Výsledková část.....	34
4. 1. Experimentální měření větroměrů.....	34
4. 2. Vyhodnocení dotazovacího šetření.....	36
4. 3. Vyhodnocení výzkumného šetření.....	38
4. 3. 1. Větroměry.....	38
4. 3. 2. Dotazování.....	47
5. Diskuse.....	49
5. 1. Větroměry.....	50
5. 2. Dotazování.....	52
6. Závěr.....	53
7. Soupis použité literatury.....	55
Přílohová část	

# 1. ÚVOD

K tématu diplomové práce mě přivedla myšlenka ověření si objektivitu posuzování regulérních výkonů v atletickém sprintu.

Atletika, její materiální a technické zabezpečení se od dob přelomu 19. a 20. století neuvěřitelně vyvinulo. Tréninkové metody se zdokonalují a světové rekordy donedávna stoupaly úměrnou řadou. Dnes se však tento trend jakoby zastavil. Více špičkových atletů používá k podpoře svých výkonů zakázané prostředky, čímž drží svou výkonnost na vysoké úrovni, která je žádána společností okolo. Doping může být jednou z možností, jak podat výkon na hranici svých možností. Další takovou možností může být závod ve vysokohorském prostředí nebo především pro sprintera závod s podporou větru do zad.

Každý, kdo někdy jel na kole nebo běžel proti silnému větru, potvrdí, že v takových podmínkách je nemožné zlepšit svůj výkon oproti podmínkám opačným, tzn. s větrem v zádech. Atletická pravidla proto na tento případ pamatují a ve svých regulích nedovolují větší podporu větru v zádech. Pro posouzení takové podpory v krátkém sprintu je nutný větroměr, který obsluhuje jeden z rozhodčích na vnitřním okraji dráhy. Od olympijských her v Mexiku konaných roku 1968 se měří elektronickou časomírou a v krátkých sprintech (100 a 200 metrů), skoku dalekém a trojskoku se navíc zaznamenává údaj o podpoře větru. Počínaje touto dobou hovoří pravidla o hranici síly větru +2,0 m/s jako o hranici, která určuje, zda je výkon regulérní, popřípadě může-li být uznán jako platný rekord.

Na základě četby článků autorů (Linthorne 1994, Mureika 2000), kteří zpochybňují regulérnost některých výkonů, a to i dodnes platných světových rekordů (například Griffithová – Joynerová 100 m – 10,49; podpora větru 0,0 m/s) a také ze své vlastní zkušenosti závodníka sprintera mě zajímalo, zda mají všichni závodníci ve všech drahách stejné podmínky. Jestli není jeden větroměr k posouzení tak důležitého rozhodnutí, je-li výkon regulérní nebo nikoliv, málo.

## 2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2. 1. Charakteristika výkonu v běhu na 100 metrů

Sportovní výkon u krátkých hladkých běhů je determinován hlavně vysokou úrovní rychlostních a silových schopností. Výsledný čas v těchto disciplínách je určován startovní reakcí, akcelerací, maximální běžeckou rychlostí a rychlostní vytrvalostí. U běhu na 200 metrů se vzhledem k charakteru závěru tratě hovoří i o speciální sprinterské vytrvalosti (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2001). Sprint svým charakterem náleží do skupiny cvičení, která jsou vykonávána s maximální intenzitou. Sprinterské disciplíny mají charakter cyklického pohybu, při kterém se projevuje snaha maximální intenzitou překonat danou vzdálenost v co nejkratším čase. Pro dosažení dobré a vysoké sportovní výkonnosti je nezbytně nutný předpoklad pro danou disciplínu. Z hlediska realizace sportovního výkonu se při stejné počáteční úrovni rozvíjejí pouze ti jedinci, kteří jsou schopni trénovat pravidelně a intenzivně, se snahou pro rozvinutí veškerých vlastností a dovedností nutných pro dosažení vysoké sprinterské výkonnosti. Sprint si klade kromě nároků na dýchací a srdeční cévní systém především velké požadavky na svalstvo, a to nejen dolních končetin, ale i ostatních svalových partií. Velmi náročný je sprint z hlediska pohybu, který je vykonáván maximální rychlostí, kdy veškerá snaha a pozornost sprintera je zaměřena k dosažení maximální rychlosti. Proto je nutné, aby technika sprinterského běhu byla plně zautomatizovaná. Pohyblivost nervových procesů je pro sprintera nezbytná, neboť je fyziologickým základem rychlosti (Navrátil, Zdílina, Hlína, Jílková 1981). Rychlé střídání vzruchů a útlumů s ovládnutím nervosvalového systému dosáhneme vysoké frekvence, které ve spojení s optimálním nasazením síly významně ovlivňuje sílu odrazu a tím i délku běžeckého kroku. Z toho vyplývá, že sprinterská rychlost je určena následujícími faktory: frekvence a délka běžeckého kroku, s těmito požadavky přímo souvisí rozvoj svalové pružnosti pro dosažení racionální běžecké techniky. Pokud by nebyla dostatečně rozvinuta koordinace mezi příslušnými svalovými skupinami, naše snaha o přenos rychlosti nebude mít žádný efekt (Navrátil, Zdílina, Hlína, Jílková 1981). Udržet však maximální rychlost vyžaduje i značnou zásobu speciální sprinterské vytrvalosti. Všechny tyto pohyblivé



vlastnosti a jejich postupný rozvoj jsou charakteristické a nezbytné pro trénink sprintera. Rychlost je možno rozvíjet v zásadě dvojím způsobem, přímo a nepřímo, a to zlepšováním úrovně a zdokonalováním uvedených složek. Dále zvýšením úrovně speciálních vlastností pro danou disciplínu (Navrátil, Zdílna, Hlína, Jílková 1981). Obě metody mohou, ale nemusí být zcela účinné. Rychlost je nejobtížněji trénovatelná vlastnost člověka. Při rozvoji rychlosti se zvyrazňuje potřeba kvality, při uplatňování zásad optimalizace objektivních i subjektivních podmínek.

#### ***Požadavky na sprintera z hlediska fyziologického***

Při sprinterském běhu následkem maximální intenzity pohybu vzniká velký kyslíkový dluh, který dosahuje značné hodnoty (87 – 96 % kyslíkové potřeby). Přestože se jedná o určitý stupeň hypoxie, soustavně navozovaná právě v rychlostním tréninku působí podnětně pro růst různých orgánů a vede k adaptaci tkání. Zároveň s nedostatečnou dodávkou kyslíku vzrůstá značně i obsah kyseliny mléčné v krvi. Z těchto hledisek je nutný přístup k výběru vhodných jedinců pro sprinterské disciplíny (Navrátil, Zdílna, Hlína, Jílková 1981)

#### ***Požadavky na sprintera z hlediska psychického***

Z uvedené charakteristiky a z toho vyplývajících nároků na sprinterský výkon musí mít sprinter mimo již uvedené vlastnosti také specifické psychické předpoklady. Od sprintera vyžadujeme absolutní koncentraci a kontrolované volní úsilí v krátkém časovém úseku. Také tyto vlastnosti jsou pro rozvoj sprinterských schopností nepostradatelné. Vzhledem ke všem uvedeným vztahům lze shrnout, že rozvoj rychlosti není izolovaným projevem, ale vždy se v různé míře uplatňují i pohybové, psychické a morálně volní vlastnosti jedince (Navrátil, Zdílna, Hlína, Jílková 1981).

### ***Požadavky na sprintera z hlediska morfologického***

Tělesná výška není rozhodujícím činitelem, protože mezi nejrychlejšími běžci se objevují sprinteri s menší tělesnou výškou a naopak i závodníci poměrně vysocí. Tělesná hmotnost by měla být v poměru k tělesné výšce. Sprinteri vyšších postav mají větší možnosti využití švihového běhu a běžci středních a nižších postav se snaží vyrovnat délku kroku frekvencí (Navrátil, Zdílina, Hlína, Jílková 1981).

## **2. 2. Historie a současnost měření efektu větru pomocí větroměru dle pravidel atletiky**

Studiemí efektu větru na sprinterských tratích se již před více než 70 lety zabývala IAAF. Bylo jí totiž podezřelé, že velké množství rekordních výkonů bylo dosaženo s velkou podporou větru. V těchto dobách se měřilo ručně na 0,1 sekundy a vítr tedy mohl pomoci minimálně právě o 0,1 sekundy. Studia ukázala, že rychlost větru 1 m/s do zad pomůže závodníkovi o 0,1 sekundy na 100 metrech. V roce 1936 na kongresu IAAF se tedy odsouhlasila jako maximální povolená síla větru 2 m/s. Tato pravidla platí dodnes, i v době, kdy se už měří na 0,01 sekundy (Linthorne 1994).

Výtah z nejnovějších pravidel týkajících se měření pomocí větroměru (Žák 2006):

### **PRAVIDLO 136 - Měřič rychlosti větru**

Rozhodčí pověřený úkolem měření rychlosti větru zajistí, aby měřicí přístroj byl postaven v souladu s ustanovením P 163.9 (běžecké soutěže):

#### **Měření rychlosti větru**

1. Rychlost větru musí být měřena od záblesku startérové pistole nebo jiného schváleného startovacího zařízení po dále uvedenou dobu :

100 m                      10 sekund

100 m překážek        13 sekund

110 m překážek        13 sekund

V běhu na 200 m musí být rychlost větru měřena po dobu deseti sekund od okamžiku, kdy první běžec vběhl do cílové rovinky.

2. Při běžeckých soutěžích musí být větroměr umístěn vedle první dráhy ve vzdálenosti 50 m od cílové čáry, do 2,0 m od okraje běžeckého oválu a ve výšce 1,22 m od země.
3. Rychlost větru musí být odečtena v metrech za sekundu, údaje zaokrouhlené na nejbližší vyšší desetinu (m/s) v kladném smyslu (tzn., že údaj +2,01 m/s bude zaznamenán jako +2,1 m/s a údaj -2,01 m/s jako -2,0 m/s.). Měřiče s digitálním ukazatelem se čtením v desetínách m/s musí odpovídat tomuto pravidlu.

Všechny větroměry musí být certifikovány IAAF a přesnost měřiče musí být ověřena příslušnou organizací akreditovanou u národního metrologického ústavu, takže všechna měření mohou být odvozena od národních a mezinárodních standardů. .

4. Při všech mezinárodních soutěžích uvedených v P 1.a) až f) musí být použit ultrazvukový větroměr.

Mechanický větroměr má být opatřen vhodnou ochranou proti vlivu jakéhokoliv bočního větru. Při použití trubky, má být její délka na obě strany od měřícího zařízení alespoň dvojnásobkem průměru trubky

5. Větroměr může být spouštěn a zastavován automaticky a/nebo na dálku a jeho údaj přenášen přímo do počítače soutěže.
6. Rychlost větru musí být rovněž měřena  
při běhu na 50 a 60 m po dobu 5 sekund  
při běhu na 80 m překážek po dobu 10 sekund

U těchto běhů musí být větroměr vždy umístěn v polovině délky tratí.

a P 184.5 (soutěže v poli):

Pro větší přehlednost a pochopení problému uvádím ještě principy měření podpory větru ve skokanských disciplínách

## HORIZONTÁLNÍ SKOKY

Měření rychlosti větru

1. Při soutěžích ve skoku do dálky a v trojskoku musí být rychlost větru měřena po dobu 5 sekund od okamžiku, kdy závodník minul značku umístěnou podél rozběhové dráhy ve vzdálenosti 40 m od odrazového břevna při skoku do dálky a 35 m při trojskoku. Pokud se závodník rozbíhá ze vzdálenosti kratší než 40 m, resp. 35 m, musí se rychlost větru měřit od okamžiku, kdy se atlet rozběhne.
2. Větroměr musí být umístěn ve vzdálenosti 20 m od odrazového břevna. Musí být ve výšce 1,22 m od země a ve vzdálenosti do 2 m od rozběžiště.
3. Použije se stejný větroměr, jak je popsáno v P 163.11. S větroměrem se pracuje a jeho údaje odečítají v souladu s P163.12 a P 163.10. a měří rychlost větru ve směru běhu (v kladném či záporném smyslu) v příslušných disciplínách. Zapiše a odepíše zjištěné údaje a předá je sekretáři soutěží.  
Pozn.: Při soutěžích ČAS se naměřené údaje předávají podle dispozic vrchního rozhodčího, většinou vrchníkovi příslušné disciplíny nebo sekretáři soutěží.

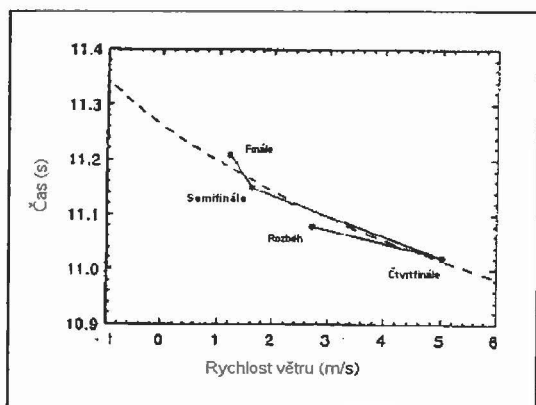
### **2. 3. Nástin problematiky zpochybnění světového rekordu na 100 metrů žen**

Nejvíce zpochybňovaným platným světovým rekordem je výkon Florence Griffith Joyner na 100 metrů, jenž má hodnotu 10,49 s. Při olympijské kvalifikaci Spojených států amerických na OH v Soulu 1988 běžela ve čtvrtfinále čas, kterému se dosud žádná jiná žena ani nepřiblížila. Naměřená hodnota větru byla 0,0 m/s. Nick Linthorne (1994) zpochybňuje tento výkon a tvrdí, že vítr v té době foukal rychlostí až +5,5 m/s do zad a tedy nad povolenou hranicí 2 m/s, a měl by tak být vyškrtnut z listiny platných světových rekordů. Údaj větroměru (Omega) 0,0 m/s se setkal s nedůvěrou očividných svědků. Toho

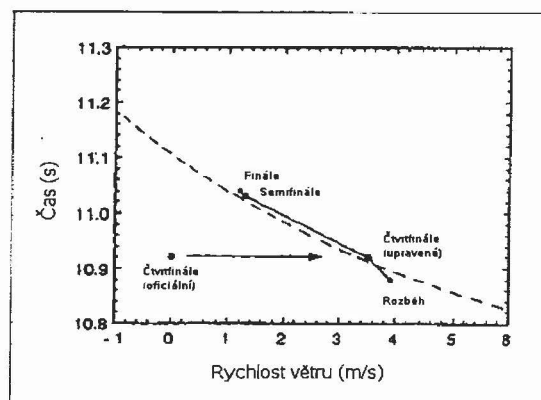
dne totiž na stadionu vál velmi silný vítr. Ukazatel větru při trojskoku, který probíhal hned vedle cílové rovinky, ukázal jen třem závodníkům z celkového počtu 46 startujících sílu větru menší, než je povolená hranice 2 m/s. Ostatním ukázal hodnoty vyšší. Americký trojskokan Willie Banks skočil nejdelší skok historie (v té době) 18,20 m s podporou +5,2 m/s a těsně před 1. čtvrtfinále žen na 100 metrů ukazoval +4,3 m/s. Oficiální měření ukázalo pro 1. čtvrtfinále 0,0 m/s (světový rekord Griffith Joyner), 2. čtvrtfinále také 0,0 m/s a 3. čtvrtfinále +5,0 m/s. Šest z deseti nejrychlejší Američanek roku si zaběhlo svoje nejlepší časy právě v prvních dvou bězích čtvrtfinále (vítr 0,0 m/s). Jedenáct sprinterek, které postoupily, se v semifinále zhoršilo v průměru o 0,19 sekundy, a to i přesto, že foukal vítr o hodnotě +1,3 a +1,6 m/s.

V Indianapolis byl větroměr napojený automaticky na startovní pistolí a celý rozvodový systém směřoval k cílové kameře. Nevyžadoval tedy žádného rozhodčího (operátora). Celý systém Omega byl po závodech analyzován, ale nebyla zjištěna žádná špatná funkce. Nejpravděpodobnější vysvětlení ukazuje na dočasné odpojení větroměru od systému během dvou čtvrtfinále na 100 metrů. Linthorne (1994) zkoumal větrné údaje na všech mistrovstvích světa i olympijských hrách a nenarazil na jediný závod, který by se svými hodnotami aspoň blížil prvním dvěma čtvrtfinálovým běhům v Indianapolis.

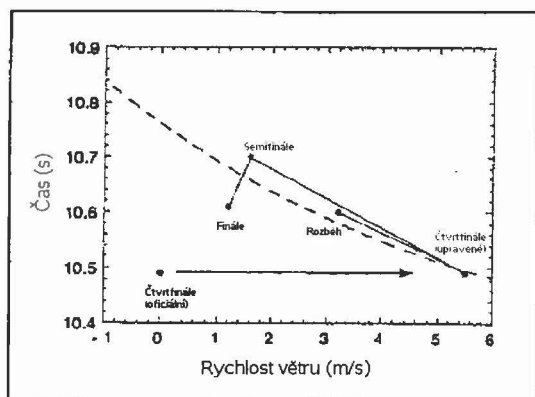
Grafy uvádějí výkony jednotlivých závodnic během závodů v Indianapolis v běhu na 100 metrů (Linthorne 1994)



Graf 1: JENNIFER INNISS (ČTVRTFINÁLE III)



Graf 2: ALICE BROWN (ČTVRTFINÁLE II)



Graf 3: FLORENCE GRIFFITH JOYNER  
(ČTVRTFINÁLE I)

## 2. 4. Modely matematické a fyzikální podpory větru

Pro posuzování nejhodnotnějších výkonů, ať už s podporou větru nebo nikoliv, vytvořili někteří autoři (Mureika 2000, Linthorne 1994) model pro výpočet výkonu bez jakékoliv podpory větru nebo nadmořské výšky. Mureika (2000) uvádí matematický model podpory větru a nadmořské výšky - výhoda větru v zádech při síle +2,0 m/s činí v malé nadmořské výšce rozdíl 0,10 – 0,12 s na 100 metrů. Bez větru se každých 1000 metrů nad mořem zlepšuje výkon o 0,03 – 0,04 s (př. Mexiko City 2 250 m. n. m. - výhoda 0,07). Stejnou problematiku řeší Linthorne (1994), který uvádí zlepšení času na 100 metrů při větru v zádech +2,0 m/s u mužů o 0,10 při odchylce  $\pm 0,01$  a u žen o 0,12 při odchylce  $\pm 0,02$ . U podpory nadmořské výšky se autoři shodují.

V tabulce 1 nejlepších výkonů historie na 100 metrů mužů (upravených pro vítr 0,0 m/s a nadmořskou výšku 0 m. n. m.) můžeme sledovat následující rozdíly mezi oficiálními výkony zaznamenanými ve výsledkových listinách (tabulkách) a mezi upravenými výkony, které nám zde ukazují skutečnou hodnotu daného výkonu. Je vidět, že současný světový rekord Asafy Powella je až na 11. resp. na 12. místě a podle tabulky se dá říci, že má menší výkonovou hodnotu, než pět oficiálně pomalejších časů Maurice Greena.

### Tabulka 1

Nejlepší výkony historie na 100 metrů mužů (upravené pro vítr 0,0 m/s a nadmořskou výšku 0 m. n. m.) (Mureika : <http://myweb.lmu.edu/jmureika/track/db/index.html>)

Pořadí	Upravený	Oficiální	Vítr	Atlet	Datum	Místo	nadm.výška (m)
1	9.80	9.79	0.1	Maurice Greene	1999-06-16	Athínai	110
2	9.81	9.80	0.2	Maurice Greene	1999-08-22	Sevilla	10
3	9.82	9.84	-0.5	Tyson Gay	2007-06-22	Indianapolis	220
4	9.82	9.85	-0.5	Tyson Gay	2007-08-26	Osaka	15
5	9.83	9.82	-0.2	Maurice Greene	2001-05-08	Edmonton	680
6	9.84	9.86	-0.4	Ato Boldon	1998-06-17	Athínai	110
7	9.85	9.79	1.1	Ben Johnson	1988-09-24	Seoul	100
8	9.85	9.84	0.2	Bruny Surin	1999-08-22	Sevilla	10
9	9.85	9.86	-0.2	Maurice Greene	2000-01-09	Berlin	35
10	9.85	9.87	-0.3	Maurice Greene	2000-09-23	Sydney	45
11	9.85	9.77	1.5	Asafa Powell	2006-06-11	Gateshead	100
12	9.86	9.77	1.6	Asafa Powell	2005-06-14	Athínai	110
13	9.86	9.77	1.7	Justin Gatlin	2006-12-05	Doha	14
14	9.86	9.85	-0.2	Tim Montgomery	2001-05-08	Edmonton	680
15	9.86	9.86	-0.4	Frank Fredericks	1996-03-07	Lausanne	600
16	9.86	9.76	2.2	Tyson Gay	2007-06-02	New York	10
17	9.87	9.86	0.1	Ato Boldon	1999-06-16	Athínai	110
18	9.88	9.78	2	Tim Montgomery	2002-09-14	Paris	60
19	9.88	9.83	0.95	Ben Johnson	1987-08-30	Roma	30
20	9.88	9.86	0.2	Maurice Greene	1997-03-08	Athínai	110
21	9.88	9.87	0.2	Asafa Powell	2004-03-09	Bruxelles	35
22	9.88	9.88	-0.1	Ato Boldon	1998-09-17	Kuala Lumpur	60
23	9.88	9.98	-1.6	Asafa Powell	2004-09-18	Monaco	0
24	9.88	9.91	-0.5	Derrick Atkins	2007-08-26	Osaka	15

9.77 – současný platný světový rekord

#### 2.4.1. Historie matematických modelů

Nad regulérností současných pravidel se pozastavuje Mureika (2000) ve své práci *The Legality of Wind and Altitude Assisted Performances in the Sprints*. Podle matematických výpočtů se mohou některé výkony vytvořit za neregulérních podmínek, a přesto můžou být uznány jako platné (např. světové rekordy). Hranici +2,0 m/s větru do zad odpovídají podmínky ve 2 000 metrech nad mořem s podporou větru pouhých

+ 1,0 m/s v zádech. Proto je jakýkoliv výkon přesahující tyto hodnoty neregulární, přesto však za současného znění pravidel platný. Autor tedy z tohoto důvodu apeluje na změnu pravidel v souvislosti s vyšší nadmořskou výškou.

## Tabulka 2

Hodnoty zlepšení výkonů pro muže a ženy v běhu na 100 metrů podle nadmořské výšky (Mureika 2001)

vítr (m/s)	0 m	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m
0.0	0.00	-0.02	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08
+ 1.0	-0.05	-0.07	-0.08	-0.10	-0.11	-0.12
+ 2.0	-0.10	-0.11	-0.13	-0.14	-0.15	-0.16
0.0	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.07	-0.09
+ 1.0	-0.07	-0.08	-0.10	-0.11	-0.12	-0.14
+ 2.0	-0.12	-0.14	-0.15	-0.16	-0.17	-0.18

Matematické modely výkonů ve sprintu se v nějaké formě vyskytovaly přinejmenším již na začátku 20. století. Hill (1925) byl jedním z průkopníků, který studoval sprinterovu rychlostní křivku, tj. běžcovu rychlost jako funkci času (Report of the 93rd Meeting). Matematik Joseph Keller (1973) zase ve své práci A theory of competitive running formuloval jednoduchý model sloužící k tomu, aby předpovídal potenciální časy závodníků na různé vzdálenosti. Kellerův originální model pro sprinty navrhoval stálou hnací sílu a argumentujíc tím, že atlet musí využívat veškerou svou sílu k tomu, aby dosáhl maximálního výkonu. Kellerův model využil a zároveň vylepšil Robert Tibshirani (1997), který hnací termín přizpůsobil kolísajícímu času. Argumentem bylo, že taková intenzivní fyzická námaha nevyhnutelně zapříčiní svalovou únavu. Tento poznatek představil Tibshirani (1997) ve svém díle Who is the fastest man in the world?, kde se zabýval porovnáváním rekordních závodů Donovana Baileyho a Michaela Johnsona na letních



olympijských hrách v roce 1996 a kde se snažil přijít na to, kdo je rychlejší a čí výkon byl významnější.

Tibshiraniho model přináší přibližné srovnání výsledných časů, což však nepředstavuje zcela úplné napodobení skutečného závodu. Proto vznikl tzv. matematicko - fyzikální model, jehož autorem je Mureika (2001), který se také zabývá ovlivněním výkonu v běhu na 100 metrů. Matematicko – fyzikální model výkonů ve sprintech využívá jak matematických, tak fyzikálních prvků a zohledňuje větrné podmínky a nadmořskou výšku. Korekce časů pro sprintery i sprinterky jsou diskutovány a stanovují se teoretické odhady vzhledem k výše zmíněným prvkům. Korekce odpovídají stálým větrným odhadům dřívějších autorů, nicméně vzhledem k proměnlivému větru jsou pro tento model výraznější. Matematicko – fyzikální model rozděluje sprint do tří odlišných fází – pohon, přechod a fáze údržby. Předchozí modely přiřazují hnací termín rovnici pohybu, což úplně neodpovídá pohonné fázi, ve které sprinter začíná závod z nízkého startu. Z této pozice může atlet dosáhnout větší rychlosti díky zvětšené aplikaci sil. Tato fáze trvá asi 25 – 30 metrů, než sprinter přejde ke vzpřímenému běžeckému postoji. Termín údržby je zanechaný relativně nedotčený z předchozích modelů a představuje udržovací fázi závodu.

vzdálenost(m)	vitr	0.0 ms <sup>-1</sup>	vitr	+ 2.0 ms <sup>-1</sup>
10	1.708	8.800	1.705	8.840
20	2.747	10.323	2.738	10.396
30	3.676	11.142	3.659	11.240
40	4.554	11.584	4.529	11.710
50	5.409	11.792	5.373	11.941
60	6.254	11.844	6.208	12.012
70	7.100	11.787	7.041	11.970
80	7.953	11.650	7.880	11.849
90	8.818	11.455	8.730	11.666
100	9.700	11.217	9.596	11.439

**Tabulka 3** Příklady matematicko – fyzikálního modelu podle Mureiky (2001)

Komentář k tabulce 3

Modelová předpověď pro nulovou nadmořskou výšku. V prvním případě by závodník dosáhl maximální rychlosti 11.845 ms<sup>-1</sup> na 59.180 m (za 6.185 sekundy). Ve druhém případě s podporou větru +2,0 ms<sup>-1</sup> by jeho maximální rychlost byla 12.012 ms<sup>-1</sup> a to na 60.821 metrech (6.276 sekundy).

vzdálenost(m)	n.výška	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m				
10	1.708	8.806	1.708	8.811	1.707	8.8148	1.707	8.820	1.707	8.8243
20	2.746	10.335	2.745	10.345	2.744	10.355	2.743	10.364	2.742	10.373
30	3.674	11.159	3.671	11.174	3.669	11.189	3.667	11.203	3.665	11.217
40	4.550	11.606	4.547	11.627	4.543	11.646	4.540	11.665	4.537	11.683
50	5.403	11.819	5.398	11.845	5.393	11.869	5.388	11.891	5.383	11.912
60	6.246	11.875	6.239	11.905	6.232	11.932	6.226	11.958	6.220	11.980
70	7.090	11.821	7.080	11.854	7.071	11.885	7.063	11.914	7.055	11.941
80	7.940	11.687	7.928	11.723	7.917	11.756	7.906	11.788	7.896	11.818
90	8.803	11.495	8.788	11.533	8.774	11.568	8.761	11.602	8.749	11.634
100	9.681	11.259	9.664	11.298	9.647	11.335	9.631	11.371	9.617	11.404

**Tabulka 4**

Modelové časy a rychlosti po jednotlivých desetimetrových úsecích v různých nadmořských výškách (Mureika 2001)

vzdálenost(m)	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
10	1.708	8.800	1.703	8.865	1.708	8.812	1.704	8.861
20	2.747	10.323	2.732	10.449	2.745	10.354	2.734	10.431
30	3.676	11.149	3.648	11.321	3.67	11.197	3.652	11.282
40	4.554	11.584	4.511	11.810	4.543	11.668	4.519	11.747
50	5.408	11.843	5.348	12.015	5.39	11.908	5.361	11.969
60	6.247	11.979	6.18	12.016	6.226	11.994	6.193	12.027
70	7.08	11.987	7.015	11.923	7.06	11.971	7.026	11.967
80	7.917	11.901	7.859	11.761	7.899	11.870	7.867	11.822
90	8.763	11.746	8.717	11.549	8.746	11.711	8.72	11.613
100	9.621	11.540	9.592	11.298	9.608	11.508	9.59	11.355
$\Delta$ (s)	+0.079 s		+0.108 s		+0.092 s		+0.110 s	

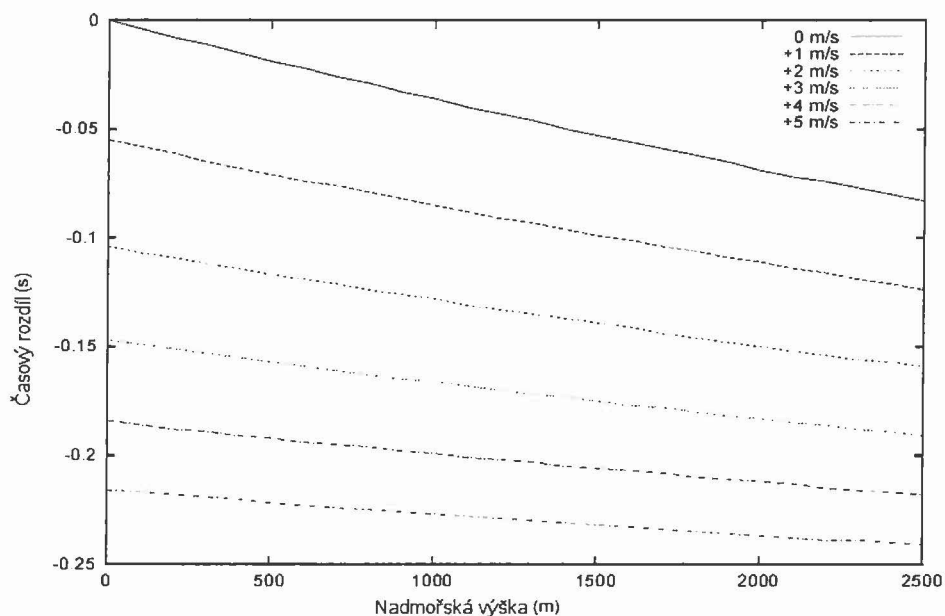
**Tabulka 5**

Modelové časy při čtyřech různých povětrnostních podmínkách podle Dapena a Feltnera (Dapena, Feltner 1987)

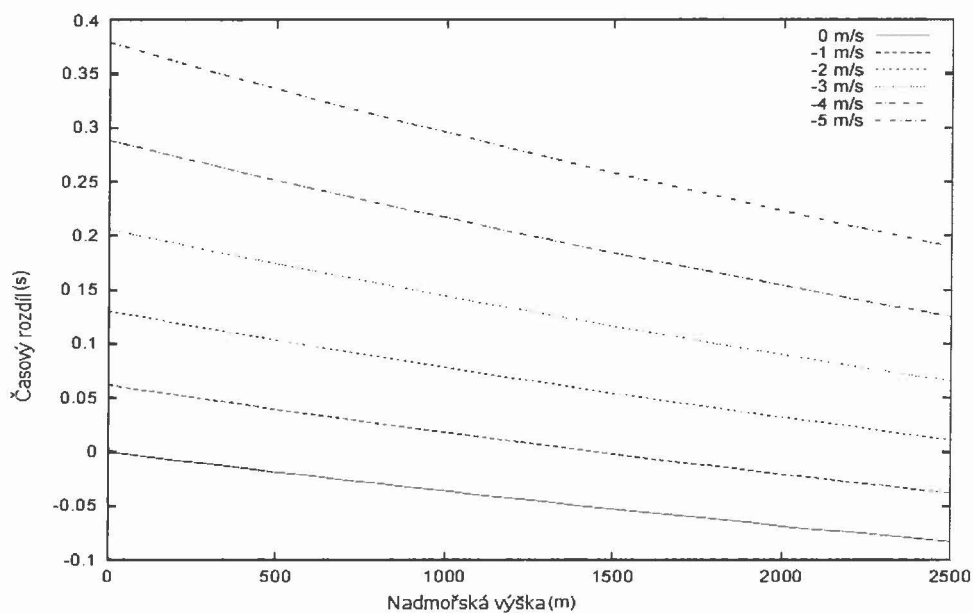
vítr ( $\text{ms}^{-1}$ )	výška = 0 m	1000 m	2000 m
-5	9.736	9.730	9.724
-4	9.729	9.724	9.717
-3	9.723	9.716	9.710
-2	9.715	9.709	9.703
-1	9.708	9.702	9.696
+0		9.695	9.689
+1	9.693	9.687	9.683
+2	9.686	9.681	9.676
+3	9.680	9.676	9.672
+4	9.674	9.671	9.667
+5	9.669	9.666	9.663

**Tabulka 6**

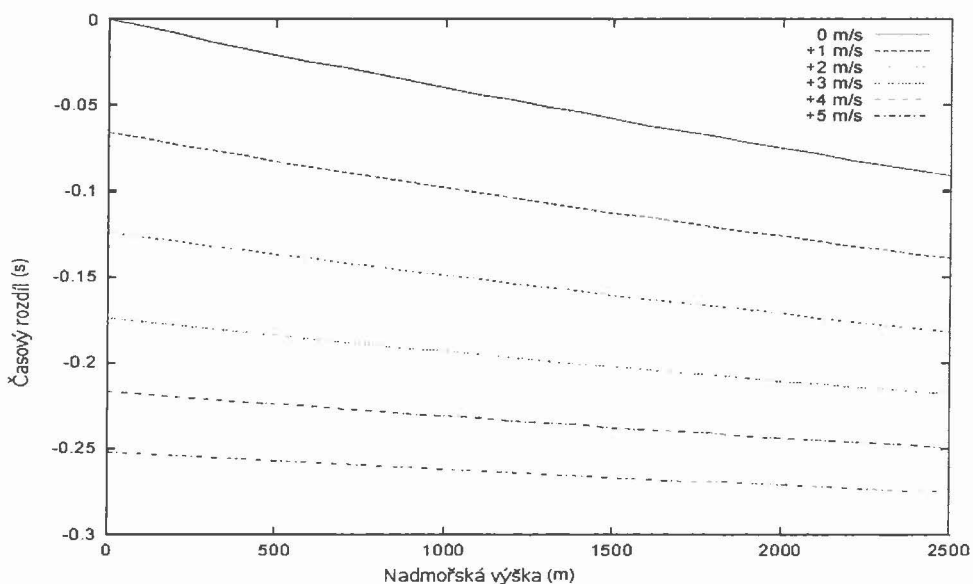
Větrné a výškové korekce časů pro základní čas 9,70 (vítr +0,0 a nulovou nadmořskou výšku) (Mureika 2001)



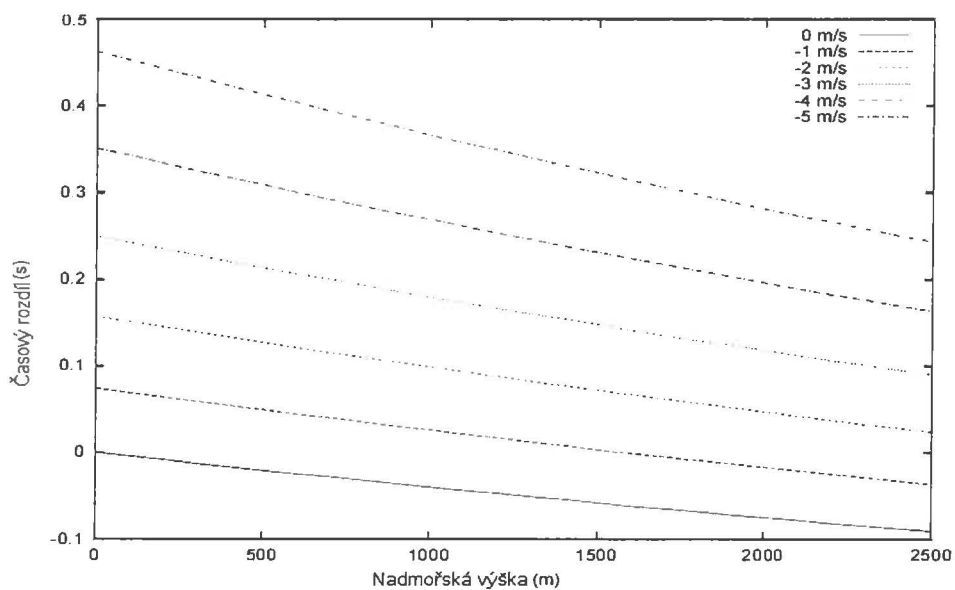
**Graf 4** Časové zvýhodnění běhu mužů světové úrovně s větrem v zádech a nadmořskou výškou. (Mureika 2001)



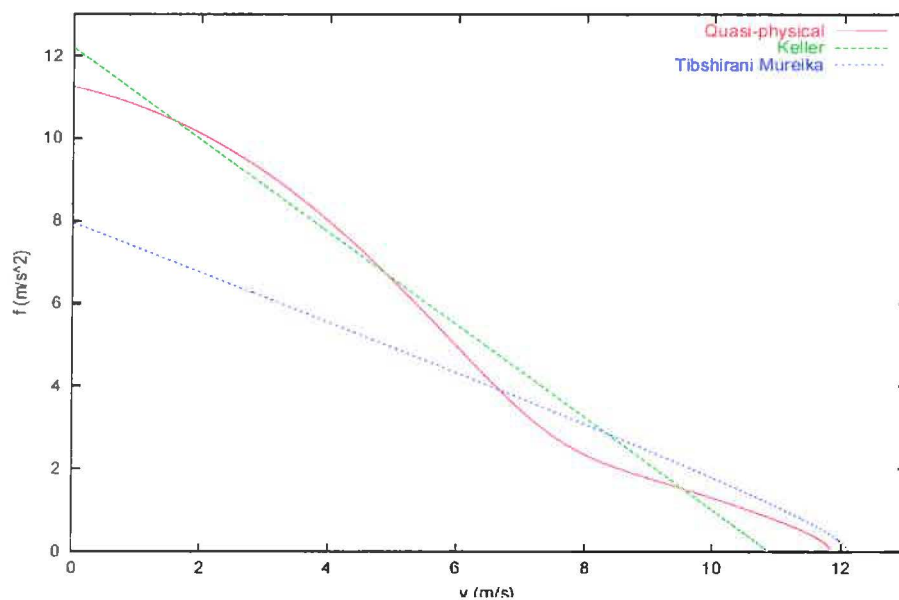
**Graf 5** Časové znevýhodnění (zvýhodnění) běhu mužů světové úrovně v protivětru a nadmořskou výškou (Mureika 2001)



**Graf 6** Časové zvýhodnění běhu žen světové úrovně s větrem v zádech a nadmořskou výškou (Mureika 2001)



**Graf 7** Časové znevýhodnění (zvýhodnění) běhu žen světové úrovně v protivětru a nadmořskou výškou (Mureika 2001)



**Graf 8** Hypotetické srovnání zrychlení a maximální rychlosti světového rekordu Donovana Baileyho podle Kellera, Tibshiraniho, Mureiky a matematicko-fyzikálního modelu (Mureika 2001)

Často se hovoří ve spojitosti s výbornými výkony na sprinterských tratích o stadionech vybavených rychlými drahami (povrchy Mondo apod.). Už se ale nemluví o povětrnostních podmínkách na stadionech, jejich nadmořské výšce, podnebí apod. Vyhlášené stadiony jako třeba v Lausanne se mohou pyšnit nejedním světovým rekordem a závodníci na takové mítinky rádi jezdí i z důvodu možného vylepšení svých dosavadních maxim. To, že se na takových stadionech pravidelně překonávají různé rekordy, může souviset s jejich polohou vůči větrným poryvům. Rozmístění a poloha tribun může mít na výsledky závodníků na sprinterských tratích velice pozitivní vliv. Touto problematikou a také přesností, spolehlivostí současných metod měření větru se zabýval diplomovaný inženýr a člen Oddělení sportovních zařízení a vybavení ve Federálním institutu sportovní vědy v Kolíně nad Rýnem, Dieter von Dreusche. Jeho pracovním odvětvím je oblast vývoje a bezpečnosti sportovních zařízení a možností. Dieter von Dreusche srovnává propracované a přesné metody měření větru, upozorňuje na problémy spojené s použitím jediného větroměru stojícího na jediném místě a popisuje experimenty uskutečněné pod záštitou Německé atletické federace. V těchto experimentech von Dreusche zkoumá, zda by neposkytlo použití několika (8) větroměrů umístěných ve dvacetimetrových intervalech přesnější odhad síly větru během celého závodu. Von Dreusche (1994) tvrdí, že existuje mnoho pochybností týkajících se spolehlivosti současných metod měření větru, například že vítr upravuje sprint v různých úsecích a i v bodech podél dráhy není stálý, dále v pocitu nejistoty utvrzují i neadekvátní předpisy týkající se kalibrování větroměrů anebo také problém údržby větroměrů vzhledem k častému namáhání jako je například nastavení, demontáž, oprava či uskladnění.

Z výše zmíněných důvodů zahájila Německá atletická federace projekt, který by zkoumal všechny problémy týkající se měření větru a nevycházel jen z teoretických předpokladů. Na tomto projektu se podílejí:

- Institut termodynamiky a dynamiky kapalin Univerzity v Bochumi,
- Institut aerodynamiky a měřicí techniky Technické univerzity v Darmstadtu,

- Institut atletiky a gymnastiky na Německé sportovní univerzitě v Kolíně nad Rýnem,
- dva výrobci větroměrů a jako koordinátor Federální institut sportovní vědy.

V rámci projektu byly umístěny 4 větroměry po levé straně a 4 po pravé straně dráhy a měření se týkala běhů na 200 m. Projekt se uskutečnil během mistrovství světa ve Stuttgartu v roce 1993, během slavnostního mítinku v Duisburgu v roce 1994 a během mistrovství jižního Německa v Kostnici v roce 1994. Měření probíhala také na vysokoškolském stadionu ve Freiburgu a na stadionu ve Villingen – Schwenningenu (za nezávodních podmínek). Co se týče samotného měření, tak větroměry po obou stranách dráhy byly umístěny na druhé polovině dvousetmetrové trati ve dvacetimetrových intervalech, přičemž na padesáti metrech stál větroměr oficiální.

První měření ve Stuttgartu proběhlo za relativně větrných podmínek, zatímco další měření, ačkoliv probíhala za extrémně slabého větru, naměřené údaje na jednotlivých větroměrech se velmi lišily. Nehledě na maximální hodnoty na větroměrech umístěných na 40 metrech a na 60 metrech, všechny ostatní větroměry zaznamenaly měření značně odlišná.

Výsledky naměřené na slavnostním mítinku v Duisburgu, na mistrovství jižního Německa v Kostnici a na stadionech ve Freiburgu a ve Villingen – Schwenningenu potvrdily zjištění, že na stometrovém úseku není během 10 sekund žádný stálý pohyb větru, což vede k závěru, že používání jediného větroměru nevede k přesnému a spravedlivému výsledku, a proto by to mělo vést ke změně pravidel.

Jako další diskutabilní problém bylo uvedeno srovnání výsledků naměřených na uzavřených stadionech (po čtyřech stranách) a na stadionech otevřených, kam může vítr pronikat v různé síle. Tato měření proběhla na stadionu ve Stuttgartu, který je obklopený vysokými stěnami na všech čtyřech stranách, a navíc střecha nad čtyřmi stěnami způsobuje

identické větrné podmínky, dále měření proběhla na stadionu Wedau v Duisburgu, kde je jedna stěna níže, hlavní tribuna směrem k závěrečné rovince má střechu a stání podél cílové rovinky je bez střechy. Dalšími stadiony byly stadion v Kostnici, který je z jedné strany otevřený, stadion Univerzity ve Freiburgu a stadion ve Villingen – Schwenningenu, kde nejsou místa k stání tak vysoká, a tak tam může pronikat vítr různé intenzity. Měření se uskutečnila na pěti různých stadionech a ačkoliv byly větrné podmínky různé, výsledky byly totožné. Velké množství dat potvrdilo zjištění, že veškeré budovy v okolí stadionu zasahují do větrného víru, který se rozptýlí až po dlouhých vzdálenostech bez překážek.



## 3. VÝZKUMNÁ ČÁST

### 3.1. Cíle práce

Cílem této práce je prakticky ověřit platnost měření větroměrem při sprintu na 100 metrů podle současných pravidel atletiky (*měřit průměrnou hodnotu po dobu 10 sekund od zaznění výstřelu; umístění na 50 metrech 2 metry od vnitřního okraje dráhy*), porovnat je s námi vytvořeným experimentálním měřením, pro které jsme využili dalších 5 větroměrů rozmístěných rovnoměrně po obou stranách dráhy, a dále vyhodnotit subjektivní odpovědi zúčastněných závodníků zjišťující vnímání proudění větru během vlastního závodu.

### 3.2. Úkoly práce

- Studium literatury
- Zajištění co nejvyššího počtu větroměrů (nejméně pět větroměrů)
- Podrobné popsání měření; vytvoření schématu rozestavení větroměrů
- Zajištění dostatečného počtu asistentů (měřičů a pomocníků pro dotazovací šetření)
- Zaškolení asistentů:
  - Měřiči u větroměrů – jakým způsobem a po jakou dobu budou spouštět větroměr
  - Asistenti pro dotazování – jaké otázky pokládat a kterých přesně závodníků se ptát
- Provedení kalibrace větroměrů
- Realizování krátkodobého měření a dotazníkového šetření
- Porovnání výsledků oficiálního měření větroměru s hodnotami z dalších 5 větroměrů a také s výpověďmi jednotlivých závodníků
- Na základě naměřených hodnot interpretování výsledků a vytvoření příslušných závěrů

### 3.3. Hypotézy práce

Hypotézy práce jsme formulovali následovně:

H1 Lze předpokládat, že námi vytvořené měření 5 větroměry je objektivnější než měření jedním větroměrem podle platných pravidel atletiky.

H2 Lze předpokládat, že odchylka výsledků mezi těmito způsoby měření je významná.

H3 Lze předpokládat, že subjektivní posouzení síly větru samotných závodníků je nesměrodatné a má pouze subjektivní informativní charakter.

### 3.4. Popis výzkumného plánu

Pro diplomovou práci jsme použili variantu experiment a metodologickou studii. Podstatou experimentu bylo praktické měření. Podstatou metodologické studie bylo srovnání výhod a nevýhod současného měření větroměrem a našeho experimentálního měření.

S myšlenkou uskutečnit měření pomocí několika větroměrů jsem si pohrával již delší dobu. Jako atlet sprinter jsem několikrát zažil případy, kdy za silného větru do zad, při kterém si většina závodníků vytvořila osobní rekordy, byla naměřena hodnota síly větru pouhých +0,1 m/s, což se všem zúčastněným zdálo jako nesmyslné číslo. Zároveň jsem byl svědkem závodu MČR žactva, ve kterém padal na sprinterských tratích a krátkých překážkách jeden český rekord za druhým, a to v situaci, kdy vítr odnášel kelímky od piva a vlajky se třepaly, jen uletět. Oficiální větroměr však naměřil pokaždé hodnoty dokonce pod +1,0 m/s a v mnoha případech jen velmi blízko nule. Kdo takové závody viděl nebo se jich účastnil, určitě bude zpochybňovat měření větroměru. Chyba na větroměru být ale vůbec nemusela. Stačí, aby se větroměr nacházel v místě, kde dochází k určitému víru, který na malém úseku stočí vítr zpět, a hodnoty naměřené mohou být i záporné.

Na základě vyvolání takovýchto pochybností jsem se rozhodl uskutečnit měření, které mi objasní tyto nesrovnalosti a díky němuž si ve svém subjektivním pozorování udělám trochu jasno.

### **3. 4. 1. Příprava**

#### **Zajištění větroměrů**

Jako první bod celého projektu jsme museli získat potřebný počet větroměrů, což byla pravděpodobně ta nejnáročnější fáze celého projektu. Větroměr vlastní poměrně málo atletických klubů a navíc, když už nějaký vlastní, rozhodně nechtěly půjčovat tak drahé zařízení. Výmluv na převoz, kterým zařízení utrpí, a také na to, že jej mají rozbitý a že by pro takové měření nebyl přínosem, jsme slyšeli poměrně mnoho. Možná se i někteří zalekli toho, že větroměry budou porovnávány (kalibrovány) a co kdyby náhodou ten jejich neprošel, čím by potom měřili, když jiný nemají, a kupovat nový by se jim samozřejmě nechtělo.

Nakonec se našli lidé, kteří rádi tento projekt podpořili. Pan Jiří Kreuter ze Staré Boleslavi poskytl hned dva větroměry a dokonce s kvalifikovaným asistentem, který nám pomohl při samotném měření. Určitě stejně velký dík patří i panu Petru Ronovskému, který je majitelem firmy, jež vyrábí takováto zařízení, a i on nám poskytl větroměr a celého měření se zúčastnil. Dalšími kluby, které se nebály jít do konfrontace s ostatními větroměry, bylo Ústí na Labem, kde tou nejdůležitější osobou pro celé zapůjčení byla Pavla Dvořáčková. Z České Lípy pak pomohl Roman Málek. V neposlední řadě patří obrovský dík panu Josefu Šrámkovi, který nám celé měření umožnil na stadionu ASK Slavia Praha a i jeho větroměr jsme mohli mít k dispozici.

#### **Popis měření**

Důležitým bodem celé práce bylo rozhodnutí, jakým způsobem celé měření provést, tedy jakým způsobem rozmístit větroměry a po jakou dobu budou asistenti měřit sílu větru v rámci jednoho běhu. Měření oficiálního větroměru zůstalo podle platných pravidel atletiky (*měřit průměrnou hodnotu po dobu 10 sekund od zaznění výstřelu; umístění na 50 metrech 2 metry od vnitřního okraje dráhy*).

Nakonec jsme se rozhodli, že bude 5 větoměrů rozmístěno následujícím způsobem:

- na 20 metrech – V1, Česká Lípa PB technology (Cambridge England)
- na 40 metrech – V2, Stará Boleslav Sprinter
- na 50 metrech (oficiální) – V3, Slavia Cantabrian
- na 60 metrech – V4, Stará Boleslav Sprinter
- na 80 metrech – V5 Ronovský Sprinter

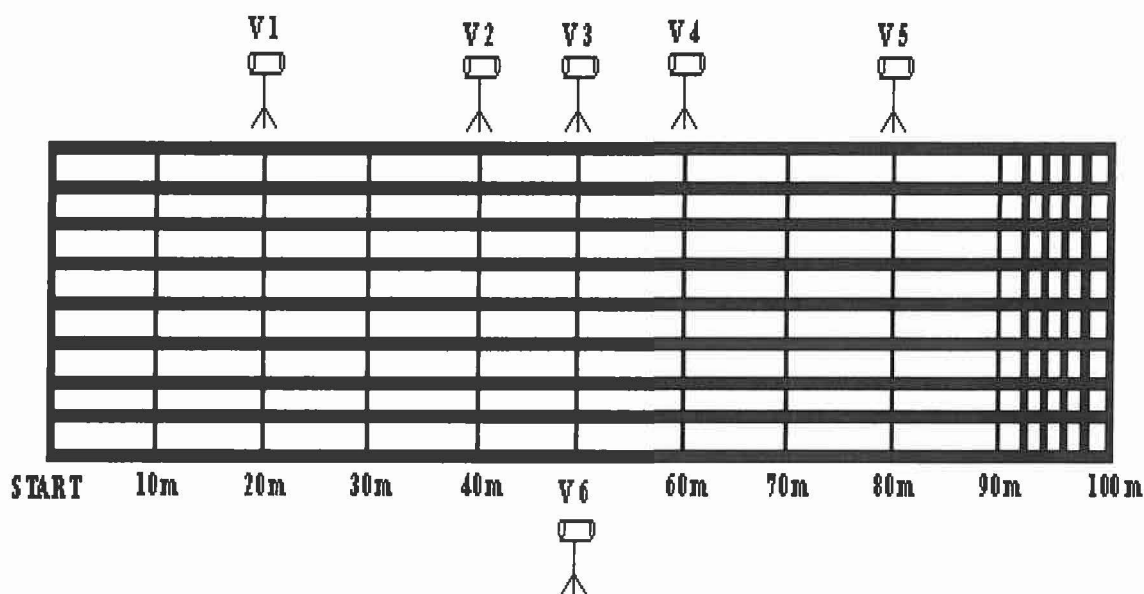
## na vnitřní straně dráhy

- na 50 metrech – V6 Ústí nad Labem Feilu WH-01 LA Sport

## na vnější straně dráhy

### Schéma 1

Schéma rozmístění větoměrů pro experimentální měření



Dále jsme rozhodli, že asistent u větroměru na 50 metrech (V6) měřil také dle platných pravidel atletiky (od záblesku startérové pistole po dobu 10 sekund).

U ostatních větroměrů to bylo trochu složitější. Vzhledem k tomu, že jsme chtěli zachytit právě tu sílu větru, která pomáhá závodníkovi v ten daný okamžik, kdy míjí větroměr, tak asistenti u větroměrů na 20, 40, 60 a 80 metrech měřili pouze dobu od vběhnutí 1. závodníka do území 10 metrů před jejich stanovištěm do doby opuštění 1. závodníka území 10 metrů za jejich stanovištěm (např.: asistent na 40 metrech spouští větroměr v době, kdy 1. závodník dosáhl mety 30 metrů a zastavuje větroměr v době, kdy je 1. závodník na metě 50 metrů; celé měření tedy trvá asi 2 – 2,5 sekundy).

Pro další fázi našeho výzkumu jsme stanovili, že za cílem trati na 100 metrů budou naši dva asistenti (kvůli kapacitě jich více nebylo) záměrně pokládat otázky závodníkům běžících ve třetí a páté dráze. Z důvodu jejich nasazení do jednotlivých běhů jsme se domnívali, že záměrně vybraní závodníci budou mít nejvyšší výkonnostní úroveň, a tudíž také největší zkušenosti. Na naše otázky tak dokáží odpovědět objektivněji než závodníci a závodnice ve vnějších drahách. V rámci dotazování asistenti pokládali tyto předem připravené otázky:

1. Máte pocit, že Vám při běhu foukal vítr?
2. Pokud ano, foukal po celou dobu vašeho závodu vítr rovnoměrně po celé trati?

### **Zajištění asistentů**

Na tak důležitou práci zaměřenou především na přesnost jsme vybrali 6 asistentů (aktivních atletů) ve věku od 18 do 26 let. Dalším asistentem byl již zmíněný odborník ze Staré Boleslavi pan Lačný doporučený panem Kreuterem. Nezávislým pozorovatel všeho byl již zmiňovaný majitel firmy Sprinter pan Petr Ronovský.

### 3. 4. 2. Průběh experimentálního měření

#### Zaškolení asistentů

Naplánovaný sraz všech účastníků proběhl bez problému a mohli jsme se tedy vrhnout na první bod celého experimentu, kterým bylo zaškolení jednotlivých asistentů. Vysvětlili jsme, o co nám v celém projektu jde a co po pomocnících budeme požadovat. Následovali technické instrukce s ovládáním větroměrů. Na závěr jsme podrobně popsali každému měřiči u větroměru, jakým způsobem bude měřit, po jak dlouhou dobu a odkdy dokdy (jaký je jeho spouštěcí a vypínací signál), což je popsáno výše. Pro lepší orientaci asistenta jsme v místech pro spuštění a vypnutí větroměrů položili po okrajích dráhy kuzele. Ve většině případů však pomáhaly čáry jednotlivých úseků namalované na dráze.

Dále jsme vysvětlili asistentům pro dotazování, jaké otázky pokládat a kterých přesně závodníků se ptát, což je také popsáno výše.

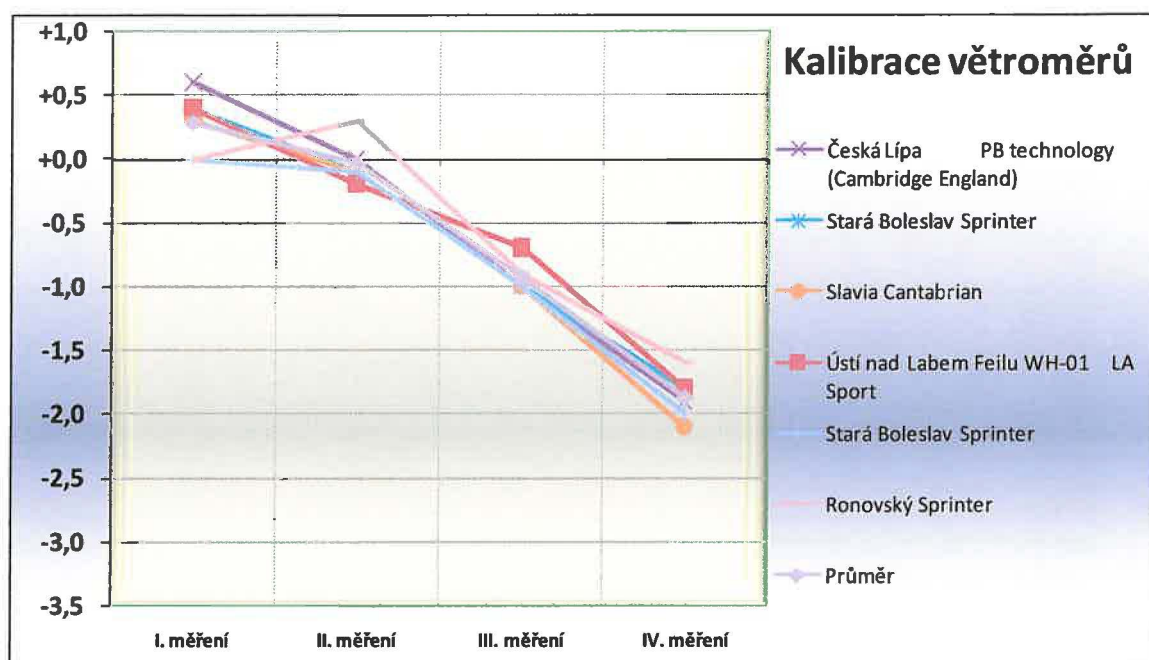
#### Provedení kalibrace větroměrů

Vzhledem k pestré škále značek i různého stáří větroměrů bychom nemohli data objektivně vyhodnotit, pokud by jeden z větroměrů měřil chybně. Proto jsme před samotným zahájením závodů a současně našeho měření provedli kalibraci větroměrů. Do zástupu za sebou jsme postavili všech šest asistentů s větroměry a provedli 4 měření po dobu 10 vteřin. Výsledky můžeme vidět v Tabulce 7.

Tabulka 7

Kalibrace zapůjčených větroměrů (m/s)

Měření / větroměry	Česká Lipa PB technology (Cambridge England)	Stará Boleslav Sprinter	Slavia Cantabrian	Ústí nad Labem Feilu WH-01 LA Sport	Stará Boleslav Sprinter	Ronovský Sprinter	Rozptyl	Průměr
vše 10 sec.								
<i>I. měření</i>	0,6	0,4	0,3	0,4	0,0	0,0	<b>0,04806</b>	0,28
<i>II. měření</i>	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,3	<b>0,02556</b>	-0,03
<i>III. měření</i>	-1,0	-1,0	-1,0	-0,7	-1,0	-0,9	<b>0,01222</b>	-0,93
<i>IV. měření</i>	-1,9	-1,8	-2,1	-1,8	-2,0	-1,6	<b>0,02556</b>	-1,87



**Graf 9**

Grafické znázornění kalibrace větroměrů (m/s)

Krátký komentář:

Z grafu je jasně patrné, že naměřené hodnoty ze všech větroměrů se během kalibrace pohybovaly ve velmi malém rozmezí a příliš se nelišily od průměru všech větroměrů. Z toho můžeme vyvodit závěr, že ačkoliv jsme měli k dispozici různé typy větroměrů (ať už z hlediska výrobce a značky či stáří a stavu větroměru), výsledky měření a následné vyhodnocení práce můžeme označit za platné.

## 4. VÝSLEDKOVÁ ČÁST

### 4. 1. Experimentální měření větroměrů

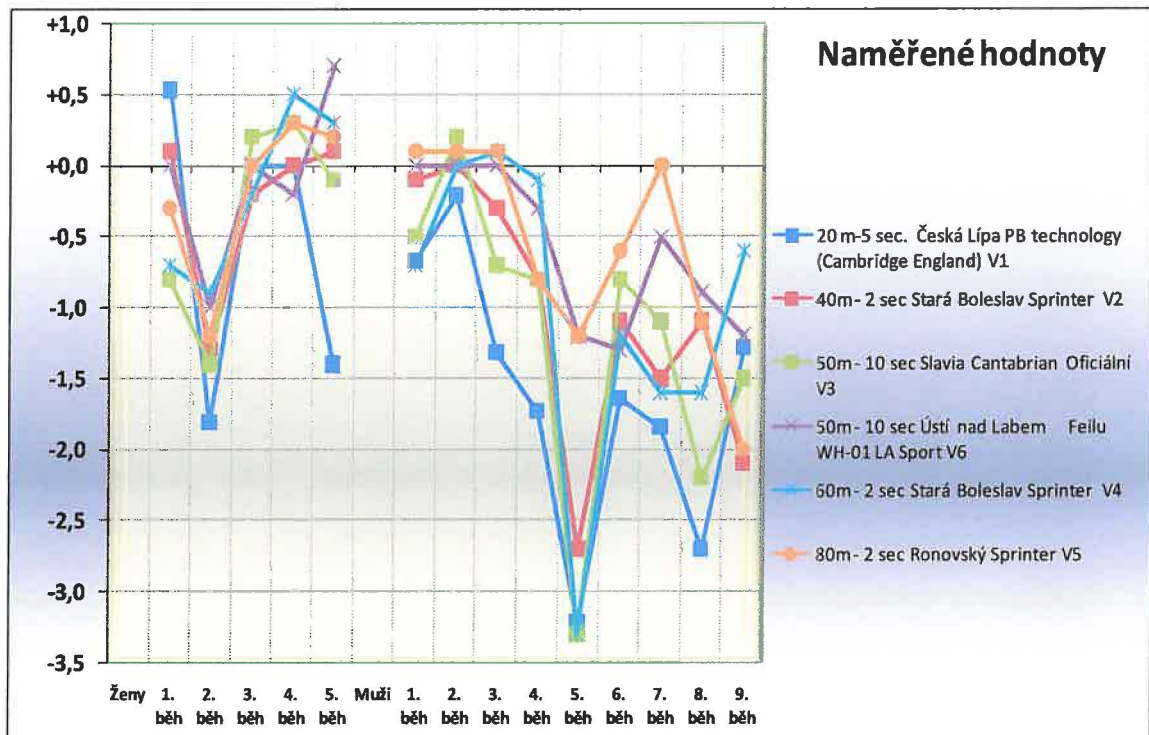
Všechna uvedená měření byla prováděna 14. června 2006 na Veřejných závodech Pražského atletického svazu pořádaných oddílem ASK Slavia Praha na atletickém stadionu v Praze Edenu. Součástí těchto závodů byl i závod na 100 metrů pro kategorii mužů a pro kategorii žen. Vzhledem k pravidelně se opakující vysoké účasti závodníků na těchto závodech jsme očekávali velký počet běhů, a tím pádem i možnost získání většího počtu naměřených hodnot. Samotné měření trvalo asi 45 minut, přičemž předešlé zaškolení a kalibrace větroměrů trvaly asi stejný čas.

Měření bylo prováděno na otevřeném stadionu ASK Slavia Praha, tudíž si uvědomujeme určité zkreslení výsledků vlivem vnitřního proudění a odkryté severozápadní strany stadionu.

**Tabulka 8** Naměřené hodnoty proudění větru v běhu na 100 m (m/s) dne 14.června 2006 (ASK Slavia Praha)

<b>Větroměry</b>	20 m-5 sec. Česká Lípa PB technology (Cambridge England)	40m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	<b>50m - 10 sec Slavia Cantabrian Oficiální</b>	50m - 10 sec Ústí nad Labem Feilu WH-01 LA Sport	60m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	80m - 2 sec Ronovský Sprinter
	V1	V2	V3	V6	V4	V5
<b>Ženy</b>						
1. běh	+0,53	+0,1	-0,8	+0,0	-0,7	-0,3
2. běh	-1,81	-1,3	-1,4	-1,0	-0,9	-1,2
3. běh	+0,00	-0,2	+0,2	+0,0	-0,2	+0,0
4. běh	+0,00	+0,0	+0,3	-0,2	+0,5	+0,3
5. běh	-1,40	+0,1	-0,1	+0,7	+0,3	+0,2
<b>Muži</b>						
1. běh	-0,67	-0,1	-0,5	+0,0	-0,7	+0,1
2. běh	-0,21	+0,0	+0,2	+0,0	+0,0	+0,1
3. běh	-1,32	-0,3	-0,7	+0,0	+0,1	+0,1
4. běh	-1,73	-0,8	-0,8	-0,3	-0,1	-0,8
5. běh	-3,22	-2,7	-3,3	-1,2	-3,3	-1,2
6. běh	-1,64	-1,1	-0,8	-1,3	-1,2	-0,6
7. běh	-1,84	-1,5	-1,1	-0,6	-1,6	+ 0,0
8. běh	-2,70	-1,1	-2,2	-0,9	-1,6	-1,1
9. běh	-1,28	-2,1	-1,5	-1,2	-0,6	-2,0





**Graf 10**

Grafická podoba naměřených hodnot proudění větru v běhu na 100 m (m/s) dne 14.června 2006 (ASK Slavia Praha)

V grafu 10 vidíme, že se v některých bězích hodnoty naměřené větroměry pohybují okolo podobných hodnot, tedy že nezaznamenávají extrémní výkyvy (zejména ženské běhy), nicméně rozdíly v naměřených hodnotách patrně rozhodně jsou (především u mužských běhů, kde foukal větší vítr), čímž se potvrdila první hypotéza celé této práce, tedy že námi uskutečněné měření je objektivnější než měření pouze jedním větroměrem. U některých běhů se naměřené hodnoty dokonce liší značně. Nejvýznamnější výkyvy vykazuje větroměr umístěný na dvaceti metrech, z čehož můžeme usoudit, že v průběhu prvních přibližně třiceti metrů trati byla síla větru odlišná od zbylé délky trati. Podle grafu 10 se zde vítr pohyboval nejčastěji v záporných hodnotách. Toto dozajista zapříčiňovalo postavení tribuny, kde právě větroměr na 20 metrech byl mimo její dosah a nebyl tedy chráněn před větrem jako větroměry ostatní.

Asistenti u větroměrů zvládli svoje úkoly bez nejmenších problémů, a proto lze toto měření označit za validní a může se z něj vycházet pro další hodnocení a závěry našeho experimentu.

#### 4. 2. Vyhodnocení dotazovacího šetření

Dotazovací šetření probíhalo za cílem stometrové trati, kde naši asistenti pokládali záměrně závodníkům běžících ve 3. a 5. dráze předem stanovené otázky.

- Otázky: 1. Máte pocit, že Vám při běhu foukal vítr?  
 2. Pokud ano, foukal po celou dobu vašeho závodu vítr rovnoměrně po celé trati?

**Tabulka 9**

Shrnující tabulka dotazovacího šetření

<b>Ženy</b>	<b>3. dráha</b>	<b>5. dráha</b>	<b>Oficiální údaj větroměru</b>
1. běh	nefoukal vůbec	na konci málo proti	<b>-0,8</b>
2. běh	malinko proti	před startem proti, během závodu vůbec	<b>-1,4</b>
3. běh	malinko proti	nefoukalo vůbec	<b>+0,2</b>
4. běh	neví, nevnímá	neví	<b>+0,3</b>
5. běh	neví	spíše proti	<b>-0,1</b>
<b>Muži</b>			
1. běh	rovnoměrně trochu do zad	vůbec nevnímá	<b>-0,5</b>
2. běh	možná trochu do zad	boční	<b>+0,2</b>
3. běh	začátek proti	spíše do zad	<b>-0,7</b>
4. běh	strašně proti	nevnímá	<b>-0,8</b>
5. běh	spíše proti	vůbec neví	<b>-3,3</b>
6. běh	proti	proti (-0,2) - (-0,3)	<b>-0,8</b>
7. běh	neví	proti	<b>-1,1</b>
8. běh	trochu proti, ale moc ne	trochu proti	<b>-2,2</b>
9. běh	neví	proti, hlavně na startu	<b>-1,5</b>

Krátký komentář ( k tabulce 9):

Dotazovací šetření probíhalo, jak už jsme zmínili, za cílem stometrové trati, kde se vyskytovali naši dva zaškolení asistenti, kteří po doběhu pokládali závodníkům ve třetí a páté dráze výše zmíněné otázky. Závodníci v těchto drahách byli vybráni záměrně, jelikož jsme předpokládali, že závodníci budou do běhů nasazováni podle časů (výkonnosti), a tudíž že se v těchto drahách budou vyskytovat ti nejlepší a nejzkušenější, kteří by nám mohli podat co nejpřesnější a nejobektivnější informace.

Co se týká důvodů, proč jsme takovéto dotazovací šetření chtěli uskutečnit a zahrnout ho do této práce, tak to bylo především ověření si v praxi, zda závodníci během závodu vnímají sílu větru, který jim pomáhá v jejich úsilí o co nejlepší výkon či právě naopak jim škodí. Ze své vlastní zkušenosti atleta sprintera si moc dobře pamatuji, jak většina závodníků dříve či později po doběhu hodnotila sílu větru, jenž vanul po dobu závodu, ba ve většině případů ho kritizovala. I já sám jsem jeho účinky během závodu pociťoval, a proto jsem si chtěl ověřit, zda toto subjektivní posouzení síly větru je oprávněné a zda jeho skutečnou sílu závodníci vnímají. Nicméně jak už bylo zmíněno ve třetí hypotéze této práce, tak předpokládáme, že ačkoliv závodníci vítr vanoucí během závodu mohou pociťovat a často také pociťují, tak jejich výpovědi budou mít pouze informativní a hlavně subjektivní charakter, kterým se mohou lišit od skutečných hodnot naměřených oficiálním větroměrem či případně větroměry ostatními. Je nám tedy jasné, že tyto výpovědi budou pro jakékoliv zkoumání platných pravidel atletiky týkajících se měření větroměrem nesměrodatné, nicméně snad z hlediska závodníků zajímavé.

Všechna měření i dotazovací šetření se podařila uskutečnit bez nejmenších problémů. Přístroje byly v pořádku navraceny svým majitelům. Jedinou chybičkou byla sama příroda. Během závodů totiž nefoukal příliš silný vítr a naše následné hodnocení tím bylo určitě poznamenáno.

### **4. 3. Vyhodnocení výzkumného šetření**

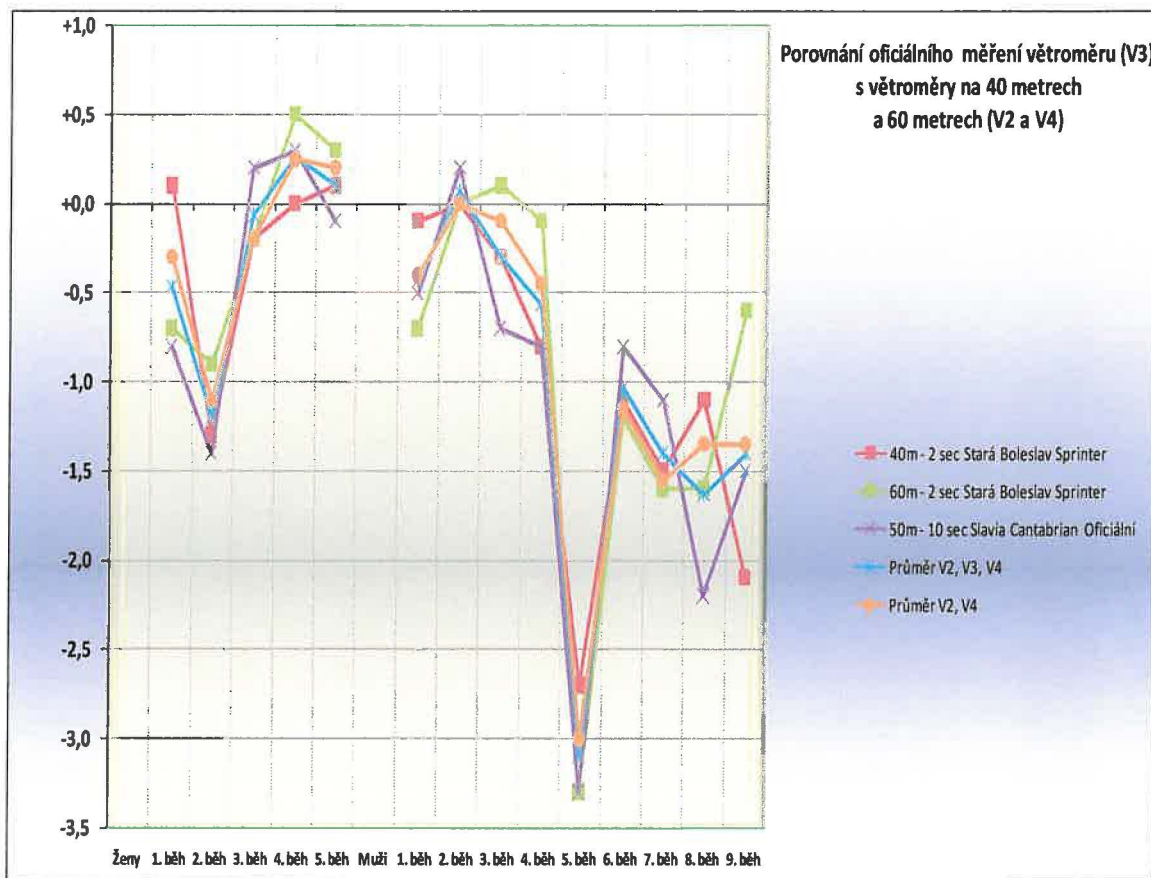
#### **4. 3. 1. Větroměry**

Samotné vyhodnocení naměřených dat a hodnot jsme pojali z několika pohledů:

- a) Jednak nám šlo o to zjistit, zda měření oficiálním větroměrem podle pravidel atletiky (měření po dobu 10 sekund od výstřelu) odpovídá nebo jak zásadně se liší od hodnot skutečné síly větru v momentě proběhnutí závodníků kolem tohoto větroměru. Pro toto porovnání jsme naměřené hodnoty oficiálního větroměru na 50 metrech (V3) srovnali s naměřenými hodnotami větroměrů, které jsou nejbližší (V2 a V4) tomuto oficiálnímu větroměru.
- b) Dále jsme porovnávali hodnoty dvou větroměrů (oficiálního na 50 metrech – V3 a větroměru na opozitní straně dráhy, také na 50 metrech – V6), které měřily podle stejných pravidel, pravidel atletiky (10 sekund od výstřelu).
- c) Posuzovali jsme také měření všech větroměrů na vnitřní straně dráhy (V1, V2, V3, V4, V5). Zajímalo nás porovnání jednotlivých naměřených hodnot větroměry, dále průměry a rozptyly v samotných měřeních.
- d) Na závěr posuzování jsme vyhodnotili a porovnali měření všech větroměrů (V1, V2, V3, V4, V5) na vnitřním okraji dráhy z pohledu jejich maximálních a minimálních hodnot.

**Tabulka 10**  
 Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s větroměry na 40 metrech a 60 metrech (V2 a V4) (m/s)

<b>Větroměry</b>	40m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	60m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	50m - 10 sec Slavia Cantabrian Oficiální	Průměr V2, V3, V4	Průměr V2, V4	Max	Min	Rozptyl měření V2, V3, V4	Rozptyl měření V2, V3	Rozptyl měření V3, V4
	<b>V2</b>	<b>V4</b>	<b>V3</b>							
<b>Ženy</b>										
1. běh	0,1	-0,7	<b>-0,8</b>	-0,4667	-0,3	0,1	-0,8	0,16222	0,2025	0,0025
2. běh	-1,3	-0,9	<b>-1,4</b>	-1,2	-1,1	-0,9	-1,4	0,04667	0,0025	0,0625
3. běh	-0,2	-0,2	<b>0,2</b>	-0,0667	-0,2	0,2	-0,2	0,03556	0,04	0,04
4. běh	0	0,5	<b>0,3</b>	0,26667	0,25	0,5	0	0,04222	0,0225	0,01
5. běh	0,1	0,3	<b>-0,1</b>	0,1	0,2	0,3	-0,1	0,02667	0,01	0,04
<b>Muži</b>										
1. běh	-0,1	-0,7	<b>-0,5</b>	-0,4333	-0,4	-0,1	-0,7	0,06222	0,04	0,01
2. běh	0	0	<b>0,2</b>	0,06667	0	0,2	0	0,00889	0,01	0,01
3. běh	-0,3	0,1	<b>-0,7</b>	-0,3	-0,1	0,1	-0,7	0,10667	0,04	0,16
4. běh	-0,8	-0,1	<b>-0,8</b>	-0,5667	-0,45	-0,1	-0,8	0,10889	0	0,1225
5. běh	-2,7	-3,3	<b>-3,3</b>	-3,1	-3,00	-2,7	-3,3	0,08	0,09	0
6. běh	-1,1	-1,2	<b>-0,8</b>	-1,0333	-1,15	-0,8	-1,2	0,02889	0,0225	0,04
7. běh	-1,5	-1,6	<b>-1,1</b>	-1,4	-1,55	-1,1	-1,6	0,04667	0,04	0,0625
8. běh	-1,1	-1,6	<b>-2,2</b>	-1,6333	-1,35	-1,1	-2,2	0,20222	0,3025	0,09
9. běh	-2,1	-0,6	<b>-1,5</b>	-1,4	-1,35	-0,6	-2,1	0,38	0,09	0,2025
Průměr	-0,78571429	-0,71428571	-0,89285714	-0,79762	-0,75	-0,42857	-1,07857	0,095556	0,00287	0,007972



**Graf 11**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s větroměry na 40 a 60 metrech (V2 a V4) (m/s)

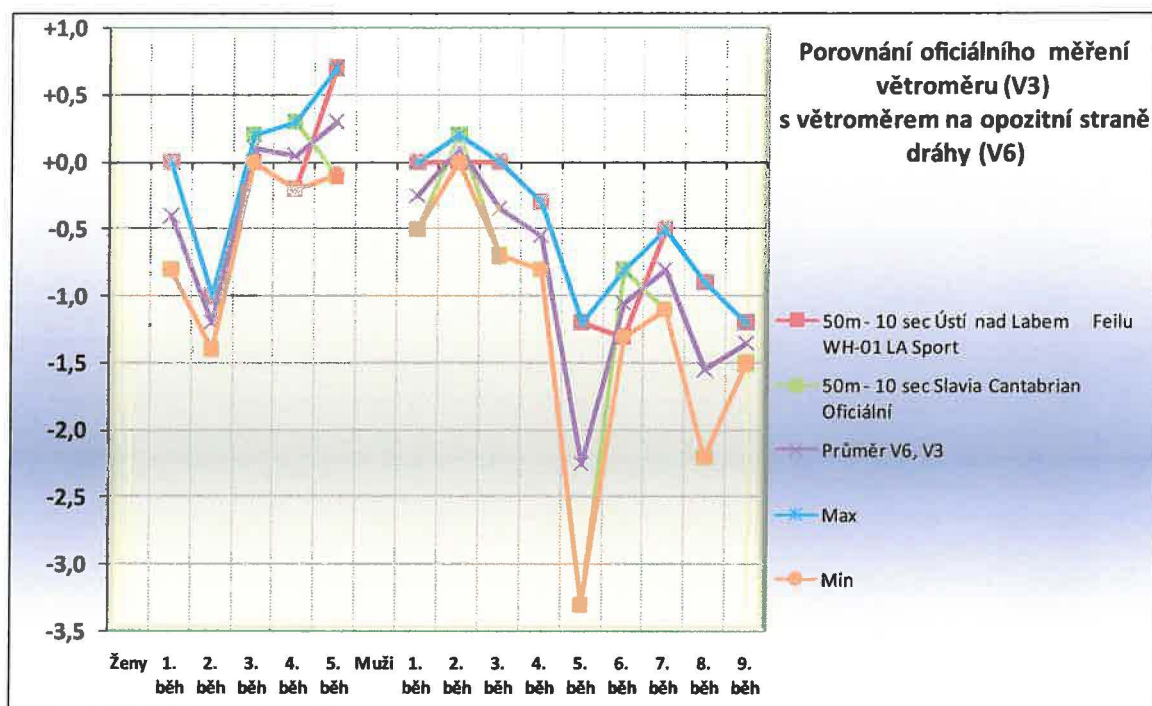
#### Krátký komentář

Už na první pohled je patrné, že se křivky v grafu velmi podobají, a tedy že se naměřené hodnoty pohybují jen v malém rozmezí. Ať se jedná o hodnoty plusové i minusové, všechny tři větroměry je ukazují podobné. Jedinou výjimkou jsou poslední dva mužské běhy, kde se hodnoty trochu liší, nicméně ne nějak extrémně. Z těchto důvodů se domníváme, že současné měření větru pomocí oficiálního větroměru stojícího na padesáti metrech je dostačující, a tudíž není třeba stavět větroměry ještě na čtyřicet a šedesát metrů, jelikož se v této vzdálenosti mezi větroměry vítr o mnoho nezmění.

**Tabulka 11**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s větroměrem na opozitní straně dráhy (V6) (m/s)

<b>Větroměry</b>	<b>50m - 10 sec Ústí nad Labem Feilu WH-01 LA Sport</b>	<b>50m - 10 sec Slavia Cantabrian Oficiální</b>	<b>Průměr V6, V3</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Rozptyl měření V6, V3</b>
	<b>V6</b>	<b>V3</b>				
<b>Ženy</b>						
1. běh	0	-0,8	-0,4	0	-0,8	0,16
2. běh	-1	-1,4	-1,2	-1	-1,4	0,04
3. běh	0	0,2	0,1	0,2	0	0,01
4. běh	-0,2	0,3	0,05	0,3	-0,2	0,0625
5. běh	0,7	-0,1	0,3	0,7	-0,1	0,16
<b>Muži</b>						
1. běh	0	-0,5	-0,25	0	-0,5	0,0625
2. běh	0	0,2	0,1	0,2	0	0,01
3. běh	0	-0,7	-0,35	0	-0,7	0,1225
4. běh	-0,3	-0,8	-0,55	-0,3	-0,8	0,0625
5. běh	-1,2	-3,3	-2,25	-1,2	-3,3	1,1025
6. běh	-1,3	-0,8	-1,05	-0,8	-1,3	0,0625
7. běh	-0,5	-1,1	-0,8	-0,5	-1,1	0,09
8. běh	-0,9	-2,2	-1,55	-0,9	-2,2	0,4225
9. běh	-1,2	-1,5	-1,35	-1,2	-1,5	0,0225
Průměr	-0,42142857	-0,89285714	-0,65714	-0,32143	-0,99286	0,055561



**Graf 12**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s větroměrem na opozitní straně dráhy (V6) (m/s)

#### Krátký komentář

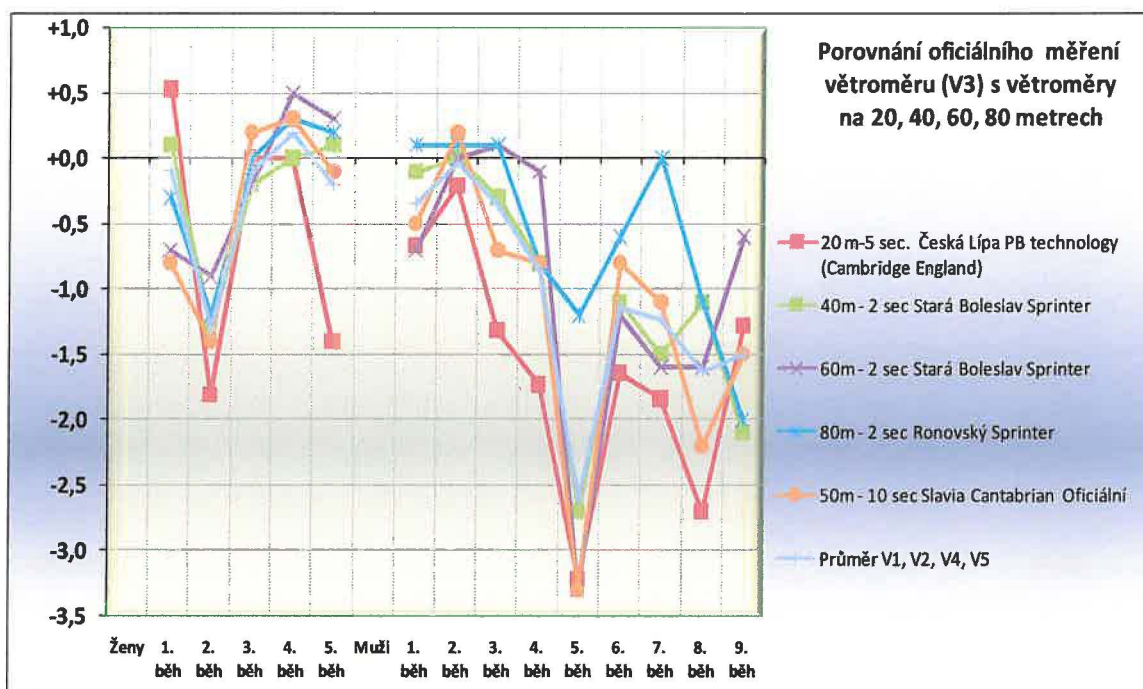
Tento graf ukazuje zajímavé srovnání větroměrů stojících na padesáti metrech, tedy větroměru oficiálního a větroměru stojícího na opačné straně dráhy. Z grafu je patrné, že naprostá většina naměřených minimálních hodnot náleží větroměru oficiálnímu, tedy že největší protivítr byl povětšinou zaznamenán pro závodníky běžící v drahách nacházejících se v blízkosti větroměru oficiálního. Naopak naprostá většina hodnot maximálních náleží větroměru stojícímu na opačné straně dráhy (u tribuny), což tedy znamená, že zde byl naměřen protivítr menší, v některých případech dokonce o dost menší. Nejlépe je to patrné zejména u nejextrémnějších hodnot (největší protivítr a nejsilnější vítr do zad). Z toho usuzujeme, že atleti běžící v drahách nacházejících se blíže k tribuně mají proti ostatním závodníkům handicap, pokud fouká závodníkům vítr do zad a naopak jsou zvýhodněni pokud vane vítr směrem proti závodníkům.



**Tabulka 12**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s větroměry na 20, 40, 60, 80 metrech ( m/s)

<b>Větroměry</b>	20 m-5 sec. Česká Lípa PB technology (Cambridge England)	40m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	60m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	80m - 2 sec Ronovský Sprinter	50m - 10 sec Slavia Cantabrian Oficiální	Průměr V1, V2, V4, V5	Rozptyl měření V3 a průměru V1, V2, V4, V5	Rozptyl měření V2, V3	Rozptyl měření V3, V4
	V1	V2	V4	V5	V3				
<b>Ženy</b>									
1. běh	0,53	0,1	-0,7	-0,3	<b>-0,8</b>	-0,0925	0,12514	0,2025	0,0025
2. běh	-1,81	-1,3	-0,9	-1,2	<b>-1,4</b>	-1,3025	0,00238	0,0025	0,0625
3. běh	0	-0,2	-0,2	0	<b>0,2</b>	-0,1	0,0225	0,04	0,04
4. běh	0	0	0,5	0,3	<b>0,3</b>	0,2	0,0025	0,0225	0,01
5. běh	-1,4	0,1	0,3	0,2	<b>-0,1</b>	-0,2	0,0025	0,01	0,04
<b>Muži</b>									
1. běh	-0,67	-0,1	-0,7	0,1	<b>-0,5</b>	-0,3425	0,0062	0,04	0,01
2. běh	-0,21	0	0	0,1	<b>0,2</b>	-0,0275	0,01294	0,01	0,01
3. běh	-1,32	-0,3	0,1	0,1	<b>-0,7</b>	-0,355	0,02976	0,04	0,16
4. běh	-1,73	-0,8	-0,1	-0,8	<b>-0,8</b>	-0,8575	0,00083	0	0,1225
5. běh	-3,22	-2,7	-3,3	-1,2	<b>-3,3</b>	-2,605	0,12076	0,09	0
6. běh	-1,64	-1,1	-1,2	-0,6	<b>-0,8</b>	-1,135	0,02806	0,0225	0,04
7. běh	-1,84	-1,5	-1,6	0	<b>-1,1</b>	-1,235	0,00456	0,04	0,0625
8. běh	-2,7	-1,1	-1,6	-1,1	<b>-2,2</b>	-1,625	0,08266	0,3025	0,09
9. běh	-1,28	-2,1	-0,6	-2	<b>-1,5</b>	-1,495	0,00001	0,09	0,2025
Průměr	-1,235	-0,78571429	-0,71428571	-0,45714286	-0,89285714	-0,79804	0,031484	0,065179	0,060893



**Graf 13**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s větroměry na 20, 40, 60, 80 metrech (m/s)

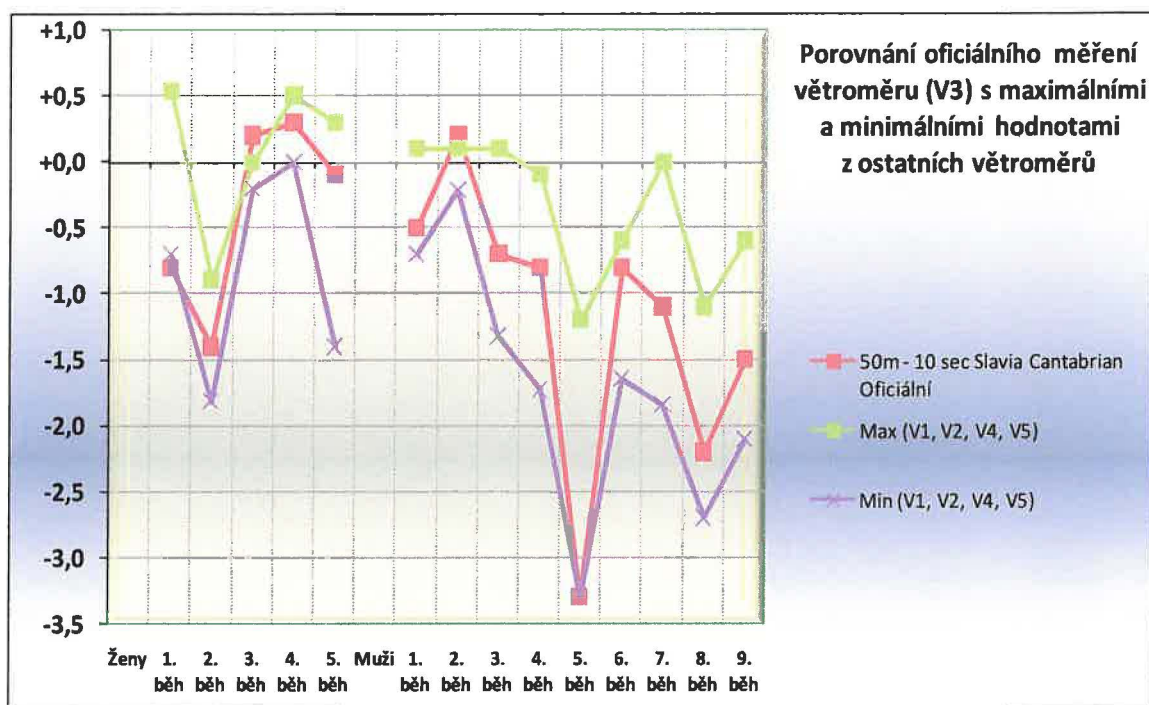
**Krátký komentář**

Co se týče porovnání větroměru oficiálního s větroměry na 20, 40, 60 a 80 metrech, tak je asi nejzajímavější křivka patřící větroměru stojícímu na 20 metrech. Ta u většiny běhů vykazuje největší záporné hodnoty, což svědčí o tom, že během prvních desítek metrů závodu foukal silnější protivítr než při zbylé délce trati. Co se týká ženských běhů, tak až na poslední běh se údaje naměřené větroměry příliš neliší, avšak u mužských běhů je tomu jinak, což je patrné zejména u běhů s větším větrem vanoucím proti. Tam už se totiž větroměry v naměřených údajích trochu rozcházejí. Především větroměr stojící na 80 metrech ukazuje odlišné hodnoty jak od oficiálního větroměru, tak i od větroměrů zbylých, z čehož se dá tedy usuzovat, že během posledních desítek metrů závodu vanul menší vítr než v předchozí části trati. Z celého grafu je tedy patrné, že měření pomocí většího počtu větroměrů určitě podává objektivnější výsledky než měření pouze jedním oficiálním větroměrem, ale je nutno říci, že se údaje zase o tolik neliší, že odchylka mezi nimi není tak výrazná, jak bychom vzhledem k druhému předpokladu této práce čekali.

**Tabulka 13**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s maximálními a minimálními hodnotami z ostatních větroměrů (m/s)

<b>Větroměry</b>	20 m-5 sec. Česká Lípa PB technology (Cambridge England)	40m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	60m - 2 sec Stará Boleslav Sprinter	80m - 2 sec Ronovský Sprinter	<b>50m - 10 sec Slavia Cantabrian Oficiální</b>	Max (V1, V2, V4, V5)	Min (V1, V2, V4, V5)
	V1	V2	V4	V5	V3		
<b>Ženy</b>							
1. běh	0,53	0,1	-0,7	-0,3	<b>-0,8</b>	0,53	-0,7
2. běh	-1,81	-1,3	-0,9	-1,2	<b>-1,4</b>	-0,9	-1,81
3. běh	0	-0,2	-0,2	0	<b>0,2</b>	0	-0,2
4. běh	0	0	0,5	0,3	<b>0,3</b>	0,5	0
5. běh	-1,4	0,1	0,3	0,2	<b>-0,1</b>	0,3	-1,4
<b>Muži</b>							
1. běh	-0,67	-0,1	-0,7	0,1	<b>-0,5</b>	0,1	-0,7
2. běh	-0,21	0	0	0,1	<b>0,2</b>	0,1	-0,21
3. běh	-1,32	-0,3	0,1	0,1	<b>-0,7</b>	0,1	-1,32
4. běh	-1,73	-0,8	-0,1	-0,8	<b>-0,8</b>	-0,1	-1,73
5. běh	-3,22	-2,7	-3,3	-1,2	<b>-3,3</b>	-1,2	-3,3
6. běh	-1,64	-1,1	-1,2	-0,6	<b>-0,8</b>	-0,6	-1,64
7. běh	-1,84	-1,5	-1,6	0	<b>-1,1</b>	0	-1,84
8. běh	-2,7	-1,1	-1,6	-1,1	<b>-2,2</b>	-1,1	-2,7
9. běh	-1,28	-2,1	-0,6	-2	<b>-1,5</b>	-0,6	-2,1
Průměr	-1,235	-0,78571429	-0,71428571	-0,45714286	-0,89285714	-0,205	-1,40357



**Graf 14**

Porovnání oficiálního měření větroměru (V3) s maximálními a minimálními hodnotami z ostatních větroměrů (m/s)

#### Krátký komentář

Z grafu je patrné, že se křivka patřící větroměru oficiálnímu v naprosté většině běhů nachází mezi křivkou ukazující maximální hodnoty z ostatních větroměrů a křivkou ukazující hodnoty minimální. Jen ve třech bězích se nenachází v tomto rozmezí (mezi křivkami), přičemž se navíc vyskytuje jen kousek od této oblasti. Z toho se odvažujeme soudit, že měření pomocí oficiálního větroměru stojícího v polovině trati je dostačující, protože ukazuje průměrné hodnoty síly větru vanoucího po celé délce trati.

#### 4. 3. 2. Dotazování

Závodníci, v počtu (n=28), nejčastěji odpovídali na pokládané otázky buď, že pociťovali protivítr, nebo žádný vítr během závodu nevnímali. Co se týče ženských běhů, tak v prvních dvou bězích naměřily oficiální větroměry protivítr (-0,8 m/s a -1,4 m/s) a i odpovědi závodnic s těmito hodnotami korespondovaly. Také zbylé větroměry se svými hodnotami podobaly výpovědím závodnic. Například závodnice v prvním běhu uvedla, že hlavně na konci trati foukalo trochu proti a naměřené údaje na posledních dvou větroměrech byly -0,7 m/s a -0,3 m/s. Dále zase závodnice ve druhém běhu uvedla, že na startu foukal protivítr (hodnoty na prvních dvou větroměrech byly -1,81 m/s a -1,3 m/s), nicméně během závodu už žádný vítr nevál, což neodpovídá hodnotám naměřeným na dalších větroměrech, které zaznamenaly vítr pohybující se okolo -1,0 m/s. Ve zbylých ženských bězích závodnice nejčastěji odpovídaly, že žádný vítr nepociťovaly, nevnímaly ho a tomu odpovídají i údaje z větroměrů, jež se pohybují okolo nulové hodnoty větru. U mužských běhů je porovnání údajů z větroměrů a odpovědí závodníků zajímavější. V některých bězích výpovědi závodníků s údaji větroměrů přibližně korespondují, jako například v prvních dvou bězích, kde se naměřené hodnoty pohybovaly okolo nulové hranice a závodníci vítr buď nevnímali, či se jim zdálo, že foukalo trochu do zad. U třetího běhu zase závodník uvedl, že na začátku vál protivítr a hodnota na větroměru skutečně ukázala hodnotu -1,32 m/s. Podobně tomu bylo i u posledního běhu, kde se závodníkovi zdálo, že hlavně na startu foukal protivítr, a větroměr umístěný na dvaceti metrech zaznamenal vítr -1,28 m/s. U sedmého běhu se zase oba závodníci shodli, že vanul vítr proti a hodnota na oficiálním větroměru byla -0,8 m/s. U zbylých běhů se však hodnoty z větroměrů a odpovědi závodníků příliš nepodobaly. Například u čtvrtého běhu jeden závodník uvedl, že foukalo strašně proti a druhý závodník, že žádný vítr nevnímal, přičemž vál vítr v hodnotách od -0,1 m/s do -1,73 m/s. Zajímavý je také běh pátý, kde oficiální větroměr naměřil vítr -3,3 m/s a i zbylé větroměry naměřily velmi silný protivítr. Jeden závodník však odpověděl, že foukalo spíše proti a druhý dokonce, že vůbec neví. Podobně je to i u osmého běhu, kde hodnota na oficiálním větroměru činila -2,2 m/s a na dalších

větroměrech se naměřil vítr v rozpětí  $-0,9 - (-2,7)$  m/s, přičemž ale oba závodníci pociťovali pouze slabý protivítr.

## 5. DISKUSE

Cílem naší práce bylo porovnat oficiální měření síly větru při bězích na 100 metrů podle současných pravidel atletiky a námi vytvořeným experimentálním měřením s využitím dalších pěti větroměrů. Dalším cílem práce bylo zjistit a vyhodnotit subjektivní hodnocení samotných atletů síly větru během závodu. Tyto oba cíle se nám podařilo naplnit.

Všechny úkoly, které jsme si zadali jsme splnili a jediným negativem bylo získání pouhých 5 větroměrů, což jsme považovali za minimální počet, aby mohl být tento experiment přínosem.

Naše hypotéza H1 se potvrdila. Skutečně měření s využitím více větroměrů je objektivnější, než měření pouze jedním větroměrem. Jen ve velmi málo případech se shodovaly údaje ze dvou větroměrů při jednom běhu. Ve většině případů se naměřené hodnoty lišily větroměr od větroměru. Navíc některé se lišily i výrazně, na příkladu vezměme údaje od větroměru na 20 metrech nebo opozitního větroměru na 50 metrech u vnějšího okraje dráhy, které naměřily někdy odlišné hodnoty od oficiálních.

Druhá hypotéza H2 se nám nepotvrdila. Očekávali jsme výrazné rozptyly mezi naměřenými hodnotami jednotlivých větroměrů. Zjistili jsme, že údaj z oficiálního větroměru odpovídá ve většině případů průměrným hodnotám z ostatních větroměrů, které jsou umístěny na vnitřním okraji stometrové rovinky.

Odpověď na třetí hypotézu H3, že subjektivní hodnocení závodníků síly větru je nesměrodatné a má jen informativní charakter, je trochu složitější. Vzhledem k tomu, že závodníkům foukal vítr ve většině případů proti a závodníci i takto odpovídali, zdálo by se tedy, že jejich subjektivní hodnocení směru větru je směrodatné a naše hypotéza se tedy nepotvrdila. Otázkou však zůstává, zda by tak neodpověděli, i kdyby jim foukal vítr do zad.

Při porovnání našeho experimentu s pracemi podobnými uskutečněnými v zahraničí se naše výsledky poněkud liší. Ať už výzkumná práce na stadionu v Sydney, kterou publikoval Linthorne (1994) nebo projekt Von Dreuscheho (1994), který provedl několik měření na různých stadionech v Německu, hovoří o potřebě změnit atletická pravidla ve smyslu potřeby většího počtu větroměrů pro zajištění objektivitu měření síly větru.. Naše práce ukazuje, že oficiální měření se neliší od průměru naměřených hodnot zbylých větroměrů, které byly postaveny u vnitřního okraje dráhy a tedy v tomto případě není důvod nějak měnit atletická pravidla. Jiná situace je u větroměru, který je na vnější straně dráhy. Tady se naměřené hodnoty liší a přikláníme se tak k názoru, aby se na oficiálních závodech měřilo i větroměrem na vnější straně dráhy, čímž by byla zaručena mnohem větší objektivita celého měření.

## 5. 1. Větroměry

- a) při posouzení naměřených hodnot větroměrů na 40 a 60 metrech v porovnání s hodnotami naměřenými oficiálním větroměrem jsme došli k následujícímu zjištění:
  - V našem případě jsou hodnoty sobě velmi blízké a i když větroměry na 40 a 60 metrech měřily sílu větru v momentě proběhnutí závodníků, neliší se o mnoho od oficiálního měření větroměru na 50 metrech, který se držel současných pravidel atletiky. Z toho vyplývá, že pro poskytnutí objektivních informací o síle větru během závodu není nutné použít větroměrů na 40 a 60 metrech u vnitřního okraje dráhy
  
- b) Při porovnání dvou větroměrů, které měřily podle současných pravidel atletiky a oba byly umístěny uprostřed cílové rovinky tzn. na 50 metrech (V3 a V6) jsme došli k následujícímu zjištění:
  - Ve většině případů byly maximální hodnoty naměřeny oficiálním větroměrem, tedy tím, který je umístěn na vnitřním okraji dráhy a není kryt



tolik tribunou jako větroměr na opačné straně (vnější strana dráhy), u kterého naopak převažovaly hodnoty minimální. V některých případech se dokonce jejich naměřené hodnoty lišily velmi významně.

- Vzhledem k převaze naměření záporných hodnot lze říci, že síla větru ve vnějších drahách působí na závodníky o menší síle, než na sprintery ve vnitřních drahách, kdy na stadionu Slavia je to s určitostí dáno polohou tribuny, která ve své blízkosti ovlivňuje větrné poryvy a tím zabraňuje většímu proudění ve vnějších drahách cílové rovinky.
- V tomto případě se nám zdá jeden větroměr k poskytnutí objektivních informací o síle větru jako nedostačující, zvláště pak na některých stadionech může být síla větru velmi rozdílná a lze tedy potom tvrdit, že závodníci nesoutěžili ve stejných větrných podmínkách.

c) U posuzování všech větroměrů na vnitřním okraji dráhy, tedy větroměru na 20, 40, 50, 60 a 80 metrech jsme došli k následujícím zjištěním:

- Srovnání naměřených hodnot oficiálního větroměru a průměru hodnot všech ostatních větroměrů na vnitřním okraji dráhy se téměř neliší. Výjimkou je však větroměr na 20 metrech, který vykazoval v některých případech velmi odlišné hodnoty oproti ostatním větroměrům. Máme za to, že je tento jev spojen opět s polohou tribuny, jejíž vliv právě na větroměr na 20 metrech byl minimální (vzhledem ke směru větru, který foukal od severozápadu). Hodnoty tohoto V1 větroměru na 20 metrech se lišily jak v hodnotách kladných tak i záporných a to někdy velmi významně.
- Z tohoto usuzujeme, že velmi záleží na poloze tribun na daném stadionu a dále také na směru větru, kterým na stadion proudí.
- Z námi naměřených údajů však vyplývá, že oficiální hodnoty měření větroměru na 50 metrech se liší minimálně od průměru hodnot naměřených dalšími čtyřmi větroměry rozestavenými po celé délce stometrové rovinky

a měřícími jen aktuální hodnoty síly větru v momentě proběhnutí závodníků tímto místem. Z toho tedy vyplývá, že jeden větroměr, který se dosud využívá k měření, postačuje k objektivnímu měření není tedy nutné využívat dalších větroměrů na vnitřním okraji dráhy.

- d) V porovnání maximálních a minimálních hodnot naměřených větroměry V1, V2, V4, V5 a V6 s hodnotami naměřenými oficiálním větroměrem jsme zjistili, že údaje naměřené oficiálním větroměrem na 50 metrech se ve většině případů nachází přesně mezi maximálními a minimálními hodnotami naměřenými všemi ostatními větroměry. Z tohoto zjištění lze tedy tvrdit, že naměřené hodnoty oficiálním větroměrem jsou objektivní a není tedy třeba k měření využívat dalších větroměrů.

## **5. 2. Dotazování**

Z výše popsaného shrnutí šetření formou dotazování si tedy dovoluujeme tvrdit, že naše počáteční hypotéza H3, která tvrdila, že výpovědi závodníků budou mít pouze informativní a subjektivní charakter, se naplnila. Některé odpovědi závodníků se o mnoho nelišily od hodnot z větroměrů, některé se však lišily a někdy dokonce i velmi. Musíme ovšem podotknout, že na výsledek šetření mohly mít vliv i přírodní podmínky, zejména vítr, který ve většině případů bohužel nefoukal příliš silně. Možná kdyby foukal více (ať už do zad či proti), tak by jeho účinky závodníci pociťovali více a i jejich odpovědi by se tím pádem mohly lišit. Nicméně jsme si ověřili, že vítr vanoucí během závodu většina závodníků v nějaké podobě určitě pociťuje, jejich subjektivní vnímání jeho skutečné síly se však může lišit.

## 6. ZÁVĚR

Naší snahou bylo vytvořit práci, která by ověřila či případně zpochybnila platnost současných pravidel atletiky týkajících se měření větru při sprintu na 100 metrů. Po nemalých komplikacích se sháněním potřebného počtu větroměrů se nám nakonec podařilo takovéto měření uskutečnit. Během atletických závodů na pražské Slavii se ve slunečném odpolední provedla všechna naplánovaná měření potřebná k této práci, za což patří velký dík všem, kteří se na celém projektu podíleli.

Nasbíraná data jsme vyhodnotili a porovnali s výsledky obdobných projektů uskutečněných v zahraničí. Právě takováto hledání v literatuře a publikovaných článcích nám byla velkou školou, ať se jednalo o seznamování se s názory odborníků, nebo o náhled na celou problematiku sprintu a jeho současných pravidel. V tomto směru se nám otevřely další obzory, které jsme se snažili využít při psaní této práce.

Práce je vytvořena pouze na základě jednoho měření uskutečněného v jeden den a na jednom stadionu. Z těchto důvodů si uvědomujeme tuto slabinu celého významu práce, ale zároveň musíme připomenout, že v podmínkách České republiky, potažmo atletických klubů vlastních či spíše nevlastních větroměry, se i toto jediné měření provedlo s velkými obtížemi, a proto jej lze hodnotit jako úspěšné. Pro větší výpovědní hodnoty by bylo nutné takovýchto měření provést více, v různých dnech (za jiných povětrnostních podmínek) a hlavně také na dalších stadionech s odlišnými podmínkami, jak přírodními, tak i různými svojí architekturou.

Na základě vyhodnocení výsledků můžeme říci, že naše hypotéza týkající se objektivnějšího měření pomocí pěti větroměrů oproti jednomu, se potvrdila. Čekali jsme však výraznější a na první pohled patrnější rozdíly v naměřených hodnotách, a proto nelze jednoznačně říci, že současné znění pravidel týkající se měření větru by mělo být pozměněno, tak jak se o tom vyjádřili někteří autoři (Linthorne 1994, Mureika 2000, Von Dreusche 1994). V naší práci jsme však došli k závěru, že pro skutečnou objektivitu měření

pomocí větroměru by bylo zapotřebí větroměrů dvou, jednoho stávajícího (oficiálního) a druhého, který by byl umístěn na opačné straně dráhy cílové rovinky (vnější okraj dráhy). Pro úpravu pravidel by bylo však zapotřebí provést měření více jak již bylo napsáno výše. Také v souladu s otázkou měnění pravidel dodejme, že v současné době není v možnostech pořadatelů závodů zajistit větší počet větroměrů a k nim ještě patřičnou obsluhu. Navíc se zde vyskytuje další problém, kterým je uskladnění těchto drahých zařízení a s tím i spojený převoz, jenž rozhodně nepřispívá k životnosti větroměrů a také k zachování přesnosti a spolehlivosti měření. Z těchto důvodů a na základě našeho projektu tedy můžeme říci, že se nám zdá být současné znění atletických pravidel dostačující pro podmínky ve většině zemí, ve kterých se atletika v závodní podobě provozuje.

Až budoucnost ukáže, zda se finanční stránka atletiky rozmůže a využití několika větroměrů během jedné závodu nebude žádným problémem anebo se najdou nové technologie, které na jedné straně zjednoduší tyto měření a zároveň je zpřesní. Pro atletiku by bylo velmi dobré vymanit se z jakýchkoliv pochybností, ať už se v dnešní době jedná o doping, anebo o zpochybňování některých výkonů právě vlivem špatného měření větroměru. Atletika je stále jedním z nejpůsobivějších sportů vůbec a byla by velká škoda, kdyby kvůli nejasnostem okolo výkonů ztrácela svoji pozici „královny sportu“.

## 7. SOUPIS POUŽITÉ BIBLIOGRAFIE

1. BLAHUŠ, P. *K systémovému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1996. 224 s. ISBN 80-7184-100-5.
2. DAPENA, J., FELTNER, M., E. Effects of wind and altitude on the times of 100-meter sprint races. *Int. J. Sport Biomech.* 3, 6-39, 1987
3. DOVALIL, J. aj. *Výkon a trénink ve sportu*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2003. 331 s. ISBN 80-7033-760-5
4. ECO, U. *Jak napsat diplomovou práci*. Olomouc: Votobia, 1997. 271. ISBN 80-7198-173-7.
5. HENDL, J. *Úvod do kvalitativního výzkumu*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. 243 s. ISBN 80-7184-549-3.
6. HILL, A., V. Report of the 93rd Meeting, Brit. *American Association for the Advancement of Science* 156, 1925.
7. CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. 2. vyd. Praha: Olympia, 1991. 331 s. ISBN 80-7033-099-6.
8. KELLER, J. B. A theory of competitive running, *Physics Today* 43, sept., 1973.
9. KELLER, J., B. Optimal velocity in a race, *American Mathematical Monthly* 81, 474, 1974.
10. LINTHORNE N. P. Accuracy of wind measurements in athletics in "The Engineering of Sport: Research Development and Innovation, Proceedings of the 3rd International Conference on The Engineering of Sport, Sydney, 10-12 June 2000", A.J. Subic and S.J. Haake (Editors), Blackwell Science, Oxford 2000 pp. 451-458.
11. LINTHORNE N. P. The effect of wind on 100-m sprint times. *Journal of Applied Biomechanics* 10 (2), 1994, pp. 110 - 131.
12. LINTHORNE N. P. The 100-m world record by Florence Griffith-Joyner at the 1988 US Olympic Trials. *Report for the International Amateur Athletic Federation*, June 1994, 62 pp.

13. LINTHORNE N. P. Was Flojo's 100-m world record wind-assisted? *Modern Athlete and Coach* 32 (1), 1994, pp. 3-5.
14. LINTHORNE N. P. Wind and altitude assistance in the 100-m sprint. In W. Herzog, B. Nigg and T. van den Bogert (Editors), "*Proceedings of the Canadian Society for Biomechanics VIIIth Biennial Conference, University of Calgary, 18-20 August 1994*", Organizing Committee, Calgary, 1994 pp. 68-69.
15. LINTHORNE N. P. Wind assistance in the 100-m sprint, *Modern Athlete and Coach* 32 (1), 1994, pp. 6-9.
16. MILLEROVÁ, V., HLÍNA, J., KAPLAN, A., KORBEL, V., *Běhy na krátké tratě*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2001. 288 s. ISBN 80-7033-570-X.
17. MUREIKA, J., R. All-Time Rankings with Wind/Altitude Correction [on line]  
Dostupné na World Wide Web: <http://myweb.lmu.edu/jmureika/track/db/index.html>
18. MUREIKA J. R. A Model of Wind and Altitude Effects on 110-m Hurdles (with J. Spiegel), *Sportscience* 7, December 2003.
19. MUREIKA J. R. A Realistic Quasi-Physical Model of the 100 Metre Dash. *Canadian Journal of Physics*, 79, 2001, pp. 697-713.
20. MUREIKA J. R. The Legality of Wind and Altitude Assisted Performances in the Sprints. *New Studies in Athletics*, 15 (3/4), 2000, pp. 53-60.
21. MUREIKA J. R. Modeling Wind and Altitude Effects in the 200 Metre Sprint, in preparation, 2001.
22. NAVRÁTIL, O., ZDÍLNA, M., HLÍNA, J., JÍLKOVÁ, J. *Program sportovní přípravy v tréninkových střediscích mládeže*. Atletiky – sprinty. Praha: Sportpropag, 1981.
23. PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 1998. 270 s. ISBN 80-7184-569-8.
24. TIBSHIRANI, R. Who is the fastest man in the world?. *Amer. Stat.*, May 1997.
25. VIŠŇOVSKÝ, P. aj. *Základy vědecké práce ve farmacii a v medicíně*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2001. 184 s. ISBN 80-246-0251-2.

26. VON DREUSCHE, D. Problème in wind measurement. *New Studies in Athletics*, 9(4), 1994, pp. 45 – 54.
27. WEINECK, J. *Manuel d'entraînement*. 4é éd. Paris: Vigot, 2001. 577 pp. ISBN 2-7114-1298-9.
28. ŽÁK, V. *Pravidla atletiky*. Praha: Olympia, 2006. 224 s. ISBN 80-7033-731-1.

## Tabulka 1

### 5. veřejné závody PAS

---

Datum konání : 14.6.2006

Místo konání : Praha

Pořadatel : ASK Slavia Praha

Výsledky zpracoval : Milan Urban

Oficiální orgán :

Poznámka :

---

#### 100 m/Ženy/Běh 1, w-0.8

poř. jméno	roč. oddíl:stát	výkon	vitrreg.výkon	vitr	body
1 Bartoničková Jitka	85 ASK Slavia Praha	12.13			
2 Líbalová Kateřina	83 A. C. TEPO Kladno	12.28			
3 Kavinová Hana	85 TJ Slavoj Stará Boleslav	12.73			
4 Šmídová Jana	82 TJ Sokol SG Plzeň-Petřín	12.87			
5 Hradečná Alena	85 SK ZŠ Jeseníva Praha	12.88			
6 Zimová Anna	89 PSK Olymp Praha	13.11			
7 Loužecká Veronika	84 PSK Olymp Praha	13.21			

#### 100 m/Ženy/Běh 2, w-1.4

poř. jméno	roč. oddíl:stát	výkon	vitrreg.výkon	vitr	body
1 Vedralová Iva	86 ASK Slavia Praha	12.76			
2 Humpolíková Pavlína	85 U SK Praha	12.83			
3 Hejduková Martina	88 TJ Sokol SG Plzeň-Petřín	13.40			
4 Čocherová Jana	81 PSK Olymp Praha	13.41			
5 Řeháková Jana	81 AC Kovošrot Praha	13.46			
6 Mlatušková Věra	82 SK Spartak Praha 4	13.64			
7 Petráčková Jana	86 SK ZŠ Jeseníva Praha	14.30			

#### 100 m/Ženy/Běh 3, w+0.2

poř. jméno	roč. oddíl:stát	výkon	vitrreg.výkon	vitr	body
1 Frabšová Tereza	88 SK ZŠ Jeseníva Praha	13.42			
2 Petříková Kateřina	89 SK ZŠ Jeseníva Praha	13.47			
3 Čamborová Michaela	89 SK ZŠ Jeseníva Praha	13.48			
4 Hirschová Aneta	89 ASK Slavia Praha	13.55			
5 Škarabelová Denisa	91 ASK Slavia Praha	13.58			
6 Dutková Alena	88 ASK Slavia Praha	13.71			
7 Mašková Michaela	88 ASK Slavia Praha	13.88			

#### 100 m/Ženy/Běh 4, w+0.3

poř. jméno	roč. oddíl:stát	výkon	vitrreg.výkon	vitr	body
1 Buránská Šárka	89 SK Spartak Praha 4	13.69			
2 Fremrová Dominika	88 AC Kovošrot Praha	13.76			
3 Menelová Denisa	91 ASK Slavia Praha	13.80			
4 Lycová Kristýna	83 Sokol Král.Vinohrady Praha	13.91			
5 Příbylová Aneta	89 ASK Slavia Praha	13.93			
6 Cigáníková Lucie	90 SK Aktis Praha	14.15			
7 Rákosníková Lenka	89 SK Sporting Příbram	14.16			



## Tabulka 1 (pokračování)

### 100 m/Ženy/Běh 5, w-0.1

poř. jméno	roč. oddíl/stát	výkon	vítreg.výkon	vítr	body
1 Štěpánková Petra	86 PSK Olymp Praha	13.17			
2 Plisková Sabrina	93 PSK Olymp Praha	13.65			
3 Krčálová Rebeka	92 PSK Olymp Praha	14.27			
4 Svobodová Tereza	88 PSK Olymp Praha	14.61			
5 Janíčková Denisa	91 PSK Olymp Praha	15.10			
6 Boláčková Gabriela	92 PSK Olymp Praha	15.27			
7 Votavová Klára	92 PSK Olymp Praha	16.04			

## Tabulka 2

### 100 m/Muži/Běh 1, w-0.5

poř. jméno	roč. oddíl/stát	výkon	vítreg.výkon	vítr	body
1 Stokláská Jan	83 ASK Slavia Praha	10.81			
2 Bohman Martin	80 ASK Slavia Praha	10.90			
3 Kozlovský Ondřej	82 USK Praha	11.03			
4 Hanzl Jan	78 A. C. TEPO Kladno	11.06			
5 Synek Richard	84 PSK Olymp Praha	11.15			
6 Vrba David	82 USK Praha	11.16			
7 Náplava Jiří	84 SK Spartak Praha 4	11.17			
8 Hykl Pavel	76 TJ Spartak Třebíč	11.22			

### 100 m/Muži/Běh 2, w+0.2

poř. jméno	roč. oddíl/stát	výkon	vítreg.výkon	vítr	body
1 Bošek Tomáš	85 ASK Slavia Praha	11.11			
2 Vrba Jan	85 TJ Dukla Praha	11.12			
3 Chlachula Tomáš	79 AC Slovácká Slávia U.Hradiště	11.16			
4 Kučera Robert	88 SK Spartak Praha 4	11.28			
5 Mottl Jan	87 USK Praha	11.48			
6 Korbel Tomáš	79 SK ZŠ Jeseniova Praha	11.69			
7 Formánek Adam	83 TJ Lokomotiva Břeclav	11.70			
8 Peldřimovský Jan	85 PSK Olymp Praha	12.74			

### 100 m/Muži/Běh 3, w-0.7

poř. jméno	roč. oddíl/stát	výkon	vítreg.výkon	vítr	body
1 Králík Jiří	87 SK ZŠ Jeseniova Praha	11.65			
2 Nový Jan	88 ASK Slavia Praha	11.66			
3 Daněk Tomáš	87 SK Sporting Příbram	11.70			
4 Holomek Josef	77 Sokol Král.Vinohrady Praha	11.70			
5 Horn Petr	89 SK ZŠ Jeseniova Praha	11.83			
6 Tefl Kamil	88 ASK Slavia Praha	11.92			
7 Zvonář Jakub	85 ASK Slavia Praha	12.05			

## Tabulka 2 (pokračování)

### 100 m/Muži/Běh 8, w-2.2

poř. jméno	roč. oddíl/stát	výkon	vítreg.výkon	vítr	body
1 Petříček Jakub	91 SK ZŠ Jeseniova Praha	12.74			
2 Vančura Jiří	90 SK Aktis Praha	13.19			
3 Doubravský Tomáš	91 SK ZŠ Jeseniova Praha	13.42			
4 Daněk Petr	92 ŠSK Újezd nad Lesy-Praha	13.43			
5 Svatuška Michal	77 PSK Olymp Praha	15.07			
6 Jankovský Antonín	42 ASK Slavia Praha	15.15			
7 Kábele Antonín	35 ASK Slavia Praha	15.32			

### 100 m/Muži/Běh 9, w-1.5

poř. jméno	roč. oddíl/stát	výkon	vítreg.výkon	vítr	body
1 Stokláška Jan	83 ASK Slavia Praha	10.89			
2 Chlachula Tomáš	79 AC Slovácká Slávia U.Hradiště	11.35			
3 Říha Michal	91 AC Kovošrot Praha	13.31			
4 Dubský Petr	89 SC Radotín Praha	13.81			
5 Dubský Tomáš	92 SC Radotín Praha	16.17			
6 Pachman Otakar	44 SABZO Praha	17.35			