

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Hodnocení vybraných ukazatelů získaných z ranních
ortostatických testů, hledání korelačních závislostí
vzhledem k tréninkovému zatížení u sportovců ČSB.

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Jan Sucharda

Zpracovala:

Veronika Dolečková

Září 2006

Název práce: Hodnocení vybraných ukazatelů získaných z ranních ortostatických testů, hledání korelačních závislostí vzhledem k tréninkovému zatížení u sportovců ČSB.

The evaluation of selected indicators received from the morning orthostatic tests, searching for the correlative dependencies with respect to the training load of the ČSB athletes.

Cíle práce: Analýza individuální závislosti průběhů vybraných hodnot měření ortostatických testů (ORT) na objemu tréninkového zatížení a vlivu aklimatizace. Získat poznatky o validitě použití ORT v tréninkové praxi, které by mohly být doporučující pro další využívání ORT ve sportovní přípravě pro biatlon.

Metoda: Zkoumání veličin průměrné srdeční frekvence, variačního rozpětí srdeční frekvence a maximální srdeční frekvence pomocí bodových grafů, které znázorňují závislost na objemu tréninkového zatížení. K určení spolehlivosti závislosti jmenovaných veličin bylo použito regresní analýzy.

Výsledky: Výsledky osvětlují závislost vybraných ukazatelů na objemu tréninkového zatížení, zároveň porovnávají změny vybraných ukazatelů na aklimatizační efekt a na efekt maximálního tréninkového zatížení z předchozího dne.

Klíčová slova: přetrénování, variabilita srdeční frekvence (VSF), ortostatický test (ORT), hodnocení ORT, regresní analýza, biatlon.

Touto cestou bych chtěla poděkovat Mgr. Janu Suchardovi, za vedení diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Ing. Miloši Fialovi za konzultace ohledně zpracování diplomové práce. Dále PhDr. Vladimíru Süssovi, Ph.D. za návrh metodiky hodnocení a PaedDr. Josefu Horčicovi za informace o dosavadní literatuře zabývající se ORT. Dále děkuji trenérům juniorské reprezentace a to zejména Mgr. Vlastimilu Vávrovi za poskytnutí dat a tréninkových deníků. Bez spolupráce výše jmenovaných by tato práce nevznikla.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace.

Veronika Dolečková
.....

Veronika Dolečková

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří mají povinnost pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: Číslo obč. průkazu: Datum vypůjčení: Poznámka

1	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	7
1.1	Biatlon	7
1.1.1	Trénink biatlonu a jeho problematika	7
1.2	Variabilita srdeční frekvence a její použití	12
1.2.1	Historie a vývoj monitorování srdeční frekvence	12
1.2.2	Srdeční frekvence	13
1.2.3	Autonomní nervový systém (ANS)	17
1.2.4	Variabilita srdeční frekvence (VSF)	19
1.2.5	Faktory ovlivňující VSF	19
1.2.6	Možnosti měření VSF	22
1.2.7	Ortostatická zkouška (ORT)	23
1.2.8	Hodnocení VSF	28
2	CÍLE A ÚKOLY PRÁCE	34
3	METODIKA PRÁCE	34
3.1	Charakteristika sledované skupiny	34
3.2	Metodika měření	35
3.2.1	Ortostatický test	35
3.2.2	Záznam srdeční frekvence	36
3.3	Hodnocení ORT	36
3.3.1	Metodika hodnocení	36
3.3.2	Zpracování dat pro hodnocení	37
4	VÝSLEDKY	38
5	DISKUSE	44

6	ZÁVĚR	49
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	51
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	54

1 Teoretická východiska

1.1 Biatlon

Biatlon je olympijská disciplína složená z běhu na lyžích volnou technikou a ze střelby z malorážové pušky na 50 m.

Spojení dvou disciplín běhu na lyžích a střelby, vytváří specifické požadavky na dovednosti a schopnosti sportovce. Příkladem může být běh na lyžích, který je ztížen nesením zbraní na zádech (až 5 kg), tudíž i způsob běhu je odlišný od klasického běhu bez pušky.

Biatlon byla vytrvalostní disciplína, avšak v poslední době dochází k neustálým úpravám charakteru závodů. Zejména dochází ke zkracování závodních tratí, což je doprovázeno dalšími modifikacemi spojenými s úpravou charakteru startu. Tyto změny pomáhají zrychlit jednotlivé závody a zároveň je zpestřují. Tím dochází k lepšímu komerčnímu využití biatlonu. Biatlon se tak postupem času přeměňuje z ryze vytrvalostní na rychlostně-silově vytrvalostní disciplínu, což se projevilo i ve změně požadavků kladených na sportovce.

1.1.1 Trénink biatlonu a jeho problematika

Trénink chápeme jako proces, jehož cílem je dosažení maximální individuální sportovní výkonnosti jedince na základě adaptace. Dochází k cílevědomému vnějšímu ovlivňování organismu formou tréninkového procesu. Tréninkový proces je fyziologickým, tedy adaptačním procesem. K adaptačním procesům ve sportovním tréninku řadíme takové biologické

změny, které jsou výhodné pro organismus. Především to jsou změny v CNS a hormonální soustavě. Změny faktorů vnějšího prostředí působí jako adaptační činitelé neboli stresory. V případě sportovce je stresorem tréninkové zatížení. Je třeba, aby podnět byl nadprahové intenzity a působil dostatečně dlouho. Adaptace probíhá především na buněčné úrovni. Nejprve se aktivují procesy související s hromaděním energie v buňkách. V tomto případě mluvíme o tzv. superkompenzaci, která je ochrannou činností organismu v případě jeho opakovaného zatížení. Jedná se především o zvýšení svalového glykogenu po zatížení, zvýšení tvorby určitých enzymů a zvýšení akumulace bílkovin (Havlíčková a kol., 2000) Efekt zatížení ve sportovním tréninku s využitím superkompenzace (viz. Příloha č.1.)

Můžeme tedy říci, že hlavní přestavby organismu, podmiňující zvýšení trénovanosti, probíhají nikoliv během pohybové činnosti, ale po jejím skončení. Mezi tyto hlavní změny řadíme: obnovu energie, vnitřního prostředí, změny ve tkáních apod. (Dovalil a kol., 2002).

Biatlon je řazen k velmi náročným disciplínám, pro které je typický vysoký výdej energie. To znamená, že v biatlonu se klade velký důraz na regeneraci. Úplná obnova vyčerpaných energetických zdrojů z vytrvalostního tréninku může trvat až 5 dní. Zkrácením doby regenerace zkrátíme časové intervaly mezi tréninkovými jednotkami, což má hned několik výhod:

- Dosažení vyšších tréninkových objemů.
- Lepší využití momentu superkompenzace, jejíž časování s následným zatížením je základem tréninkového procesu. Efekt superkompenzace z hlediska frekvence zatěžování (viz. Příloha č.1.)
- Předejít přetížení a přetrénování organismu, které může způsobit snížení sportovní výkonnosti.

Dalším důležitým faktorem při zatěžování organismu je jeho trénovanost, tj. úroveň jeho adaptace na zátěž. Je nutné, aby se tréninkový režim individualizoval pro každého jedince zvlášť, protože přírůstek výkonu je nepřimo-úměrný trénovanosti (Havlíčková a kol., 2000). K testování trénovanosti je využito většinou laboratorních šetření fyziologických funkcí.

Testování fyziologických funkcí má zásadní význam u sportovců, protože vysoká výkonnost je závislá na svalové, oběhové a dýchací soustavě. Na základě těchto výsledků, po následné konfrontaci s motorickými a psychickými funkcemi, můžeme hodnotit celkovou trénovanost sportovce (Bunc, 1989).

Kromě funkčních ukazatelů je možné sledovat také antropometrické a v omezených případech biochemické ukazatele. Biochemické ukazatele a jejich proměny změn v závislosti na čase mají zásadní význam při testování zdatnosti organismu i za klidových podmínek. V poslední době se tak používá např. hodnot koncentrace sérového testosteronu a kortizolu, zastoupení některých typů lymfocytů v oběhu apod. Podle změn v obsahu sérových hormonů (zejména katecholaminů), urey, vybraných enzymů (zejména kreatinkinázy) lze posoudit optimální náročnost tréninkového režimu z hlediska objemu i intenzity a dokonce i případné přetrénování organismu (Havlíčková a kol., 2000).

Nevýhodou biochemických ukazatelů k posouzení únavy organismu je jejich finanční náročnost potřebná k měření. To způsobilo, že se hledají nové metody měření, které by mohly celou problematiku určení stavu přepětí a přetrénování zjednodušit. Požadovaná metoda měření a hodnocení by měla být finančně a časově nenáročná.

V poslední době je k hodnocení aktuálního stavu sportovce používáno kombinované sledování reakce SF na změnu polohy těla. V tomto případě mluvíme o měření a hodnocení variability srdeční frekvence. Tato metoda,

s nedostatečnou metodikou hodnocení použitelnou pro tréninkovou praxi, by mohla být právě tou nejlepší metodou k posouzení aktuálního stavu jedince.

Celkově lze říci, že veškeré snahy o sledování a měření aktuálního stavu organismu, by měly vycházet i ze subjektivních pocitů sportovce, protože všechny procesy směřující k zotavení organismu představují nejen komplex fyziologických, ale i psychologických procesů.

Další kapitola se bude zabývat vlivem centrální nervové soustavy (CNS) na přetrénování.

1.1.1.1 Vliv přetrénování na CNS

Při stavu přetrénování, dochází k narušení vnitřní homeostázy organismu. Aby nedošlo ke kolapsu, CNS upravuje funkce některých orgánů vlivem autonomní nervové a hormonální soustavy. Především ovlivní srdeční tep působením parasymptiku a symptiku. Autonomní nervová soustava (ANS) velice rychle a pružně reaguje na každou změnu v organismu. V poslední době se používá právě toto zjištění pro porovnání individuálních rozdílů reakcí ANS na stav přetížení, protože i přetížení má vliv na reakci ANS.

Historické poznámky:

Přetížení je fyziologický fenomén, který byl zkoumán už od roku 1920. Přetížení spojené s přetrénováním sportovců bylo zkoumáno až o mnoho let později. Je zajímavé, že ***název přetrénování*** se začal používat až kolem roku 1950. Zasloužil se o to S. Israel, který začal zkoumat různé znaky přetrénovaných vojáků. S. Israel rozdělil přetrénování do dvou různých skupin (parasymptické a symptické přetrénování). Sympatikus a

parasympatikus mají významnou úlohu v ANS a určují rozdílnou úroveň přetrénování. V té době se tomuto poznatku nevěnovala pozornost. Sledování reakcí ANS v kontextu s přetrénováním sportovce, bylo zkoumáno později. Srdečního tepu a jeho změn se začalo používat pouze ke stanovení intenzity tréninkového zatížení. Teprve kolem roku 1970 byla vypracována testová baterie pro výzkum ANS, která je v základu výzkumem kardiovaskulárního reflexu. Od tohoto roku se dostává do popředí zájmu zkoumání funkce ANS, ale především jako výzkum v klinické medicíně např. nemocí diabetes, Parkinson, různých koronárních srdečních onemocnění atd.

Kolem roku 1972 se objevila zmínka o tom, že jakékoliv zkoumání autonomního nervového systému pro rozvoj diagnostiky stavu přetrénovanosti sportovce je oprávněné. Doporučení vydal výzkumný institut pro Olympijský sport. Zájmem toho to rozhodnutí bylo převést experimentální výzkum přetrénovanosti pro vytrvalostní sportovce na výzkum, který bude brát zřetel na změny ve funkci ANS.

Je nesporné, že velké změny v organismu korespondují se změnami ve funkci ANS. Otázkou je, jaká hlavní pravidla změn ANS můžeme vyčlenit k identifikaci všech symptomů přetrénování, které se objevují.

Změny v autonomní funkci přetrénovaných jedinců vedou ke změnám tepové srdeční frekvence a k variabilitě srdečních úderů. Změny jsou různé a individuální, závisejí na vnějších podmínkách a stupni přepětí a přetrénování.

Tedy můžeme říci, že sledování SF a její variability by mohlo pomoci ke včasnému rozpoznání stavu přetížení a přetrénování.

1.2 Variabilita srdeční frekvence a její použití

V této kapitole se seznámíme s praktickým využitím variability srdeční frekvence ve sportu. Vše bude podpořeno současnými teoretickými a praktickými poznatky o srdeční frekvenci (SF) a její variabilitě (VSF).

1.2.1 Historie a vývoj monitorování srdeční frekvence

Už před několika sty lety lákala člověka oblast hrudníku. Důvodem bylo bušení srdce. Sledování srdeční frekvence se skládalo pouze z poslechu pacienta v oblasti hrudníku. Teprve před 200 lety vynalezl Rene Laennec přístroj nazývaný stetoskopem, který umožnil přesněji poslouchat srdeční aktivitu. Ačkoliv tento vynález byl převratný, neumožňoval přesnější obraz srdeční frekvence. Použití tohoto přístroje pro zkoumání srdečních změn při cvičení bylo úplně nemožné. Tento problém byl částečně vyřešen až začátkem 20. stol. Willemem Einthovenem, který vynalezl první elektro-kardiograf (EKG). S tímto přístrojem je možné změřit grafický záznam elektrické aktivity, která je přítomna i v srdci. Záznamem EKG je křivka, která je složena z periodicky se opakujících třech vln (P-vlna, QRS-vlna a T-vlna). Tyto vlny reprezentují repolarizaci a depolarizaci srdečních síní a komor.

Za nedlouho po vynálezu EKG byl vynalezen Holter-monitor, který je součástí EKG a je schopný měřit nepřetržitý záznam srdeční frekvence a uchovat různé záznamy za 24 hod. Bohužel použití přístroje k měření srdeční frekvence v průběhu jakéhokoliv cvičení bylo nemožné.

Problém byl vyřešen až roku 1980, kdy byl vynalezen bezdrátový měřič srdeční frekvence, složený z vysílače a přijímače. Vysílač v němž jsou elektrody, mohl být pro kvalitnější měření připevněn na hrudník.

Přijímač tvoří monitor-hodinky, které jsou nošeny na zápěstí. S rozvojem relativně malého bezdrátového monitoru už nebyl problém sledovat srdeční frekvenci u jedince provádějící jakýkoliv sport. Důsledkem bylo využití objektivního posouzení srdeční frekvence k určení intenzity zatížení. Intenzita zatížení při cvičení do té doby byla hodnocena pouze subjektivně (tzn. dle vlastních pocitů). Ze začátku měl monitor malou kapacitu, ale zdokonalováním techniky bylo možné o dvacet let později uchovávat data z minulých naměřených cvičení. V dnešní době umožňuje bez problému analyzovat data z tréninků, závodů, funkčních testů. Součástí těchto měřičů může být i měření energetické spotřeby, či stanovení maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}).

Dnešní další vývoj monitorování srdeční frekvence se ubírá cestou měření variability srdeční frekvence (VSF). Měření VSF probíhá nejčastěji pomocí ortostatických testů (viz. kapitola 1.2.7). Spolehlivost a pravdivost těchto měření záleží na vhodně zvolené metodice měření a hodnocení.

1.2.2 Srdeční frekvence

Teoretický základ:

Puls: Pokud je krev vypuzena srdcem, způsobuje tlakovou a objemovou vlnu, kterou nazýváme pulsem a můžeme ji nahmatat nad většími tepnami.

Frekvence srdečních úderů: rytmus pulsu, nebo-li frekvence srdečních kontrakcí.

Při fyzické námaze nebo stresu může stoupnout puls až na 150 úderů a více za minutu. Frekvenci srdečních úderů označujeme SF nebo TF. TF je označení pro srdeční frekvenci měřenou na periferních.

Srdeční převodní systém: Srdeční frekvence a rytmus je řízen sinuatriálním uzlíkem, který je uložen v horní stěně pravé síně. Sinuatriální

uzlík je tvořen skupinou specializovaných buněk, které v pravidelných intervalech vytvářejí spontánně elektrické impulsy. Tyto impulsy se přenášejí na svalovinu síní, která se jejich vlivem smrští. Dále pokračují do atrioventrikulárního uzlíku uloženého na spodu pravé síně v blízkosti pravé komory. Jeho vlastnosti jsou obdobné jako předchozího uzlíku a impulsy jsou z něho vedeny Hissovým svazkem v srdeční přepážce. Zde je Impuls dělen Tawarovými raménky a běží po jeho povrchu a větví se na Purkyňova vlákna. Tato vlákna se rozbíhají ke svalovině na vnitřním povrchu komor. Zabezpečují tak, rychlé šíření impulsů ke všem buňkám komor současně, srdce se smrští naráz a vypudí z nich krev do tepen.

Spontánní elektrické impulsy v sinuatrilárním uzlíku jsou způsobeny spoluprací reflexivních a vnitřních mechanismů jako např.:

- Aktivitou autonomního nervového systému, především systému sympatiku a parasympatiku,
- Únavou,
- Termoregulačním procesem,
- Hormonální soustavou (především katecholaminy),
- Vasokonstrikčním a vasodilatačním systémem,
- Hormonálním systémem.

(Hottenrott, 2003).

Pokud je náš organismus v nějakém přepětí, všechny zmíněné mechanismy reagují na vzniklou situaci. Přepětím je zde myšlena nemoc, těžký trénink, závod, přejezd do ciziny atd.. Mezi hlavní reakce na přepětí patří vhodné zvýšení či snížení SF, které závisí na působení předchozího typu zatížení a je ovlivněné různými faktory.

1.2.2.1 Vliv vytrvalostního tréninku a dalších faktorů na SF

Trénink vytrvalostního charakteru vede jak ke změnám reaktivním (tzn. bezprostřední reakce na pohybové zatížení), tak i k adaptačním. Morfologicko-funkční adaptace na vytrvalostní zátěž vede ke změnám v oběhovém systému, které se rozdělují na strukturální a funkční.

- **Strukturální změny** se týkají srdce a cév. Srdce vlivem vytrvalostního tréninku fyziologicky hypertrofuje (zbytnuje). Srdeční sval je lépe prokrven bohatší kapilární sítí.
- **Funkční změny** se týkají především ukazatelů srdeční činnosti. Vytrvalostní trénink způsobuje bradykardii s hodnotami pod 60 tepů za minutu a dochází k vagotonii (tzn. působí převážně parasymptikus, který snižuje srdeční aktivitu). Maximální srdeční frekvence (SF_{max}) je hodnota velice individuální a více než vytrvalecký trénink ji ovlivňuje věk. Obecně platí vzorec:

$$\text{SF max} = 220 - \text{věk}$$

U žen byly nalezeny nepatrně vyšší hodnoty SF_{max} než u mužů. Minutový objem srdeční je při maximálním zatížení větší než u netrénované osoby. Ekonomizace funkce u trénovaného jedince se projeví nižší frekvencí a vyšším objemem. Krevní tlak bývá zpravidla nižší u vytrvalecky zaměřených sportovců, ale rozdíly nejsou výrazné (Havlíčková a kol., 2000).

Pokud shrneme předchozí informace můžeme říci, že SF klidová a SF při zatížení patří mezi hlavní ukazatele hodnotící úroveň srdečně cévních funkcí. Při nedostatečné regeneraci po náročném tréninku či závodu se může **klidová SF** zvýšit o více jak 5 tepů/min (Horčic, Formánek a kol., 2002).

Ukazuje se, že pokud je sportovec přetížený tak **maximální SF** se sníží přibližně v průměru o pět tepů/min (Achten a Jeukenddrup, 2003).

SF je ovlivněna nejen fyzickou zátěží, ale také dalšími faktory. Nemůžeme fyzickou zátěž brát jako podmínku nutnou a postačující k hodnocení SF. Mezi další faktory, které ovlivňují SF, řadíme např. teplotu a dehydrataci. Pokud budeme provádět cvičení ve stavu dehydratace, beze změny okolní teploty, SF může stoupnout až o 7,5%. Říkáme, že vzrůst SF tzv. koreluje s hladinou dehydratace (Achten a Jeukenddrup, 2003).

1.2.2.2 SF a její použití v tréninkové praxi

SF se používá nejčastěji jako ukazatel intenzity zatížení. V tréninku nebo při závodě je monitorována pomocí sporttestrů. Porovnáním s jinými ukazateli intenzity zatížení je srdeční frekvence (SF) lehce měřitelná a přístroj k měření SF je relativně finančně dostupný.

Nejvíce se používá sledování:

- **Maximální SF** (označovaná jako TF_{max}) pro přibližný odhad prahových hodnot SF. Např. určení SF_{ANP} , aerobního pásma, atd.
- **Klidové SF** pro orientační hodnocení únavy organismu. Toto hodnocení je však ovlivněno řadou jiných faktorů, které mají vliv na SF. Tedy tento způsob hodnocení je nutné brát s určitou rezervou. Příklad z praxe: pokud měříme ranní klidovou SF v teplé místnosti, bude nesporně vyšší než SF měřená v chladné místnosti. Pokud tedy v období horkých parných letních dnů naměříme vyšší ranní SF, nemusí nutně signalizovat únavu!

Sledování SF je možné také použít pro **výpočet VO_{2max}** a ke stanovení energetického výdeje. Vztah mezi SF a spotřebou kyslíku (VO_2) se používá k predikci maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}). Tato metoda však skrývá

několik otazníků a v praxi ukazuje, že výsledek se může lišit více jak o 20% než je skutečná hodnota (Achten a Jeukenddrup, 2003).

K posouzení aktuálního stavu jedince se používá sledování změn klidové srdeční frekvence, které jsou ovlivňovány autonomním nervovým systémem.

1.2.3 Autonomní nervový systém (ANS)

Teoretický základ:

Nervová soustava se u člověka skládá z centrální nervové soustavy (mozek a mícha) a z periferních nervů. Mícha je válcovitý provazec, dlouhý asi 40-50 cm, uložený v páteřním kanále. Mícha končí na úrovni druhého bederního obratle. Míšní nerv se spojuje s dalšími nervy téže strany a vytváří nervové pleteně. Z nich a nebo přímo z míšních nervů vycházejí periferní nervy, kterými vedou motorická vlákna ke svalům, vegetativní vlákna k cévám a orgánům a senzitivní vlákna od receptorů do míchy.

Vegetativní nervová soustava je tvořena neurony, které řídí činnost vnitřních orgánů, cév a žláz. Zde se nalézají dva protichůdné systémy a to sympatikus a parasympatikus. Tyto systémy se vzájemně doplňují a jejich nejvyšší ústředí leží v hypotalamu (Larousse, 1999).

- **Parasympatikus:** je aktivní zvláště při odpočinku, zpomaluje srdeční frekvenci, zvyšuje střevní činnost a zužuje průdušky.
- **Sympatikus:** je aktivní zvláště při fyzické nebo psychické zátěži. Zrychluje srdeční činnost, rozšiřuje průdušky v plicích, zpomaluje střevní činnost a trávení, zvyšuje prokrvení svalů a mozku.

Shrneme-li teoretické poznatky o ANS, můžeme říci, že porucha rovnováhy mezi aktivitou sympatického a parasympatického působení může identifikovat poruchy kardiovaskulární, metabolické, atd. Z těchto důvodů je věnována hodnocení dysfunkce ANS čím dál větší pozornost.

1.2.3.1 Vliv vytrvalostního tréninku na autonomní systém:

Vytrvalostní trénink vede k přebudování (přestavbě) a k změnám vegetativního nervového systému. U trénovaných osob se rychleji a spolehlivěji zapojuje sympatikus a převažuje parasympatikus v klidové fázi (Horčic, Formánek a kol., 2002).

Dle Kohlíkové ***Sympatikotonie*** je pozorovaná spíše u specialistů na rychlostně silové pohybové činnosti a ***parasympatikotonie*** naopak u specialistů na vytrvalostní pohybové výkony (Kohlíková, 1999).

Dále pro mladé sportovce je charakteristická sympatikotonie (v anglosaské literatuře psáno sympatické přetrénování).

Parasympatikotonie je nejen u vytrvalců, ale i u sportovců, kteří trénují řadu let (www.heartmonitors.com).

1.2.3.2 Hodnocení dysfunkce ANS v praxi:

Dlouhodobě se hodnocení ANS využívá v klinické medicíně pro diagnostiku různých nemocí a patologických stavů, např. měření pomocí EEG.

V tréninkové praxi se úroveň ANS hodnotí pomocí variability srdeční frekvence, která je ovlivněna řadou faktorů.

1.2.4 Variabilita srdeční frekvence (VSF)

Cílem činnosti kardiovaskulárního systému je zachovat jeho dynamickou stabilitu. Ta se udržuje přizpůsobováním srdeční frekvence, krevního tlaku a dalšími mechanismy reagující na řadu vnitřních a vnějších podnětů. Snížení přizpůsobivosti srdeční frekvence, čili variability SF je vnímáno v klinické medicíně jako indikátor rizika spojený s chorobou.

Mnozí autoři popisují variabilitu srdeční frekvence (v anglosaské literatuře heart rate variability (HRV)) jako fenomén, který časně a velmi citlivě reaguje na přechod mezi zdravím a nemocí.

Ačkoliv srdeční frekvence je relativně stabilní, čas mezi dvěma po sobě jdoucími tepe může být značně rozdílný (Achten a Jeukendrup, 2003).

1.2.5 Faktory ovlivňující VSF

Vliv fyzického zatížení na VSF:

Vytrvalostní trénink způsobuje bradikardii, která ovlivní délku R-R intervalů, která bude průměrně delší. K pozitivnímu vlivu tréninkového procesu dochází pokud se SF snižuje a VSF zvyšuje. Tímto má trénink, speciálně vytrvalostní trénink, kladný efekt na kardiovaskulární systém.

Při sympaktokonii se SF zvyšuje a VSF snižuje. Při parasympaktokonii se obojí jak SF, tak VSF snižuje (www.heartmonitors.com).

Mezi další důležité informace patří, že se zvyšující SF se VSF snižuje až úplně vymizí. Vše způsobuje prudký pokles parasympatikotonie a opožděný vzestup sympatikotonie. Rychlost regeneračních pochodů

můžeme tedy posuzovat i dle rychlostí návratu VSF během zotavení na úroveň před zatížením (Dvořák, 1999).

K trochu jinému názoru došel Achten a Jeukenddrup, kteří se zmiňují o tom, že během stupňovitého zatížení se VSF snižuje tím víc, čím je zatížení intenzivnější, a potom se stabilizuje. Platí zde možná pravidlo, že trénovaný jedinec má větší VSF než netrénovaný jedinec, ale výsledky z dlouhodobých výzkumů se v tomto úplně neshodují. Někteří vykazují zvýšení VSF po tréninku a další nevykazují žádné rozdíly od netrénovaných jedinců. Důvodem může být např. doba a intenzita zatížení v tréninkové jednotce, která má nesporně vliv na výsledky měření (Achten a Jeukenddrup, 2003).

Vliv pohlaví na VSF:

V řadě studií se píše, že vliv pohlaví je zanedbatelný. Avšak problém je spíše v nedostatku validních výzkumů, které se tímto zabývají.

Je nesporné, že v době menstruačního cyklu u žen dochází ke změnám hladin estrogenu a progesteronu. Tyto cyklické změny ovlivňují řadu změn v těle jako např. bazální teplotu těla a respirační úroveň.

Dutton a Schoene zjistili nezávisle na sobě, že menstruační cyklus má vliv na výměnu oxidu uhličitého. Citlivost respiračního centra na oxid uhličitý je značně zvýšena v luteální a stupňuje se až do folikulární fáze. Dosud žádné jiné sporné výsledky nebyly zaznamenány. Dokonce se ukazuje, že ženy mají nižší VSF než muži (Achten a Jeukenddrup, 2003).

Tento jev si můžeme vysvětlit tím, že ženy mají menší objem krve v těle než muži, který ovlivňuje i velikost tlaku krve při změně polohy (Millet a kol., 2001).

Vliv věku na VSF:

VSF se snižuje s přibývajícím věkem, ale toto tvrzení není jednoznačné.

Geodhard a kol. přišli na to, že s věkem se snižuje aktivita baroreflexorů. Při ORT tomu tak nemusí být, protože výsledek mohou zkreslit jiné faktory než věk. Taylor a kol. zjistili, že sympatická kontrola cirkulace není ovlivněna věkem, nýbrž celkovou periferní odolností. Tato odolnost může být stejná jak u mladého tak u starého jedince. Yo a kol. zjistil, že s přibývajícím věkem, se snižuje autonomní úroveň (Huisman a kol., 1999).

Dehydratace, teplota, frekvence dýchání, dechový objem, všechny další faktory ovlivňující SF:

VSF se mění výrazně v průběhu dne. Nejvyšších hodnot dosahuje u zdravého člověka v pozdních večerních hodinách a nejmenších hodnot v odpoledních hodinách (Cingálek, 1998).

Vliv patologických stavů:

VSF ovlivňuje diabetes mellitus, infarkt myokard, onemocnění srdce, arteriální hypertenze a neurologické onemocnění (Parkinsonova nemoc, skleróza, ...). Z těchto důvodů se posuzování VSF hojně využívá v klinické medicíně ke zjištění zmíněných onemocnění.

Vliv léčiv:

VSF je ovlivněna zejména Beta-blokátory (snižující VSF) a dalšími farmakologickými preparáty.

1.2.6 Možnosti měření VSF

VSF může být měřena pomocí záznamu Holterovského-EKG nebo pomocí sporttesterů, které jsou schopny zaznamenat po sobě jdoucí R-R intervaly.

Dle Ruhy a kol. Je jedno jaké měření R-R intervalů použijeme, jestli pomocí EKG nebo sporttesterů.

V klinické medicíně je často využívána právě metoda měření pomocí EKG. V tréninkové praxi je měřena VSF pomocí sporttesterů. Vhodné pro tento typ měření jsou typy sporttesterů, které jsou schopny měřit tep po tepu. Například novější přístroje od firmy Polar (Vantage NV, R-R recorder).

Kinnunen a Heikkilä ukázali, že z 95,4% není rozdíl mezi R-R intervaly naměřenými Polarem Vantage NV a Polarem R-R recorder (Achten a Jeukendrup, 2003).

Autonomní systém velice rychle reaguje na změnu vnitřních i vnějších podmínek, za cílem udržovat organismus v homeostáze. Pokud tedy použijeme umělé navozování těchto změn iniciujících reakce změn VSF pomocí ANS, tak nám VSF může velice dobře vypovídat o aktuálním funkčním stavu jedince. Např. některé výzkumy zkoumaly změnu VSF v době spánku, kdy se mění fáze nonRem a Rem. Toto posuzování VSF využívá hormonálních změn v ANS, který následně ovlivňuje VSF.

Pro praktické využití v tréninkové praxi je možné analyzovat VSF sledováním odezvy srdeční frekvence, její variability, na změnu polohy těla. Tyto testy (zkoušky) nazýváme **ortostatické** popř. ortoklinostatické testy.

Právě tyto testy se dají velice dobře použít v tréninkové praxi pro zjištění aktuálního fyzického stavu jedince (podrobněji v následující kapitole 1.2.7.).

1.2.7 Ortostatická zkouška (ORT)

Pomocí ortostatické zkoušky posuzujeme regulační potenciál autonomního nervového systému, který se podílí na přizpůsobování se oběhovému systému při změně polohy těla při minimálním pohybovém zatížení (Horčic, Formánek a kol., 2002).

1.2.7.1 *Princip ORT*

Při změně polohy z lehu do stoje (tj. z klinostáze do ortostáze) jsou žíly nohou zatíženy objemem sloupce krve. Tento jev je způsobený vlivem gravitace, která vytváří tlak v žilách, tzv. hydrostatický krevní tlak. Jelikož žíly nemají pevné stěny, způsobí velmi snadno hydrostatický tlak roztažení žil. V průměru se v nich zadrží 0,4 l krve. O toto množství krve se zmenší tzv. centrální krevní objem (především v plicním oběhu). Tím ***dojde k poklesu žilního návratu*** k levému srdci a následně klesne i tepový a minutový objem. Tepový objem znamená objem vypuzený srdcem za jeden stah a minutový objem, objem vypuzený za jednu minutu. Aby se zabránilo příliš velkému poklesu krevního tlaku, ***zvýší se reflexně tepová frekvence a periferní odpor***. Dochází k tzv. Ortostatickému reflexu.

Ortostatický reflex:

Je homeostatický oběhový reflex, který je vyvolán silným kolísáním arteriálního krevního tlaku. K tomuto reflexu dojde i při poklesu spotřeby kyslíku nebo při vzestupu spotřeby oxidu uhličitého.

Receptory, které jsou schopny regulovat tlak z akutních změn, například jako je akutní kolísání krevního tlaku při změně polohy těla, nazýváme presoreceptory. Receptory, které vnímají vysoký krevní tlak,

nazýváme Baro-receptory. Baro-receptory a presoreceptory jsou především umístěné v aortě, tepně srdeční, levé komoře a v síních.

Pokud tyto receptory zaregistrují změnu tlaku krve, podávají informace do prodloužené míchy a mostu. Zde oběhové centrum v CNS vydá odstředivé impulzy k srdci a cévám tzn. pošle zpětnou informaci, co se má dít.

V oběhovém centru je umístěna oblast (tzv. **depresorická oblast**), kde neurony nepřetržitě vysílají sympatikem impulzy k srdci a cévám. Tato oblast působí převážně na:

- a) frekvenci a sílu stahu - impulzem vedeným k srdci
- b) vazokonstrikci (zúžení cév) - impulzem vedeným k cévám

Výsledkem tohoto působení je zvýšení krevního tlaku a SF.

Pokud dojde k podráždění vyvolané akutním zvýšením krevního tlaku, poklesne frekvence srdeční činnosti. Tento jev způsobí, že receptory vyšlou impulz druhé skupině buněk v prodloužené míše. Tuto oblast neuronů v CNS nazýváme **presorickou oblastí** a vysílá parasympatikem impulzy zpět k srdci a cévám. Tato oblast působí převážně na:

- a) snížení minutového srdečního objemu
- b) vazodilataci cév utlumením sympatické inervace.

Výsledkem tohoto působení je snížení krevního tlaku a SF.

Presorická oblast je úzce v kontaktu s depresorickou oblastí. Pokud dojde ke snížení krevního tlaku kontaktuje presorická oblast depresorickou, a ta vše upraví. Tedy regulace krevního tlaku je způsobena změnami vedení impulzů v presorické oblasti. Tzn, že presoreceptory jsou schopny vnímat změnu tlaku a zasahují proti příliš velkému kolísání krevního tlaku, které může být způsobené např. změnou polohy těla. Tento reflex nazýváme **homeostatickým oběhovým reflexem**.

Pomocí ortostatické zkoušky můžeme posuzovat regulační potenciál autonomního systému. Tzn. posuzovat jak rychle dojde k úpravě homeostatické změny způsobené změnou polohy těla, která je ovlivněná aktuálním stavem organismu.

1.2.7.2 Příklady různých variant testů ORT

Ortostatických testů je mnoho druhů. ORT může být měřena v laboratorních podmínkách se současným sledováním různých faktorů, které mohou ovlivnit hodnocení ORT. Např. měření teploty, krevního tlaku, obsahu různých látek v krvi.

ORT můžeme rozlišovat:

- a) dle fyzické aktivity měřeného jedince v průběhu ORT:
 - **aktivní:** jedinec sám mění polohu.
 - **pasivní:** poloha je měněna např. změnou sklonu lehátka.

- b) dle změny dráhy těžiště v průběhu ORT:
 - **ortostatické testy:** Testy využívající pouze ortostatické změny polohy. Tzn., že změna polohy v průběhu testu je pouze směrem nahoru do polohy stoj.
 - **orto-klinostatické testy:** Testy využívající jak ortostatických, tak i klinostatických změn. Tzn., že se hodnotí změny VSF i v průběhu návratu ze stoje do lehu.

Nejčastěji se využívá pasivních ortostatických testů. Při těchto testech není zapotřebí žádného speciálního lehátka. Výhodou je, že testy trvají

mnohdy velice krátkou dobu (od 2 minut). Pro představu uvedme několik ORT testů :

Nejdříve se vyšetřované osobě připevní sporttester. Poté si osoba lehne na lehátko a zůstane v klidu po dobu 10 min. Potom se pomalu přes sed postaví tak aby rychlost postavení byla v průměru 5-8 sekund. Jakmile dokončí postavení celou minutu stojí vrátí se zase do lehu přes sed. Dříve nebyly sporttestery, které zaznamenávaly tep po tepu, musely se měřené hodnoty v průběhu celého procesu zapisovat (Kohlíková, 1999).

Varianta používaná v triatlonu: po ranním probuzení si sportovec nasadí sporttester. Po třiminutovém zklidnění v leže se měří záznam a současně jsou aktivovány stopky. Sportovec 60 sekund leží a poté se na 30 sekund posadí a na 30 sekund postaví, pak opět na 30 sekund posadí. Celý test trvá 2 min. a 30 sekund (Dvořák, 1999).

Dále si uvedme několik příkladů ORT testů, které se liší různou délkou časových intervalů strávených v leže a stojí:

- 3 minuty ležet a 2 minuty stát (www.endurancetraining.com)
- 15 minut ležet a 10 minut stát (Hottenrott, 2003).
- 30 minut ležet a 10 minut stát (Millet a kol., 2001).
- 1 minutu ležet a 5 minut stát, jež bylo použito při studii funkce ANS u dětí s migrénou.

Výběrovým hlediskem je podmínka časové nenáročnosti měření ORT, která je konfrontována s ohledem na objektivitu měření ORT.

ORT používá i NASA k sledování změn ANS po simulaci stavu beztlíže a pro kontrolu aktuálního stavu organismu před každým tréninkem. V průběhu testování je měřen krevní tlak a je použito speciálního lůžka. Tímto lůžkem je možné měnit polohu těla (obrázek 1 a 2).

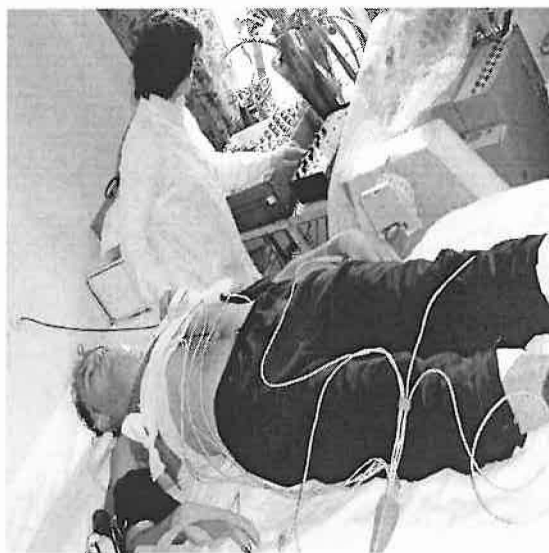
Nejdříve kosmonaut leží 20 minut a potom je změněna poloha o 70 stupňů. Proč právě o 70 stupňů? Tělo si totiž myslí, že nestojí. Gravitace, ale i tak ovlivní tlak v krvi a tělo musí reagovat ortostatickým reflexem,

aby nedošlo ke kolapsu. Po 20 minutách je přes vertikální rovinu změněna poloha zpět. Dolní končetiny jsou zvednuty 30 stupňů nad podložkou. V té fázi se zvýší objem krve v mozku. V této poloze je po 10 minutách test ukončen (www.africaninspace.com).

Obrázek 1



Obrázek 2



1.2.7.3 Faktory ovlivňující ORT

ORT ovlivňují faktory, které ovlivňují VSF. Tyto faktory jsou uvedené jako faktory VSF tzn. kapitola 1.2.5.

Mezi další faktory patří:

- a) **mentální koncentrace** (Stejskal a Salinger, 1996)
- b) **způsob provedení** změny polohy těla, zejména rychlost a způsob provedení.
- c) **Doba spánku** (nedostatečná doba či naopak)

- d) *Zvuk, plný močový měchýř, otevřené či zavřené oči, světlo*
(Hottenrott, 2003)
- e) *Změna prostředí* (zejména při přejíždění na závody a soustředění).

Z předešlých informací můžeme konstatovat, že je důležitá správná realizace měření a hodnocení ORT, které je ovlivněna řadou faktorů. V klinické medicíně v laboratorních podmínkách tento problém nabývá menších rozměrů. V nelaboratorních podmínkách je tomu naopak. Proto je nutná správná motivace svěřence dostatečným vysvětlením nutnosti měření ORT. Neměla by chybět demonstrace s přesným provedením a poukázáním na chyby a následné nacvičení přesného průběhu ORT. Měřením VSF pomocí ORT v tréninkové praxi se budeme zabývat v praktické části této práce.

1.2.8 Hodnocení VSF

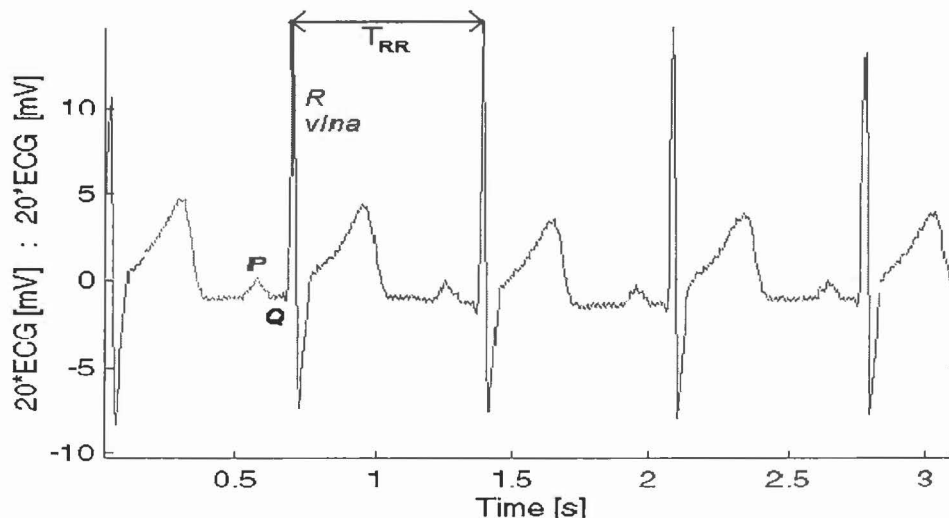
Základním principem hodnocení VSF je porovnávání délek R-R intervalů získaných z EKG měření.

EKG se skládá z opakujících se period, odpovídajících jednotlivým tepům srdce. Na periodě se rozlišuje několik dílčích vln, označovaných písmeny P, Q, R, S, T, U. Tyto vlny nemusejí být nutně přítomné v záznamu EKG. Doby trvání jednotlivých vln, hlavně prvních P, Q, R, jsou přibližně konstantní a určené fyziologickými parametry srdce. Kolísání tepu je způsobeno nerovnoměrnou aktivitou srdce, která změní délku prodlevy před začátkem stahu. Vlna P je označována jako začátek periody. Na záznamu se objevuje jako malý hrbolek před nejvýraznější dílčí vlnou periody, označovanou jako R vlna.

Nejlépe a nejčastěji se detekuje vlna R. Z hlediska medicínské diagnostiky má ale nejmenší význam oproti jiným vlnám, protože se v ní neprojevují srdeční vady. Vzdálenost R vln, na obrázku č.3. označená jako T_{RR} , odpovídá tedy době jednoho tepu.

Tep kolísá s dechem a i u zdravého člověka občas jedna perioda vynechá. Rovnoměrný tep je naopak příznakem unaveného, nemocného srdce.

Obrázek č.3.

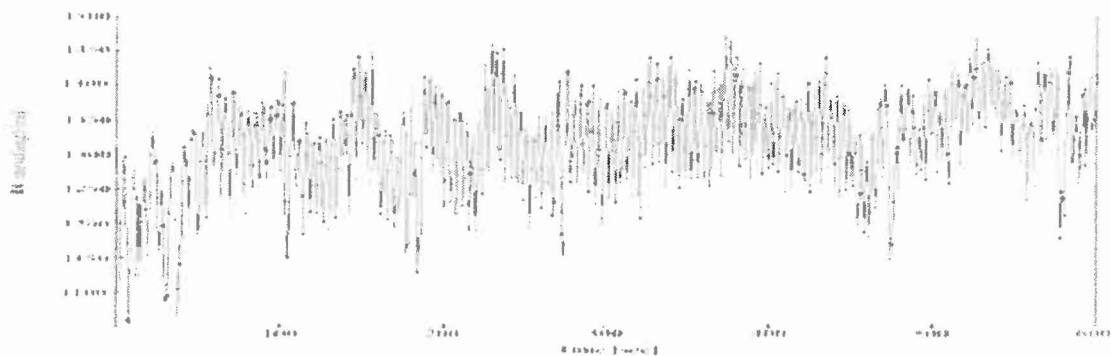


Uvedme 2 klasické metody hodnocení VSF pomocí EKG záznamu: *časovou a frekvenčních/spektrální analýzu*. Tyto metody se hodí spíše do laboratoří pro odborníky, ale pro kompletnost této práce se pojdme s nimi seznámit.

- a) **časová analýza:** zaznamenává VSF jako **změnu R-R intervalů v průběhu času**. Během záznamu Holterovského EKG se zaznamenávají odchylky (časové intervaly) mezi po sobě následujícími komplexy QRS.

Porovnáva se také **průměrná hodnota** mocniny rozdílu délky po sobě následujících R-R intervalů. **Rozdíly** mezi dvěma po sobě jdoucími intervaly ukazuje index kontroly srdce parasympatikem. S těmito údaji se dále pracuje a vypočítává se např. **procentuální zastoupení** podobně vypadajících R-R intervalů, **standardní odchylka** všech R-R intervalů atd.

Klasický záznam pomocí časové analýzy měření ve stoje obrázek č.4.



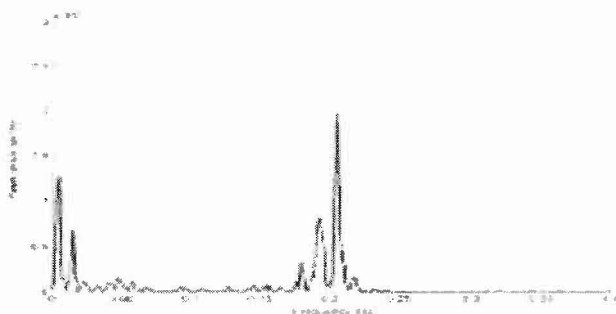
Obrázek č.4.

b) **spektrální analýza**: VSF je zaznamenávána jako **frekvence se kterou se mění změna délky R-R intervalu**. Velikost frekvence je nazývaná spektrálním výkonem. Celkově tvoří spektrální obraz, který je v rozmezí od 0 až do 500 mHz.

Hlavní posuzovací parametry:

- **velmi pomalá výkonová frekvence** = VLFP, někdy označovaná VLF
- **pomalá výkonová frekvence** = LFP, někdy označovaná LF
- **vysoká výkonová frekvence** = HFP, někdy označovaná HF
- **podíl mezi pomalou frekvencí a rychlou frekvencí** = LFP/HFP
- **celkový výkon** = TP

Klasický záznam pomocí spektrální analýzy je ukázán zde na obrázku č.5.



(Achten a Jeukendrup, 2003), obrázek č.5.

Spektrální analýza je běžně používaná v klinické praxi nejčastěji jako ukazatel různých typů onemocnění.

Teď uveďme několik metod hodnocení, jejichž využitelnost je možné aplikovat i do nelaboratorních podmínek. Tato hodnocení jsou použitelná v tréninkové praxi a nejsou na ně kladeny větší technické nároky. Mezi tyto metody patří:

a) **Vizuální pozorování údajů z displeje sporttesteru.** Zde se zobrazuje hodnota HRV jako jednotka od 1 – 100 a je přímo úměrná VSF. Pokud tedy bude hodnota větší, větší bude i hodnota VSF. Tento typ hodnocení se hodí především pro klidové podmínky měření.

b) **Hodnocení pomocí indexů :**

1. Hodnocení dle Kohlíkové¹:

- *Ortostatické zrychlení, průměrné ortostatické zrychlení.*

Tyto indexy jsou ukazatelé úrovně sympatikotonie, které odrážejí ontogenetickou dynamiku.

¹ Jedná se o test ortoklinostatický popsany v kapitole 1.2.7.2

- ***klinostatické zpomalení*** = ukazatelem úrovně parasympatikotonie.
- ***ortoklinostatická difference*** = ukazatelem regulační úrovně ANS.
- ***index lability*** = ukazatel korekce sympatiku parasympatikem v průběhu stoje (ortostázy).

2. Hodnocení dle Dvořáka²:

- ***Celkový počet tepů za celý ORT***
- ***Průměrná hodnota SF za celý ORT***
- ***Maximální hodnota SF v průběhu ORT***
- ***Maximální hodnota SF v průběhu ORT***
- ***Index uklidnění***

c) **Vizuální pozorování průběhu křivky R-R intervalů** u konkrétního jedince, která vznikne umístěním informací ze sporttestru do programu Polar-trennink, který je součástí vybavení každého sporttesteru od firmy Polar. Podrobněji v praktické části této práce.

Za zmínku stojí program (Polar OwnOptimizer) od firmy Polar, který slouží k vyhodnocení funkčního stavu jedince. Je jen otázkou, jestli všechny parametry vložené jako vstupní podmínky do tohoto programu, jsou dostačující. Výstupem hodnocení je 9 různých aktuálních stavů jedince. Při tomto testu přístroj počítá s pěti klíčovými hodnotami tepové frekvence. Dvě z nich jsou počítány v klidové poloze, jedna při přechodu do stoje a zbývající dvě při stání.

² hodnocení testu popsáno v kapitole 1.2.7.2

Na závěr můžeme říci, že posouzení aktuálního stavu jedince je možné pomocí ORT. Nesmíme však zapomenout, že je ovlivněno řadou faktorů, se kterými bychom měli počítat i v hodnocení. Metod měření je nespočetné množství a je nutné se v nich správně orientovat.

K měření je zapotřebí vhodný typ měřiče srdeční frekvence (např. Polar Vantage NV nebo Polar S810). Součástí každého zakoupeného přístroje je i příslušné softwarové vybavení, které nám umožňuje např. získat graf srdeční frekvence v závislosti na měřeném čase a dále ho hodnotit. Sada, která je potřebná k měření, obsahuje: vysílač tj. hrudní pás se dvěma elektrodami, přijímač s pamětí tj. hodinky a interface tzn. přístroj, který umožňuje přenos dat do PC.

Dosud se ORT používá k hodnocení trénovanosti v reprezentačních družstvech v triatlonu a dále u lyžařů (u mužů) nebo v moderním pětiboji (u žen).

V biatlonu se dosud objevují jen nedůvěřivé snahy o používání ORT k posouzení aktuálního stavu jedince především u juniorské reprezentace ČSB. Všichni, kteří se snaží používat ORT v tréninkové praxi, hledají optimální metody pro hodnocení VSF pomocí ORT.

2 Cíle a úkoly práce

Cílem této práce je na základě získaných výsledků měření ORT (u členů juniorské reprezentace ČSB) získat další poznatky, které by mohly být doporučující pro svaz biatlonu a pro další práci s metodami využití ORT v tréninkové praxi.

Úkoly:

- a) Výběr skupiny sportovců.
- b) Získat naměřená data ORT od vybraných sportovců.
- c) Sběr dat potřebných k vyhodnocení ORT, tréninkové deníky.
- d) Zpracování dat softwarem Excel.
- e) Vyhodnocení dat pomocí navržené metodiky (viz další kapitola).

3 Metodika práce

3.1 *Charakteristika sledované skupiny*

Pro průzkumovou studii byli vybráni 3 sportovci. Výběr nebyl uskutečněn náhodně, ale byl limitovaný problémem získávání informací a dat z měření ORT od sportovců a trenérů. Zároveň byl kladen důraz na sledování jednotlivců, kteří se nacházejí na vrcholové úrovni. Pro tuto práci byli vybráni 3 sportovci.

Označme tyto sportovce: Proband A, B, C.

3.2 Metodika měření

Měření ORT bylo prováděno v průběhu sezóny 2005/2006. Data z měření byla získávána především z klíčových soustředění, kde docházelo k většímu zatížení či k aklimatizačnímu jevu. ORT byl měřen v těchto obdobích:

Proband A: od 6.9. - 23.9., 7.10. - 25.10. 2005, 1.11.2005 - 1.1. 2006, 23.1.- 6.2. 2006.

Proband B: od 6.9. - 23.9., 7.10. - 25.10. 2005, 2.12..2005 - 1.1. 2006, 23.1. - 6.2. 2006, 8.3. - 28.3.2006.

Proband C: od 18.10. - 8.11.2005, 13.11. - 18.12.2005, 23.12. - 29.12.2005, 4.1. - 21.1.2006.

3.2.1 Ortostatický test

Měření ORT probíhalo v ranních hodinách bezpodmínečně po probuzení a pokud možno ve stejnou dobu.

Vlastní průběh měření ORT probíhalo následovně: Po probuzení si sportovec nasadil sporttester a vrátil se zpátky do polohy v leže. V této poloze setrval, než se uklidnil, a pak zmáčknul tlačítko start. Po 5 minutách se přesunul do stoje. Po 3 minutách ve stoji zmáčknul tlačítko stop.

Tato varianta byla navržena trenéry podle programu polar Own-optimizer. Pro ranní úsporu času se u dvou sportovců zkrátila doba v leže na 3 minuty.

3.2.2 Záznam srdeční frekvence

Záznam srdeční frekvence byl získáván pomocí Sporttesterů typu Vantage NV typ 810 od firmy Polar.

3.3 Hodnocení ORT

V době měření ORT u vybraných sportovců, nebyla ještě vyvinuta dostatečná metodika hodnocení. K hodnocení bylo použito výstupů z hodnocení programu Own-optimizer s nedostatečnými teoretickými podklady. V některých případech se nebral zřetel na výsledky ORT a trénink pokračoval beze změny. V jiných případech se hledala hranice zatěžování oboustrannou komunikací trenéra a sportovce.

3.3.1 Metodika hodnocení

K hodnocení bude použito sledování 3 vybraných ukazatelů získaných ze záznamů ORT za sezónu 2005/2006. Mezi tyto ukazatele, které byly vybrány po konzultacích, patří:

- Průměrná SF v klidové fázi ORT, dále už jen označení **pSF**.
- Variační rozpětí SF v klidové fázi ORT, dále už jen označení **vrSF**.
- Maximální SF dosažená při změně polohy těla, dále už jen označení **maxSF**.

Ukazatele pSF, vrSF a maxSF byly určeny z grafů naměřených ORT v programu Polar.

Závislost hodnot pSF, vrSF a maxSF na časovém zatížení z předcházejícího jednoho dne a součtu předcházejících dvou dnů bude zkoumána nejdříve:

- 1) bez omezení.
- 2) s omezením, vyloučením dnů kdy docházelo k většímu tréninkovému zatížení submaximální a maximální intenzity, či aklimatizačnímu vlivu z předcházejícího dne.

Zároveň budou zkoumány vzájemné závislosti mezi pSF, vrSF a maxSF na maximální, submaximální intenzitě a aklimatizaci.

Pro posouzení míry uklidnění v začátku měření ORT bude použita závislost mezi pSF a ranní klidovou TF.

Míra závislosti a její spolehlivosti na daných veličinách bude určena pomocí regresní analýzy.

3.3.2 Zpracování dat pro hodnocení

Pro hodnocení bylo použito především dat z tréninkových deníků a z měření ORT. Po konzultacích s trenéry byly vybrány z tréninkových deníků tyto objemové ukazatele:

- časové zatížení (v hodinách)
- intenzita zatížení (v kilometrech cyklických (KmC))

Do zpracování dat byla zařazena i ranní klidová SF, jakož to jeden z možných ukazatelů únavy.

Závislost pSF, vrSF a max SF na těchto ukazatelích byla zkoumána pomocí bodových grafů, vytvořených v softwaru Excel.

V podobě sloupcového grafu byla zpracována data časového zatížení a zatížení intenzity tréninků v průběhu celého sledovaného období.

Závody a přejezdy budou v této práci analyzovány přímo z tréninkových deníku.

4 Výsledky

Závislost prSF, vrSF a maxSF na součtu časového tréninkového zatížení z předcházejícího jednoho dne a součtu dvou předcházejících dnů byla zkoumána:

- 1) Bez omezení dnů, kdy docházelo k většímu tréninkovému zatížení sub-maximální a maximální intenzity, či aklimatizačnímu vlivu z předcházejícího dne. Tyto kritické dny vycházejí ze zápisu z tréninkového deníku a ze sloupcového grafu (viz příloha č.2.). Grafy závislosti prSF, vrSF a maxSF (viz příloha č.3.).

Z těchto grafů můžeme vyčíst, že u Probandů A, B je závislost na zatížení z jednoho předcházejícího dne (viz příloha č.3a) nebo dvou předcházejících dnů (viz příloha č.3b) téměř stejná, velikost korelace se zmenšuje nebo zůstává stejná (viz tabulka korelací č.1.). U Probanda C tomu tak úplně není, hodnota korelace u maxSF se zvýšila.

Tabulky korelací vznikly vyčtením hodnot z grafů, ve jmenovaných přílohách, označené jako R^2 . Tyto hodnoty byly odmocněny a tím získány hodnoty R, charakterizující velikost korelace.

tabulka korelací č.1.

Proband	A		B		C	
	den	dva dny	den	dva dny	den	dva dny
Součet hodin zatížení za předchozí						
Závislost prSF	0,19	0,16	0,13	0,02	0,48	0,435
Závislost vrSF	0,05	0,05	0,14	0	0	0
Závislost maxSF	0,08	0,08	0,12	0,09	0,13	0,21

- 2) S omezením dnů, kdy docházelo k většímu tréninkovému zatížení sub-maximální a maximální intenzity, či aklimatizačnímu vlivu z předcházejícího dne (viz příloha č.4a, b).

Závislost prSF, vrSF a maxSF na časovém zatížení můžeme zase porovnat v tabulce korelací č.2.

tabulka korelací č.2.

Proband	A		B		C	
	den	dva dny	den	dva dny	den	dva dny
Součet hodin zatížení za předchozí						
Závislost prSF	0,18	0,12	0,36	0,27	0,5	0,54
Závislost vrSF	0,07	0	0,39	0,2	0,9	0
Závislost maxSF			0,08	0,05	0,2	0

Porovnání tabulek korelací č.1, 2:

U Probanda B a C se hodnota korelace obecně zvýšila. U Probanda A zůstala přibližně stejná, celkově je velmi malá až zanedbatelná.

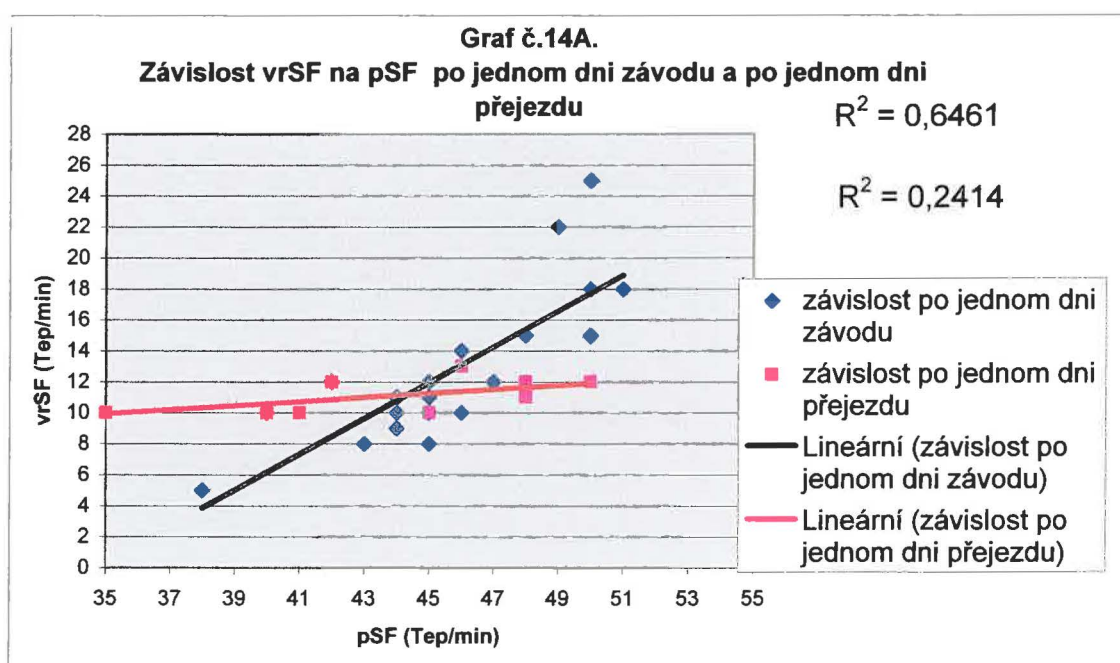
Celkově můžeme říci, že korelace ve všech případech je malá až na výjimku Probanda C, korelace je mnohdy vyšší než 0,5.

Tyto tabulky slouží pouze pro názornější srovnání korelačních hodnot z grafů nacházejících se v příloze č.3a, b a č.4a, b . Pokud se zaměříme na průběh grafů a na rozptyl hodnot v závislosti na zvýšení časového tréninkového zatížení můžeme hodnotit například sklon proložených přímk.

Pokud srovnáme sklon proložených přímk, můžeme říci, že u Probanda A se vzrůstajícím zatížením se snižuje maxSF. U Probanda B a C je tomu naopak. I přes tuto závislost je hodnota korelace malá ve všech případech a tedy je i míra spolehlivosti lineární závislosti analyzovaných veličin malá.

Vzájemná závislosti mezi pSF, vrSF a maxSF na maximální, sub-maximální intenzitě a aklimatizaci byla posuzována ve třech závislostech:

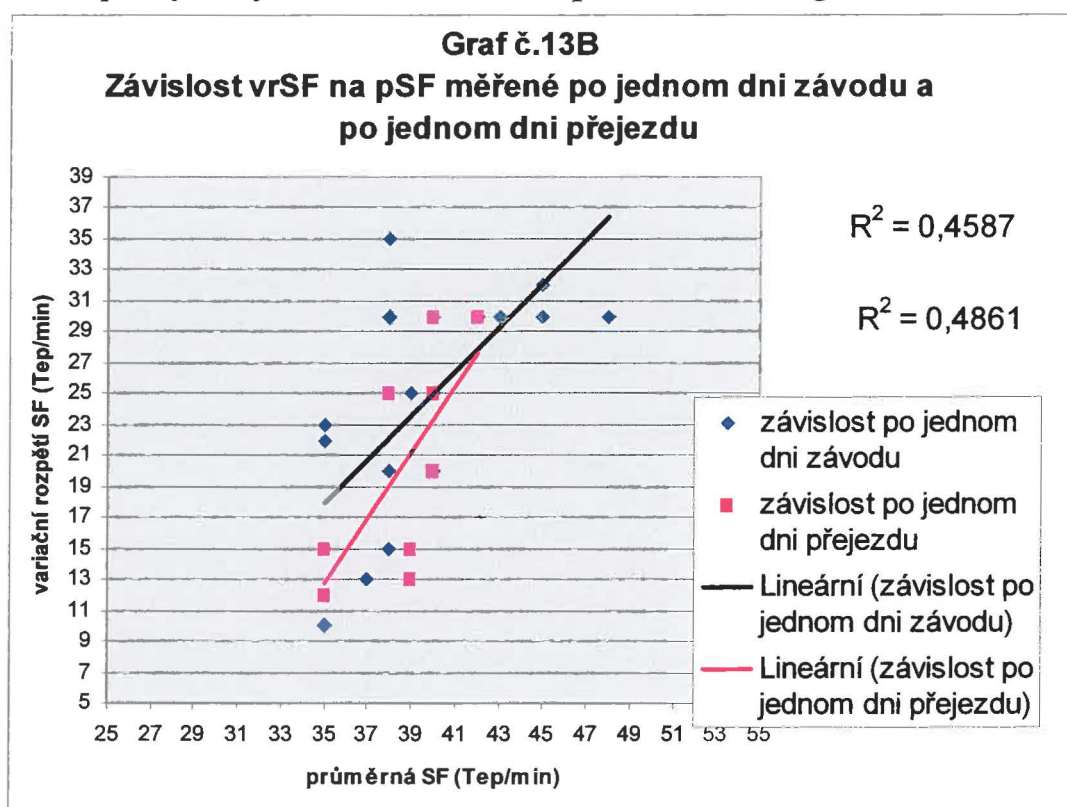
a) závislost vrSF na pSF (viz příloha č.5a). Nejvyšší korelace byly naměřeny u Probanda A (viz graf č.14A).



Zde korelační koeficient R dosahuje hodnoty 0,8 v závislosti vrSF na maximálním zatížení (např. po závodě). Dále můžeme z grafu vyčíst, že reakce vrSF na aklimatizaci je rozdílná než na zatížení po závodě. Hodnoty vrSF se zvyšujícími se hodnotami pSF se při aklimatizaci zvyšují menší rychlostí. Přímka lineární regrese závislosti po jednom dni přejezdu svírá s kladnou poloosou x menší úhel než přímka lineární regrese získaná proložením hodnot vrSF závislých na závodě. Hodnoty vrSF se po dni přejezdu nemění tak výrazně jako hodnoty naměřené po jednom dni závodu. Hodnoty vrSF po jednom dni závodu se nacházejí v intervalu od 5 do 25 tepů/min. Hodnoty vrSF po jednom dni přejezdu se nacházejí v rozmezí hodnot od 10 do 13 tepů/min. Hodnoty pSF v rozmezí 35 až 50

tepů/min jsou v průměru stejné až na zatížení po jednom dni závodu, kdy hodnoty pSF se nacházejí v rozmezí 38 až 52 tepů/min.

Opačných výsledků se dosáhlo u probanda B viz graf č.13B.



Zde je rozdíl korelací přibližně stejný. Korelace je rovna přibližně v obou případech 0,65 a reakce vrSF na aklimatizaci není tak znatelně odlišná jako reakce na zatížení po závodě. Hodnoty vrSF se zvyšují po jednom přejezdu o něco větší rychlostí než v závislosti na velikosti zatížení při závodě. Přímka lineární regrese získaná po jednom dni závodů svírá s kladnou poloosou x menší úhel než přímka lineární regrese získaná proložením hodnot vrSF závislých na přejezdu. Hodnoty vrSF jsou přibližně stejné v obou případech. Hodnoty vrSF po jednom dni závodu se nacházejí v intervalu od 12 do 35 tepů/min a hodnoty vrSF po jednom dni přejezdu se nacházejí v rozmezí hodnot od 12 do 30 tepů/min. Hodnoty pSF v rozmezí 35 až 48 tepů/min jsou v průměru stejné až na zatížení po

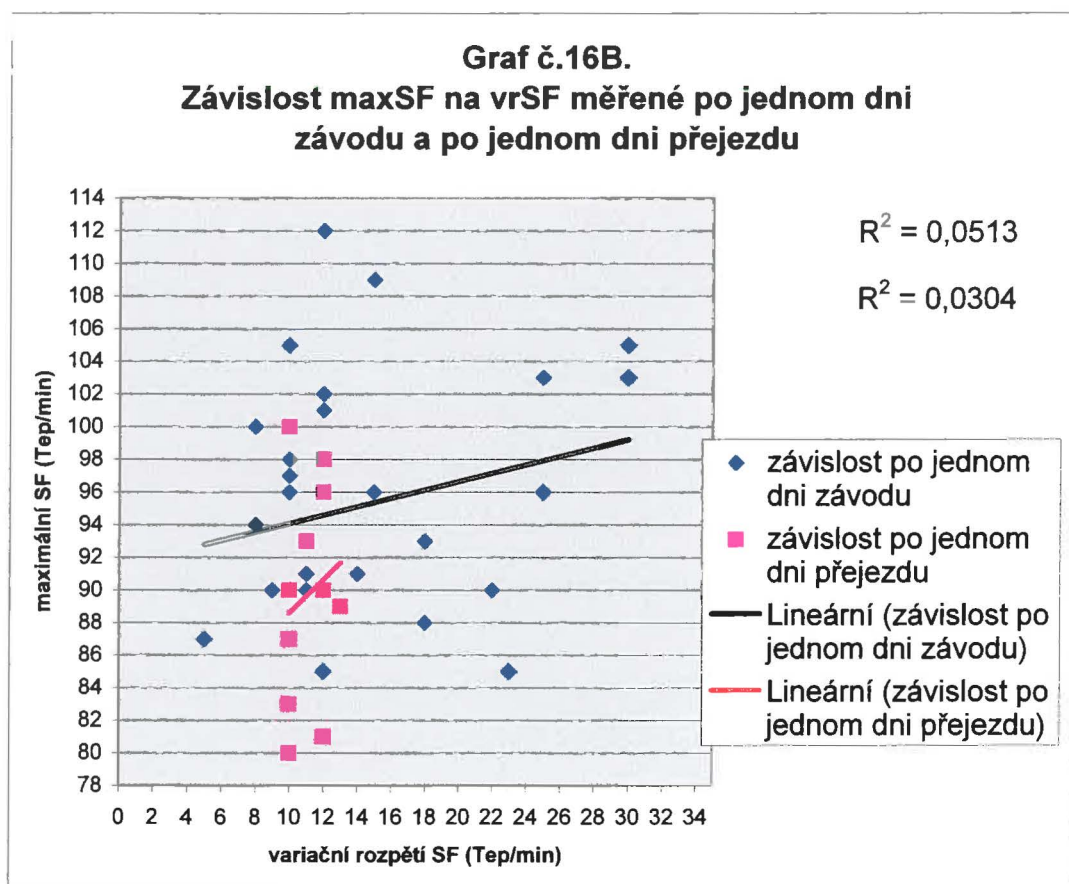
jednom dni závodu, kdy hodnoty pSF se nacházejí v rozmezí 35 až 42 tepů/min.

b) **závislost maxSF na pSF** (viz příloha č.5b).

reakce závislosti maxSF na pSF po maximálním zatížení (např. po závodě) a při aklimatizaci je přibližně stejná.

c) **závislost maxSF na vrSF** (viz příloha č.5c).

reakce závislosti maxSF na vrSF po maximálním zatížení (po závodě) a po dni přejezdu je zase přibližně stejná. U Probanda B můžeme z grafu č.16B vyčíst:



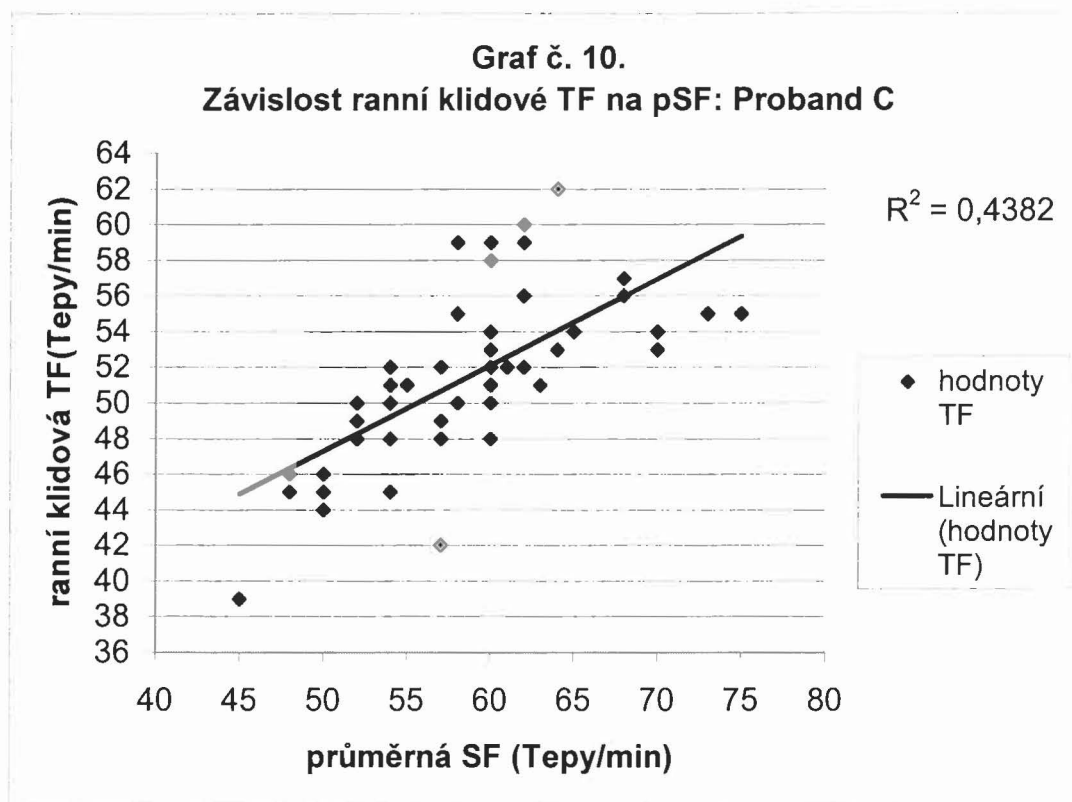
Po jednom dni přejezdu se vrSF zmenšila, což je rozdílné od závislosti na velké tréninkové zatížení, vrSF se zvyšuje. Variační rozpětí zůstávalo

po jednom dni přejezdu stále stejné, avšak hodnoty maxSF jsou v rozmezí od 85 do 112 tepů/min.

Závislost mezi pSF a ranní klidovou TF:

Větší závislost byla zjištěna pouze u Probanda C, protože v ostatních případech nebyla získána potřebná data k vyhodnocení požadovaného vztahu.

Z grafu č.10. můžeme vyčíst, že korelace závislostí těchto dvou veličin pSF a ranní klidové TF je 0,66 (odmocněním R^2).



Ranní klidová TF je v rozmezí 38 až 63 Tepů/min a průměrná srdeční frekvence naměřená v ortostatickém testu v rozmezí 45 až 77 Tepů/min.

5 Diskuse

Cílem této práce bylo vysledovat závislosti vybraných ukazatelů z (ORT) na objemu zatížení a vlivu aklimatizace. V této části práce se pokusíme zhodnotit výsledky, které vycházely z regresní analýzy. Vybranými hodnotami charakterizující průběh ORT jsou pSF, vrSF a maxSF.

Při hledání vhodné metodiky pro posuzování vybraných ukazatelů, vznikla myšlenka, že by některé veličiny charakterizující průběh ORT mohly mezi sebou korelovat. Tak, aby se ucelila alespoň část této problematiky, byla vybrána pouze data naměřené z první části testu ORT. Zároveň s ohledem na velikost této práce byly posuzovány pouze jmenované veličiny pSF, vrSF a maxSF.

Zpracování dat bylo v některých ohledech velice složité. Zejména stanovení hodnot pSF, vrSF a maxSF. Hodnota těchto veličin byla zjišťována přímo z grafu ORT v programu Polar (příklad posuzovaného grafu viz příloha č.6.). V záznamech se často vyskytovaly chyby měření a nebylo tak možné použít automatické počítání hodnot pSF programem Polar. Dalším problémem bylo, jak přesně zjistit ze zmíněného grafu hodnotu vrSF tak, aby nedošlo ke zkreslujícím výsledkům. V tomto ohledu by bylo vhodnější, než analyzování hodnot přímo z grafu, aplikovat vhodný statistický program, který by uměl vyhodnotit přesněji rozptyl SF v klidové části ORT.

V této práci nás zajímala nejvíce **závislost variačního rozpětí ORT na zatížení**, protože ta nebyla dosud zkoumána. Zkusme vyhodnotit získané výsledky z předchozí kapitoly.

U Probanda A se zvyšujícím zatížením, se zvýšilo i variační rozpětí. Pokud jsme ještě zjemnili náš výběr dat na zatížení přibližně stejné

intenzity, zjistili jsme, že se korelace výrazněji zvýšila. Celková závislost byla ovšem velice malá v obou případech. Důvodem mohl být příliš hrubý odhad podobného charakteru tréninku a to vynecháním pouze vlivu maximálního a sub-maximálního zatížení předchozího jednoho dne. Je možné předpokládat, že při dalším zjemňování, by se hodnoty korelace zvýšily. Tato práce však ukázala, že tento způsob analýzy je možný k posuzování závislosti zkoumaných veličin.

Z počátku u Probanda B a C nebyla zjištěna žádná lineární závislost mezi hodnotami vrSF a časovým tréninkovým zatížením. Pokud jsme omezili výběr dat pouze na dny bez velkého zatížení, zvýšila se závislost jen o trochu. Zřejmě důvodem byl neúplný výběr dat časového tréninkového zatížení, které by bylo stejného charakteru. Využijeme-li teoretických poznatků, že zvyšující se srdeční frekvence signalizuje únavu, můžeme ověřovat jestli mezi sebou korelují hodnoty pSF a vrSF. Z výsledků (příloha č.4c: graf č.2B) můžeme vyčíst, že korelace u Probanda B vyšla celkem uspokojivá ($R=0,75$). Korelační závislost byla porovnávána s hodnotami získaných po těžkém závodu a po přejezdu. Vznikly grafy (viz příloha č.5a), kde se potvrdila domněnka lineární závislosti mezi vrSF a pSF, avšak rozdílného charakteru v závislosti na těžkém zatížení a na přejezdu. Proband A reaguje podobně na zatížení jako na přejezd a závislost vrSF na pSF byla v obou případech stejná, tzn. se zvyšující se pSF se zvýší i vrSF. Proband B nereaguje na zatížení a nebo na přejezd stejně. Nemusí nutně platit, že pokud se mu zvýší vrSF zvýší se i pSF, platí pouze u přetížení z tréninkového zatížení. Pokud není z aklimatizovaný, zvýší se mu pouze pSF, ale vrSF zůstává stejné. Tyto vztahy nebyly zkoumány u Probanda C, data k posouzení nebyla dostačující. Důvodem byl malý počet přejezdů a startů, po kterých následující den bylo měřeno ORT.

Zajímala nás také **závislost veličin pSF a maxSF na časovém zatížení.**

U Probanda A a B můžeme říci, že korelace pSF a maxSF na časové tréninkové zatížení je téměř nulová. Mírná korelace byla potvrzena u Probanda C, u kterého se se zvyšujícím časovým zatížením zvýšila i pSF. Pokud se výběr dat omezil na zatížení bez maximální a sub-maximální tréninkové intenzity, závislost se projevila znatelněji.

Důvodem těchto výsledků může být:

- Nedostatečná míra uklidnění před začátkem testu. Pokud nebude jedinec uklidněný v době měření ORT, výsledné naměřené hodnoty budou vyšší než za klidových podmínek.
- Výběr dat byl nedostačující a bylo by nutné vytvořit lepší strategii výběru dat tak, aby se porovnávaly hodnoty pSF a maxSF v závislosti na zatížení podobného charakteru.
- Proband C je mladším závodníkem a tréninkové zatížení bylo zejména v mírné intenzitě oproti Probandům A, B (viz. sloupcové grafy intenzity zatížení příloha č.2.). Tímto se mohla lépe porovnávat zmíněná závislost, protože časy zatížení byly podobného charakteru.

Dalším důvodem může být, že naměřená hodnota maxSF může být někdy dosti náhodná veličina, která je ovlivněná řadou okolností:

- Metodikou použitého ORT např.: rychlostí změny polohy těla v průběhu ORT,
- Mírou uklidnění před začátkem měření ORT.

Pokud porovnáme změnu hodnot korelací v závislosti na časovém zatížení jednoho dne a součtu dvou předcházejících dnů, můžeme říci, že u Probanda A, B se hodnota korelace snižovala a u Probanda C se zvyšovala (viz. tabulka 1, 2 str.38, 39). Z tohoto můžeme usoudit, že u Probanda A, B docházelo k rychlejší regeneraci, než u Probanda C a u Probanda A docházelo k pomalejší regeneraci než u Probanda B. Tento poznatek byl

ověřen i v praxi trenéry a byl podpořen i faktem, že Proband B je nejstarším a nejvíce trénovaným jedincem z Probandů.

V této práci nás zajímala také závislost reakce pSF, vrSF a maxSF na těžký trénink či závod a na aklimatizaci po prvním dnu přejezdu. Byla zjištěna předpokládaná rozdílná reakce, avšak individuálního charakteru.

U Probanda A při zvyšující se pSF se zvyšuje i vrSF po závodě a těžkém tréninku, ale snižuje se při aklimatizaci.

U Probanda B se vzrůstající pSF se zvyšuje i vrSF jak po těžkém tréninku a závodě, tak i při aklimatizaci, po přejezdu.

Tato závislost v obou případech je výrazná. Zjemňováním výběru dat, vztahující se ke stejnému charakteru tréninkového zatížení, byla by analyzována výraznější korelace. Bohužel nejen ,že zpracovávání dat bylo náročnější, ale také data z tréninkových deníků jsou pro zmíněné hodnocení neodpovídající.

Dále můžeme říci, že se zvyšující se pSF se zvyšuje i maxSF, zaznamenáno jak po závodě tak po přejezdu. Reakce organismu v tomto případě je stejná, ale bylo by třeba toto tvrzení ověřit dalším přesnějším výběrem dat pro regresní analýzu.

Posuzovala se také **závislost mezi naměřenou ranní klidovou TF a pSF**. Tato korelace vypovídá o míře uklidnění na začátku každého měření testu ORT.

Tato závislost byla zkoumána pouze u Probanda C, jelikož jen u něho se měřila klidová ranní TF. Z výsledků (viz graf str. 43) můžeme vyčíst, že korelace je 0,66. Tato hodnota nám vypovídá o tom, že ORT test byl v některých případech měřen, aniž by došlo k uklidnění. Pokud nedojde k uklidnění v začátku testu, hodnoty získané v ORT jsou zkreslené, tzn. mají vyšší hodnoty než při správném měření ORT.

Závěrem diskuse je nutné říci, že při hodnocení pomocí metody regresní analýzy jsem si vědoma faktorů o kterých vím, že:

- Ovlivňují ORT, a počítám s nimi. V této práci bylo počítáno s:
 1. časovým tréninkovým zatížením, které bylo zpracováváno v hodinovém záznamu za den (součtem dopoledních a odpoledních hodin). Pro přesnější analýzu by bylo vhodné použít záznamu v minutách, data z tréninkových deníků to neumožňovala.
 2. intenzita tréninkového zatížení, která byla zaznamenána v kilometrech cyklických, v jednotkách přepočítaných na kilometry se stejným zatížením (energetickým výdejem) jako při lokomoci běh.
- Ovlivňují ORT, ale nepočítám s nimi. Mezi tyto faktory můžeme řadit: dobu spánku, dehydrataci, teplotu, frekvenci dýchání v průběhu testu ORT, pohlaví, menstruační cyklus, věk, léčiva, ... Dále např. faktory vycházející z tréninkového zatížení: tréninkové prostředky, nadmořská výška, ...
- Ovlivňující ORT, ale zatím o nich nevíme a dosud se tím žádný výzkum nezabýval. Například temperament, či vitamíny atd.

Tato práce není ze statistického hlediska validní, ale přibližuje a dokazuje závislost vybraných veličin z ORT na objemech zatížení a na aklimatizaci.

Podle našeho názoru, nebyla zrealizována žádná studie a není tedy možná konfrontace s jinými výsledky. Jediné zpracování problematiky týkající se použití ORT k posouzení aktuálního stavu jedince bylo použito v kontextu s problémy aklimatizace. Nikdo se nezabýval validitou měření a korelačními závislostmi v průběhu delšího časového období. Důvodem může být chybějící metodika zpracování dat, kterou jsem musela v této práci vymyslet. Zpracování dat bylo časově náročné. Tento problém by se vyřešil zapisováním údajů o tréninkové jednotce do elektronických tréninkových deníků.

6 Závěr

V této práci byl analyzován vliv těchto ukazatelů: průměrná SF (pSF), variační rozptyl (vrSF) a maximální SF (maxSF), které byly získány z klidové fáze testu ORT v závislosti na tréninkovém zatížení. Tyto zmíněné ukazatele byly regresní analýzou srovnávány s časovým tréninkovým zatížením, s ohledem na intenzitu tréninkového zatížení.

Z výsledků regresní analýzy plyne:

- Lineární vztah mezi pSF a maxSF nebyl zcela ověřen, pouze u jednoho Probanda.
- Závislost maxSF na časovém tréninkovém zatížení ověřena nebyla, přičemž teoreticky by závislost být měla. Otázkou je, jestli maxSF můžeme považovat za plně hodnotný faktor hodnocení ORT, protože je ovlivněna řadou okolností.
- Lineární vztah mezi vrSF a tréninkovým zatížením byl ověřen, ale je individuálního charakteru.
- Byla analyzována závislost mezi faktory pSF, vrSF a maxSF na těžký trénink a na aklimatizaci po prvním dni přejezdu. Především lineární závislost pSF a vrSF na sub-maximální a maximální zatížení. Závislost na přejezdu je individuálního charakteru.
- Hodnota pSF získaná z ORT je ovlivněná mírou zklidnění v začátku testu ORT. Ranní klidová SF plně nekoreluje se získanými hodnotami pSF. Bylo by tedy vhodnější použít klidovou SF, a nebo dodržovat míru uklidnění.

Pokud shrneme tyto poznatky, můžeme říci, že ORT je možné použít k diagnostice aktuálního stavu jedince, avšak neměl by být jediným objektivním ukazatelem.

Problémem je vlastní realizace měření, která je ovlivněná řadou faktorů. Pokud bychom prováděli ORT správným způsobem, vždy za stejných podmínek, ukazuje nám určitou individuální reakci organismu na zatížení. K objektivnějšímu hodnocení by nám mohlo posloužit současné měření bazální teploty těla a jiných ukazatelů únavy a doprovodných testů, které by tak mohly vytvořit ucelenou testovou baterii.

Další výzkum by se tedy mohl zaměřit na:

- Výběr faktorů, které budou vhodné u analýzy hodnocení ORT a které je možné jednoduše zaznamenat do tréninkového deníku a zpětně je vyhodnotit. Tímto je myšleno např. měření bazální teploty těla nebo klidové srdeční frekvence.
- Výběr doprovodných testů, které budou splňovat časovou nenáročnost (např. Jiráskův čtverec, step test apod.)
- Míru korelace vybraných faktorů a doprovodných testů, která by mohla být posuzována korelační analýzou.

Dále pro lepší stanovení velikosti zatížení z předcházejících dnů, by bylo vhodné měřit energetický výdej za den. Tímto by se zkoumání vlivu objemu tréninkového zatížení na ORT zjednodušilo pouze na posuzování energetického výdeje. Energetický výdej může být měřen pomocí novějších typů sporttesterů v průběhu celého dne.

V této práci byla zkoumána pouze určitá část grafu naměřeného ORT. Faktem zůstává, že vybrané veličiny pSF, vrSF a maxSF mohou mít menší, či větší vliv na validitu hodnocení ORT než veličiny, které nebyly zahrnuty do hodnocení (např. průběh fáze uklidnění a rozdíly mezi fází klidovou a fází uklidnění).

Zahrnutí dalších veličin hodnotící průběh ORT, by znamenalo vytvořit práci, která by byla nad rámec práce diplomové.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ANS.....	autonomní nervový systém
CNS.....	centrální nervová soustava
ČSB.....	Český svaz biatlonu
KmC.....	kilometr cyklický
MaxSF.....	maximální srdeční frekvence naměřená při ortostatickém testu při změně polohy těla
ORT.....	ortostatický test
PSF.....	průměrná srdeční frekvence
R.....	korelační koeficient
SF.....	srdeční frekvence
SF max.....	maximální srdeční frekvence
TF.....	tepová frekvence
VO _{2max}	maximální spotřeba kyslíku
VrSF.....	variační rozpětí srdeční frekvence
VSF.....	variabilita srdeční frekvence
EEG.....	elektro-encefalogram

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Achten, J., Jeukendrup, E. *Heart Rate Monitoring*. Sports Med, 2003. ISBN 1642-03-0007
2. Bunc, V. *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha : Výzkumný ústav tělovýchovy UK, 1989.
3. Cingálek, R. *Vliv pohybových aktivit u netrénovaných a trénovaných jedinců na variabilitu srdeční frekvence*. Praha : FTVS UK, 1998.
4. Dovalil, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha : OLYMPIA, 2002. ISBN 80-7033-7605.
5. Dvořák, M. *Problematika ort.zkoušky u skupiny triatletů během přesunů na různých kontinentech*. Praha : FTVS UK, 1999.
6. Fráňa, P., Souček, M., kol. *Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnosti ovlivnění*. Brno : Farmakoterapie, 2005.
7. Havlíčková, L., kol. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha : Karolinum, 2000. ISBN 80-7184-875-1.
8. Horčic, J., Formánek, J., kol. *Sledování výkonnosti a trénovanosti v triatlonu*. Praha : FTVS UK, 2002.
9. Hottenrott, H. *Herzfrequenzvariabilität im Fitness-und Gesundheitssport*. Hamburg : Czwalina, 2003. ISBN 3-88020-436-5.

10. Huisman, H.V., Pretorius, P.J. *Haemodynamic changes in the cardiovascular system during the early phases of orthostasis*. Acta Physiol Csand, 1999. Sv.6, 166(2).
11. Kolektiv. *Tematická encyklopedie LAROUSSE-Věda a technika*. Praha : ABATROS, 1998. ISBN 13-721-99.
12. Kohlíková, J. *Fyziologie tělesné zátěže*. Praha : FTVS UK, 1999.
13. Millet, C. *Endocrine responses to 7 days of head-down test and orthostatic tests in men and woman*. USA : Clin Physiol, 2001. Sv. 21 (2)
14. Stejskal, P., Salinger, J. *Spektrální analýza variability srdeční frekvence*. Med Sport Boh Slov, 1996. Sv. 2.
15. Svoboda, P. *Users manual of Polar precision Performance Software*. Praha, 1998.

z internetových zdrojů:

www.africaninspace.com

[www.http://edoc.hu-berlin.de/dissertaion/Spielmann-nadine-2004-12-16/HTML](http://edoc.hu-berlin.de/dissertaion/Spielmann-nadine-2004-12-16/HTML)

www.endurancetraining.com

www.heartmonitors.com

www.pubmed.gov

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Princip superkompenzace.

Příloha č. 2: Sloupcové grafy časového tréninkového zatížení a intenzity tréninkového zatížení u probanda A, B, C.

Příloha č. 3: Grafy závislosti pSF, vrSF, maxSF na:

- a) Časovém zatížení z předcházejícího jednoho dne.
- b) Časovém zatížení z součtu dvou předcházejících dnů.

Příloha č. 4: Grafy závislosti pSF, vrSF, maxSF na časovém zatížení s omezením dnů, kdy docházelo k většímu tréninkovému zatížení a aklimatizačnímu vlivu z předcházejícího dne:

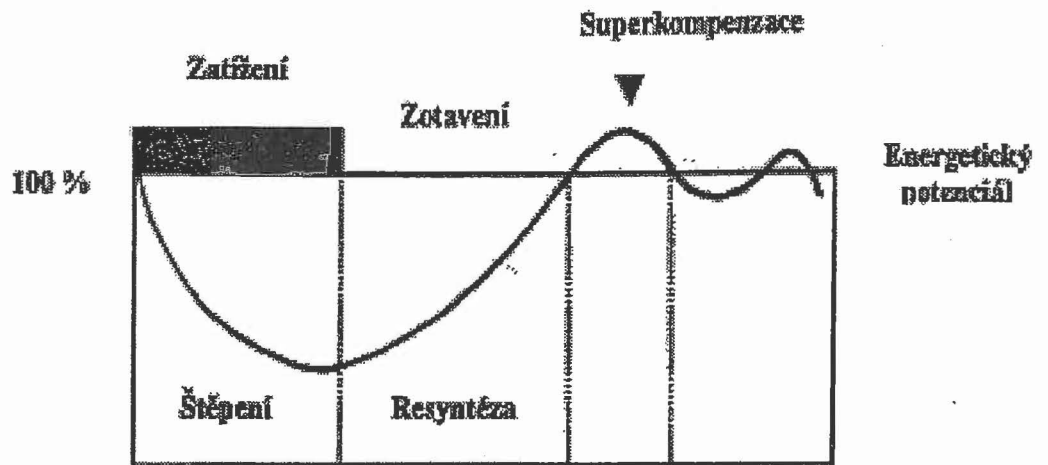
- a) Závislost na časovém zatížení z předcházejícího jednoho dne.
- b) Závislost na časovém zatížení z součtu dvou předcházejících dnů.
- c) Závislost mezi pSF, vrSF a maxSF.

Příloha č. 5: Grafy vzájemné závislosti pSF, vrSF, a maxSF na maximální intenzitě tréninkového zatížení a aklimatizaci.

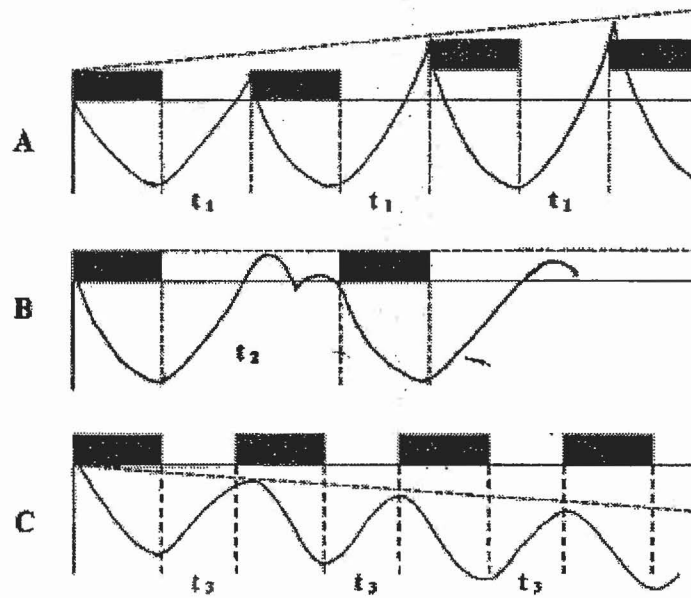
- a) Závislost vrSF na pSF.
- b) Závislost pSF na maxSF.
- c) Závislost maxSF na vrSF.

Příloha č. 6: Graf ORT zobrazený v programu Polar.

Příloha č. 1: Princip superkompenzace.



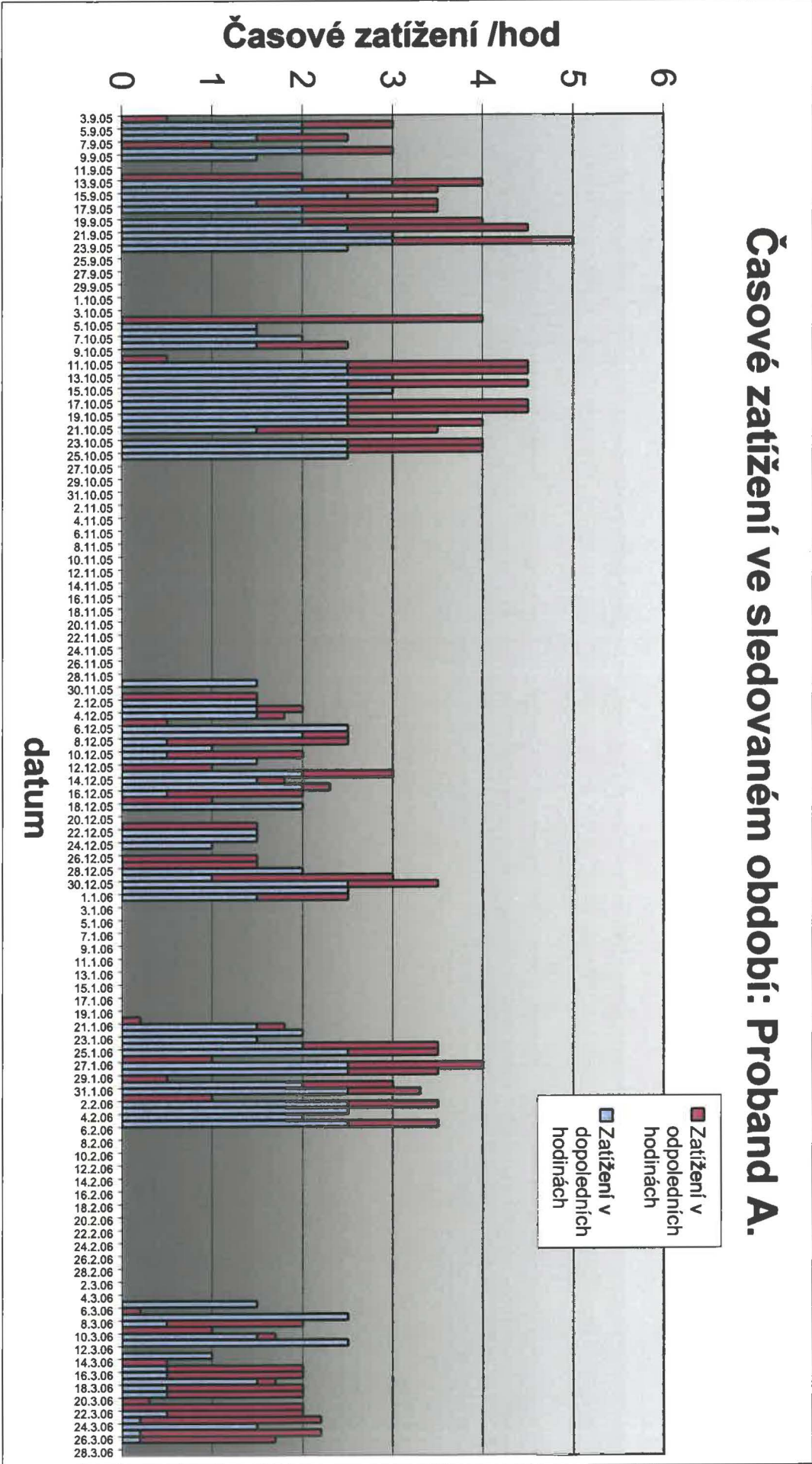
Efekt zatížení ve sportovní tréninku (superkompenzace)



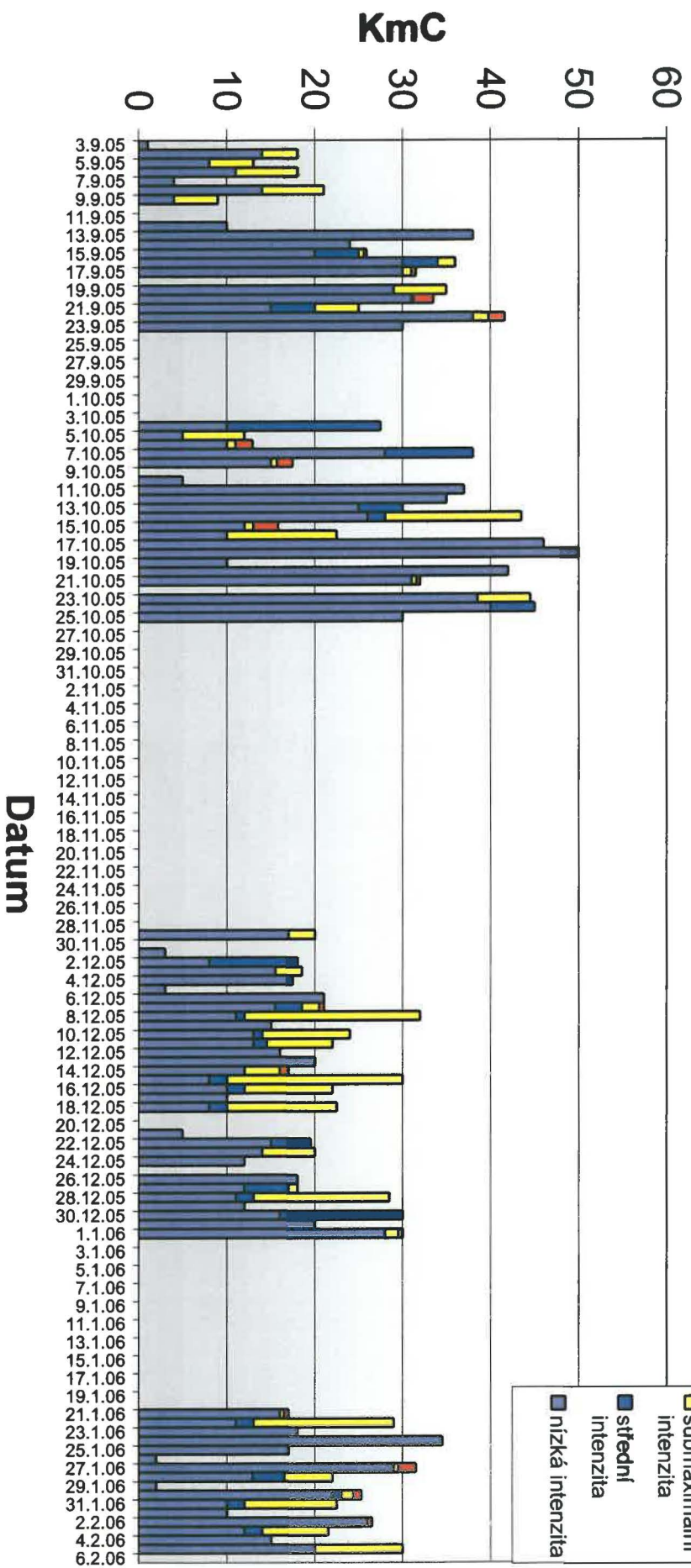
: Efekt superkompenzace z hlediska frekvence zatěžování (čas $t_1 < t_2$, čas $t_2 < t_3$)

**Příloha č. 2: Sloupcové grafy časového tréninkového zatížení a intenzity
tréninkového zatížení u probanda A, B, C.**

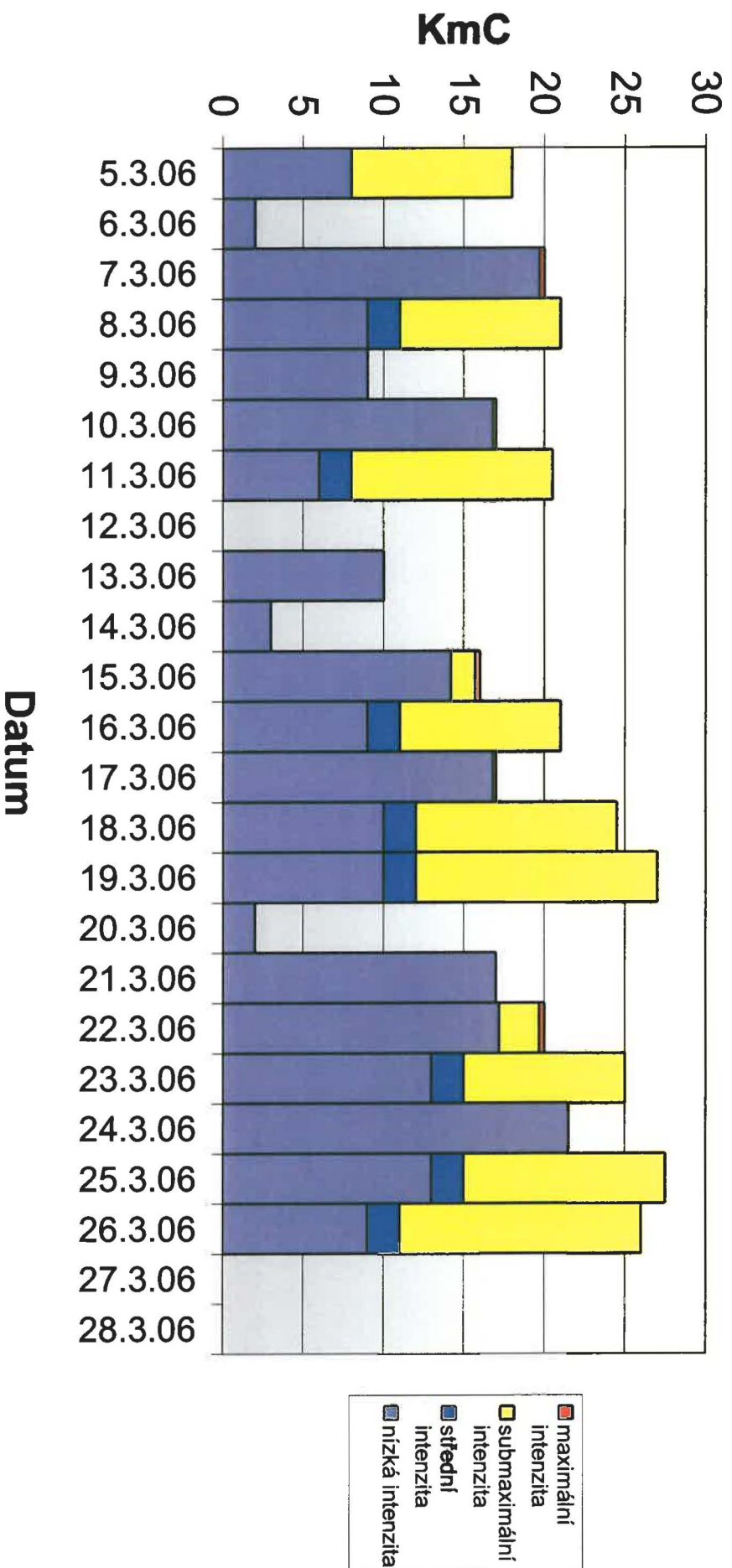
Časové zatížení ve sledovaném období: Proband A.



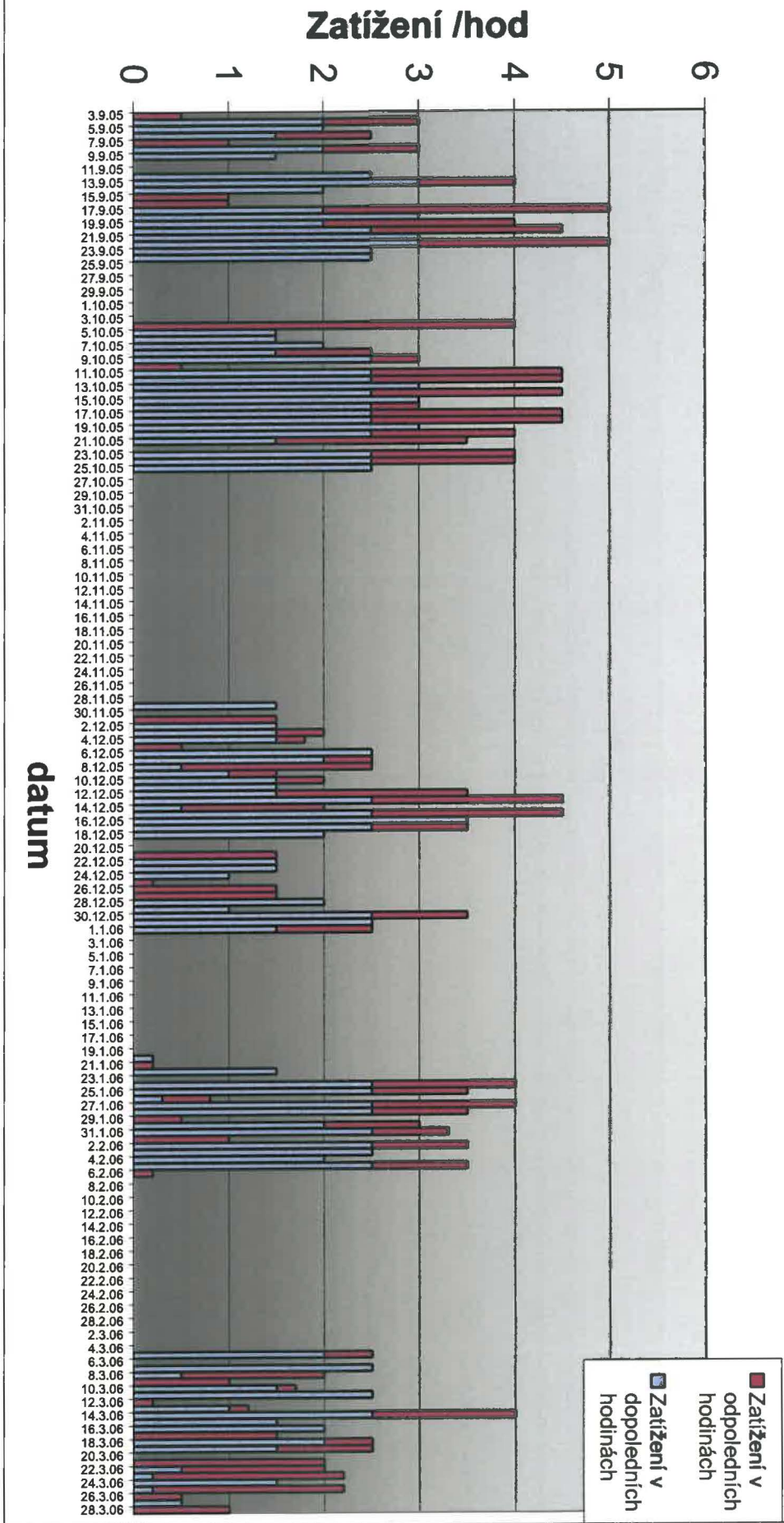
Objemové tréninkové zatížení v KmC ve sledovaném období: proband A.



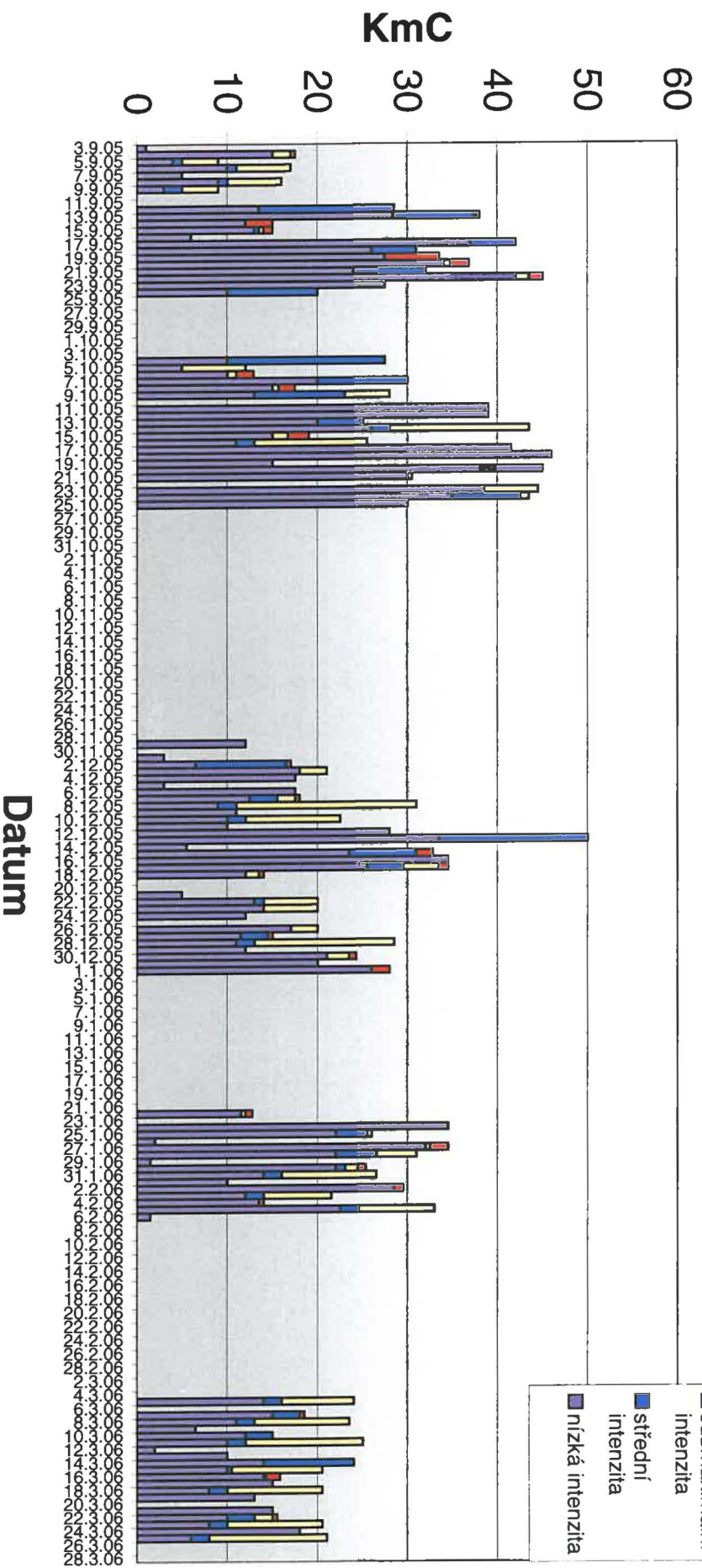
Objemové tréninkové zatížení v KmC ve sledovaném období: Proband A.



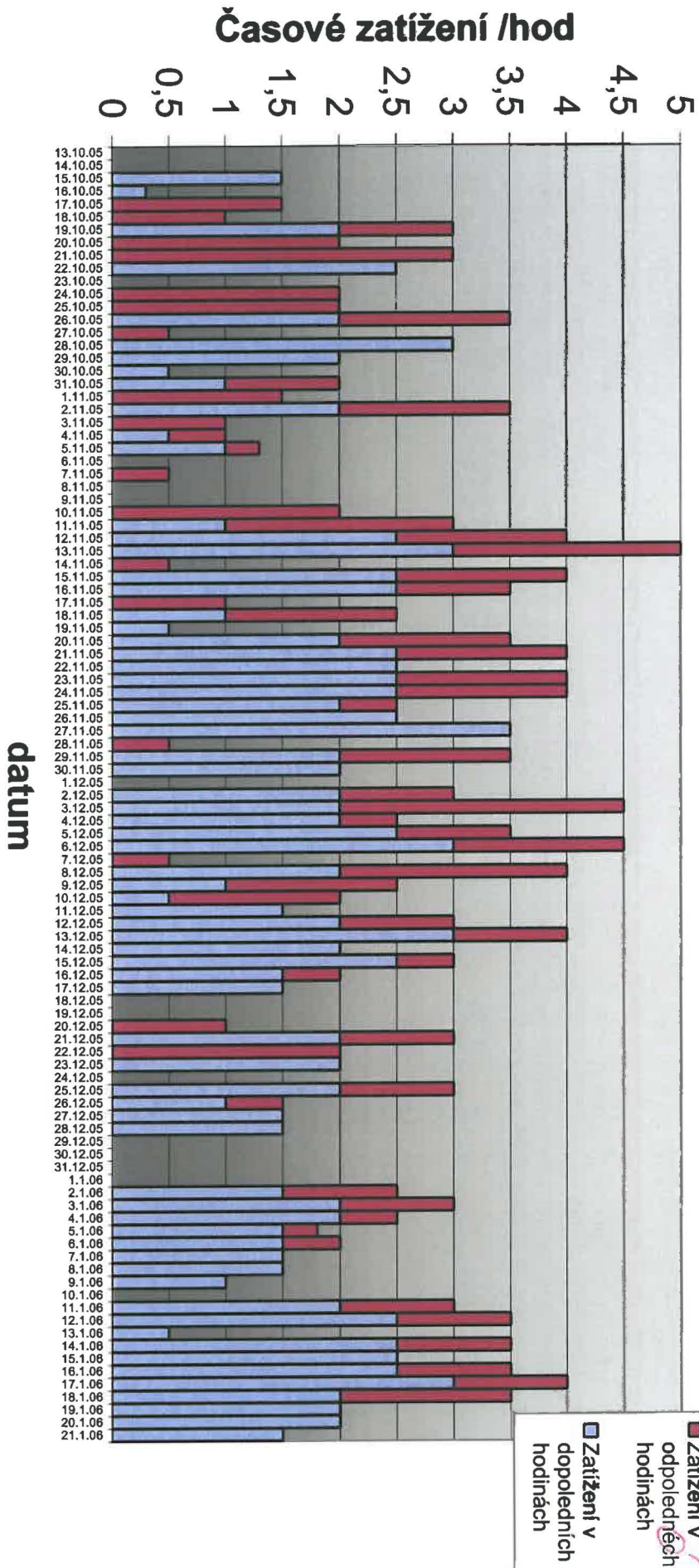
Časové zatížení ve sledovaném období: Proband B



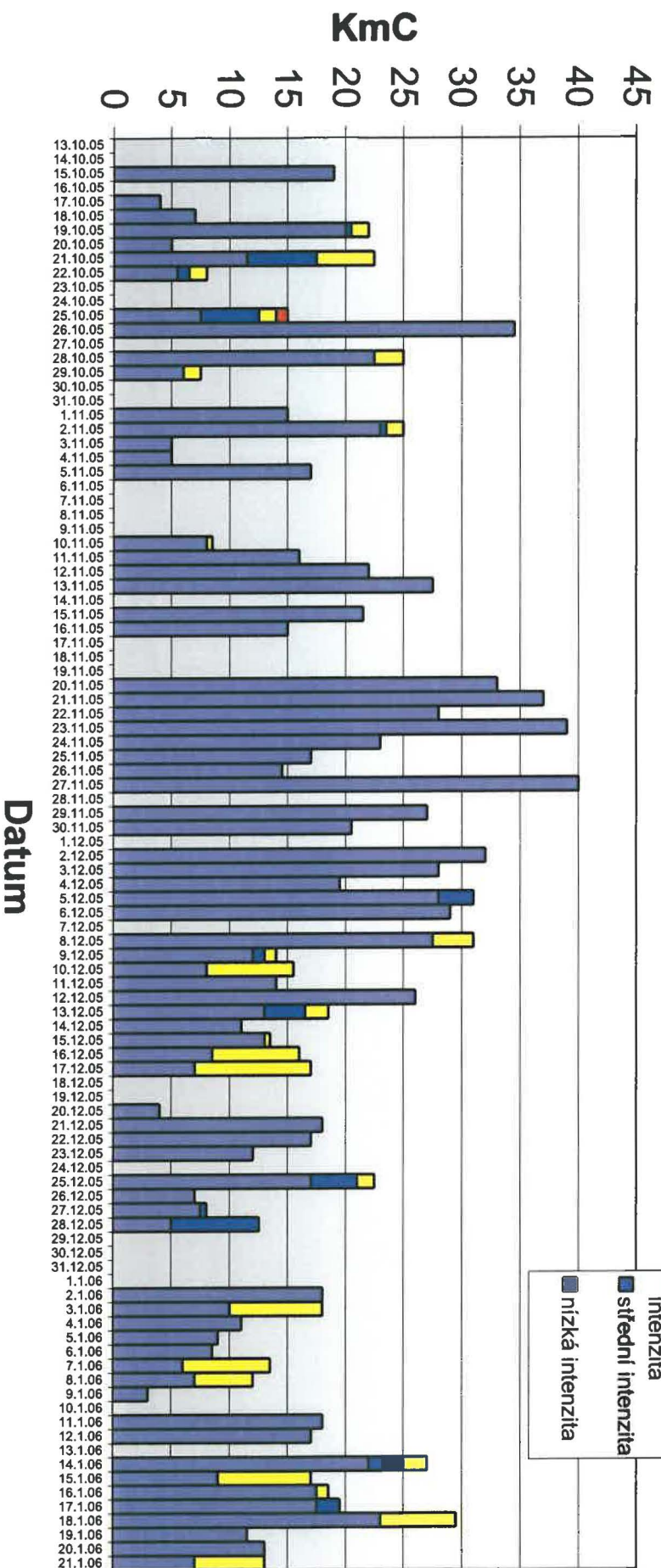
Objemové tréninkové zatížení v KmC ve sledovaném období proband B



Časové zatížení ve sledovaném období: Proband C



Objemové zatížení v KmC ve sledovaném období: Proband C

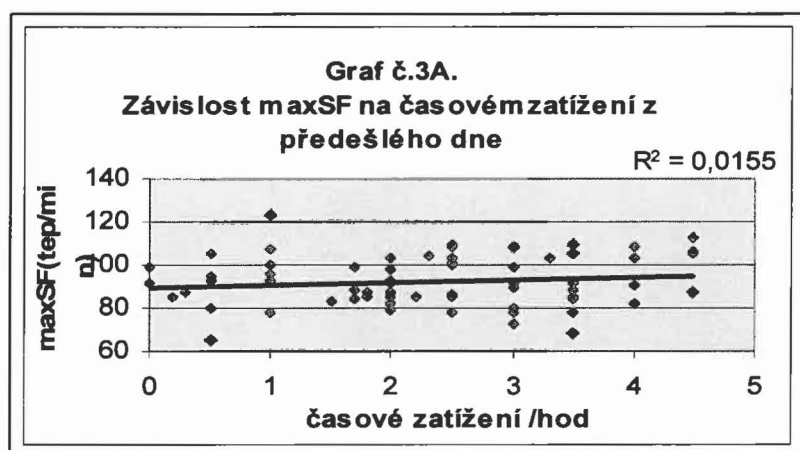
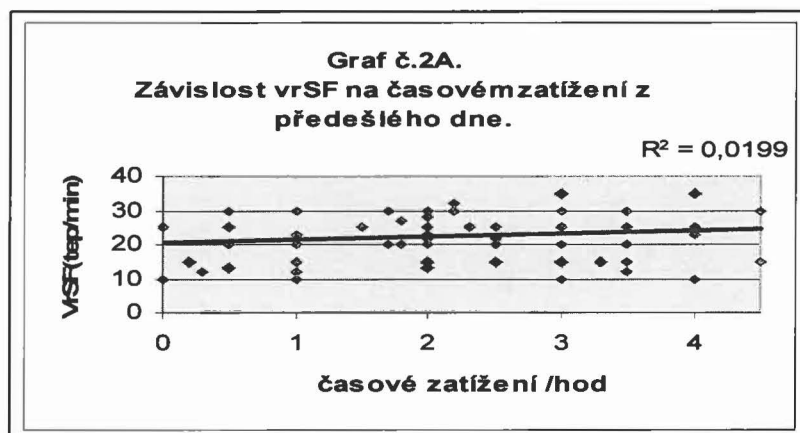
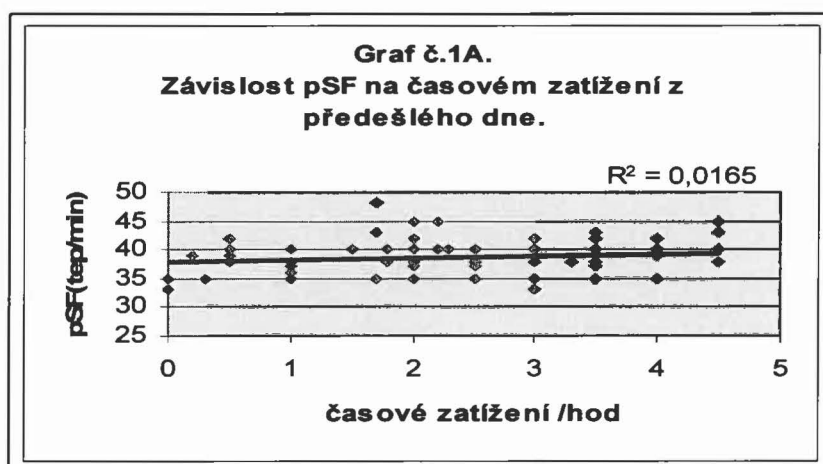


Příloha č. 3: Grafy závislostí pSF, vrSF, maxSF na:

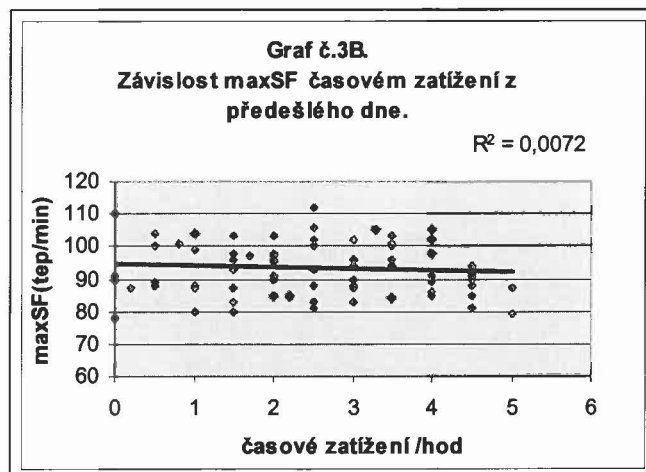
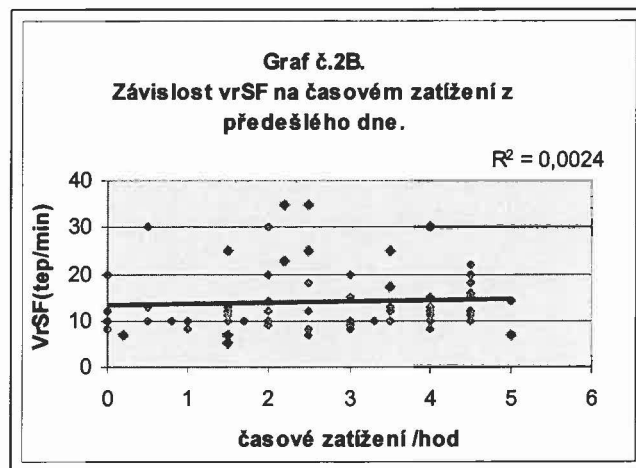
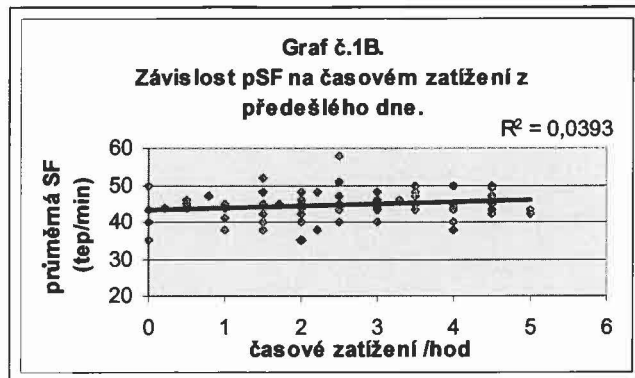
- a) Časovém zatížení z předcházejícího jednoho dne.
- b) Časovém zatížení z součtu dvou předcházejících dnů.

Příloha č. 3a:

Proband A:

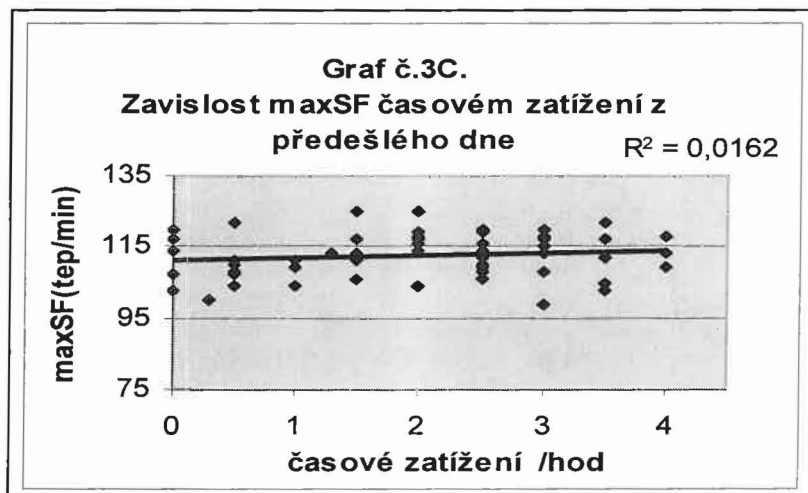
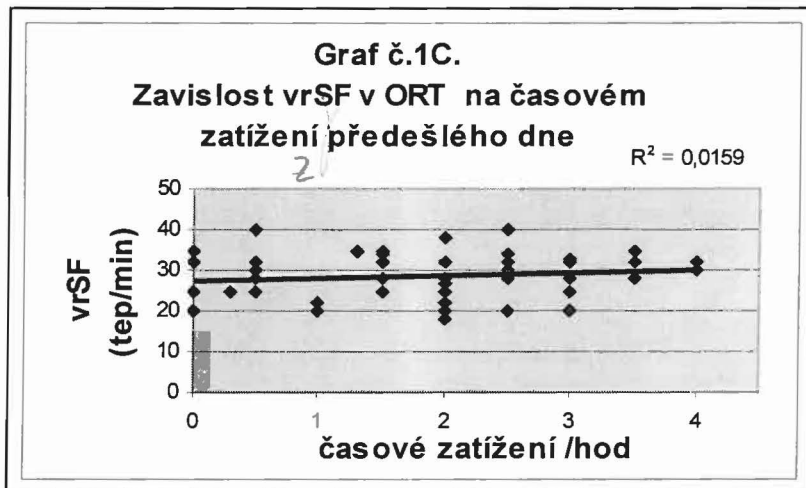
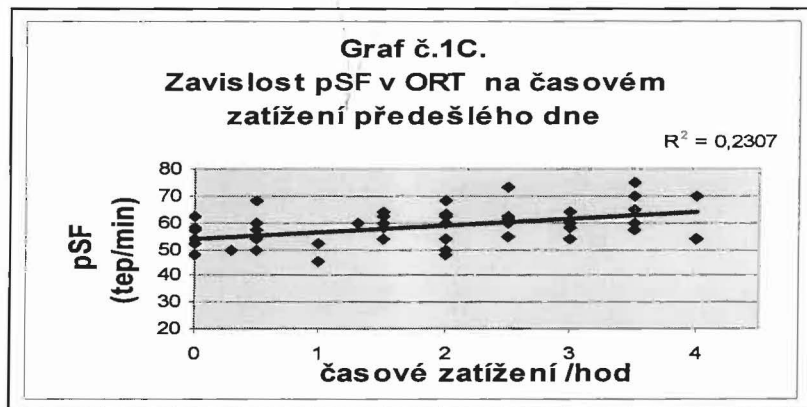


Proband B

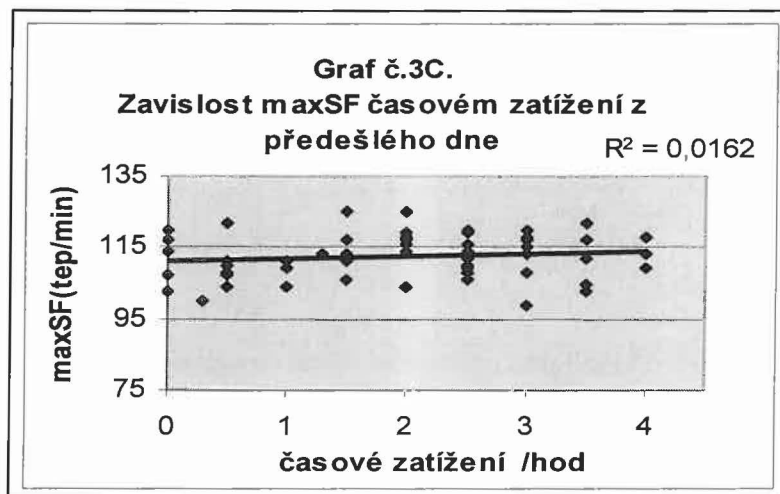
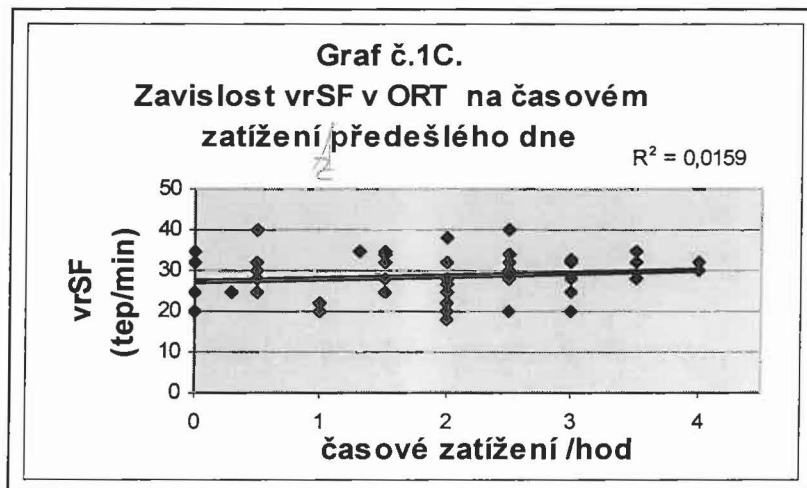


Proband C

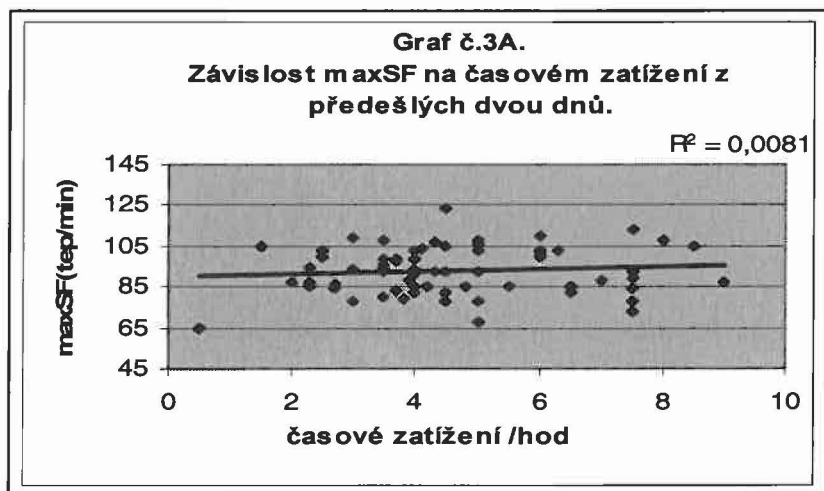
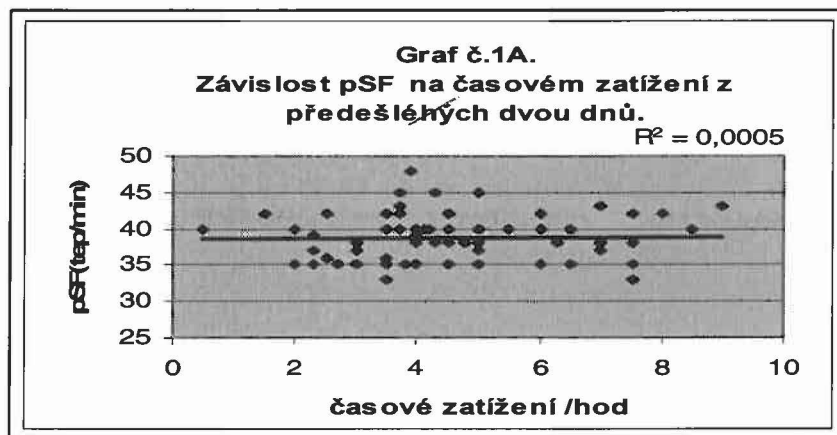
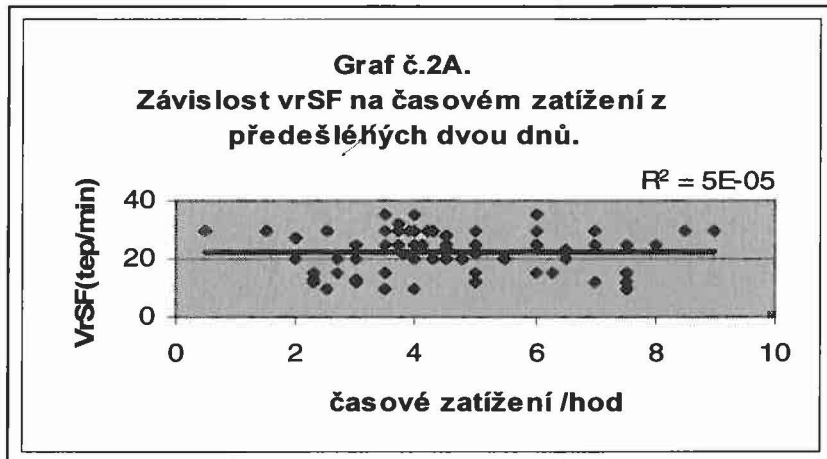
2



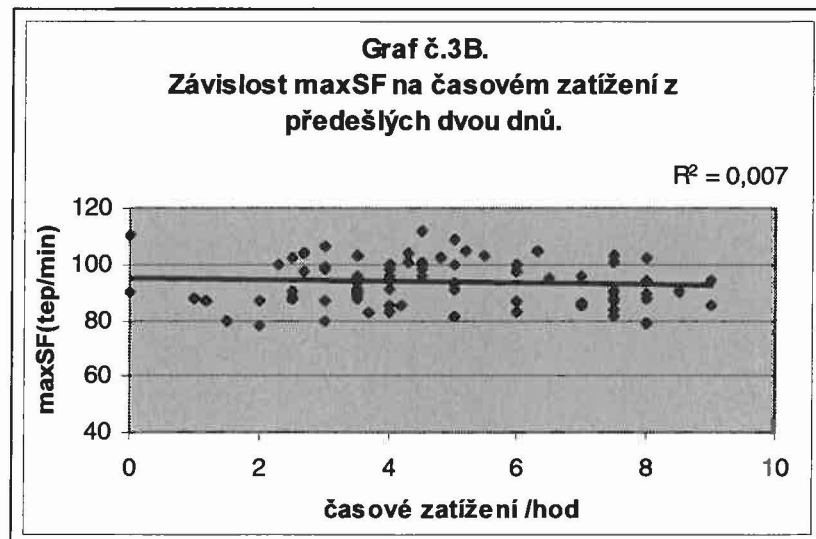
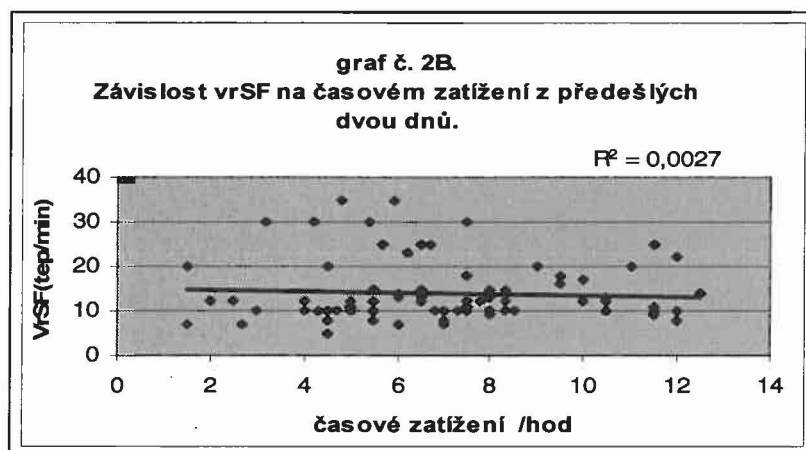
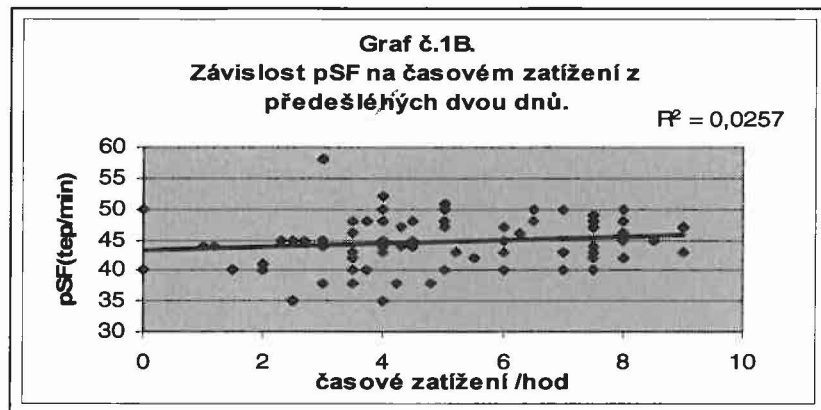
Proband C



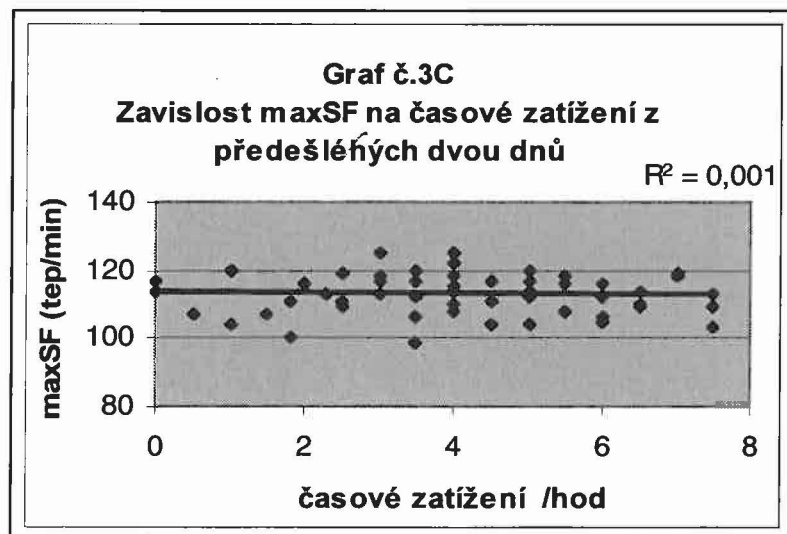
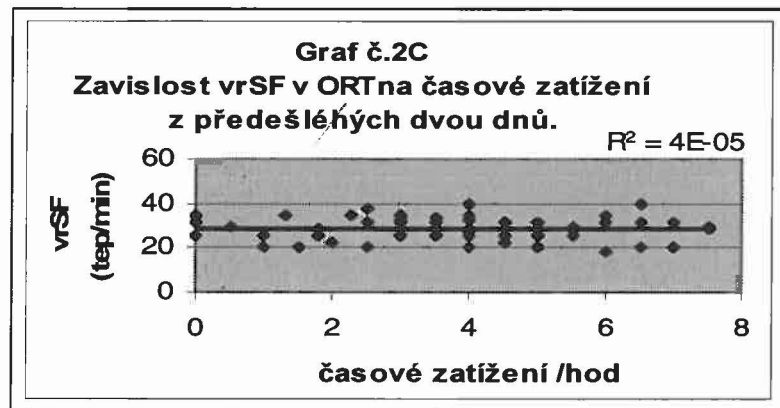
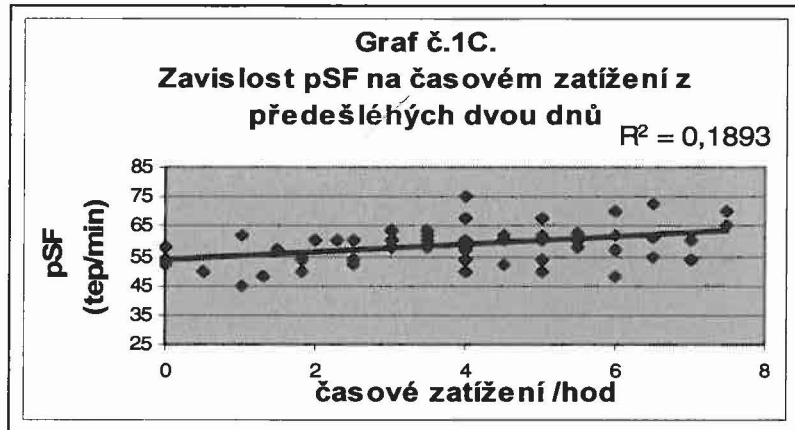
Příloha č. 3b:
Proband A:



Proband B:



Proband C:

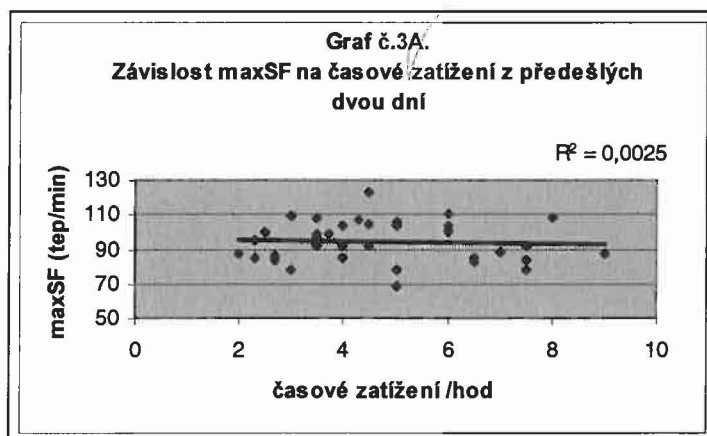
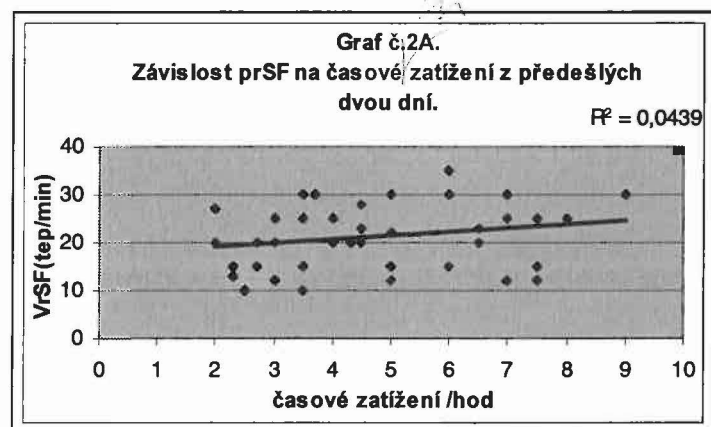
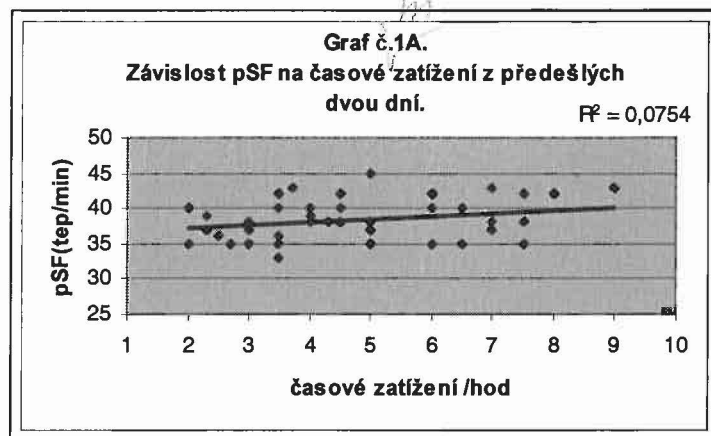


Příloha č. 4: Grafy závislosti pSF, vrSF, maxSF na časovém zatížení s omezením dnů, kdy docházelo k většímu tréninkovému zatížení a aklimatizačnímu vlivu z předcházejícího dne:

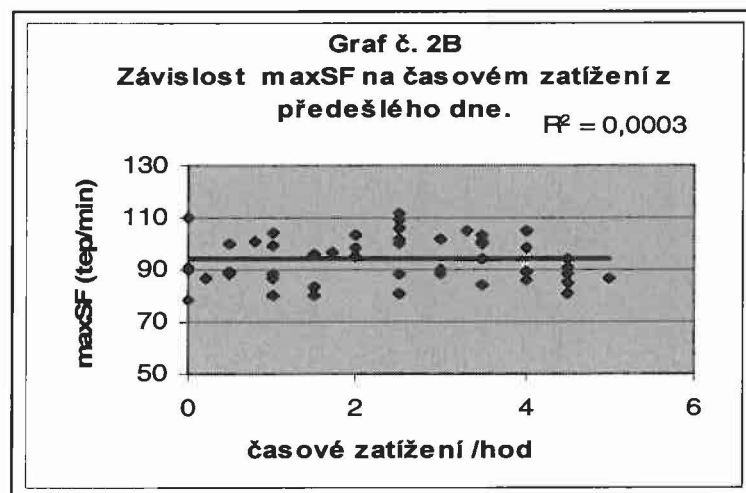
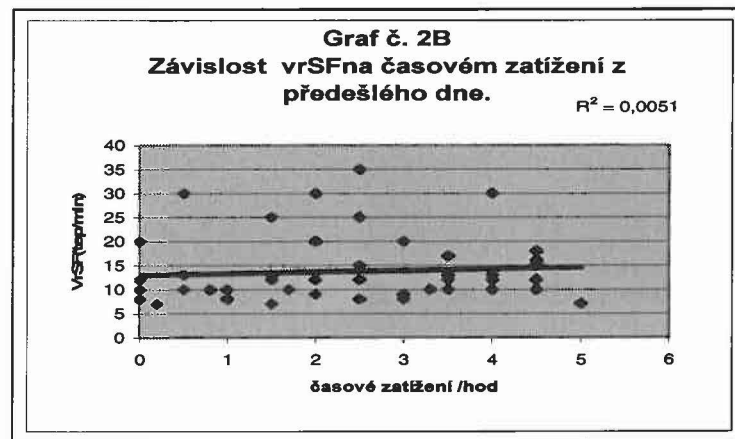
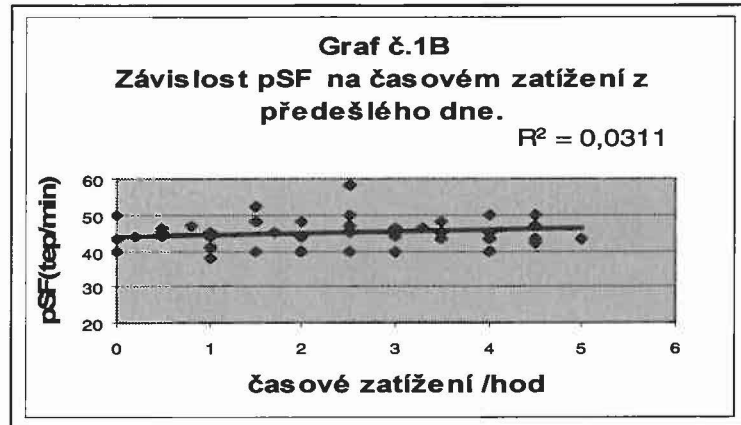
- a) Závislost na časovém zatížení z předcházejícího jednoho dne.
- b) Závislost na časovém zatížení z součtu dvou předcházejících dnů.
- c) Závislost mezi pSF, vrSF a maxSF.

Příloha č. 4a:

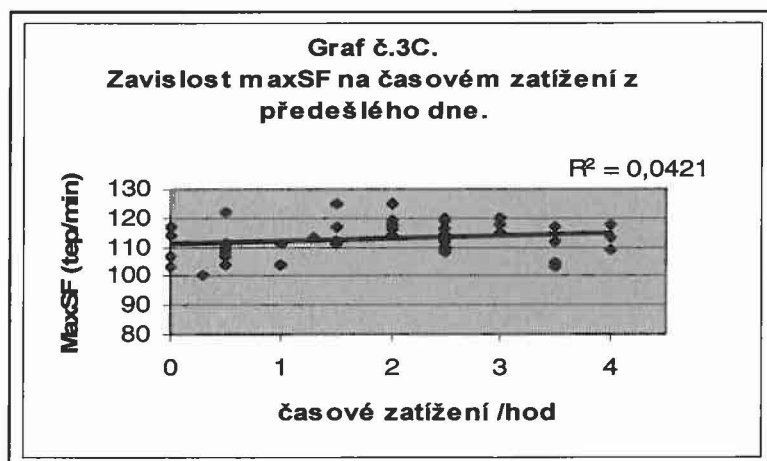
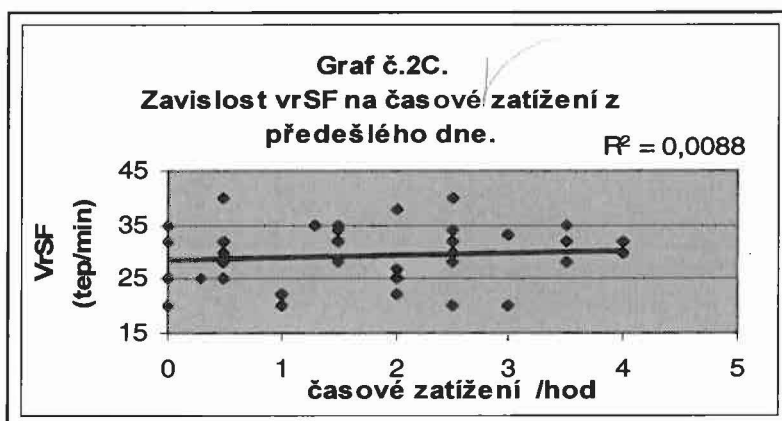
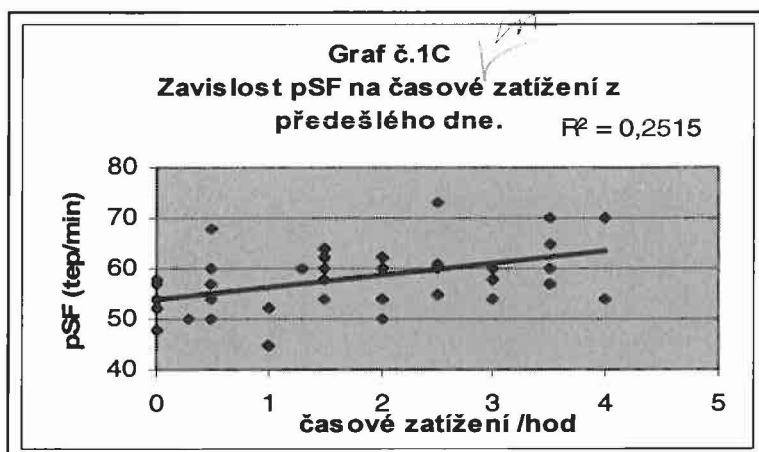
Proband A:



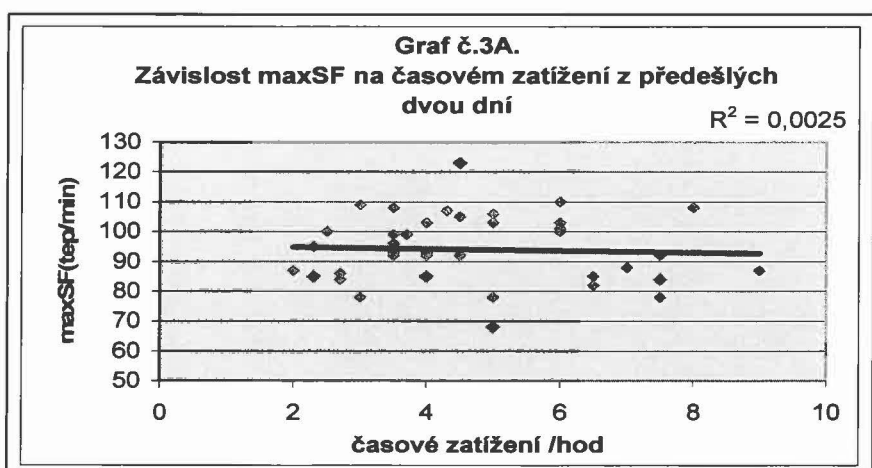
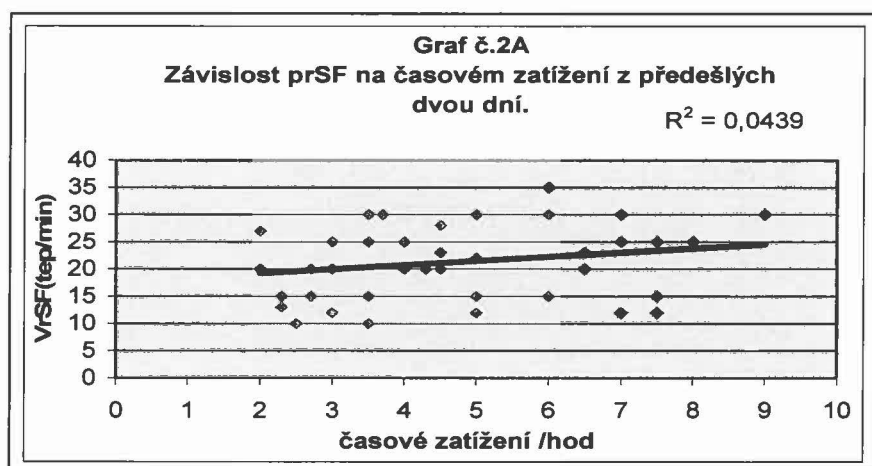
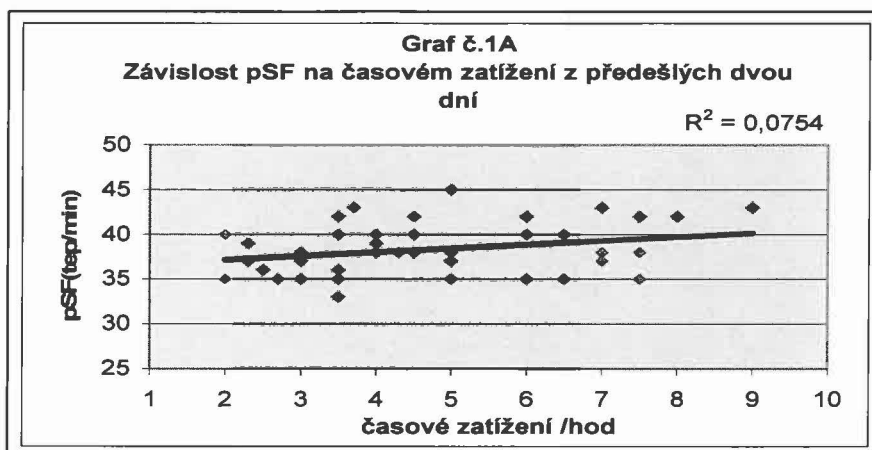
Proband B:



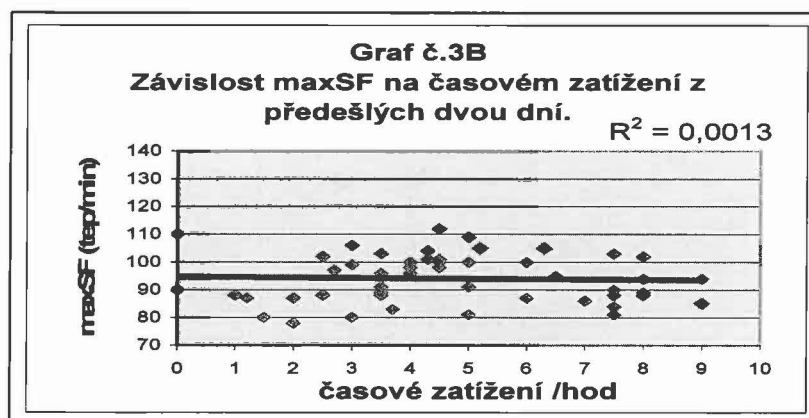
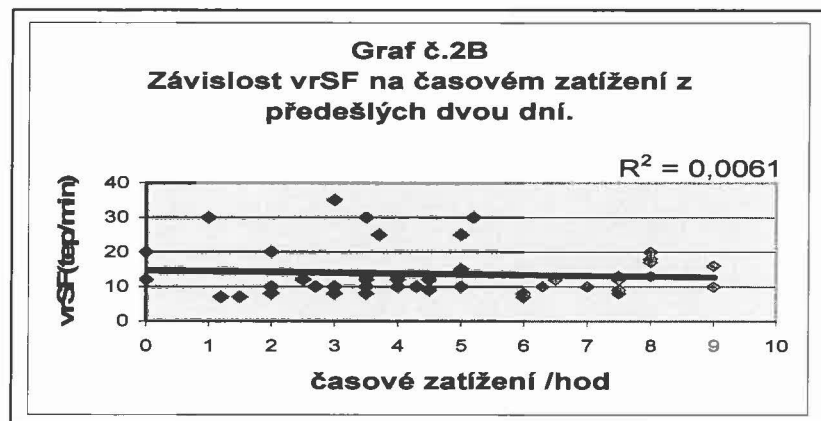
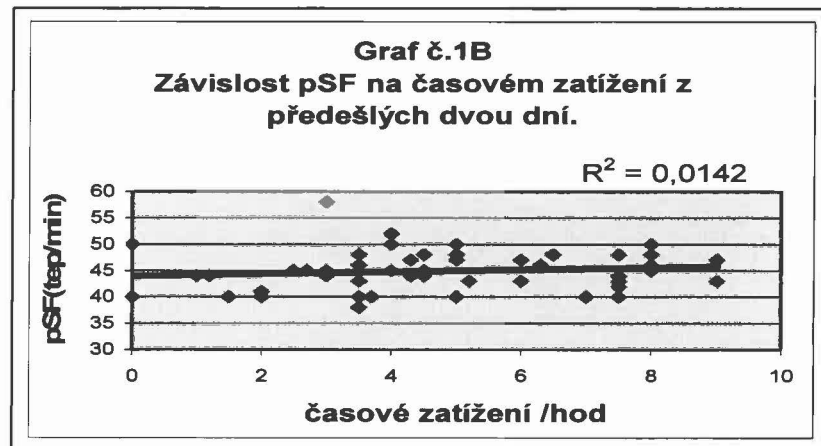
Proband C:



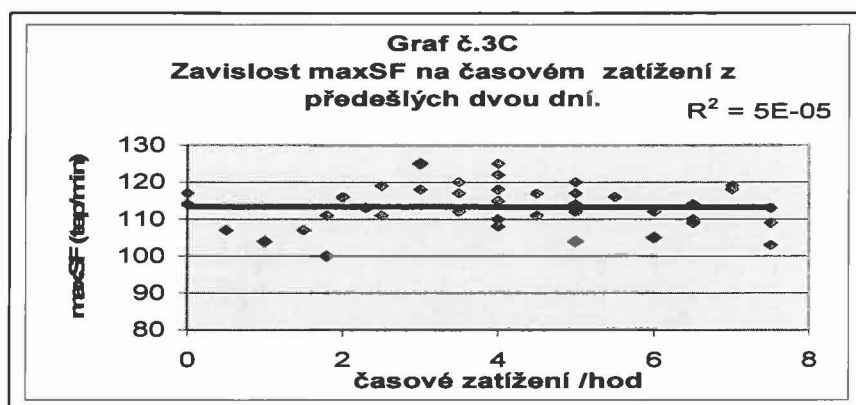
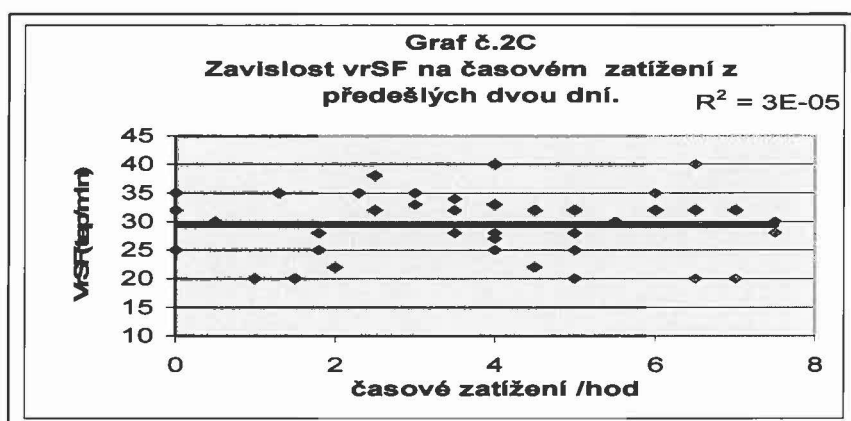
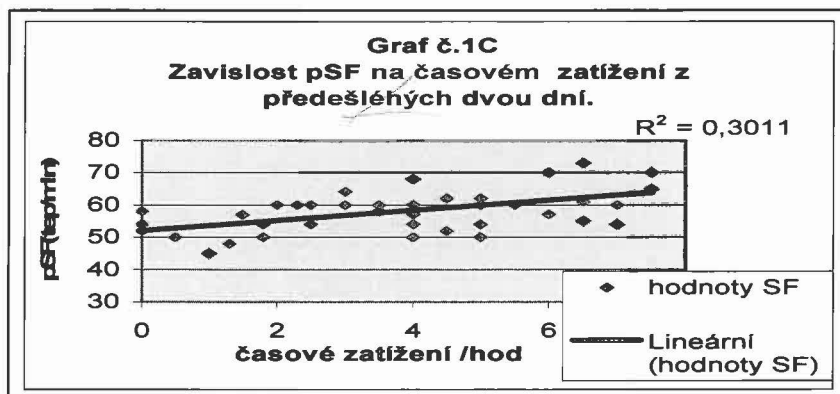
Příloha č. 4b:
Proband A:



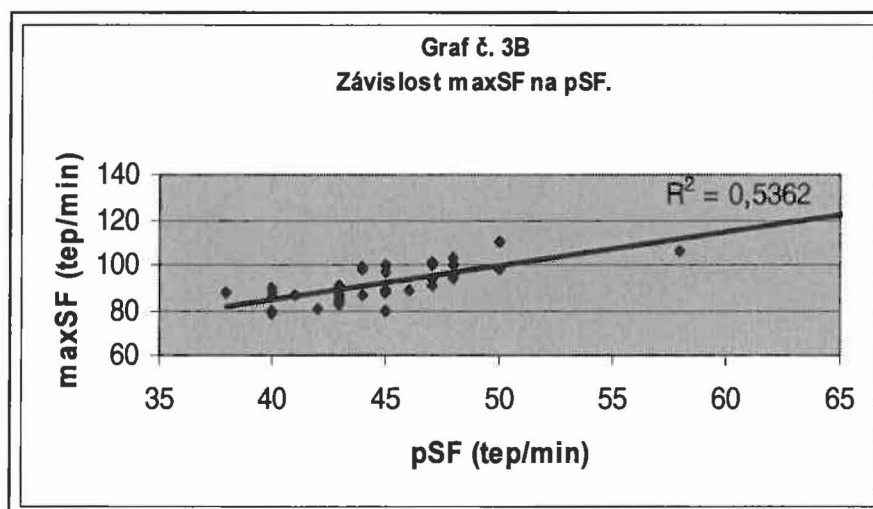
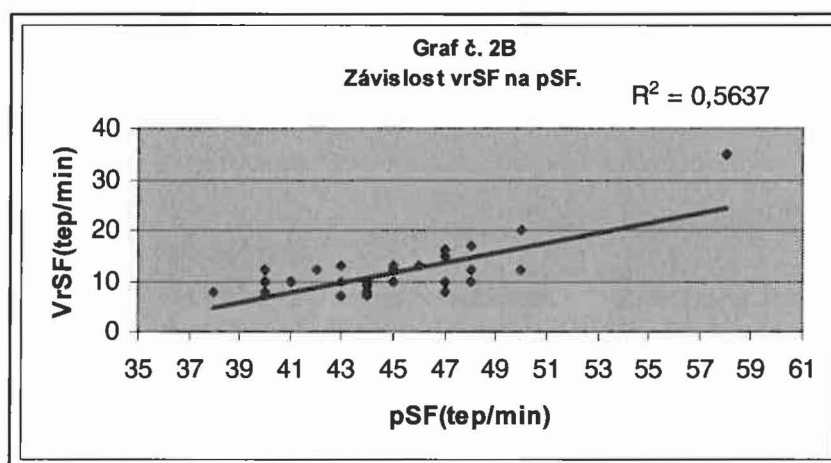
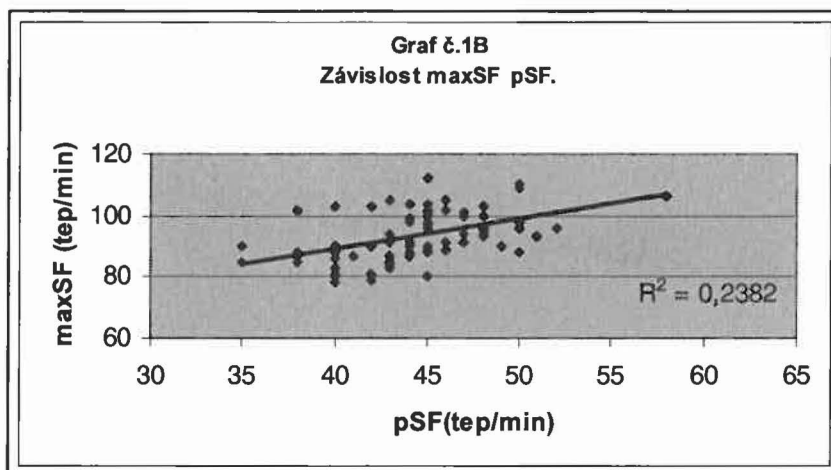
Proband B:



Proband C:



Příloha č. 4c:
Proband B



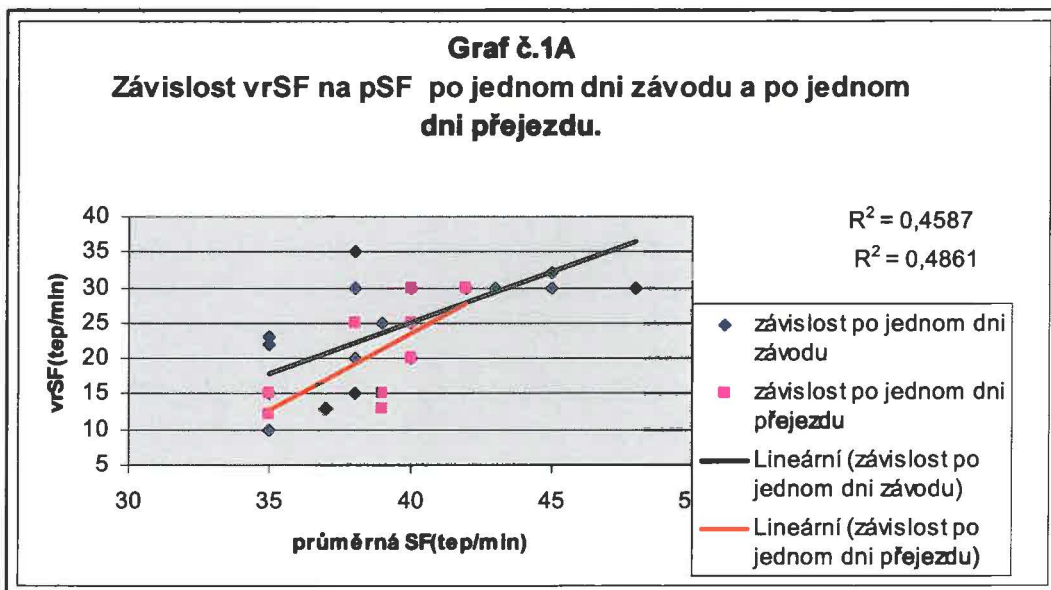
**Příloha č 5: Grafy vzájemné závislosti pSF, vrSF, a maxSF na
maximální intenzitě tréninkového zatížení a aklimatizaci.**

a) Závislost vrSF na pSF.

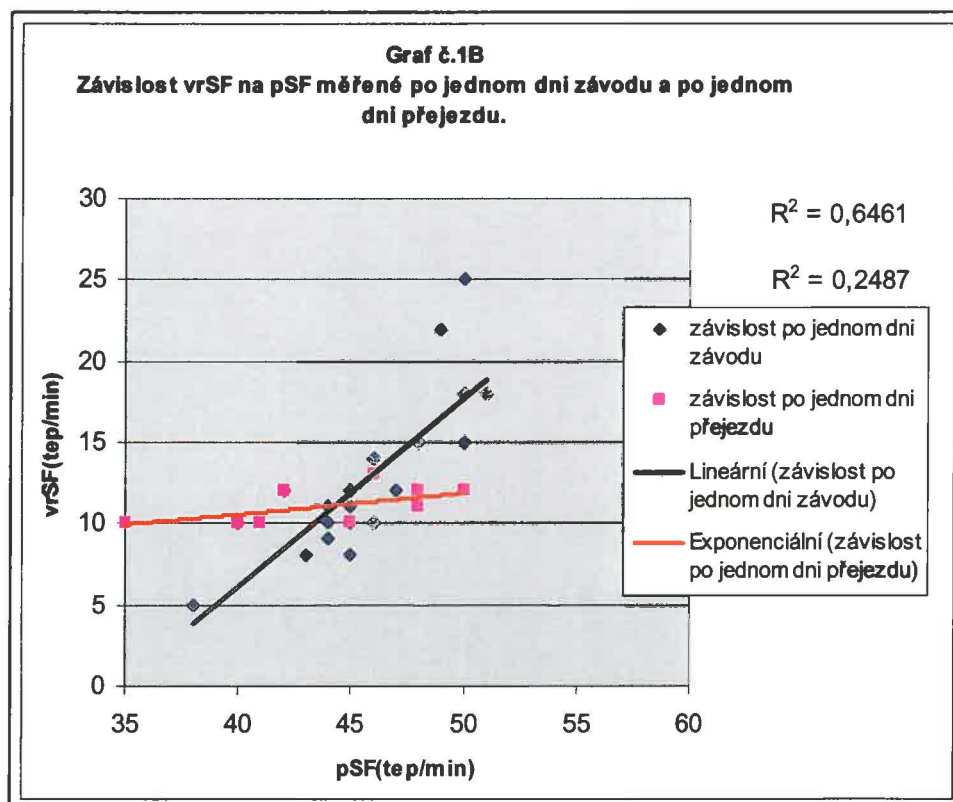
b) Závislost pSF na maxSF.

c) Závislost SF na vrSF.

Příloha č. 5a:
 Proband A:

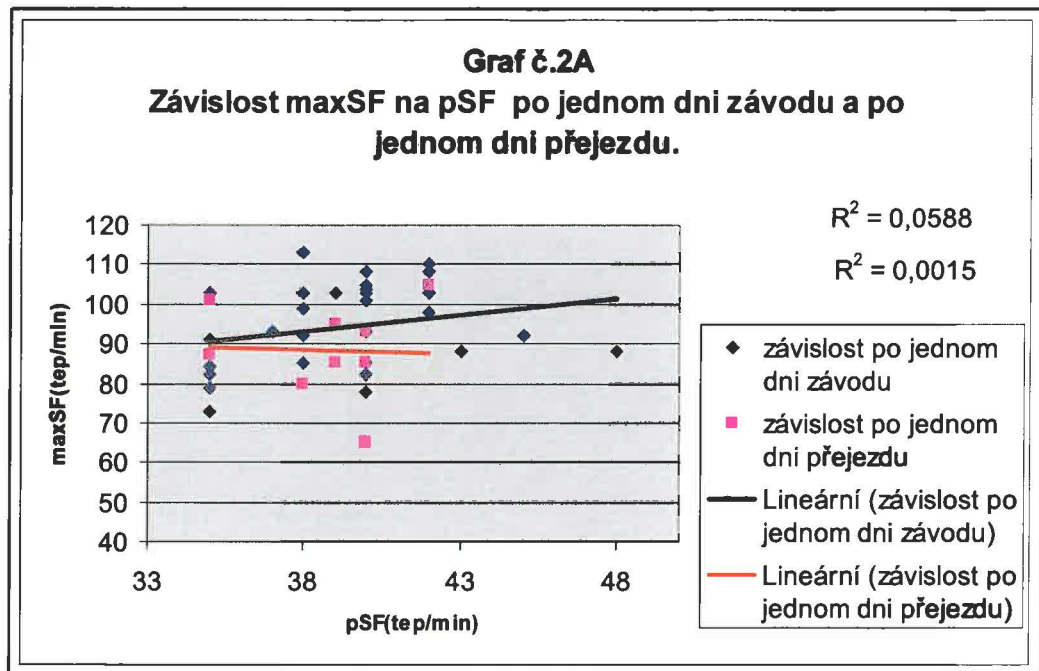


Proband B:

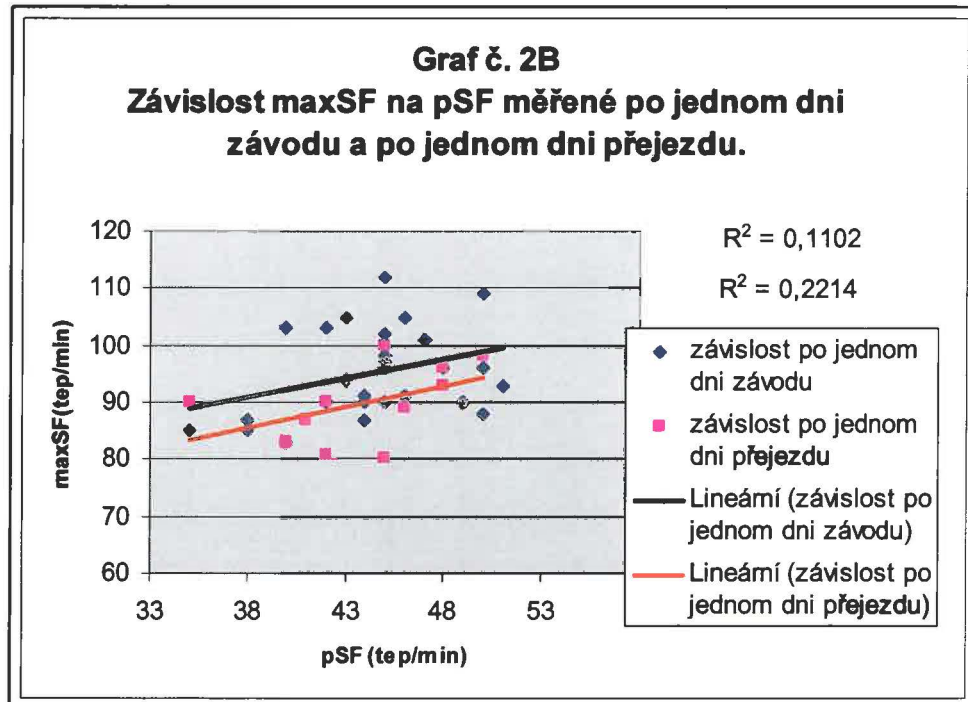


Příloha č. 5b:

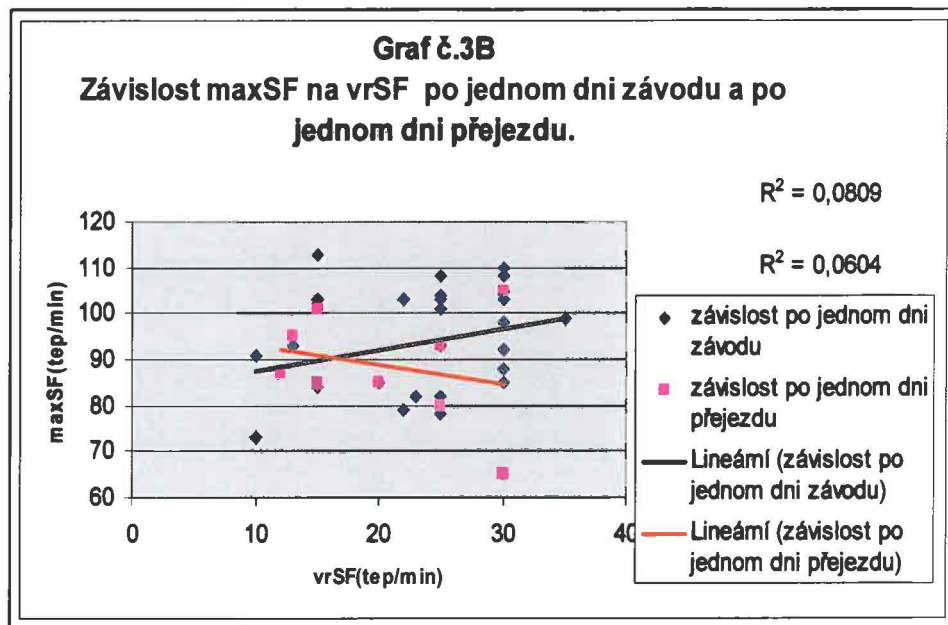
Proband A:



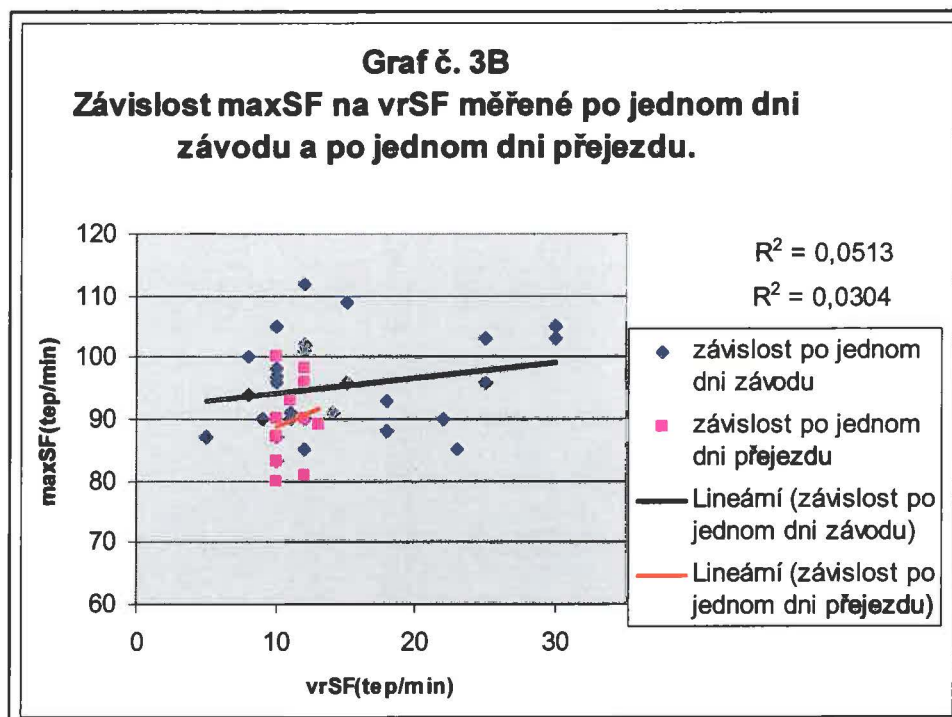
Proband B:



Příloha č. 5c:
 Proband A:



Proband B:



Příloha č. 6: Graf ORT zobrazený v programu Polar.

Křivka

