

Gymnázium Ústí nad Orlicí, T. G. Masaryka 106

Seminář z biologie

Školní rok 2017/2018

*Seminární práce*

# **VLIV KOFEINU NA FYZICKÝ VÝKON ČLOVĚKA**

## Obsah

Úvod .....	3
Obecné informace o kofeinu .....	3
Vliv na funkce těla .....	3
Vliv na centrální nervovou soustavu .....	4
Vliv na regeneraci .....	4
Měření .....	5
Měření č. 1 .....	5
Princip měření .....	5
Okolnosti měření .....	5
Použité nástroje a přípravky .....	5
Vyhodnocení dat .....	6
Subjektivní posudek .....	6
Měření č. 2 .....	7
Princip měření .....	7
Použité nástroje a přípravky .....	7
Okolnosti měření .....	7
Vyhodnocení dat .....	8
Subjektivní posudek .....	8
Rozhovory se sportovci .....	9
Závěr .....	9
Osobní zhodnocení práce .....	9
Seznam zdrojů .....	10
Přílohy .....	12

# Úvod

Ve své seminární práci bych se chtěl zaměřit na účinky kofeinu spojené s fyzickým výkonem. Toto téma jsem si vybral kvůli mému dlouhodobému zaujetí pro tuto látku. S kofeinem se setkáváme jak v běžném pracovním či studijním životě, například v podobě ranní kávy, tak i u profesionálních sportovců většinou v podobě suplementů. Rozhodl jsem se tedy pro vlastní výzkum jeho účinku na sportovní výkon.

V první, teoretické, části jsou shrnuty a porovnány informace o kofeinu samotném, jeho výskyt a předpokládaný vliv na jednotlivé životní funkce. Ve druhé části se věnuji samotnému výzkumu. Jedná se o určitý počet různých přesně definovaných sportovních výkonů při nichž jsou sledovány vybrané tělesné funkce. Třetí část se věnuje vyhodnocení získaných dat a dvěma stručným rozhovorům s dlouhodobými sportovci za účelem získání informací vyplývajících z dlouhodobého setkávání se s touto problematikou.

Cílem této práce je odpověď na otázku: „Je nárůst výkonu po požití kofeinu prokazatelný a markantní?“

## Obecné informace o kofeinu

Kofein je alkaloid s purinovým jádrem považovaný za jeden z nejlepších psychostimulantů a světově nejvíce užívanou drogou<sup>1;2</sup>. Zdrojem jsou kávové boby, listy čajovníku, bobule guarany a několik dalších rostlin<sup>3</sup>. Jeho přibližný obsah ve vybraných potravinách je k naleznutí v přílohách.<sup>4</sup>

## Vliv na funkce těla

Tato problematika je velice diskutovaným tématem nejen v lékařské literatuře<sup>5</sup>. Česká wikipedie sebestiše zmiňuje zvýšení tepové frekvence, uvolnění hladkého svalstva, rozšíření tepen nebo například celkovou stimulaci oběhového a respiračního systému<sup>6</sup>. S tímto souhlasí i článek v knize *Drogy v ulicích*, odkazující se na jeden z předních amerických lékařských časopisů *Western Journal of Medicine*. Článek dále uvádí zvýšení aktivity sympatického nervstva a zvýšení šance na výskyt nemocí srdce<sup>7</sup>. Poslední zmíněnou informaci, tedy zvýšení šance na výskyt nemocí srdce, částečně vyvrací výzkum vědkyně Min Cheng publikovaný v časopise *Canadian Journal of Cardiology*<sup>8</sup>.

---

<sup>1</sup> ZAMIEROSKI, Kirk, DYLEWSKI, Adam. In: *Youtube* [online]. 14.04.2014 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=YuJOhpNS0IY>. Kanál uživatele Reactions

<sup>2</sup> URBAN, Eduard. *Toxikománie*. Praha: Avicenum, 1973. *Život a zdraví* (Avicenum).

<sup>3</sup> Kofein. *Wikiskripta* [online]. 3.2.2018 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Kofein>

<sup>4</sup> viz příloha I.1

<sup>5</sup> TYLER, Andrew. *Drogy v ulicích: mýty - fakta - rady*. Praha: I. Železný, 2000. ISBN 80-237-3606-x.

<sup>6</sup> Kofein. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kofein>

<sup>7</sup> TYLER, Andrew C.d.

<sup>8</sup> CHENG, Min, Zunsong HU, Xiangfeng LU, Jianfeng HUANG a Dongfeng GU. *Caffeine Intake and Atrial Fibrillation Incidence: Dose Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies* [online]. [cit. 2018-04-24]. DOI: 10.1016/j.cjca.2013.12.026. ISBN 10.1016/j.cjca.2013.12.026. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0828282X13017613>

## Vliv na centrální nervovou soustavu

Dalším, pro nás zřejmě nejznámějším účinkem kofeinu, je oddálení pocitu únavy. Při štěpení vysokoenergetických molekul ATP vzniká chemikálie s názvem adenosin, která má v mozku speciální receptory, jejichž zaplnění signalizuje tělu únavu. Tím, že má kofein podobnou strukturu jako adenosin, je schopen ucpat receptory adenosinu, čímž tělo přestane únavu vnímat.<sup>9</sup>

Některé adeninové receptory jsou napojené na receptory zachycující další hormon, dopamin. Toto spojení zajišťuje změnu struktury dopaminového receptoru v případě usazení adeninu. Tato změna tvaru dopaminového receptoru znemožní usazení dopaminu. Avšak v případě, kdy je adeninový receptor obsazen molekulou kofeinu, tato změna tvaru neproběhne. Dopamin se naváže na receptor a v těle způsobí reakce doprovázené pocitem štěstí. To je tedy důvod, proč se po šálku kávy mnohdy cítíme lépe naladěni.<sup>10,11,12</sup>

## Vliv na regeneraci

Výzkum ohledně vlivu kofeinu na regeneraci provedl tým australských vědců pod vedením Johna Howleyho. Jednalo se o jízdu na ergometru až do vyčerpání a následné hodnocení regenerace pomocí biopsie svalů a krevních testů. Testováno bylo sedm trénovaných sportovců, kterým bylo podáno přesně stanovené množství sacharidů, v některých případech doplněné osmi miligramy kofeinu na kilogram tělesné hmotnosti. O přítomnosti kofeinu subjekty nevěděly.<sup>13</sup>

Výsledky měření během první hodiny velké rozdíly nenaznačovaly. Naopak po čtyřech hodinách pasivní regenerace byl rozdíl markantní. Konzumenti kofeinu měli ve svalech o dvě třetiny více glykogenu než ostatní. Zároveň se u nich zvýšila hodnota krevního cukru, koncentrace inzulínu a zvýšilo se i množství látek transportujících glukózu do svalů.<sup>14;15</sup>

---

<sup>9</sup> QUASIM, Hannah. In: *Youtube* [online]. 17.07.2014 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=foLf5Bi9qXs&t=164s>. Kanál uživatele TED.Ed

<sup>10</sup> QUASIM, Hannah. C.d.

<sup>11</sup> MOFFIT, Mitchell. In: *Youtube* [online]. 28.08.2014 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=4YOWEqGykDM>. Kanál uživatele AsapSCIENCE

<sup>12</sup> RIBEIRO, Joaquim A., Ana M. SEBASTIÃO, Rodrigo A. CUNHA a Alexandre DE MENDONÇA. Caffeine and Adenosine. *Journal of Alzheimer's Disease* [online]. 2010, 20(s1), S3-S15 [cit. 2018-04-24]. DOI: 10.3233/JAD-2010-1379. ISSN 18758908. Dostupné z:

<http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/JAD-2010-1379>

<sup>13</sup> PEDERSEN, David J., Sarah J. LESSARD, Vernon G. COFFEY, Emmanuel G. CHURCHLEY, Andrew M. WOOTTON, They NG, Matthew J. WATT a John A. HAWLEY. High rates of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2008, **105**(1), 7-13 [cit. 2018-04-28]. DOI: 10.1152/jappphysiol.01121.2007. ISSN 8750-7587. Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.01121.2007>

<sup>14</sup> PEDERSEN, David J., Sarah J. LESSARD, Vernon G. COFFEY, Emmanuel G. CHURCHLEY, Andrew M. WOOTTON, They NG, Matthew J. WATT a John A. HAWLEY. C.d

<sup>15</sup> PETR, Jaroslav. Unavené svaly zregeneruje kofein. *Osel* [online]. 11.7.2008 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: [www.osel.cz/3758-unavene-svaly-zregeneruje-kofoin.html](http://www.osel.cz/3758-unavene-svaly-zregeneruje-kofoin.html)

## Měření

Všechna měření jsem prováděl sám na sobě, především kvůli mým stabilním výsledkům a snažšímu subjektivnímu posuzování jednotlivých jízd.

### Měření č. 1

#### Princip měření

Při prvním měření bylo zvýšení výkonnosti měřeno na ergotrenažeru se zabudovaným wattmetrem. Jedná se o pětiminutový interval, v němž má testovaná osoba dosáhnout co nejvyššího průměrného výkonu. Toto měření bylo provedeno vícekrát v různých dnech střídavě „s“ a „bez“ použití kofeinu, coby stimulantu. Dávka kofeinu byla 200mg.

Všechna měření jsou zapsána v tabulce.

#### Okolnosti měření

Pro zachování objektivity a vyloučení odchylek měření bylo využito následujících opatření.

1. měření proběhla v místnosti s možností ventilace vzduchu
2. měření probíhala po úplné regeneraci
3. strava byla v posledních čtyřech hodinách před testováním omezena na ovoce a čistou vodu
4. v den testování výkonu bez kofeinu bylo zkonsumováno nulové množství kofeinu
5. kofein byl vpraven do těla v podobně tablety 15 minut před výkonem
6. subjektivní pocit fyzické připravenosti
7. počáteční frekvence 110 úderů za sekundu

#### Použité nástroje a přípravky

1. treňažér TACX T2200 Flow<sup>16</sup>
2. sporttestr Garmin Forerunner 235<sup>17</sup>
3. hrudní pás Polar H1 <sup>18</sup>
4. kolo Superior XP Road Elite 2012<sup>19</sup>
5. kofeinové tablety CAFFEINE PRO™ značky MYPROTEIN <sup>20</sup>

**Tabulka**

Datum	Průměrný výkon	Průměrná TF	Maximální TF	Přítomnost kofeinu
Po - 16.4.2018	<b>335 W</b>	<b>180</b>	<b>189</b>	<b>NE</b>
St - 18.4.2018	<b>348 W</b>	<b>186</b>	<b>193</b>	<b>ANO</b>
Pá - 20.4.2018	<b>342 W</b>	<b>182</b>	<b>191</b>	<b>NE</b>
Ne - 22.4.2018	<b>346 W</b>	<b>186</b>	<b>195</b>	<b>ANO</b>

<sup>16</sup> viz příloha 2.1

<sup>17</sup> viz příloha 2.2

<sup>18</sup> viz příloha 2.3

<sup>19</sup> viz příloha 2.4

<sup>20</sup> viz příloha 2.5

## Vyhodnocení dat

Z výsledků vyplývá, že zvýšení výkonu vlivem kofeinu je pouze minimální. Tyto drobné odchylky mohou být navíc způsobeny nepřesností měřicího aparátu.

Zřetelné je naopak zvýšení průměrné tepové frekvence. Předpoklad, že konzumace kofeinu způsobuje akutní zvýšení srdeční frekvence potvrzuje i výzkum Petera J. Greena uveřejněný na stránkách Americké lékařské knihovny.<sup>21</sup>

## Subjektivní posudek

Přestože změřený nárůst výkonu nebyl markantní, subjektivní vnímání jednotlivých výkonů bylo velice rozdílné.

Před výkony bez použití kofeinu byla citelná nervozita a i po zahřátí jsem cítil o poznání menší připravenost na výkon. Naopak po konzumaci kofeinové tablety jsem registroval o mnoho větší nadšení do jízdy. Pravděpodobně se jednalo o víru ve znatelně lepší a příjemnější výkon slibovanou mnohými články, jako například stránka MedopSport<sup>22</sup>, uvádějící až 27% nárůst výkonu, nebo kniha *Drogy v ulicích*, uvádějící pouze zvýšení psychického i fyzického výkonu.<sup>23</sup>

Při samotném průběhu testování jsem změny nepozoroval. Vždy se jednalo o stejné utrpení. Zvýšenou srdeční frekvenci jsem pocitově nezaregistroval.

Největší rozdíl mezi požitím a nepožitím kofeinu byl možný sledovat až po experimentech. Po skončení bezkofeinových jízd byla citelná celková únava. Naopak již brzy po skončení testů, při kterých byl kofein použit, se mi vrátila chuť vyvíjet další aktivitu. Psychicky jsem se tedy cítil o poznání lépe.

---

<sup>21</sup> GREEN, Peter J., Robert KIRBY a Jerry SULS. The effects of caffeine on blood pressure and heart rate: A review. *Annals of Behavioral Medicine* [online]. 1996, **18**(3), 201-216 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1007/BF02883398. ISSN 0883-6612. Dostupné z: <https://academic.oup.com/abm/article/18/3/201-216/4631332>

<sup>22</sup> MICHAEL, Rodina. KOFEIN – DOPING NEBO NE?. *MedopSport* [online]. 2.5.2014 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: <http://www.medopsport.cz/news/kofein-doping-nebo-ne/>

<sup>23</sup> TYLER, Andrew. C.d.

## Měření č. 2

### Princip měření

Principem druhého měření je jízda na kole ve venkovních podmínkách. Z důvodu eliminace přílišného vlivu povětrnostních podmínek byl k testování vybrán zalesněný kopec Andrlův Chlum.<sup>24</sup> Jedná o 3.7km dlouhé stoupání s průměrným sklonem 6.5%.<sup>25</sup> Tato cesta bude během jednoho měření ujeta dvakrát s desetiminutovou pauzou na sjezd a opětovnou přípravu. Tato dvojice výjezdů bude provedena dvakrát, jednou za požití kofeinu, podruhé bez něho, za účelem potvrzení nebo vyvrácení předchozího subjektivního pocitu z měření č. 1 o možnosti rychlejšího návratu k dalším sportovním výkonům. Dávka kofeinu byla opět 200mg.

Cílem výzkumu je především získat data o čase výjezdu a tepové frekvenci.

### Použité nástroje a přípravky

1. kolo Superior XP Road Elite<sup>26</sup>
2. sporttestr Garmin Forerunner 235<sup>27</sup>
3. měřič tepové frekvence Garmin HRM Premium<sup>28</sup>
4. kofeinové tablety CAFFEINE PRO™ značky MYPROTEIN<sup>29</sup>

### Okolnosti měření

Pro zachování objektivnosti a vyloučení odchylek měření bylo využito následujících opatření.

1. měření probíhalo po úplné regeneraci
2. strava byla v posledních čtyřech hodinách před testováním omezena na ovoce a čistou vodu
3. v den testování výkonu bez kofeinu bylo zkonsumováno nulové množství kofeinu
4. kofein byl vpraven do těla v podobě tablet 15 minut před výkonem
5. subjektivní pocit fyzické připravenosti
6. počáteční tepová frekvence 110 tepů za minutu

### Tabulka

Datum	Výjezd	Průměrná TF	Maximální TF	Čas výjezdu	Celkový čas	Přítomnost kofeinu
Po 23.4.2018	První	182 bpm	195 bpm	12:17	27:42	NE
	Druhý	173 bpm	192 bpm	15:25		
Čt 26.4.2018	První	183 bpm	194 bpm	12:22	27:15	ANO
	Druhý	177 bpm	192 bpm	14:53		

<sup>24</sup> mapa k nalezení v příloze 3.1

<sup>25</sup> veškeré informace o vzdálenostech a stoupání byly získány ze serveru www.mapy.cz

<sup>26</sup> viz příloha 2.4

<sup>27</sup> viz příloha 2.2

<sup>28</sup> viz příloha 2.6

<sup>29</sup> viz příloha 2.5

### **Vyhodnocení dat**

Z tabulky lze vyčíst, že kofein neměl na první jízdu téměř žádný vliv, časy jsou tedy velice vyrovnané. V druhé jízdě lze pozorovat zvýšení tepové frekvence při jízdě s kofeinem a zároveň zlepšení výsledného času o téměř půl minuty.

### **Subjektivní posudek**

V tomto případě se potvrdil závěr předchozího měření. Před druhou jízdou byla citelná větší připravenost a odhodlání k další jízdě. Bolest nohou byla v obou případech stejně intenzivní. Průběh jízdy byl stejně náročný až na prudké pasáže, které dle mého názoru zapříčinily časový rozdíl. V nich byl výkon pocitově lepší po požití kofeinu.



## Rozhovory se sportovci

První dotázanou osobou z řad dlouhodobých sportovců je cyklista Martin Blaho (19), který momentálně reprezentuje tým *Prestige cycling team* v cross-country závodech po celé republice.

*„Kofein používám ve formě tablet nebo speciální emulze před každým závodem a před většinou tréninků. I přes to, že se možná jedná o efekt placebo, pociťuji zvýšení koncentrace na výkon i zlepšení samotných výsledků. Potvrzené zlepšení výkonu nějakým měřením však nemám. Navíc je možné, že toto zlepšení je způsobeno ostatními látkami obsaženými v mé předzávodní stravě. Dalším účinkem který pociťuji je zvýšení tepové frekvence. Své maximální tepové frekvence jsem dosáhl právě po požití velkého množství kofeinu před závodem. O vlivu na regeneraci žádné informace nemám, ale domnívám se, že je pro regeneraci nejlepší nechat tělo v klidu a bez látek stimulujících organismus,“* shrnuje Blaho své zkušenosti s kofeinem.<sup>30</sup>

Druhou dotázanou osobou je znovu cyklista, tentokrát reprezentant České republiky opět v cross-country cyklistice a jeden z předních závodníků české juniorské Enduro Serie Lukáš Elčkner (16).

*„Kofein před závodem nepoužívám, tudíž jeho účinky nemohu posoudit. O jeho vlivu na zvyšování tepové frekvence jsem však přesvědčen. Většina sportovců z mého okolí kofein také nepoužívá,“* stručně shrnul svůj postoj Lukáš Elčkner.<sup>31</sup>

## Závěr

Samotným výzkumem bylo zjištěno, že kofein nemá prokazatelný vliv na výkonnost sportovce. Na druhou stranu se druhým měřením i rozhovorem potvrdil příznivý efekt na psychiku člověka, což v určitých případech, například při absenci vůle k výkonu, může mít pozitivní účinek na samotný výkon. Možnost efektu placebo nebyla předmětem zkoumání.

Prokázaným účinkem kofeinu je akutní zvýšení tepové frekvence.

## Osobní zhodnocení práce

Při psaní této práce jsem si vyzkoušel amatérský způsob výzkumu vlivu určité látky na lidský organismus. Zařazení rozhovorů s dlouhodobými sportovci mi pomohlo k bližšímu proniknutí do dané problematiky.

Při snaze o rozšíření této práce by bylo vhodné například provést více měření, provést měření bez vědomí o příjmu kofeinu nebo rozšíření měření například o údaje o krevním tlaku.

---

<sup>30</sup> BLAHO, Martin. Student Gymnázia v Ústí nad Orlicí. in verbis

<sup>31</sup> ELČKNER, Lukáš. Student Gymnázia v Ústí nad Orlicí. in verbis

## Seznam zdrojů

BLAHO, Martin. Student Gymnázia v Ústí nad Orlicí. in verbis

ELČKNER, Lukáš. Sudent Gymnázia v Ústí nad Orlicí. in verbis

GREEN, Peter J., Robert KIRBY a Jerry SULS. The effects of caffeine on blood pressure and heart rate: A review. *Annals of Behavioral Medicine* [online]. 1996, **18**(3), 201-216 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1007/BF02883398. ISSN 0883-6612. Dostupné z: <https://academic.oup.com/abm/article/18/3/201-216/4631332>

CHENG, Min, Zunsong HU, Xiangfeng LU, Jianfeng HUANG a Dongfeng GU. *Caffeine Intake and Atrial Fibrillation Incidence: Dose Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies* [online]. [cit. 2018-04-24]. DOI: 10.1016/j.cjca.2013.12.026. ISBN 10.1016/j.cjca.2013.12.026. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0828282X13017613>

Kofein. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kofein>

Kofein. *Wikiskripta* [online]. 3.2.2018 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Kofein>

MICHAEL, Rodina. KOFEIN – DOPING NEBO NE?. *MedopSport* [online]. 2.5.2014 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: <http://www.medopsport.cz/news/kofein-doping-nebo-ne/>

MOFFIT, Mitchell. In: Youtube [online]. 28.08.2014 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=4YOwEqGykDM>. Kanál uživatele AsapSCIENCE

PEDERSEN, David J., Sarah J. LESSARD, Vernon G. COFFEY, Emmanuel G. CHURCHLEY, Andrew M. WOOTTON, They NG, Matthew J. WATT a John A. HAWLEY. High rates of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2008, **105**(1), 7-13 [cit. 2018-04-28]. DOI: 10.1152/jappphysiol.01121.2007. ISSN 8750-7587. Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.01121.2007>

PETR, Jaroslav. Unavené svaly zregeneruje kofein. *Osel* [online]. 11.7.2008 [cit. 2018-04-28]. Dostupné z: [www.osel.cz/3758-unavene-svaly-zregeneruje-kofein.html](http://www.osel.cz/3758-unavene-svaly-zregeneruje-kofein.html)

QUASIM, Hannah. In: *Youtube* [online]. 17.07.2077 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=foLf5Bi9qXs&t=164s>. Kanál uživatele TED.Ed

RIBEIRO, Joaquim A., Ana M. SEBASTIÃO, Rodrigo A. CUNHA a Alexandre DE MENDONÇA. Caffeine and Adenosine. *Journal of Alzheimer's Disease* [online]. 2010, 20(s1), S3-S15 [cit. 2018-04-24]. DOI: 10.3233/JAD-2010-1379. ISSN 18758908. Dostupné z: <http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/JAD-2010-1379>

TYLER, Andrew. *Drogy v ulicích: mýty - fakta - rady*. Praha: I. Železný, 2000. ISBN 80-237-3606-x.

URBAN, Eduard. *Toxikománie*. Praha: Avicenum, 1973. Život a zdraví (Avicenum).

ZAMIEROSKI, Kirk, DYLEWSKI, Adam. In: *Youtube* [online]. 14.04.2014 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=YuJOhpNS0IY>. Kanál uživatele Reactions

# Přílohy

## 1.1<sup>32</sup>

Nápoj	Obsah (mg)	Obsah (mg/100ml)	Obsah (‰)
Káva (cca 200 ml)	120 mg	60	0,6 ‰
Čaj (černý, zelený i bílý, cca 200 ml, louhovaný 3 minuty)[2][3]	22-86 mg	11-43	0,25 ‰
Ledový čaj (200 ml)	30 mg	15	0,15 ‰
Limonáda	15 mg		
Kakao (100 g)	13 mg		0,13 ‰
Čokoládové mléko	4 mg		
Mléčná čokoláda (100 g)	3 mg		0,03 ‰
Hořká čokoláda (100 g)	10 mg		0,1 ‰
Kofola (100 ml)	15 mg	15	0,15 ‰
Coca-Cola (300 ml)	28,8 mg	9,6	0,10 ‰
Cherry cola (300 ml)	46,5 mg	15,5	0,16 ‰
Dr Pepper (300 ml)	39,6 mg	13,2	0,13 ‰
Pepsi cola (300 ml)	38,4 mg	12,8	0,13 ‰
RC Cola (300 ml)	36,3 mg	12,1	0,12 ‰
Semtex (100 ml)	32,0 mg	32	0,32 ‰
Red Bull (100 ml)	32,0 mg	32	0,32 ‰
Big Shock (100 ml)	32,0 mg	32	0,32 ‰
100 octane (250 ml)	80,0 mg	32	0,32 ‰
Kamikaze (275 ml)	70,125 mg	25,5	0,26 ‰
Kamikaze Strong (250 ml)	152,5 mg	61	0,61 ‰
Crazy Wolf (1 000 ml)	320 mg	32	0,32 ‰
Monster Energy (500 ml)	160 mg	32	0,32 ‰
Euro Shopper Energy drink (supermarket Albert) (100 ml)	32 mg	32	0,30 ‰

## 2.1<sup>33</sup>



## 2.2<sup>34</sup>



<sup>32</sup> Kofein. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kofein>

<sup>33</sup> Specifikace k naleznutí zde: [https://www.kupkolo.cz/cyklotrenazer-tacx-flow-t2200\\_z90871/](https://www.kupkolo.cz/cyklotrenazer-tacx-flow-t2200_z90871/)

<sup>34</sup> Specifikace k naleznutí zde: <https://www.garmin.cz/garmin-forerunner-235-optic-gray/78139>

2.3 <sup>35</sup>



2.4 <sup>36</sup>



2.5 <sup>37</sup>



2.6 <sup>38</sup>



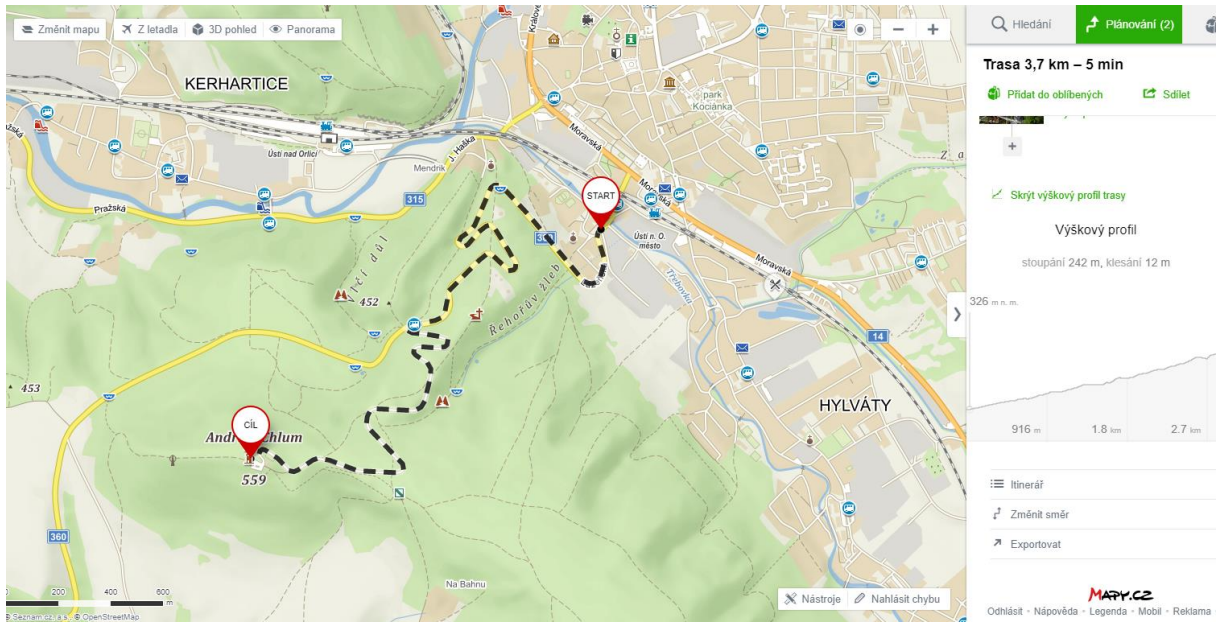
<sup>35</sup> Specifikace k naleznutí zde: <https://kolo.cz/clanek/superior-xp-road-elite-2012>

<sup>36</sup> Specifikace k naleznutí zde: [https://www.polar.com/cs/modelove\\_rady/prislusenstvi/vysilac\\_h1](https://www.polar.com/cs/modelove_rady/prislusenstvi/vysilac_h1)

<sup>37</sup> Podrobnosti k naleznutí zde: <https://www.myprotein.cz/sports-nutrition/caffeine-pro/10529801.html>

<sup>38</sup> Specifikace k naleznutí zde: <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/15490>

3.1<sup>39</sup>



<sup>39</sup> Zdroj: www.mapy.cz