

Mentálny stav Flow

Od psychologických základov ku fyziologickým koreláciám a aplikácii v športe

Michal Teplan

Ústav merania SAV, Bratislava

OZ CAHUST – Centrum pre pokročilé humánne štúdie

Biorestech – riešenia v oblasti dátovej vedy

Startup na monitoring a predikciu športového výkonu (v príprave)



um.sav.sk



cahust.org



biorestech.com

Akademický background

- 1998: Mgr. z teoretickej fyziky, Matematicko-fyzikálna fakulta, UK, Bratislava
- 2006: PhD. v odbore biomedicínske inžinierstvo, Ústav merania SAV, Bratislava,
Dizertačná práca: Audiovizuálna stimulácia a relaxácia, lineárne a nelineárne EEG merania
- Zameranie výskumu:
 - meranie, spracovanie a analýza bioelektrických signálov
 - biologické účinky elektromagnetických polí
 - biologické a matematické modelovanie
 - aplikácie strojového učenia a umelej inteligencie v biomedicíne

Osnova

- Definícia stavu Flow
- Historické a psychologické základy
- Fyziologické koreláty
- Aplikačná prípadová štúdia: Moderná futbalová analytika
- Záver
- Ponuka tém študentských prác

Úvod do mentálneho stavu Flow

Definícia:

- duševný stav, keď je človek úplne ponorený do činnosti, zažíva pocit energického sústredenia, plného zapojenia a radosti z procesu činnosti

Výskyt:

- stav Flow občas zažívajú športovci, umelci, spisovatelia, dizajnéri, manažéri, vedci a ktokoľvek, kto sa hlboko venuje svojej práci, štúdiu alebo koníčku

Výhody:

- dosahovanie stavu Flow vedie ku špičkovým výkonom a zvýšenej spokojnosti, vďaka čomu je žiaducim stavom v profesionálnom aj osobnom kontexte

Čo odlišuje šampiónov?



“Je to stav, v ktorom sa čas spomaľuje, čo umožňuje maximálnu sebadôveru a sústredenie sa na prítomný okamih... dovoľuje trénovaným inštinktom prevziať kontrolu.” **Kobe Bryant**

„ V stave Flow presne viete, kedy urobiť ten kľúčový pohyb. Vaša myseľ ovláda vaše svaly s takou efektivitou, že nedochádza k žiadnemu plytvaniu energiou.“ **Arjen Robben**



„Sú zápasy, kedy vstúpíte na ihrisko a okamžite cítite, že ste v 'zóne'. Vaša koncentrácia je taká silná, že presne cítite každý sval vo svojom tele a presne viete, ako loptu zasiahnuť, aby skončila v sieti.“ **Cristiano Ronaldo**

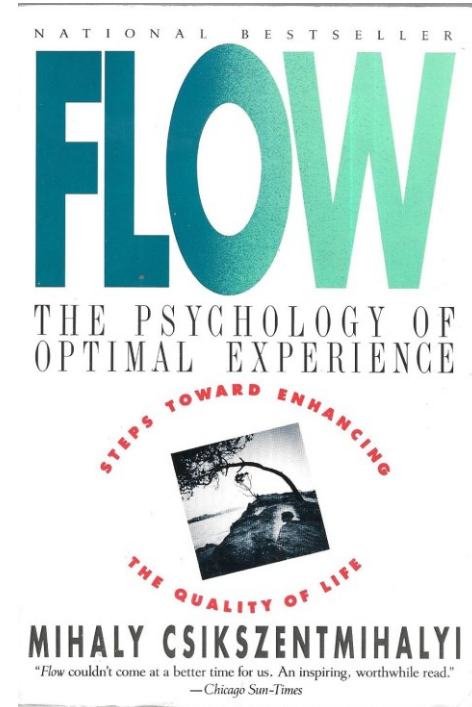
„ Keď ste v tom stave, nie je v tom žiadne úsilie. Vidíte trajektóriu lopty a presne viete, kde ju musíte zasiahnuť. Vtedy neexistuje žiadne 'možno'. Je to čistá istota.“ **Dennis Bergkamp**



History

- fenomén a termín „Flow“ bol zavedený relatívne nedávno
- priekopnícka práca Mihalyho Csikszentmihalyiho
- Ekvivalentné termíny:
 - v americkom športe: „nachádzať sa v zóne“
 - „byť vo forme“
 - podať špičkový výkon

- 1990: kniha Flow – Psychológia optimálneho prežívania



Charakteristiky Flow: Psychológia

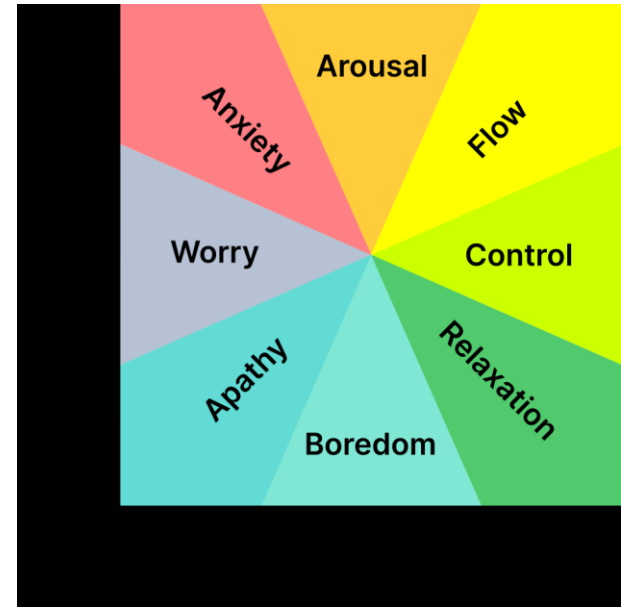
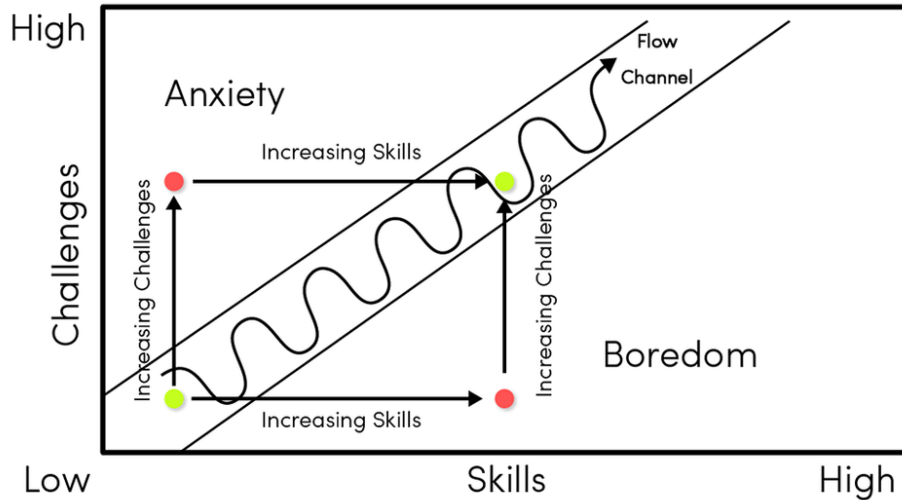
Komponenty Flow podľa Csikszentmihalyiho:

- rovnováha medzi výzvou a zručnosťami
- spojenie konania a uvedomovania
- jasnosť cieľov
- okamžitá a jednoznačná spätná väzba
- sústredenie sa na danú úlohu
- paradox kontroly
- transformácia času
- strata sebauvedomovania (self-consciousness)

Autotelická osobnosť: človek vykonáva činy, pretože sú vnútorne odmeňujúce, a nie preto, aby dosiahol vonkajšie ciele

Flow signatures: Psychology

- Csikszentmihalyiho model Flow podľa úrovne výzvy a zručností



Flow & Zmenené stavy vedomia

- Flow má fenomenologické a neurologické prekryvy s:
 - hypnotickým tranzom
 - meditatívnou absorpciou
- Spoločné znaky:
 - znížená regulácia prefrontálneho kortexu
 - disociácia - odpojenie sa od prostredia
 - ideomotorická činnosť: pohyby sú vnímané ako „automatické“, pričom dochádza ku obídniu exekutívnej kontroly.
- Rozšírenie o spiritualitu:
 - sebaapresah (self-transcendence)
 - rozpustenie ega - deaktivácia Default Mode Network siete, subjektívna strata hranice „ja/ostatný svet“
 - neduálnosť (non-duality): stavy opísané v kontemplatívnych tradíciách (zen, vipassana), kde pozorovateľ a pozorované splývajú
- S Flow sa akákoľvek aktivita, napr. šport, stáva spirituálnym zážitkom, pretože biologický mechanizmus „ega“ sa odpojil

Mushin - Myseľ bez mysle



- koncept z japonských bojových umení samurajov a zen-budhizmu
- stav mysle, ktorá nie je fixovaná na žiadnu emóciu, strach ani konkrétnu myšlienku
- „vypína“ sa analytické uvažovanie a nastupuje čistá, spontánna akcia.
- Jednota subjektu a objektu: Samuraj prestáva vnímať oddelenosť medzi sebou, mečom a súperom. Vzniká stav neduálnosti, kedy akcia plynie bez vedomej snahy (ideomotorika).

Prepojenie Flow na kreativitu a intuíciu

- dočasné zníženie kognitívnej kontroly - zníženie regulácie prefrontálneho kortexu
- prežívanie skúseností s vnútornou motiváciou
- Intuícia: V stave hlbokého ponorenia sa minimalizuje „šum“ generovaný tzv. Default Mode Network sieťou. To umožňuje jemným, podvedomým kognitívnym asociáciám dostať sa na povrch vedomia.
- Divergentné myslenie: Flow posúva predvolený režim pocesingu mozgu z konvergentného myslenia na skúmanie viacerých nových riešení – základný mechanizmus spontánnej kreativity.
- Motorická intuícia: obchádzanie pomalého spracovania, rozhodnutia prostredníctvom bazálnych ganglií a motorickej kôry, čo vedie k inštinktívnym, vysoko prepracovaným akciám („magická“ prihrávka vo futbale).

Fyziologické koreláty Flow

- Variabilita srdcovej frekvencie (HRV): zvýšená
 - optimálny vagálny tonus (parasymptická dominancia), zlepšená sebaregulácia, „uvoľnená bdelosť“
- Galvanická kožná reakcia (GSR / EDA): nízka a stabilná aktivita
 - nízka sympatická aktivácia, nízka úzkosť, „žiadne obavy zo zlyhania“
- Periférna teplota kože – stabilná alebo mierne zvýšená
 - dobré prekrvenie, bez vazokonstrikcie pod vplyvom stresu
- Regulácia autonómneho nervového systému:
 - Sympatický nervový systém - poskytuje energiu a aktiváciu prežívania („Boj alebo útek“)
 - Parasymptický nervový systém – pokoj, kontrola a metabolická účinnosť („Odpočinok a trávenie“)

Neurofyziologické koreláty Flow

Potenciálne EEG koreláty Flow:

- Zvýšenie alfa vln (8–13 Hz) (frontálne/centrálne oblasti)
→ uvoľnená bdelosť, pozornosť bez procesingu
- Zvýšenie theta vln (4–8 Hz) (frontálna centrálna oblasť)
→ koncentrácia, vnútorný procesing, využívanie automatizovaných, implicitných vedomostí
- Zníženie nižších beta vln (13–18 Hz)
→ Hypotéza hypofrontality: analytická funkcia sebakontroly je znížená
- Občasné zvýšenie gama vln (>30 Hz) (závislé od úlohy)
→ rýchle spracovanie informácií

Naša neurofyziologická štúdia: Measuring relaxation with EEG

MEASUREMENT SCIENCE REVIEW, Volume 14, No. 4, 2014

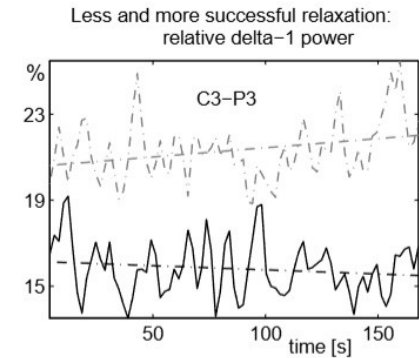
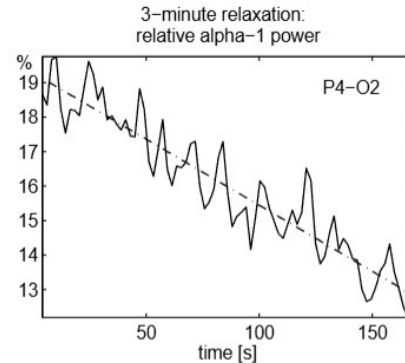
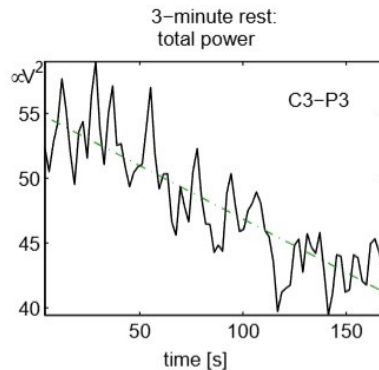
Spectral EEG Features of a Short Psycho-physiological Relaxation

Michal Teplan¹, Anna Krakovská¹ and Marián Špajdel^{2,3}

¹Institute of Measurement Science, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia, michal.teplan@savba.sk

²Institute of Normal and Pathological Physiology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia

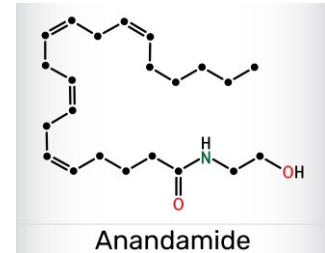
³Faculty of Philosophy and Arts, University of Trnava, Slovakia



Biochemické koreláty Flow

Chemické látky typu neurotransmiterov a neuromodulátorov:

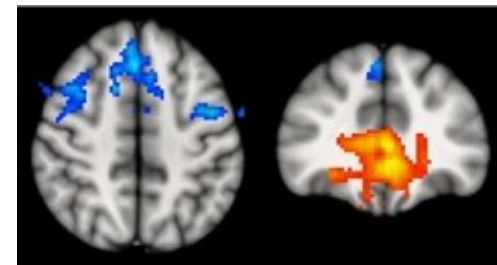
- Norepinefrín: zvyšuje bdelosť, pozornosť
- Dopamín: pocit odmeny, motivácia
- Endorfíny: eufória - prirodzený opiát tela
- Anandamid: endogénny kanabinoid (telesný THC), kreatívne laterálne myslenie



- Sekvenčné uvoľňovanie týchto neurochemikálií:
 - prispieva k dočasnému zvýšeniu kognitívnej kapacity
 - znižuje prežívanie námahy a sebakontroly, čo je predpokladom optimálneho prežívania

Koreláty Flow z neurozobrazovania

- Dorsolaterálny prefrontálny kortex (DLPFC): zníženie aktivácie (hypofrontalita)
→ zastavenie sebamonitorovania a „vnútorného kritika“
- Default mode network (DMN): potlačenie
→ eliminácia rozptýlenia, bezproblémové sústredenie
- Subkortikálne oblasti (striatum, bazálne gangliá): zvýšená aktivita
→ automatizované vykonávanie zručností
- Mediálny prefrontálny kortex (MPFC): deaktivácia
→ strata sebavedomia (self-consciousness), subjektívny pocit rozpúšťania ega



Dietrich (2003): Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: The transient hypofrontality hypothesis, *Consciousness and Cognition* 12(2)

Ulrich et al. (2016): Neural signatures of experimentally induced flow experiences identified in a typical fMRI block design with BOLD imaging, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, Volume 11(3)

Kritická sumarizácia psycho- fyziologických poznatkov o Flow

Review Alameda (2022): The brain in flow:
A systematic review on the neural basis
of the flow state, *Cortex* 154:

- dynamika uvedených oblastí mozgu počas stavu Flow je v rôznych štúdiách nekonzistentná
- dostupné dôkazy sú zriedkavé a nepresvedčivé
- hlavné obmedzenia:
 - malý počet štúdií
 - vysoká heterogenita medzi nimi
 - dôležité metodologické obmedzenia
- Heterogenita zahŕňa:
 - rôzne prostredia a situácie
 - rôzne úlohy (napr. úloha mentálnej aritmetiky vs. šport)
 - podobné stavy ako Flow, napr. zmenené stavy vedomia



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/cortex

Review

The brain in flow: A systematic review on the neural basis of the flow state

Clara Alameda ^{a,b}, Daniel Sanabria ^{a,b} and Luis F. Ciria ^{a,b,*}

^a Mind, Brain & Behavior Research Center, University of Granada, Spain

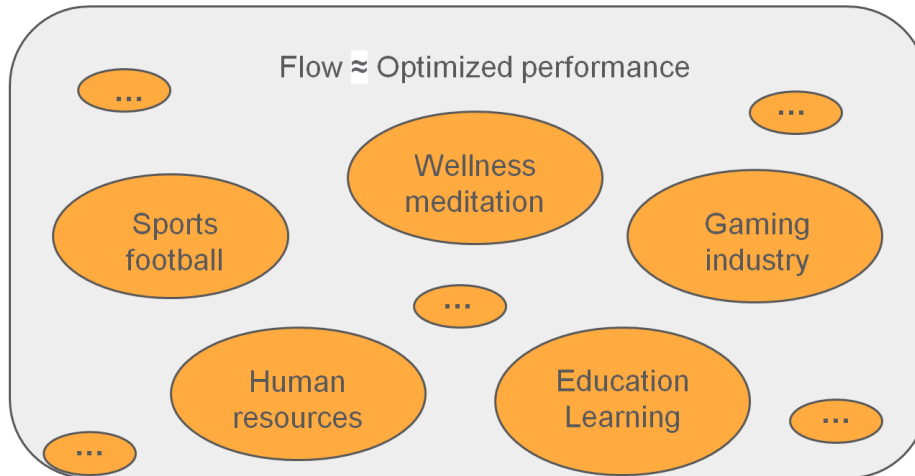
^b Department of Experimental Psychology, University of Granada, Spain



Výskumná časť

Výber výskumnej a aplikačnej oblasti

- Realistické zameranie:
 - Flow v širšom zmysle - meranie efektívnosti akéhokoľvek výkonu
 - na kontraste ku „čistému/jadrovému“ Flow:
stav hlbokého alebo transcendentálneho Flow



Výber športu a futbalu

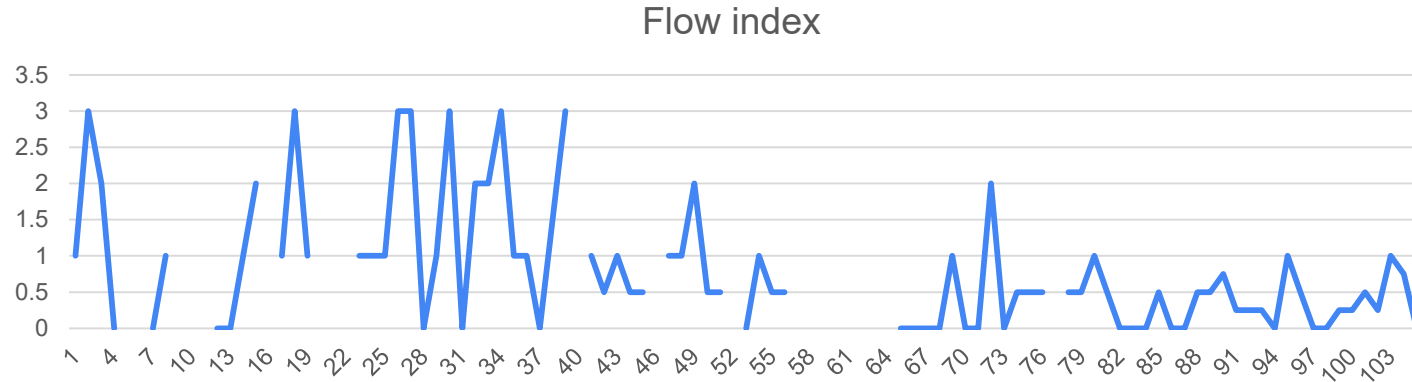
- Elitný výkon si vyžaduje podvedomú kontrolu, čo núti hráčov spoliehať sa na trénované implicitné zručnosti
- Rozdiel medzi rozhodujúcim víťazstvom a prehrou často nespočíva vo veľkých fyzických rozdieloch, ale v momentálnej psychofyziologickej pripravenosti hráča
- Dostupnosť údajov: Moderný futbal poskytuje obrovské množstvo dát
- Úspech je často determinovaný milisekundovou presnosťou v načasovaní, prihrávkach alebo strelbe

Ilustrácia:

Vďaka kognitívnej automatizácii dokáže športovec zrýchliť svoje rozhodovanie o 10 až 50 ms. Pri šprintárskej rýchlosti 36 km/h bude hráč pri lopte v rozhodujúcom súboji o 10 až 50 cm skôr než jeho súper.



Osobné svedectvo a anekdotická evidencia

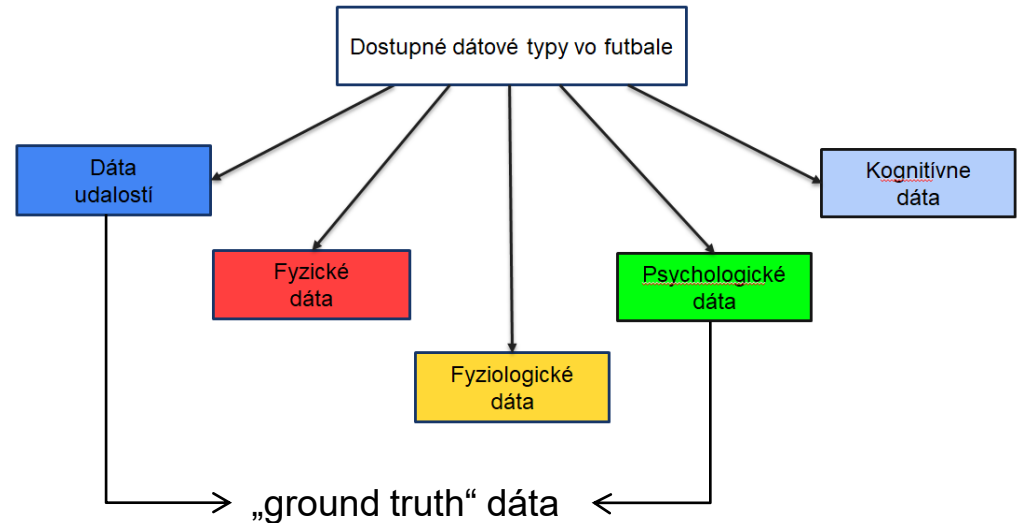
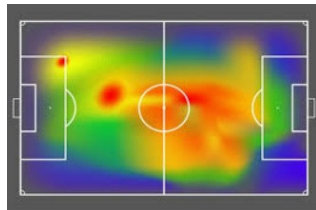


- Hľadanie korelátov v mentálnej, fyzickej, emocionálnej a kognitívnej oblasti
- Zistená periodicita Flow: typicky ~ 1 - 2 mesiace
- Kontinuita: susedné body sa zdajú byť korelované
- Hypotéza: Koreluje s biomechanickými a fyziologickými parametrami

Aplikačná prípadová štúdia: Moderná futbalová analytika

- zachytenie buď excelentnosti (špičkového výkonu), alebo poklesu výkonnosti
- dopyt po predikciách zranení, monitorovaní rehabilitácie a procesu návratu do hry (return to play)
- Prístup k raw dátam zo zariadení Catapult:

- GPS (2D)
- akcelerometer (3D)
- gyroskop (3D)
- magnetometer (3D)
- srdcová frekvencia

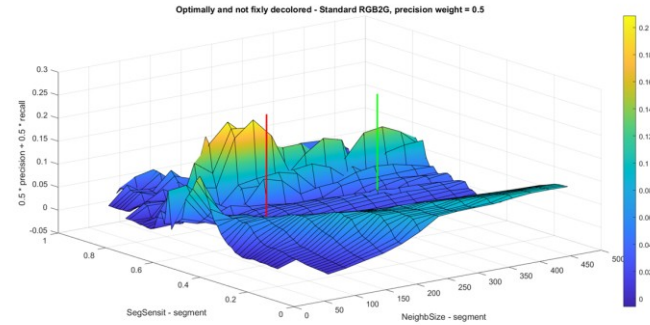
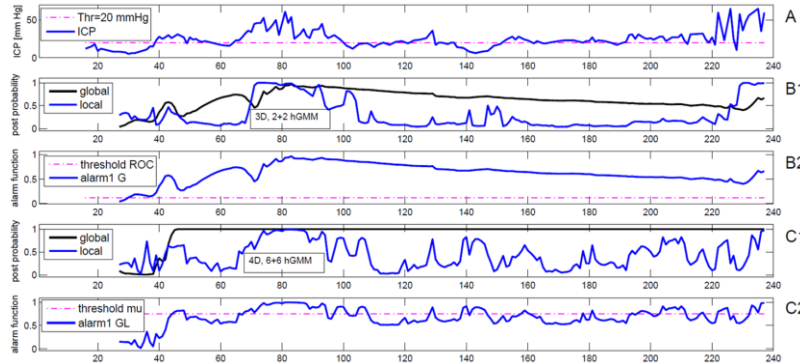


Aktuálny stav riešenej problematiky v zahraničí

- Firmy so športovou analytikou:
 - Wyscout
 - InStat
 - Opta
 - Catapult Sports
 - STATSport
- Príklady štatistík, ktoré sa merajú:
 - fyzické záťaž - prekonané vzdialenosti pri určitých rýchlostiach
 - ukazovatele efektivity:
 - xG (metriky kvality striel, Príklad: Výsledok zápasu je 3 : 2, ale na xG je to 2,7 : 2,5)
- Neodrážajú priamo fyzický a psychofyziologický stav hráča
 - My cieľme na priamejší monitoring týchto parametrov
 - príklad: analýza jemných biomechanických variácií vo forme mikropohybov



Ako budeme Flow merať



- Aplikujeme pokročilú matematickú analýzu a umelú inteligenciu v snahe odhaliť jemné, skryté parametre, ktorými je charakterizovaný stav Flow
- Pristupujeme interdisciplinárne: v rámci komplexného pohľadu kombinujeme rôzne prejavy ľudského tela a mysle, ktoré by mohli determinovať športový výkon

Meranie: Psychologická doména I

- Dotazníky pre šport:
 - dotazník dennej pripravenosti
 - profil náladových stavov
 - škála vnímaného stresu
 - dotazník o regenerácii a strese (recovery-stress)
 - celková kvalita regenerácie

Meranie: Psychologická doména II

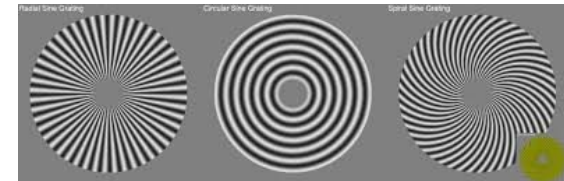
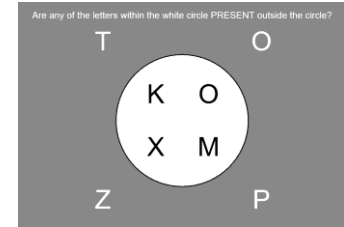
- Škály na meranie Flow

	Not at all	Partly	Very much
1. I feel just the right amount of challenge	○	○	○
2. My thoughts/activities run fluidly and smoothly	○	○	○
3. I do not notice time passing	○	○	○
4. I have no difficulty concentrating	○	○	○
5. My mind is completely clear	○	○	○
6. I am totally absorbed in what I am doing	○	○	○
7. The right thoughts/movements occur of their own accord	○	○	○
8. I know what I have to do each step of the way	○	○	○
9. I feel that I have everything under control	○	○	○
10. I am completely lost in thought	○	○	○
11. Something important to me is at stake here	○	○	○
12. I must not make any mistakes here	○	○	○
13. I am worried about failing	○	○	○

Rheinberg, Vollmeyer, and Engeser, 2003

Meranie: Kognitívna doména

- Kognitívne metriky kvantifikujú rýchlosť a efektívnosť rozhodovania
- Všeobecné testy kognitívnych schopností:
 - reakčné časy
 - senzorické a percepčné prahy
 - schopnosť udržať sústredenú pozornosť
- Dostupné nástroje:
 - Psychophysics toolbox (Matlab)
 - PsychoPy (Python)



Sekundárne markery stavu Flow

- Flow je komplexný fenomén doteraz dostatočne nerozkódovaný
- kľúčové sa javia kognitívne schopnosti
- namiesto priameho merania má význam hľadať sekundárne markery

- Príklady testovateľných hypotéz z oblasti biomechaniky:
 - Flow znižuje „motorický šum“
 - vyladená kognitívna aktivita zmierňuje tvrdosť dopadu nôh
 - Flow je sprevádzaný plynulejšími pohybmi
 - dochádza ku efektívnejšej a úspornejšej aktivácii svalov
 - absentujú nadbytočné pohybové mikrokorekcie



vyčerpanie slabý
zranenie výkon

Flow

Ciel': predikcia Flow počas hry

- Vytváranie krátkodobých predpovedí:
 - Má hráč predpoklady dostať sa do stavu Flow alebo sa v ňom udržať?
- Dynamický pohľad: skúmanie trendov existujúcich aj novo vytvorených metrík
- Východzia referenčná úroveň špecifická pre každého jednotlivého hráča
- Užitočnosť v reálnych situáciach:
 - odporúčanie na striedanie hráča
 - výber hráča na exekúciu penalty



Futbal: Spolupráca

- Budovanie interdisciplinárneho tímu
- Športoví vedci:
 - Tomáš Vencúrik (Masarykova Univerzita / Univerzita Komenského)
 - Filip Skala (Univerzita Komenského / FC Petržalka)
- Prístup ku kvalitným údajom:
 - futbaloví tréneri:
 - Dávid Kondrlík (FC Petržalka)
 - Martin Mikulič (DAC Dunajská streda / Univerzita Komenského)
 - spolupráca so Slovenskou najvyššou futbalovou ligou
- Pripravovaný návrh výskumného grantu VEGA s FTVŠ



Tréning Flow I

- Prirodzený:

- rôzne techniky mentálneho tréningu
- Mindfulness



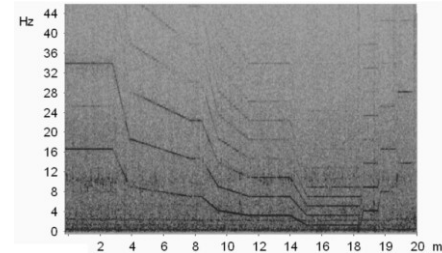
- Inštrumentálny:

- princíp biofeedbacku
- virtuálna a rozšírená realita



- Intervencie, ktoré dokážu regulovať úroveň prežívania a udržiavať človeka v optimálnej zóne:

- Audiovizuálna stimulácia: strhávanie a synchronizácia mozgových vln



Tréning Flow II

- Neinvazívna stimulácia mozgu pre potenciálne inžinierstvo kognitívnych stavov:
 - transkraniálna stimulácia jednosmerným prúdom (tDCS)
 - transkraniálna stimulácia striedavým prúdom (tACS)
 - transkraniálna magnetická stimulácia (TMS)
- Flow coaching:
 - vzostup mentálneho tréningu v športe
 - zavádzanie nových prístupov a nástrojov



Tréningový prístup: Meditácia

- Prečo je to relevantné pre Flow?
 - nastavenie rámca pre vnútorné optimálne prežívanie
 - tréning zotrvania v prítomnom okamihu
 - posilnenie emocionálnej sebaregulácie
 - zníženie emocionálneho stresu
- Preferované typy meditácie:
 - Mindfulness (prítomnosť, uvedomovanie bez posudzovania, otvorený monitoring)
 - Vipassana (ponorenie, sústredená pozornosť, vytrvalá koncentrácia)
 - Dobrotivosti (indukcia pozitívnej valencie)

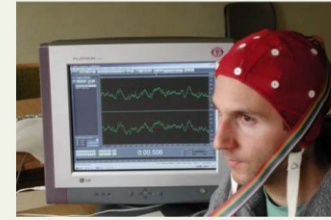
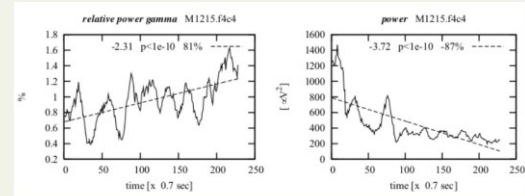


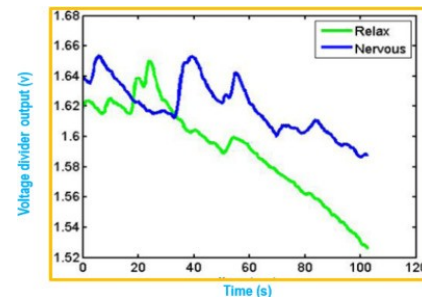
Fig. 1: Online monitoring of brain waves during neurophysiological data acquisition. Data were recorded in 2004 with then modern EEG laboratory equipment.



Julia F. Christensen (baletka a neurovedkyňa) o Flow: "Úplná absorpcia v pohyboch môjho tela, bez neustáleho 'mentálneho džavotu', ktorý zvyčajne sprevádza náš bdely život. Človek sa v tom úplne stráca.."

Tréningový prístup: Blúdenie mysle (Mind wandering)

- Potlačenie blúdenia mysle – stavu, keď myšlienky odbočujú od bezprostrednej úlohy
- Praktické cvičenie: Kto dokáže udržať myseľ bez myšlienok so zatvorenými očami 10 sekúnd?
- Dá sa „šum mysle“ monitorovať v reálnom čase?
 - celkový EEG výkon vo frontálnych oblastiach kortexu
 - GSR – odpor kože
- Trénovateľné biofeedbackom
- Odstránenie rozptýlení
 - Flow často slabne, keď sa dostaví úzkosť (ale aj nuda)

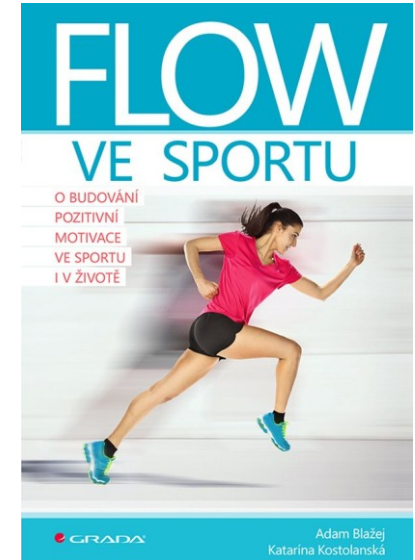
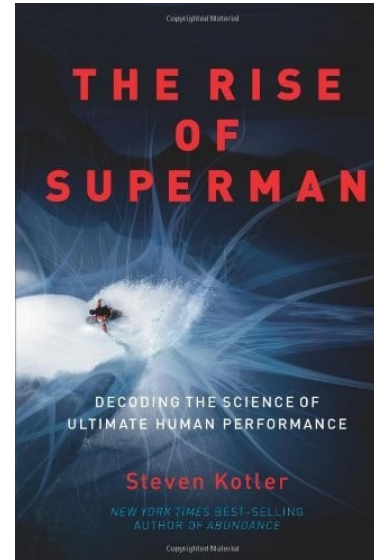
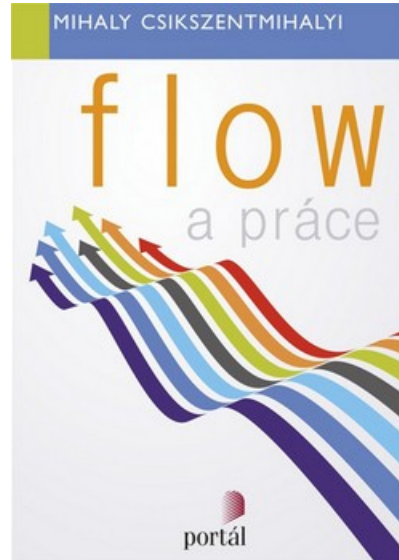
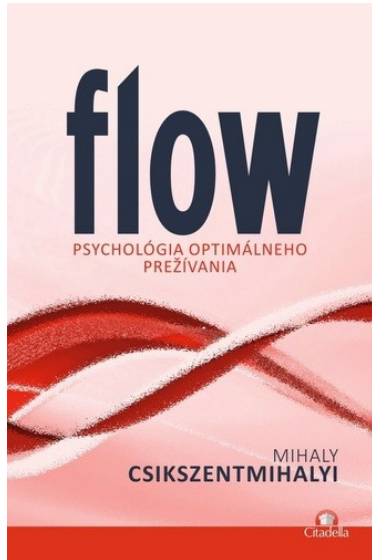


Etické aspekty a riziká

- Chceme prerobiť ľudí na stroje?
- Biohacking: ovládanie a manipulácia tela, fyziológie, kognície a prežívania
- Dilema okolo umelej inteligencie: Má pozitívny vplyv na ľudstvo?
- Vývoj sa však nedá zastaviť, radšej ho využime zmysluplne a s nutnými reguláciami
- Riziká:
 - Hyperkvantifikácia namiesto autentickej skúsenosti
 - Quantified self paradox: Podporujeme ľudskú augmentáciu kvôli vylepšovaniu alebo zničeniu?
 - Inštrumentalizácia: nadmerné zameranie sa na merané metriky, skúsenosti prostredníctvom dát
 - Strata spontánnosti a prirodzenej radosti z procesu

Ako môžeme sami zvládnuť Flow

- Literatúra pre osobný rozvoj
- Zlepšenie prepojenia mysle a tela (mind-body connection)
- Posilnenie schopnosti udržať si pokoj, sústredenie a inšpiráciu v každodennom živote



Záver

- Flow je biológia, nie mágia: ide o merateľné fyziologické a biochemické procesy
- Vedecké hľadanie pokračuje: dostupná evidencia Flow zostáva nedostatočná a nešpecifická
- Od popisu Flow až po jeho inžinierstvo: náš výskum sa zameriava na aktívne monitorovanie, predikciu a riadený tréning
- Naším cieľom je vyvinúť robustný Flow readiness index pomocou multimodálnych údajov a AI
- Tréning Flow cez syntézu technológie a múdrosti: kombináciou moderných nástrojov (biofeedback, neinvazívna stimulácia mozgu) s overenými mentálnymi technikami (všímavosť, Vipassana)
- Dopad na reálny svet: prispievanie k vyššej pracovnej efektivite a optimálnemu výkonu prakticky v akejkolvek činnosti

Ponuka bakalárskych a diplomových prác na tému Flow

- Fenomén Flow v športe: Psychologické a fyziologické aspekty, meranie a tréning optimálneho prežívania
- Teoretická analýza psychologických podkladov stavu Flow
- Analýza prežívania stavu Flow na základe subjektívnych reportov profesionálnych športovcov
- Interpretácia psychologických stavov na základe fyziologických reakcií organizmu
- Príspevok ku dizajnu experimentu skúmajúceho korelácie medzi psychologickými dotazníkmi a biomechanickými a fyziologickými ukazovateľmi
- Analýza dát z prostredia vrcholového mládežníckeho futbalu s cieľom identifikovať faktory, ktoré u hráčov navodzujú stav Flow alebo mu naopak bránia (zvýšené riziko zranení)
- Návrh postupov pre tréning „Flow readiness“ s využitím techník ako mindfulness, alebo moderný biofeedback

Kontakt

Michal Teplan

michal.teplan@savba.sk

0903 246 937