

Hodnocení vlastností kontaktních elektrických paralyzérů

Bc. Maxim Ignatěv

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Maxim IGNATĚV**
Osobní číslo: **A11286**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Hodnocení vlastností kontaktních elektrických paralyzérů**

Zásady pro vypracování:

- 1. Seznamte se základními kontaktními elektrickými paralyzéry (dále jen KEP) a s jejich vlastnostmi.**
- 2. Analyzujte vybrané KEP z různých hledisek a účinků.**
- 3. Porovnejte vybrané KEP z různých hledisek a využitelnosti v průmyslu komerční bezpečnosti (dále jen PKB).**
- 4. Navrhňte případné vylepšení KEP a jejich využití pro hlavní pracovní pozice v PKB.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **ČSN EN 61000-3-3 ed. 2 (333432): Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 3-3: Meze – Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem 16 A, které není předmětem podmíněného připojení.** In: 2009, roč. 2, s. 28. EAN 8590963833231.
2. **KOMENDA, Jan a Zdeněk MALÁNÍK. Zákeřné zbraně. 1. vyd. Brno: Josef Tůma, 2002, 175 s. ISBN 80-902-5659-7.**
3. **LAPKOVÁ, Dora a Zdeněk MALÁNÍK. Rozdělení zbraní a osobních prostředků. Bezpečnostní technologie, systémy a management II.: Teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti. 1. vyd. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBuM, 2012, 142 – 155. ISBN 978-80-87500-19-4.**
4. **Nařízení vlády č. 616/2006 Sb.: o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility.** In: č. 191/2006. Praha, 2006, 191, s. 8.
5. **Zákon č. 22/1997: o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.** In: 6. Praha, 1997, 6, s. 8.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zdeněk Maláník

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2013

Ve Zlíně dne 8. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce analyzuje a vzájemně porovnává různé vlastnosti kontaktních elektrických paralyzérů, zkoumá jejich účinky na člověka, hodnoty elektrického proudu a napětí. Konkrétně zkoumá paralyzéry typu UZI SG PEN 500, UZI 1500K, Power 200, Scorpy 200, Scorpy Max a TW-359.

Provedenými zkouškami se prokázalo, že zkoumané přístroje nemají prezentované hodnoty a účinky.

Klíčová slova: UZI SG PEN 500, UZI 1500K, Power 200, Scorpy 200, Scorpy Max, TW-359, KEP

ABSTRACT

In this work the properties of contact electric stun guns are tested and analysed. Researched values are voltage and amperage and real effect to human. Tested stun guns are UZI SG PEN 500, UZI 1500K, Power 200, Scorpy 200, Scorpy Max and TW-359.

The performed tests proved that the examined devices do not have presented values and effects.

Keywords: UZI SG PEN 500, UZI 1500K, Power 200, Scorpy 200, Scorpy Max, TW-359, Stun gun

Děkuji vedoucímu své práce Ing. Zdeňkovi Maláníkovi za odborné rady a poskytnutí technických prostředků nutných pro realizaci této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Petrovi Skočíkovi a Ing. Lubomírovi Macků za jejich odborné rady. Veliké poděkování patří Doc. Ing. Vladislavovi Kvasničkoví, CSc. za účinnou pomoc a poskytnutí přístrojů nutných pro měření.

Také jsem vděčný kolegům, kteří se podíleli na zkouškách a měřeních. Děkuji jim za pomoc, odvahu a sebeobětování. Jsou to Dora Lapková, Hana Urbančoková, Milan Reichert, Tomáš Šenkeřík, Roman Baroň, Jan Ehler, Ondřej Růčka, Michal Gracla, Ondřej Slováček a spousta dalších nejmenovaných.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 21.5.2013


.....
podpis diplomanta

ÚVOD	11
I. TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ELEKTRINA	14
1.1 ELEKTRICKÝ PROUD	14
1.1.1 Základní charakteristika.....	14
1.1.2 Druhy elektrického proudu	14
1.1.3 Časový průběh	14
1.1.4 Prostorové rozložení	15
1.1.5 Nositelé náboje.....	15
1.2 ELEKTRICKÉ NAPĚTÍ.....	16
1.2.1 Základní charakteristika.....	16
1.3 STATICKÁ ELEKTRINA	16
1.3.1 Základní charakteristika.....	16
1.3.2 Užitá elektrostatika	17
1.3.3 Škodlivá elektrostatika.....	17
1.3.4 Potenciál.....	17
1.3.5 Hromadění náboje na vodivém objektu	17
1.3.6 Nabíjení osob	18
1.3.7 Porovnání hodnot s KEP	20
1.4 ELEKTRICKÝ VÝBOJ.....	20
1.4.1 Základní charakteristika.....	21
2 LEGISLATIVA	23
2.1 ZÁKONY.....	23

2.1.1 Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a související předpisy.....	23
2.1.2 NV 616/2006 Sb. o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility	23
2.2 NORMY.....	24
2.2.1 ČSN IEC 479-1 - Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo (neplatná 1.6.2010)	24
2.2.2 ČSN IEC 479-2 - Účinky proudu procházejícího lidským tělem (neplatná 1.6.2010)	26
2.2.3 ČSN 33 2010 - Ochrana před nebezpečným dotykem (neplatná 1.2.1996)...	26
2.2.4 ČSN EN 61000 - Elektromagnetická kompatibility.....	27
2.2.5 ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 - Ochrana před úrazem elektrickým proudem	27
II. PRAKTICKÁ ČÁST.....	30
3 LABORATORNÍ MĚŘENÍ	31
3.1 ELEKTRICKÉ NAPĚTÍ METODOU KULOVÉHO JISKŘIŠTĚ	31
3.1.1 Popis metody.....	31
3.1.2 Změřené hodnoty	33
3.2 ELEKTRICKÝ PROUD POMOCÍ OSCILOSKOPU A ODPOROVÉHO DĚLIČE	36
3.2.1 Popis metody.....	36
3.2.2 Změřené hodnoty	38
4 TESTY	48
4.1 POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH KEP.....	48
4.1.1 UZI PEN SG 500	48
4.1.2 UZI SG 1500K.....	49
4.1.3 Power 200	51

4.1.4 Scorpy 200	52
4.1.5 Scorpy Max	54
4.1.6 TW-359	56
4.2 TESTOVÁNÍ NA SKUPINĚ OSOB	58
4.2.1 Lidská reakce	58
4.2.2 Účinky na různých částech těla.....	62
4.2.3 Reakce při „neočekávaném“ kontaktu	68
4.2.4 Účinnost při modelové situaci simulující konflikt.....	69
4.3 ZKUŠENOSTI Z TERÉNU PRACOVNÍKŮ PKB.....	71
5 LÉKAŘSKÉ TESTY	73
5.1 EKG	73
5.2 PRAKTICKÝ LÉKAŘ	76
6 KONFRONTACE HODNOT	79
6.1 POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT EN S HODNOTAMI UDÁVANÝMI VÝROBCI	79
6.2 POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT EP S HODNOTAMI UDÁVANÝMI V NORMÁCH	82
7 TECHNICKÝ VÝVOJ	85
7.1 NÁVRH VYLEPŠENÍ	85
7.1.1 Zvyšování elektrického výkonu	85
7.1.2 Distanční nástavec	86
7.1.3 Kombinace zahraničního designu a české elektroniky	86
7.2 VÝVOJOVÉ TRENDY	87
8 DOPORUČENÍ PRO UŽIVATELE	91
ZÁVĚR.....	92

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	94
SEZNAM TABULEK	96
SEZNAM GRAFŮ.....	98
SEZNAM ROVNIC.....	99
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	100
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	101
SEZNAM PŘÍLOH.....	103

ÚVOD

Kontaktní elektrické paralyzéry jsou nesmrtící obranné prostředky. Ohledně jejich použití a účinků koluje spousta mýtů. Zajímalo mne, jaká je skutečnost a co lze od KEP opravdu očekávat. Tyto přístroje jsem zkoumal již při tvorbě své bakalářské práce, takže pro mne nejsou úplnou neznámou. Jejich problematika mne zaujala, proto jsem se snažil získané vědomosti a zkušenosti ještě prohloubit. [1]

Obecné povědomí o těchto přístrojích je velmi malé a navíc ještě značně zkreslené vlivem akčních filmů.

Otázkou tedy je, jestli KEP svou funkci opravdu plní nebo nikoli. Na tuto otázku tato práce hledá odpověď, zkoumá několik druhů přístrojů, vzájemně je mezi sebou porovnává a také konfrontuje s deklarovanými hodnotami.

Vzniklé poznatky mohou být k užítku pracovníkům PKB nebo libovolným uživatelům, kteří si KEP pořídili jako sebeobranný prostředek nebo o tom uvažují.

Získávání údajů bylo velmi obtížné, protože přístroje, které by dokázaly pracovat s tak vysokým napětím, jež patří k této problematice, není vůbec snadné sehnat. Za tímto účelem jsem kontaktoval mnoho vysokých a středních škol technického charakteru a pouze jedna mi dokázala poskytnout pomoc. I státní ústavy poukazovaly na problém s měřicími přístroji pro takovéto hodnoty.

Pro ucelený obraz funkčnosti a vlastností zkoumaných KEP jsem využil analýzu dostupných informací, pozorování a řadu experimentů k ověření hypotéz a získání nových poznatků. Po syntéze všech shromážděných informací jsem mohl dedukovat závěry této práce.

V teoretické části této práce jsou definovány elektrotechnické pojmy, které se ke KEP vztahují, tedy elektrické napětí, elektrický proud a statická elektřina, následované příslušnými technickými normami a legislativou, související s touto problematikou. V praktické části jsou zaznamenány měřicí metody pro stanovení hodnot elektrického napětí formou kulového jiskřiště, souvisejícího odporu lidského těla a několik pokusů získat hodnoty elektrického proudu, který byl nakonec získán výpočetní metodou. Dále posouzení jednotlivých zkoumaných přístrojů, experimenty zkoumající účinky KEP na člověka, první dojmy z kontaktu, místa na lidském těle, kde je paralyzér nejúčinnější, zahrnující modelové situace, lékařská vyšetření a poznatky z praxe. Změřené hodnoty

jsou porovnávány s udávanými v případě elektrického napětí a s normami stanovenými hodnotami v případě elektrického proudu. Práce obsahuje možné návrhy vylepšení KEP a popisuje současné vývojové trendy. Na základě získaných informací a poznatků formuluje doporučení pro uživatele KEP.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTRINA

Vzhledem k tomu, že se jedná o kontaktní elektrické paralyzéry, je potřeba nastínit některé pojmy, které s touto problematikou souvisí. U elektřiny jedna definice vede k další a KEP už kvůli tomu, že pro jejich základní funkci je třeba vznik jiskrového výboje, jich spoustu spojuje. [2, 3]

1.1 Elektrický proud

Elektrický proud je dobře známým pojmem, jedná se však o širokou oblast fyzikálních věd, která s KEP přímo souvisí a ovlivňuje některé předpoklady a závěry, proto si dovoluji uvést krátké shrnutí základních pojmů. [2, 3]

1.1.1 Základní charakteristika

Elektrický proud je přesun elektrického náboje. Jako fyzikální veličina vyjadřuje přesun určitého množství elektrického náboje za časovou jednotku. [2, 3]

1.1.2 Druhy elektrického proudu

Elektrický proud dělíme podle několika hledisek. Jeho rozdělení vychází z časového průběhu, rozložení nebo nositele elektrického náboje. [2, 3]

1.1.3 Časový průběh

Definuje elektrický proud z hlediska změny jeho velikosti nebo směru toku v čase.

[2, 3]

Stacionární proud

Stacionární proud nemění v průběhu času svou velikost ani směr toku. [2, 3]

Nestacionární proud

Nestacionární proud mění v průběhu času svou velikost nebo směr toku. [2, 3]

Stejnoseměrný proud

Stejnoseměrný proud nemění v čase směr svého toku. Může však docházet ke změně velikosti proudu. [2, 3]

Střídavý proud

Střídavý proud mění v čase periodicky svou velikost i směr, jeho střední hodnota je nulová. Typický průběh má sinusový tvar, ale mohou být i jiné. [2, 3]

Okamžitý proud

Okamžitý proud je množství elektrického náboje, které projde vodičem za nekonečně krátký čas. [2, 3]

Průměrný proud

Průměrný proud definujeme, jestliže elektrický náboj prochází rovnoměrně průřezem vodiče. [2, 3]

1.1.4 Prostorové rozložení

Rozlišujeme objemový a plošný elektrický proud. [2, 3]

Objemový proud

Objemový proud je tradiční případ, kdy elektrický náboj prochází celým objemem vodiče. [2, 3]

Plošný proud

Plošný proud vzniká v případě, kdy je tloušťka vodiče vzhledem k jeho ostatním rozměrům zanedbatelná nebo proud protéká pouze u povrchu vodiče. [2, 3]

1.1.5 Nositelé náboje

Rozdělení proudu podle způsobu přenosu elektrického náboje. [2]

Kondukční proud

Kondukční proud neboli vodivostní je způsoben uspořádaným tokem volných nositelů náboje, jako jsou volné elektrony v kovech nebo ionizovaných molekulách v plynech. [2, 3]

Konvekční elektrický proud

Konvekční elektrický proud vzniká při mechanickém pohybu hmoty, ve které je vázaný elektrický náboj. [2, 3]

U KEP se v závislosti na konstrukci vyskytuje stacionární i nestacionární proud, stejně tak stejnosměrný i střídavý proud.

1.2 Elektrické napětí

Elektrické napětí je hlavní devízou KEP a na základě jeho velikosti daný přístroj každý posuzuje.

1.2.1 Základní charakteristika

Elektrické napětí je práce, kterou vykoná elektrostatické pole přemístěním kladného elektrického náboje z jednoho bodu do druhého. Je možné jej vyjádřit jako rozdíl potenciálů těchto bodů. [2, 3]

Konkrétní hodnoty a účinky elektrického napětí jsou zde popsány později u příslušných norem a kapitol.

1.3 Statická elektřina

I když by se mohlo zdát, že s danou problematikou statická elektřina nijak nesouvisí, opak je pravdou a tento fenomén zde uvádím záměrně. Neexistuje totiž zřejmě jiný přirozený jev, který by byl KEP ve své podstatě tak podobný. Výboj vytvářený při vybití elektrostatického pole a výboj paralyzérů jsou prakticky totožné, u paralyzérů se pouze opakují.

1.3.1 Základní charakteristika

Elektrostatické pole neboli statická elektřina je obor elektrotechniky zabývající se jevy, v nichž se nevyskytují časově závislé veličiny nebo v nichž se změny odehrávají za nekonečně dlouhý, respektive velmi dlouhý čas. [3]

Z hlediska významu ve výrobním průmyslu a běžném prostředí dělíme elektrostatiку do dvou kategorií: Užitá elektrostatiку a škodlivá elektrostatiку. Z fyzikálního hlediska se nijak neliší, platí pro ně stejné zákony a využívají se shodné měřicí přístroje, jde pouze o formální rozdělení na základě subjektivního vnímání těchto jevů a využití pro člověka. [3]

1.3.2 Užitá elektrostatika

Mezi praktické využití elektrostatiky patří zejména kopírování, tisk, aplikace barev a laků, filtrace vzduchu a jiných plynů, dočasné spojování neferomagnetických materiálů atd. [3]

1.3.3 Škodlivá elektrostatika

Jako škodlivou elektrostatiku zpravidla označujeme stav, při kterém dochází k nežádoucímu vybití elektrostatického pole neboli vznik jiskrového výboje. Tento efekt může mít negativní vliv na jemnou elektroniku, způsobuje zvýšenou přilnavost prachových částí atd. Mimo to je také nepříjemný pro člověka, pokud dojde k přímému kontaktu. [3]

1.3.4 Potenciál

Elektrostatické pole působí silou na elektrický náboj vstupující do pole jeho působnosti. Potenciál je tedy množství práce, kterou elektrostatické pole vykoná při přenesení tohoto náboje z bodu s nulovým potenciálem do daného bodu. Místo s nulovým potenciálem leží v nekonečnu. Jde tedy o množství práce, které musí elektrostatické pole dodat jednotkovému náboji, aby se dostal z nekonečna do daného místa v elektrostatickém poli.

$$\text{Potenciál} = \text{práce/náboj} = J/C \text{ [V]}$$

Rozdíl dvou potenciálů se nazývá napětí. [2, 3]

$$U = \varphi_B - \varphi_A \quad (1)$$

1.3.5 Hromadění náboje na vodivém objektu

Elektricky vodivý objekt je charakterizován svým měrným elektrickým odporem ρ , kapacitou C proti zemi a svodovým odporem proti zemi R_s .

Při nabíjecím procesu nabíjí proud i kapacitu C . Při tom roste na kapacitě napětí U . Současně však nabíjecí část nabíjecího proudu odtéká přes svodový odpor R_s do země.

K ustálenému stavu dojde v okamžiku, kdy celý proud i protéká odporem R_s do země a nezvyšuje tak dále náboj na kapacitě C . Pro tento případ musí platit Ohmův zákon.

[2, 3]

$$U = R_s \cdot i \quad [V, \Omega, A] \quad (2)$$

Pro velikost náboje na objektu a jeho energii pak platí vztahy:

$$\begin{aligned} Q &= U \cdot C && [C, V, F] \\ W &= \frac{1}{2} \cdot U^2 \cdot C = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U && [J, V, F, C] \end{aligned} \quad (3)$$

Přiblížíme-li k nabitému objektu uzemněný objekt, může dojít k výboji. Vzhledem k malému odporu ρ vodiče, pohybují se náboje na vodiči vysokou rychlostí a při vzniku výboje na libovolném místě vodiče dojde k vybití celého na objektu nashromážděného náboje z tohoto jediného místa. Takovému výboji říkáme jiskrový. Má nejvyšší zápalnou schopnost ze všech druhů výbojů. [2, 3]

1.3.6 Nabíjení osob

K nabíjení osob dochází indukci, nasedáním iontů z okolí, třením prádla o pokožku a šatů o prádlo, šoupáním obuví po podlahovině, dotekem vodivého objektu atp. Ve všech případech je nutno považovat lidské tělo za vodič, a pokud je odizolováno od země izolační obuví, má také vyjádřenou kapacitu. Velikost této kapacity závisí na tloušťce, druhu a ploše podešví a na poloze těla v prostoru a dosahuje hodnot v rozmezí 40 až 500 pF. Podle našich průzkumů lze považovat za obvyklou hodnotu 100 až 200 pF. [3]

Pokud dojde k unipolárnímu nabití člověka, dotekem nabitého objektu, nasedání iontů jedné polarity atp., je tento náboj volný a může za vhodných okolností být příčinou

výboje a eventuálně zapálení. Dochází-li k nabíjení procesem oddělování dvojrstev, např. styk prádla s pokožkou, oděvu s prádlem, obuvi s podlahou atd., tvoří se obvykle dva stejně veliké náboje opačných polarit na obou objektech. Pokud nedojde k prostorovému rozdělení nábojů obou polarit, neprojevuje se jejich účinek navenek. V opačném případě se uvolní náboj jedné polarit a může se stát nebezpečný svému okolí. Jako příklad možno uvést svléknutí části oděvu. [3]

Uvažujeme-li plynulý nabíjecí proces, pak je maximální náboj omezen při daném nabíjecím proudu buď hodnotou svodového odporu, nebo maximální možnou intenzitou elektrického pole v okolí, které vyvolá doutnavý výboj. Platí vždy to kritérium, které je pro daný případ přísnější. [3]

Je-li svodový odpor R_s příliš vysoký, pak bývá obvykle náboj na člověku omezen maximálním napětím, při kterém dochází k doutnavým výbojům na silně zakřivených částech těla, kde je intenzita elektrického pole nejvyšší, např. vlasy, vousy, chloupky, prsteny atd. Tato hodnota bývá 30 až 40 kV. [3]

Energie elektrického náboje jsou pak dle vztahu:

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \quad (4)$$

pro různé kapacity tyto:

Tab. 1 – Energie náboje, [zpracování vlastní] hodnoty převzaty [3]

C (pF)	50	100	150	200
W 30 kV	22,5 mJ	45 mJ	67,5 mJ	90 mJ
W 40 kV	40 mJ	80 mJ	120 mJ	160 mJ

Pro omezení nahromaděné energie vhodným svodovým odporem platí:

$$\begin{aligned}U &= R_S \cdot i \\Q &= C \cdot U \\W &= \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot R_S^2 \cdot i^2\end{aligned}\tag{5}$$

Podle posledního vztahu je zřejmé, že při dané kapacitě člověka C a daném nabíjecím proudu i je energie závislá na druhé mocnině svodového odporu. „Podle ČSN 33 2030 postačí pro většinu případů svodový odpor $10^6 \Omega$.“ [3]

1.3.7 Porovnání hodnot s KEP

Statická elektřina sice přímo nesouvisí s funkcí KEP a nikterak se na ní nepodílí, ale uvádím ji zde jako zajímavé srovnání.

Málokterý člověk se setkal s KEP a jeho povědomí je malé a ovlivněné mýty a filmovým průmyslem, který vytváří velmi zavádějící dojem. Naproti tomu účinkům statické elektřiny byl v průběhu života vystaven víceméně každý a s účinky tohoto fyzikálního jevu je tedy obeznámen.

Statická elektřina má s KEP velkou podobnost, a to ve velikosti napětí a způsobu přesunu náboje formou elektrického výboje. Z předchozího textu známe hodnoty napětí statické elektřiny až 40 kV, ta nicméně může být i vyšší. Maximální naměřená hodnota napětí KEP na FEL ČVÚT v roce 2011 byla 46,98 kV, což je velmi podobná hodnota. Na tomto základě si každý může udělat alespoň základní představu o síle výboje KEP.

Dalším možným srovnáním je elektrický ohradník. Velikost napětí u něj sice bývá poněkud nižší, cca 10 kV, ale dochází u něj k průchodu celým tělem, respektive po značně delší dráze, tudíž jeho účinek je nesrovnatelně vyšší.

1.4 Elektrický výboj

Díky elektrickému výboji mohou KEP fungovat v tom smyslu, jak je dnes známe. K tomuto jevu směřují všechny procesy, které se dějí uvnitř přístroje. Účelem je transformace zdrojového napětí na napětí dostatečné k tomu, aby mohlo dojít k výboji, a to opakovaně. [2]

1.4.1 Základní charakteristika

Elektrický výboj neboli vedení proudu v plynech je ovlivněno řadou faktorů, mezi které patří zejména teplota, tlak, druh plynu, velikost napětí, vlastnosti elektrod atd. Při tomto ději dochází k ionizaci plynu a vzniku, respektive přeměně na plazmu.

Podle velikosti napětí a hustoty proudu vzniká buď nesamostatný, nebo samostatný elektrický výboj. Za normálního tlaku vznikají například výboje jiskrové, obloukové a trsovité. Za sníženého tlaku, u kterého částice dosahují vyšší energie, vznikají výboje doutnavé, katodové záření a kanálové záření. [2]

Nesamostatný výboj

Nesamostatný elektrický výboj zaniká po odebrání ionizátoru nebo po zvýšení napětí přechází v některou z forem samostatného elektrického výboje. Je pro něj charakteristická nízká hustota proudu. [2]

Zajímavostí u nesamostatného výboje je výrazná závislost proudové hustoty na vnějších vlivech. Například ultrafialové, rentgenové nebo radioaktivní záření výrazně zvyšuje jeho proudovou hustotu. [2]

Charakteristická proudová hustota u tohoto druhu výboje se v konstantní části průběhu voltampérové charakteristiky pohybuje v rozmezí $10^{-3} - 10^{-12} \text{ A/m}^2$. [2]

Samostatný výboj

Pro samostatný elektrický výboj je charakteristická značně vyšší proudová hustota oproti nesamostatnému elektrickému výboji a je schopen udržet se i bez ionizátoru. Bývá doprovázen typickým zářením plynu. Nejtypičtějšími formami samostatného výboje jsou výboj doutnavý a obloukový. [2]

Stacionární výboj

Stacionární výboj je charakterizován stacionární proudovou hustotou při konstantním napětí. Typickým příkladem stacionárního výboje jsou výboj doutnavý a obloukový. [2]

Nestacionární výboj

Nestacionární výboj nemá stacionární proudovou hustotu. Jeho nejtypičtějším příkladem je jiskrový výboj. [2]

Jiskrový výboj

Jiskrový výboj je elektrický výboj samostatný, nestacionární, vznikající za atmosférického tlaku. Jeho nejznámějším příkladem je blesk. Další obecně známý případ je výboj statické elektřiny. [2]

KEP vytváří nestacionární jiskrový výboj. Jde o výboj svým charakterem i elektrickým napětím velice podobný výboji statické elektřiny. Srovnatelné hodnoty napětí běžně využívají elektrické ohradníky na pastvinách.

2 LEGISLATIVA

V úvodu této kapitoly je nutné zmínit, že v české legislativě zatím neexistuje zákon, který by se přímo zmiňoval o KEP, nebo podmínkách jeho použití. Výčet následujících zákonů a norem se jich může dotýkat nebo upravovat související oblasti.

2.1 Zákony

Zákony se KEP dotýkají zejména v oblasti týkající se certifikace a ani v této oblasti není jednoduché je zařadit, protože zákon takový pojem nezná.

2.1.1 Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a související předpisy

Tento zákon upravuje způsob, kterým jsou stanovovány technické požadavky na výrobky. Týká se výrobků, které by mohli ve zvýšené míře ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo životní prostředí, popřípadě jiný veřejný zájem.

Stanovuje práva a povinnosti výrobců a prodejců takovýchto výrobků a také práva a povinnosti osob, respektive ústavů zodpovědných za uplatňování tohoto zákona formou zkoušek a testů podle platných norem nebo vytváření těchto norem. [4]

2.1.2 NV 616/2006 Sb. o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility

Jak již samotný název napovídá, toto nařízení definuje požadavky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility, což v praxi podle vyjádření Elektrotechnického zkušebního ústavu znamená, že předně nesmí docházet k rušení telekomunikačních zařízení. [5]

Průběh a způsob zkoušky definuje ČSN EN 61000 - Elektromagnetická kompatibility.

Legislativa oblast KEP značně opomíjí. Tento pojem v ní není přesně definován, neexistuje proto přesná úprava.

2.2 Normy

Na základě norem jsem se pokusil získat alespoň nějaká pravidla platná pro použití nebo konstrukci paralyzérů. Získat definici povoleného proudu nebo hodnoty napětí. I v této oblasti je řešení nejednoznačné a sporné.

2.2.1 ČSN IEC 479-1 - Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo (neplatná 1.6.2010)

Účinky sinusového střídavého proudu v rozsahu 15 Hz – 100 Hz

Práh vnímání

Práh vnímání ovlivňuje několik parametrů, jako jsou doba trvání kontaktu, plocha elektrody, respektive plocha kontaktu, způsob kontaktu, který může být vlhký nebo suchý, teplota atd. Jde o subjektivní stav.

Tato norma jako práh reakce přijímá obecnou hodnotu 0,5 mA nezávislou na čase. [6]

Práh odpoutání

Práh odpoutání je závislý na parametrech, stejně jako práh vnímání.

Uvažuje se průměrná hodnota 10 mA. [6]

Práh komorové fibrilace

Práh komorové fibrilace je ovlivněn řadou fyziologických parametrů, jako je anatomie těla, stav srdeční funkce, stejně jako na elektrických parametrech, zejména na parametrech proudu, dráze průchodu proudu a době trvání. [6]

U sinusového střídavého proudu (50 Hz nebo 60 Hz) práh fibrilace značně poklesne, jestliže působení proudu se prodlouží za periodu srdečního cyklu. K tomuto účinku dochází zvýšenou nestejnorodostí vybuzeného stavu srdce v důsledku dodatečných srdečních stahů vyvolaných proudem. [6]

Působí-li proud při úrazu v čase do 0,1 s, může se fibrilace vyskytnout u proudu o intenzitách nad 500 mA a pravděpodobně se vyskytuje u proudů o intenzitách řádu několika jednotek ampérů pouze tehdy, jestliže k zasažení proudem dojde v době zranitelnosti. Působí-li proud takové intenzity a po dobu delší než je jeden srdeční cyklus může způsobit vratnou zástavu srdce. [6]

Úpravou výsledků pokusů provedených na zvířatech a na lidské bytosti byla stanovena obvyklým způsobem křivka c1 pro dráhu proudu z levé ruky do obou chodidel, pod kterou je výskyt fibrilace nepravděpodobný. Vysoká úroveň pro krátké doby působení proudu mezi 10 ms a 100 ms byla zvolena jako sestupná linie od 500 mA do 400 mA. Na základě informací o elektrických úrazech byla zvolena dolní úroveň pro doby delší než 1 s jako sestupná linie z 50mA při 1 s až 40 mA pro doby delší než 3 s. Obě úrovně jsou spojeny hladkou křivkou. [6]

Účinky stejnosměrného proudu

Pojem „stejnosměrný proud“ znamená stejnosměrný proud bez zvlnění. Avšak pokud jde o účinky fibrilace, považují se údaje této kapitoly za platné pro stejnosměrné proudy se sinusovým zvlněním nepřesahujícím 10 % efektivní hodnoty. [6]

Práh vnímání

(viz sinusový proud), práh vnímání 2 mA. [6]

Práh odpoutání

Na rozdíl od střídavého proudu nelze pro stejnosměrný proud definovat práh odpoutání. Pouze připojení a odpojení proudu vyvolává bolestivé a křečovitě stahy svalů. [6]

Jiné účinky

Nad 100 mA může vzniknout v končetinách během protékání proudu pocit tepla. Uvnitř kontaktní plochy vznikají bolestivé pocity v kůži.

Příčné proudy do 300 mA protékající lidským tělem po několik minut, rostoucí s časem, mohou způsobit vratné srdeční arytmie, stopu po proudu, popáleniny, závratě, a někdy bezvědomí. Nad 300 mA je výskyt bezvědomí častý.

U proudů o několika ampérech, trvajících více než několik sekund, dochází k hlubokým popáleninám nebo jiným zraněním a dokonce k úmrtí. [6]

Celkový odpor těla pro stejnosměrný proud.

„Nad 1000 V lze předpokládat, že vliv impedance kůže je zanedbatelný a proto celková impedance a celkový odpor mají prakticky stejné hodnoty“. [6]

2.2.2 ČSN IEC 479-2 - Účinky proudu procházejícího lidským tělem (neplatná 1.6.2010)

V části nazvané Účinky jednorázových jednosměrných krátkodobých impulsních proudů tato norma popisuje účinky proudu procházejícího lidským tělem ve formě jednorázových jednosměrných obdélníkových impulsů, sinusových impulsů a impulsů, které jsou výsledkem kondenzátorových výbojů.

Stanovené hodnoty se považují za uplatnitelné pro trvání impulsů od 0,1 ms do 10 ms včetně. [7]

2.2.3 ČSN 33 2010 - Ochrana před nebezpečným dotykem (neplatná 1.2.1996)

Norma ČSN 33 2010 řeší především provoz výrobních strojů a ochranu před nechtěným dotykem. Vzhledem k tomu, že norma předpokládá dotyk se zařízením připojeným do sítě a uzemněním dotyčné osoby, případně způsob izolace, ať už vodiče nebo člověka samotného, kdy dochází k průchodu proudu tělem po velké dráze, není tato norma v souvislosti s KEP příliš směrodatná. [8]

Ve svém textu odkazuje na jinou normu a to ČSN 33 0010 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy.

Podle ČSN 33 0010 jsou stanoveny hranice mezi napětími takto:

Kategorie I – malé napětí (mn)

Střídavé do 50 V včetně, stejnosměrné do 120 V včetně; mezi vodiči i proti zemi.

Kategorie II – nízké napětí (nn)

Mezi vodiči: střídavé do 1000 V včetně, stejnosměrné do 1500 V včetně

Mezi vodičem a zemí: střídavé do 600 V včetně, stejnosměrné do 1000 V včetně. [9]

Toto rozdělení lze rozšířit pomocí tabulky č.2:

Tab. 2 – Rozdělení elektrických zařízení podle napětí [10]

Kategorie napětí 3	Označení napětí 2	Název elektrického zařízení	Jmenovité napětí U (střídavé 1)		
			v uzemněné síti		v izolované síti
			mezi fází a zemí	mezi fázemi	mezi fázemi
1	2	3	4	5	6
I	mn (ELV)	malého napětí	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 50 \text{ V}$
II	nn (LV)	nízkého napětí	$50 \text{ V} < U \leq 600 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1\,000 \text{ V}$	$50 \text{ V} < U \leq 1\,000 \text{ V}$
A	vn	vysokého napětí	$0,6 \text{ kV} < U \leq 30 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < U \leq 52 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < U \leq 52 \text{ kV}$
B	vvn	velmi vysokého napětí	$30 \text{ kV} < U \leq 171 \text{ kV}$	$52 < U \leq 300 \text{ kV}$	$52 \text{ kV} < U \leq 300 \text{ kV}$
C	zvn	zvláště vysokého napětí	-	$300 \text{ kV} < U \leq 800 \text{ kV}$	-
D	uvn	ultra vysokého napětí	-	$800 \text{ kV} < U$	-

1 U stejnosměrných elektrických zařízení jsou mezní hodnoty malým a nízkým napětím 120 V a mezi nízkým a vysokým napětím 1 500 V.

2 V závorce je uvedeno označení užívané v mezinárodních normách a zahraniční literatuře.

3 Podle ČSN IEC 449 (33 01 30) Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách se užívá pro kategorie I a II označení "napěťová pásma".

2.2.4 ČSN EN 61000 - Elektromagnetická kompatibilita

Norma definuje jednotlivá zařízení a stanovuje postupy jejich zkoušek. Podle vyjádření Ing. Miroslava Vondry, vedoucího skupiny EMC a akustiky Elektrotechnického zkušebního ústavu, není pro paralyzéry stanovena předmětová norma. Důsledkem chybějící předmětové normy je absence definice upevnění paralyzéro během zkoušky. [11]

Podle vyjádření M. Vondry z Elektrotechnického zkušebního ústavu byla pro testování paralyzéro zvolena norma EN55022, která má stejné požadavky jako EN61000-6-3, a třída zařízení B.

2.2.5 ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 - Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Meze bezpečných malých napětí

Jak je vidět v tabulce č. 3, norma pro normální prostory udává jako maximální bezpečné napětí 120 V. [12]

Tab. 3 – Meze bezpečných malých napětí [12]

Prostory	Při dotyku částí (při obsluze)	Bezpečné malé napětí živých částí V	
		střídavé 1)	stejnoseměrné 2)
Normální	živých	50	100
	neživých	50	120
Nebezpečné 3)	živých	25	60
	neživých	50	120
Zvlášť nebezpečné 4)	živých	12	25
	neživých	25	60

1) Jmenovitá efektivní napětí se volí v daném rozsahu tak, aby nebyla překročena uvedená hodnota. Maximální hodnoty pro nesinusový průběh zatím nejsou stanoveny.

2) Stejnoseměrná napětí jsou bez zvlnění.

3) Tam, kde souhrn podmínek (které určují nebo i ovlivňují nebezpečí úrazu elektrickým proudem) vyžaduje změnu hodnot bezpečných malých napětí, lze je v příslušné normě stanovit jinak.

4) Pokud v jednotlivých ustanoveních není stanoveno jinak.

Mezní hodnoty ustáleného proudu

Ustálený proud mezi částmi současně přístupnými dotyku, který protéká činným odporem 2000Ω , nesmí překročit $3,5 \text{ mA AC}$, nebo 10 mA DC . Nahromaděný náboj mezi současně přístupnými částmi chráněnými ochranou impedancí nesmí překročit $50 \mu\text{C}$. Nezávisle na ochraně před úrazem elektrickým proudem mohou technické normalizační komise stanovit nižší hodnoty ustáleného proudu a nahromaděného náboje u částí, jichž je nutno se dotýkat při normálním provozu. Tyto hodnoty nemají být větší než 1 mA AC , nebo 3 mA DC , nebo $0,5 \mu\text{C}$. [12]

„Pozn. Technické normalizační komise mohou stanovit vyšší hodnoty nahromaděného náboje a ustáleného proudu u částí speciálně určených k tomu, aby podnítili reakci na bolest (elektrické ohradníky). Nutno však respektovat práh komorové fibrilace“. [12]

V této normě je tedy stanovena řada mezních hodnot elektrického proudu a napětí. Důležité jsou hodnoty $3,5 \text{ mA AC}$, nebo 10 mA DC a 25 V AC nebo 60 V DC . Údaje z této normy v případě KEP ovšem nemůžeme chápat jako zcela směrodatné, protože se zabývá v první řadě požadavky na ochranu před dotykem nechráněných částí elektrických zařízení připojených do elektrické sítě a požadavky na izolace.

Vzhledem k charakteru a principu fungování KEP není možné k jejich funkci tyto hodnoty přímo vztahovat.

Legislativa a technické normy zatím přímo pojem KEP neznají. Hodnoty proudů a napětí v nich uvedené nepočítají s takovýmto využitím elektrické energie, nicméně stanovují meze, které se KEP dotýkají, i když ty svou charakteristikou přímo neodpovídají normativním vztahům.

Klíčové jsou hodnoty mezního bezpečného proudu střídavého 3,5 mA a stejnosměrného 10 mA. Jako vysoké napětí je definováno rozmezí 1 kV – 52 kV, jako velmi vysoké napětí 52 kV – 300 kV. [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 LABORATORNÍ MĚŘENÍ

Sérií laboratorních měření jsem se pokusil získat příslušné hodnoty elektrického napětí a proudu jednotlivých přístrojů a také hodnotu odporu lidského těla, která s použitím KEP velmi úzce souvisí. Tato trojice tvoří základní charakteristiku každého obvodu, kterým se stává i paralyzér a lidské tělo, pokud jsou spolu v kontaktu.

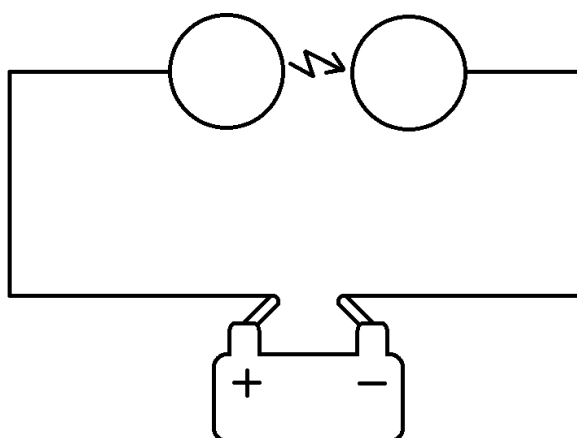
3.1 Elektrické napětí metodou kulového jiskřiště

Cílem tohoto měření bylo získat hodnoty napětí jednotlivých KEP jednoduchou, ale spolehlivou metodou.

Měření proběhlo 26. 8. 2012 v laboratoři vysokých napětí Fakulty elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze pod vedením doc. Vladislava Kvasničky.

3.1.1 Popis metody

Zkoumaný zdroj napětí, v tomto případě KEP, je připojen vodiči ke dvěma koulím o průměru 10 cm, u nichž je možné regulovat vzájemnou vzdálenost. Paralyzérem jsou tvořeny impulsy a postupně je zvětšována vzdálenost mezi koulemi. V momentě, kdy je dosaženo vzdálenosti, při které přeskóčí pouze více než polovina vyslaných impulsů, je dosaženo mezní vzdálenosti, kterou je daný zdroj schopen překonat. Tuto vzdálenost nazýváme vrcholová hodnota přeskokového napětí.



Obr. 1: Obvod – KEP a kulové jiskřiště

[vlastní zpracování]

Získanou vzdálenost převedeme na napětí pomocí daných tabulek pro vrcholové hodnoty přeskokového napětí kulového jiskřiště o průměru 10 cm. Tabulky jsou uváděny pro měřicí podmínky, kdy se atmosférický tlak rovná 1013 hPa a teplota je 20° C. Vzhledem k tomu, že je nepravděpodobné, že by skutečné podmínky při měření odpovídaly těm ideálním, je třeba zaznamenat i tyto skutečné hodnoty. Podle naměřených hodnot tlaku a teploty vzduchu vypočítáme korekční koeficient, kterým je nutné vynásobit tabulkové hodnoty, aby odpovídaly skutečnosti.

Korekce na atmosférické podmínky se provádí pomocí následujících vzorců.

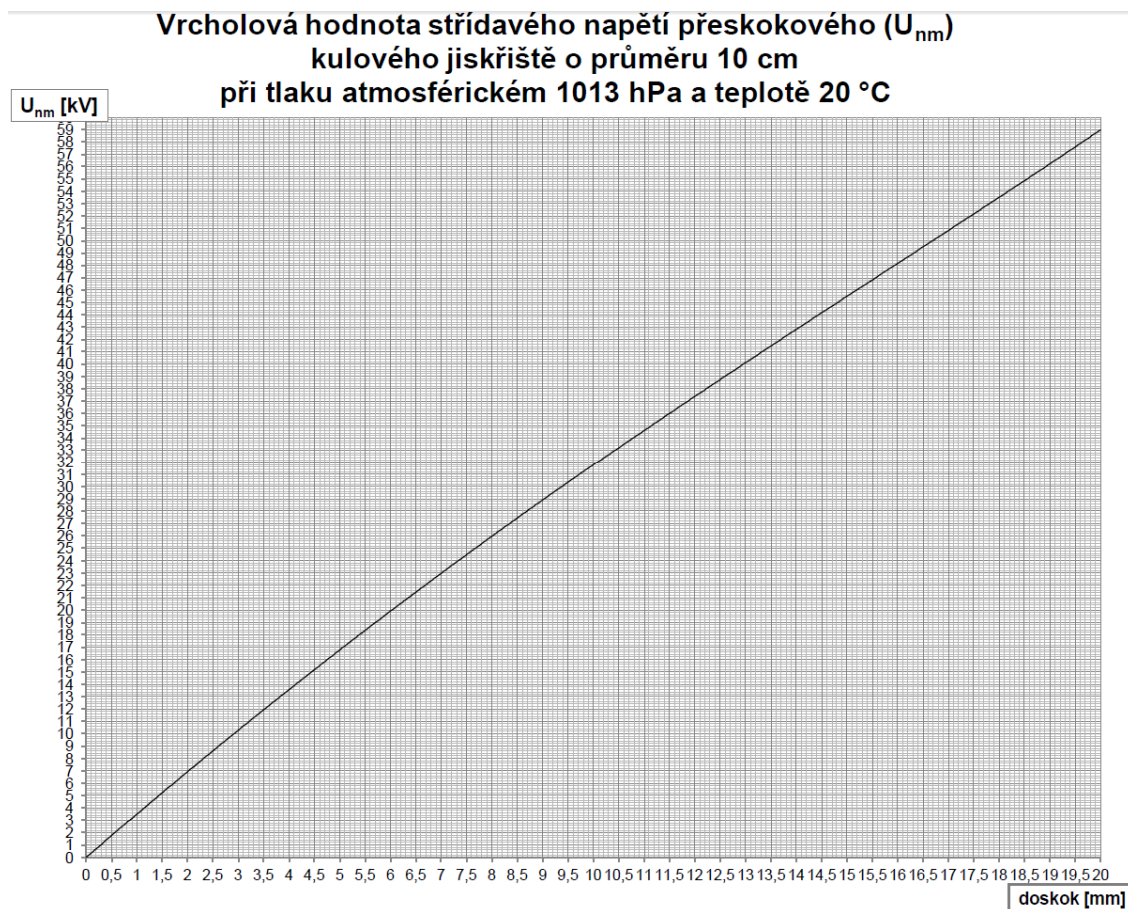
$$U_{norm} = U_{skut} \frac{k_v}{k_h} \quad (6)$$

$$k_v = 1$$

$$k_h = \delta$$

$$\delta = 0,289 \frac{b_{[hPa]}}{273 + \vartheta_{[^{\circ}C]}}$$

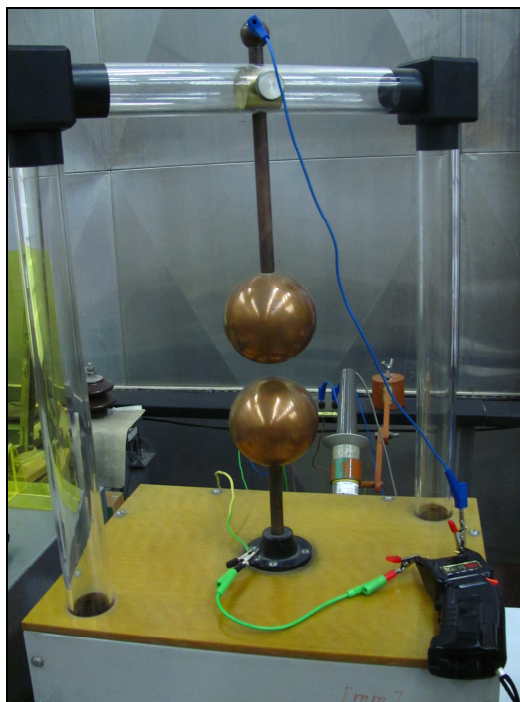
Přepočet ze změřených vzdáleností na hodnoty napětí udává graf č. 1.



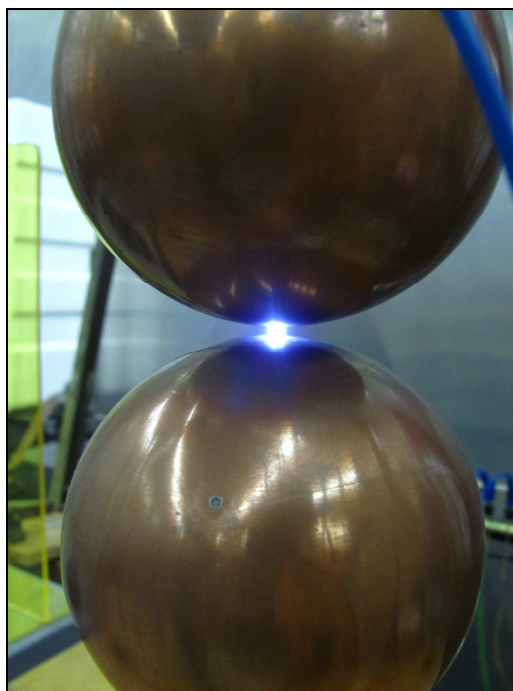
Graf 1: Vrcholová hodnota přeskového napětí [13]

3.1.2 Změřené hodnoty

V laboratořích vysokého napětí FEL ČVÚT jsem měřil pět různých paralyzérů, a to UZI-SG-500, UZI-SG-1500K, Power 200, Scorpy 200 a Scorpy Max. Měření proběhlo pomocí kulového jiskřiště Siemens Halske s koulemi o průměru 100 mm. Odchylka měření je 0,1 mm.

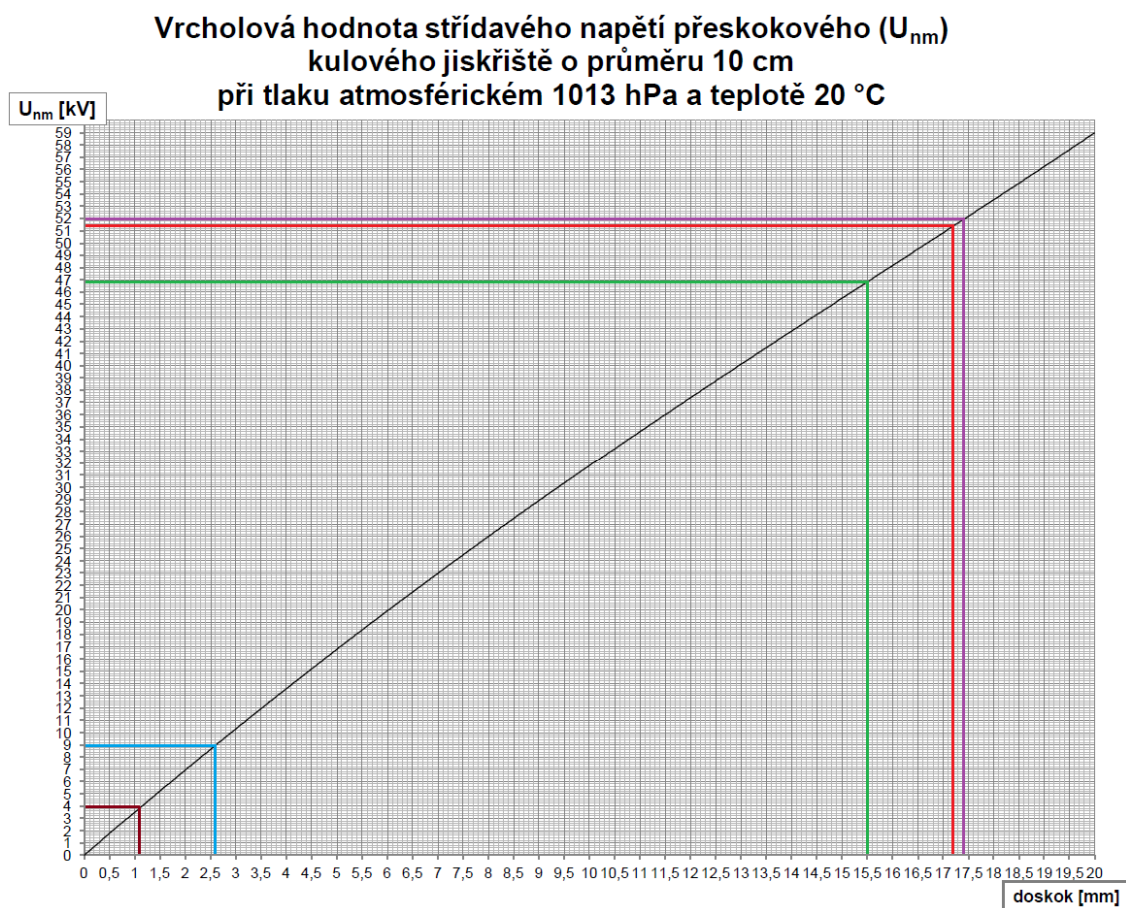


*Obr. 2 – Kulové jiskřiště s připojeným
Scopy Max [vlastní zpracování]*



*Obr. 3 – Kulové jiskřiště – výboj
[vlastní zpracování]*

Změřené hodnoty udává následující graf č. 2.



Graf 2 – Vrcholové hodnoty přeskokového napětí zkoumaných KEP, graf [13]

Hodnoty [vlastní zpracování]

Takto získané hodnoty jsou platné pro ideální atmosférické podmínky, které jsou stanoveny jako teplota 20° C a atmosférický tlak 1013 hPa. Reálné podmínky v době měření byly teplota 24,9 ° C a atmosférický tlak 986,8 hPa.

Přepočítání z ideálních na reálné hodnoty je uvedeno níže na příkladu hodnot změřených pro Scorpy Max.

$$\delta = 0,289 \frac{986,8_{[hPa]}}{273 + 24,9_{[^{\circ}C]}} \quad (7)$$

$$\delta = 0,9579$$

$$U_{skut} = U_{norm} \cdot \delta \quad (8)$$

$$U_{skut} = 47000 \cdot 0,9573$$

Tab. 4 – Napětí jednotlivých KEP

[vlastní zpracování]

KEP	[mm]	[V] - tabulka	[V] - korekce
UZI-PEN-500	1,6	4 000	3 829
UZI-1500K	2,6	9 000	8 616
Scorpy Max	15,5	47 000	44 993
Scorpy 200	17,2	51 500	49 301
Power 200	17,4	52 000	49 780

3.2 Elektrický proud pomocí osciloskopu a odporového děliče

Aby bylo možné porovnávat jednotlivé přístroje mezi sebou a také s normou stanovující bezpečný proud, bylo nutné tyto hodnoty získat. Odporový dělič se jevil jako dostupná a realizovatelná metoda.

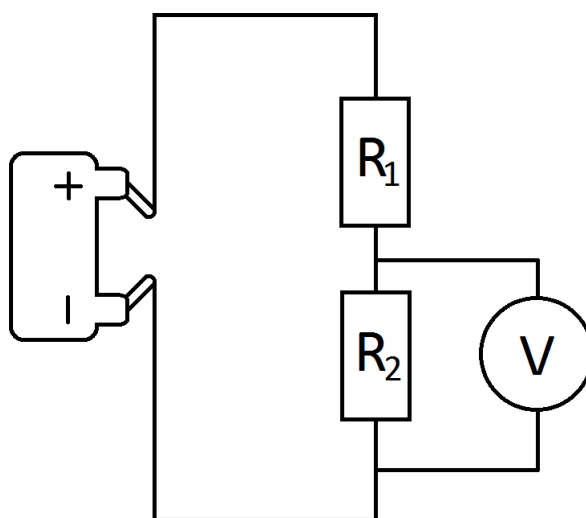
Měření proběhlo 22. 5. 2013 v Praze v prostorách ČVÚT.

3.2.1 Popis metody

KEP je zapojen do jednoduchého obvodu se dvěma sériově zapojenými rezistory, z nichž ten první R_1 má výrazně vyšší odpor než následující R_2 . Tím vzniká odporový dělič napětí. Na rezistor R_2 připojíme multimetr (osciloskop), kterým změříme příslušné hodnoty.

Odporový dělič je použit z důvodu citlivosti měřících přístrojů, které by nevydržely plný impuls KEP, z hlediska vysokého napětí.

Při sériovém zapojení odporů zůstává proud na všech částech konstantní, mění se napětí na jednotlivých součástech. Je tedy možné takto snížit napětí v měřené části obvodu a přímo změřit procházející proud. [2]



Obr. 4 – Obvod – KEP a odporový dělič

[vlastní zpracování]

Jako celkový odpor byl zvolen takový, který odpovídá impedanci lidského těla. Pro příslušné výpočty k obvodu byly použity následující rovnice.

$$i = \frac{U}{R_1 + R_2} \quad (9)$$

$$U_{R_1} = R_1 i$$

$$U_{R_1} = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_{R_2} = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R = R_1 + R_2 \quad (10)$$

$$R_1 = \frac{U_{R_1} R}{U}$$

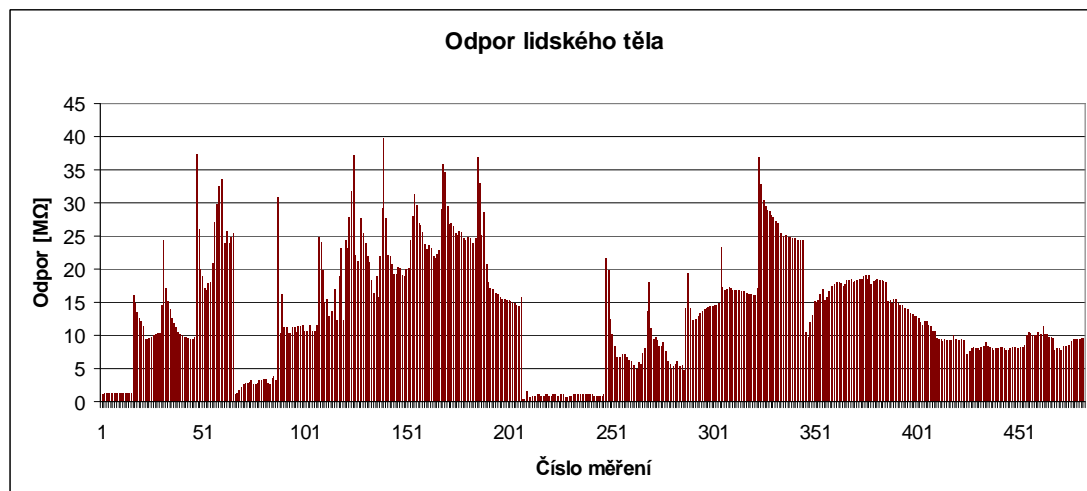
$$R_2 = \frac{U_{R_2} R}{U}$$

3.2.2 Změřené hodnoty

Pro výpočet velikosti odporu bylo nutné zjistit odpor lidského těla. Za tímto účelem jsem změřil odpor pomocí multimetru u cca dvaceti lidí. Opakovaným měřením jsem získal 500 hodnot.

Ukázalo se, že jde o velice individuální hodnotu, která je nepochybně ještě ovlivněna momentální situací, působením stresu, pocením a podobně. Nejnižší změřená hodnota byla 0,046 MΩ a naproti tomu nejvyšší 39,78 MΩ. Průměr ze všech zjištěných hodnot je 13,636 MΩ.

Zajímavé je, že minimální naměřená hodnota, tedy 46 kΩ, 23x převyšuje hodnotu 2000 Ω, se kterou počítají normy, např. ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Měření samotné však ukazuje, že odpor je velice individuální a vzorek dvaceti lidí je poměrně malý. Počítat s nižšími hodnotami odporu je ovšem bezpečnější varianta. [12]



Graf 3: Odpor lidského těla [vlastní zpracování]

Na základě těchto změřených hodnot a napětí udávaných výrobcí jsem provedl výpočty velikosti jednotlivých odporů a jejich výkonů. Ty jsou uvedeny v následující tabulce, a to pro minimální, průměrný a maximální změřený odpor lidského těla. Pro zjednodušení výpočtů jsem hodnoty odporů lidského těla zaokrouhlil na 0,05 MΩ, 14 MΩ a 40 MΩ.

Tab. 5: Scorpy Max – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

Scorpy Max				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
500 000	499 900	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 990	10	4 999 000	1 000
Ravg [Ω]	13 997 200	2 800	17 853,57	3,57
Rmax [Ω]	39 992 000	8 000	6 248,75	1,25

Tab. 6: Power/Scorpy 200 – odpory a jejich

výkony [vlastní zpracování]

Power 200 (Scorpy 200) - proud				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
200 000	199 900	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 975	25	799 600	400
Ravg [Ω]	13 993 000	7 000	2 855,71	1,43
Rmax [Ω]	39 980 000	20 000	999,50	0,50

Tab. 7: UZI PEN 500 – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

UZI PEN 500				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
500 000	499 900	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 990	10	4 999 000	1 000
Ravg [Ω]	13 997 200	2 800	17 853,57	3,57
Rmax [Ω]	39 992 000	8 000	6 248,75	1,25

Tab. 8: UZI 1500K – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

UZI 1500K				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
1 500 000	1 499 900	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 997	3	44 997 000	3 000
Ravg [Ω]	13 999 067	933	160 703,57	10,71
Rmax [Ω]	39 997 333	2 667	56 246,25	3,75

Využití této metody při hodnotách napětí udávaných výrobcem by pro mne bylo nereálné, protože požadované rezistory s odpovídajícím výkonem, takové, které by byly třeba, se běžně sériově nevyrábějí. Například rezistor o odporu 50 kΩ s výkonem cca 45 MW. Proto jsem provedl přepočty s napětími změřenými v laboratoři FEL ČVÚT. Touto korekcí jsem získal následující hodnoty.

Tab. 9: Scorpy Max – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

Scorpy Max				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
44 993	44 893	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 889	111	40 398	90
Ravg [Ω]	13 968 884	31 116	144,28	0,32
Rmax [Ω]	39 911 097	88 903	50,50	0,11

Tab. 10: Power 200 – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

Power 200				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
49 780	49 680	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 900	100	49 461	100
Ravg [Ω]	13 971 876	28 124	176,65	0,36
Rmax [Ω]	39 919 646	80 354	61,83	0,12

Samostatnou tabulku pro Scorpy 200 neuvádím, protože oproti Power 200 se liší pouze zanedbatelně.

Tab. 11: UZI PEN 500 – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

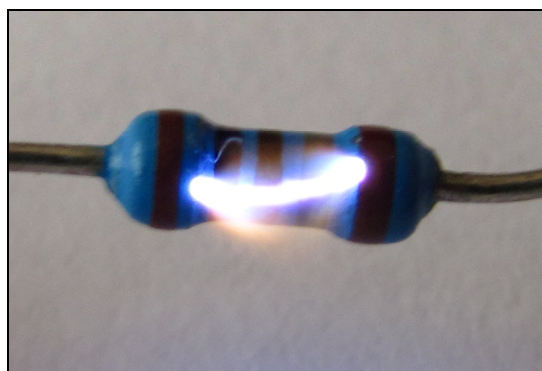
UZI PEN 500				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
3 829	3 729	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	48 694	1 306	286	8
Ravg [Ω]	13 634 388	365 612	1,02	0,03
Rmax [Ω]	38 955 395	1 044 605	0,36	0,01

Tab. 12: UZI 1500K – odpory a jejich výkony

[vlastní zpracování]

UZI 1500K				
U [V]	U1 [V]	U2 [V]		
8 616	8 516	100		
	R1 [Ω]	R2 [Ω]	P1 [W]	P2 [W]
Rmin [Ω]	49 420	580	1 467	17
Ravg [Ω]	13 837 506	162 494	5,24	0,06
Rmax [Ω]	39 535 731	464 269	1,83	0,02

I po přepočtu na hodnoty odporů odpovídající změřenému napětí nebylo možné získat všechny potřebné odpory. Nejprve jsem se tedy pokusil provést měření bez výkonového odporu pouze s běžným rezistorem o odporu $10\text{ M}\Omega$ a výkonovým odporem $100\ \Omega$. V průběhu měření došlo k elektrickému výboji který přeskočil rezistor s vyšším odporem kvůli jeho malé velikosti, tím je myšlena jeho délka cca 7 mm , a došlo ke zničení měřicího přístroje.

Obr. 5: Odpor $10\text{ M}\Omega$ - výboj

[vlastní zpracování]

Logicky jsem se domníval, že došlo ke spálení odporu, ale ten zůstal funkční, což bylo ověřeno dalším měřením jiným přístrojem. Nastal opravdu pouze přeskok napětí.

Poté jsem se pokusil zapojit sériově řadu několika výkonových rezistorů s odporem $3,3\text{ M}\Omega$ následované jedním výkonovým odporem $100\ \Omega$. Provedl jsem zkoušku bez měřicího přístroje s KEP o menším napětí, konkrétně s UZI SG PEN 500. K probíjení

tentokrát nedošlo, rozhodl jsem se tedy provést měření. Při použití čtyř rezistorů 3,3 M Ω a 100 Ω by mělo dojít k rozdělení napětí na cca 1kV pro každý ze čtyř rezistorů s vyšším odporem a cca 30 mV pro rezistor s nízkým odporem, což by mělo být v mezích bezpečných pro měření. Přesto došlo ke zničení dalšího měřicího přístroje.

Proto jsem jako další metodu zvolil finančně i časově přijatelnou metodu výpočtu elektrického proudu. Při znalosti napětí i odporu jsem pomocí vzorce

$$i = \frac{U}{R} \quad (11)$$

vypočítal pravděpodobné hodnoty proudu pro jednotlivé KEP s přihlédnutím k různým hodnotám odporu lidského těla. Výpočet jsem provedl pro minimální, maximální a průměrnou hodnotu naměřeného odporu. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách, nejprve opět pro udávané hodnoty.

Tab. 13: Scorpy Max – výpočet proudů [vlastní zpracování]

Scorpy Max - proud		
<i>U [V]</i>	500 000	<i>I [A]</i>
<i>Rmin [MΩ]</i>	0,046	10,870
<i>Ravg [MΩ]</i>	13,636	0,037
<i>Rmax [MΩ]</i>	39,780	0,013

Tab. 14: Power/Scorpy 200

výpočet proudů

[vlastní zpracování]

Power 200(Scorpy) proud		
<i>U</i> [V]	200 000	<i>I</i> [A]
<i>R</i> _{min} [MΩ]	0,046	4,348
<i>R</i> _{avg} [MΩ]	13,636	0,015
<i>R</i> _{max} [MΩ]	39,780	0,005

Tab. 15: UZI PEN 500

výpočet proudů

[vlastní zpracování]

UZI PEN 500 - proud		
<i>U</i> [V]	500 000	<i>I</i> [A]
<i>R</i> _{min} [MΩ]	0,046	10,870
<i>R</i> _{avg} [MΩ]	13,636	0,037
<i>R</i> _{max} [MΩ]	39,780	0,013

Tab. 16: UZI PEN 1500K

výpočet proudů

[vlastní zpracování]

UZI 1500K - proud		
<i>U</i> [V]	1 500 000	<i>I</i> [A]
<i>R</i> _{min} [MΩ]	0,046	32,609
<i>R</i> _{avg} [MΩ]	13,636	0,110
<i>R</i> _{max} [MΩ]	39,780	0,038

Tab. 17: TW-359 – výpočet

proudů [vlastní zpracování]

TW-359 - proud		
U [V]	4 000 000	I [A]
Rmin [MΩ]	0,046	86,957
Ravg [MΩ]	13,636	0,293
Rmax [MΩ]	39,780	0,101

TW-359 jsem v době měření elektrického napětí ještě neměl k dispozici, to ovšem není překážkou pro zahrnutí do výpočetní metody, proto jej zde uvádím.

Následující tabulky uvádějí hodnoty proudu odpovídající změřenému napětí.

Tab. 18: Scorpy Max

*výpočet proudů ze změřeného**napětí [vlastní zpracování]*

Scorpy Max - proud		
U [V]	44 993	I [A]
Rmin [MΩ]	0,046	0,978
Ravg [MΩ]	13,636	0,003
Rmax [MΩ]	39,780	0,001

Tab. 19: Power 200 – výpočet

*proudů ze změřeného napětí**[vlastní zpracování]*

Power 200 - proud		
U [V]	49 780	I [A]
Rmin [MΩ]	0,046	1,082
Ravg [MΩ]	13,636	0,004
Rmax [MΩ]	39,780	0,001

Tab. 20: Scorpy 200 – výpočet

proudů ze změřeného napětí

[vlastní zpracování]

Scorpy 200 - proud		
U [V]	49 301	I [A]
R_{min} [M Ω]	0,046	1,072
R_{avg} [M Ω]	13,636	0,004
R_{max} [M Ω]	39,780	0,001

Tab. 21: UZI PEN 500

výpočet proudů ze změřeného

napětí [vlastní zpracování]

UZI PEN 500 - proud		
U [V]	3 829	I [A]
R_{min} [M Ω]	0,046	0,083
R_{avg} [M Ω]	13,636	0,000
R_{max} [M Ω]	39,780	0,000

Tab. 22: UZI 1500K – výpočet

proudů ze změřeného napětí

[vlastní zpracování]

UZI 1500K - proud		
U [V]	8 616	I [A]
R_{min} [M Ω]	0,046	0,187
R_{avg} [M Ω]	13,636	0,001
R_{max} [M Ω]	39,780	0,000

Předchozího neúspěchu jsem alespoň využil ke stanovení přibližného napětí TW-359, který jsem v době měření na FEL ČVÚT neměl k dispozici. Připojil jsem jej nejdříve na rezistor s odporem 10 M Ω , který překonal přeskokem napětí stejně jako dříve měřený KEP. Poté jsem jej připojil k výkonovému odporu 3,3 M Ω , který již překonat nedokázal. Z toho lze usoudit, že napětí tohoto paralyzéry je nižší než u Power 200,

Scorpy 200 a Scorpy Max, které tento odpor přeskokem napětí překonali, ale vyšší než u UZI SG 1500K, který nepřekonal ani nevýkonový rezistor.



Obr. 6: Odpor 3,3 M Ω - výboj

[vlastní zpracování]

Je tedy možné stanovit, že napětí TW-359 se pohybuje v mezích cca 9 000 V až 44 000 V.

Měřením byly zjištěny hodnoty elektrického napětí pro jednotlivé KEP, a to 3 829 V pro UZI SG PEN 500, 8 616 V pro UZI SG 1500K, 44 993 V pro Scorpy Max, 49 301 V pro Scorpy 200 a 49 780 V pro Power 200.

Tyto hodnoty se pohybují v rozmezí od 0,57 % do 19,93 % napětí udávaného výrobcem, přičemž největší rozdíl změřených a udaných hodnot byl zjištěn u UZI SG 1500K.

Hodnoty elektrického proudu byly stanoveny výpočetní metodou ze změřených napětí a odporů lidského těla.

4 TESTY

Prvním krokem při testování reálných účinků KEP bylo porovnání jednotlivých přístrojů, které jsem měl pro tyto účely k dispozici. Konkrétně se jedná o UZI PEN SG 500, UZI SG 1500K, Power 200, Scorpy 200, Scorpy Max a TW-359.

Pokud by byly testovány všechny druhy, každý dobrovolník by musel podstoupit cca 75 kontaktů, což je poněkud velké množství. Proto z této škály bylo nutné vybrat nejefektivnější KEP a s ním poté provést sérii testů se skupinou osob.

Výběr proběhl postupným hodnocením všech výše uvedených KEP jednou osobou, formou jednoho 5 sekund trvajících impulsu do oblasti nadloktí. Kontakt s každým jednotlivým přístrojem proběhl v aktivním stavu.

4.1 Posouzení jednotlivých KEP

Možnosti výběru KEP jsou v současné době poměrně značné. Pro účely této práce jsem vybral šest konkrétních přístrojů, které přibližně zastupují škálu běžně dostupných paralyzérů na trhu. Liší se původem, designem, účinkem i použitým proudem, takže nabízí průřez nabídkou na trhu na relevantní úrovni.

4.1.1 UZI PEN SG 500

UZI PEN SG 500 je KEP relativně malých rozměrů 162 x 26 x 20 mm, o hmotnosti 53 g, s bateriemi 75 g. Je napájen dvěma 1,5 V bateriemi AAA. Udané napětí je 500 000 V. Má tvar úzkého hranolu s elektrodami na užším konci. Elektrody jsou dva vodiče kruhového průřezu o průměru cca 1 mm ve vzdálenosti 2 mm od sebe. Elektrody jsou zavřeny krytem, který je na vnitřní straně vybaven vodivým materiálem pro neutralizaci zbytkového náboje. Kryt je před použitím nutné sundat. Tento KEP nemá žádné zvláštní doplňky.

Ve střední části je umístěn polohovací přepínač ON/OFF a pod ním aktivační tlačítko. Pro aktivaci je nutné tlačítko držet. Po aktivaci dojde k opakovanému vzniku jiskrového výboje, což má za následek ne příliš výrazný světelný efekt a zvukový efekt o relativně nízké frekvenci. Pouhým okem není možné rozlišit jednotlivé impulsy, při poslechu by bylo možné jednotlivé přeskoky odlišit.

Při kontaktu s aktivním KEP má člověk v první chvíli dojem srovnatelný se štípnutím nebo bodnutím hmyzu, který téměř okamžitě vystřídá nepříjemné pálení. Nedochozí k žádné kontrakci svalů. Z toho je možné odvodit, že přístroj pracuje se stejnosměrným napětím.

Pocit pálení přetrvává i po ukončení kontaktu. V závislosti na době trvání vzniká popálenina I. až II. stupně.



Obr. 7: UZI SG PEN 500 [vlastní zpracování]

4.1.2 UZI SG 1500K

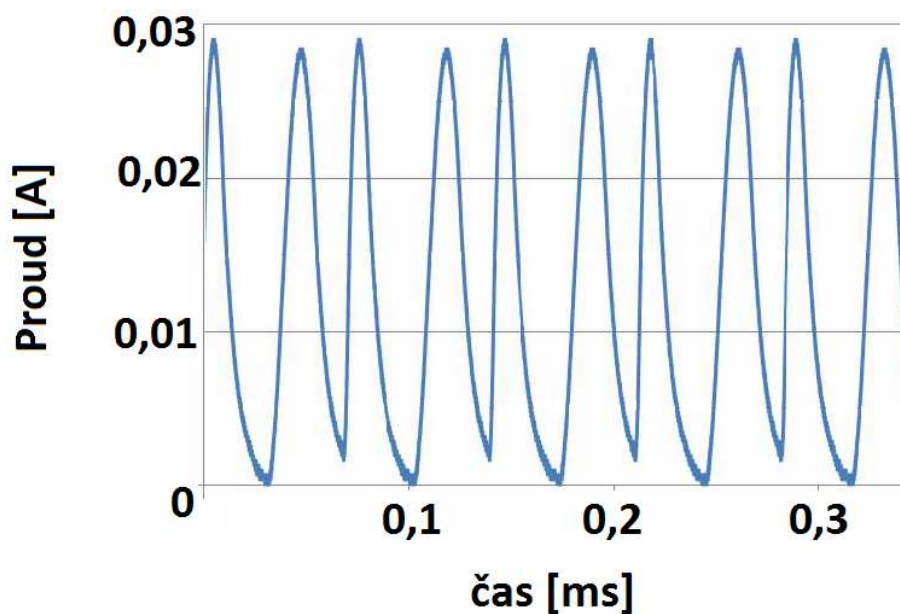
UZI SG 1500K je KEP relativně malých rozměrů 97 x 58 x 27 mm, o hmotnosti 136 g. Je napájen integrovanou baterií. Udávané napětí je 1 500 000 V. Má tvar plochého hranolu s elektrodami na užším konci. Elektrody tvoří nechráněný vodič, k němuž jsou přišroubovány plíšky o rozměrech 6 x 13 mm, které jsou na svých vnitřních stranách zakončeny nadzvednutým hrotem. Vzdálenost hrotů od sebe je 11 mm. Tento KEP nemá žádné zvláštní doplňky.

V horní části užší boční strany je umístěn polohovací přepínač ON/OFF se signalizační červenou LED a nad ním aktivační tlačítko. Pro aktivaci je nutné tlačítko držet. Po aktivaci dojde k opakovanému vzniku jiskrového výboje, což má za následek velmi výrazný světelný efekt, který je velice zřetelný i za slunečného dne, a zvukový efekt o poznání silnější frekvenci, než u UZI SG PEN 500. Pouhým okem není možné rozlišit jednotlivé impulsy, ani poslechem není možné jednotlivé přeskoky odlišit.

Při kontaktu s aktivním KEP v první chvíli převládá pocit jako při bodnutí horkou jehlou, ten je dále podpořen trvajícím pálením, které je cítit na kůži i zdánlivě pod ní.

Ke kontrakci svalů vůbec nedochází. Z toho je možné odvodit, že přístroj pracuje se stejnosměrným napětím.

Stejnosemřný proud je jasně patrný na grafu průběhu proudu z měření na ČVÚT 31. 1. 2011.



Graf 4: Průběh proudu UZI SG 1500K [vlastní zpracování]

Pocit pálení přetrvává i po ukončení kontaktu. V závislosti na době trvání vzniká popálenina I. až II. stupně.

Musím také konstatovat, že po 2 letech testování tohoto konkrétního KEP u něj došlo ke zvýšenému efektu zmíněného pálení. Změnila se také přímo jeho plasma vznikající při aktivním stavu. Nevím, jestli je možné tento efekt přisoudit korodující elektrodě nebo došlo k nějaké vnitřní změně, je ale jisté, že přístroj nyní oproti dřívějšímu při aktivaci propaluje i svůj vlastní kryt.



Obr. 8: UZI SG 1500K

[vlastní zpracování]

4.1.3 Power 200

Power 200 je KEP středních rozměrů 161 x 84 x 34 mm, o hmotnosti 213 g, s baterií 258. Je napájen jednou 9 V baterií. Udávané napětí je 200 000 V. Má tvar plochého hranolu s lomeným rozšířeným koncem, kde jsou umístěny elektrody. Ty jsou tvořeny vodičem, který je připojen na zakončení ve tvaru písmene J, takže obě elektrody rozdvouje. Toto zakončení je kruhového průřezu o průměru 2,2 mm. Vzdálenost vnějších elektrod je 45 mm, vzdálenost vnitřních elektrod je 30 mm. Vnitřní část elektrod, na rozdíl od vnějších, je zakončena ostrým řezem. Vzniká tak náznak hrotu pro usnadnění přeskoku elektřiny. Tento KEP je doplněn pojistkou proti krádeži. Ta je spojena s provázkem určeným k zavěšení na zápěstí. Pokud dojde k vytržení přístroje z ruky, obvod se přeruší a paralyzér není možné aktivovat.

V horní části užší boční strany pod hlavicí je umístěn polohovací přepínač ON/OFF, na protější straně je umístěn vratný aktivační přepínač. Pro aktivaci je nutné tlačítko držet. Po aktivaci dojde k opakovanému vzniku jiskrového výboje, což má za následek nevýrazný světelný efekt a zvukový efekt o poměrně nízké frekvenci. Pouhým okem

není možné rozlišit jednotlivé impulsy, ani poslechem není možné jednotlivé přeskoky odlišit.

Při kontaktu s aktivním KEP v první chvíli člověk pocítí záškub při kontrakci svalu způsobené elektrinou. Kontrakce dále pokračují po celou dobu působení KEP. Jedná se o nepříjemný pocit, který je možno popsat jako iritující svou nekontrolovatelností, není ale doprovázen pálením. Z toho je možné odvodit, že přístroj pracuje se střídavým napětím.

Malou chvíli po ukončení kontaktu člověk začíná pociťovat pálení kůže v místech kontaktu s elektrodami. V závislosti na době trvání vzniká popálenina I. až II. stupně.



Obr. 9: Power 200 [vlastní zpracování]

4.1.4 Scorpy 200

Scorpy 200 je KEP středních rozměrů 153 x 84 x 35 mm, o hmotnosti 190 g, s baterií 235. Je napájen jednou 9 V baterií. Udávané napětí je 200 000 V. Má tvar plochého hranolu s lomeným rozšířeným koncem, kde jsou umístěny elektrody. Ty jsou tvořeny vodičem, který je připojen na zakončení ve tvaru písmene J, takže obě elektrody rozdvojuje. Toto zakončení je kruhového průřezu o průměru 2 mm. Vzdálenost vnějších

elektrod je 50 mm, vzdálenost vnitřních elektrod je 35 mm. Vnitřní část elektrod, na rozdíl od vnějších, je zakončena ostrým řezem. Vzniká tak náznak hrotu pro usnadnění přeskočení elektřiny. Tento KEP je doplněn obranným pepřovým sprejem, z tohoto důvodu je jedna z vnějších elektrod rozšířena na 2,8 mm a má dutinu sloužící pro uvolnění spreje.

Ve střední části užší boční strany je umístěn polohovací přepínač ON/OFF, nad ním je umístěn vratný aktivační přepínač. Pro aktivaci je nutné tlačítko držet. Na protilehlé straně pod hlavicí je spoušť spreje. Pro jeho použití je nutné spoušť nejdříve otočit proti směru chodu hodinových ručiček a poté stisknout směrem dolů. Po aktivaci přístroje dojde k opakovanému vzniku jiskrového výboje, což má za následek nevýrazný světelný efekt a zvukový efekt o poměrně nízké frekvenci. Pouhým okem není možné rozlišit jednotlivé impulsy, ani poslechem není možné jednotlivé přeskoky odlišit.

Při kontaktu s aktivním KEP je prvním dojmem samovolný záškub postiženého svalu, který KEP svým působením navodí. Kontrakce dále pokračují po celou dobu působení KEP. Jde o stejně nepříjemný dojem jako u Power 200, což je pochopitelné, protože z hlediska elektrotechnické konstrukce by se mělo jednat o stejné provedení. Z toho je možné odvodit, že přístroj pracuje se střídavým napětím.

Malou chvíli po ukončení kontaktu člověk začíná pociťovat pálení kůže v místech kontaktu s elektrodami. V závislosti na době trvání vzniká popálenina I. až II. stupně.



Obr. 10: Scorpy 200 [14]

4.1.5 Scorpy Max

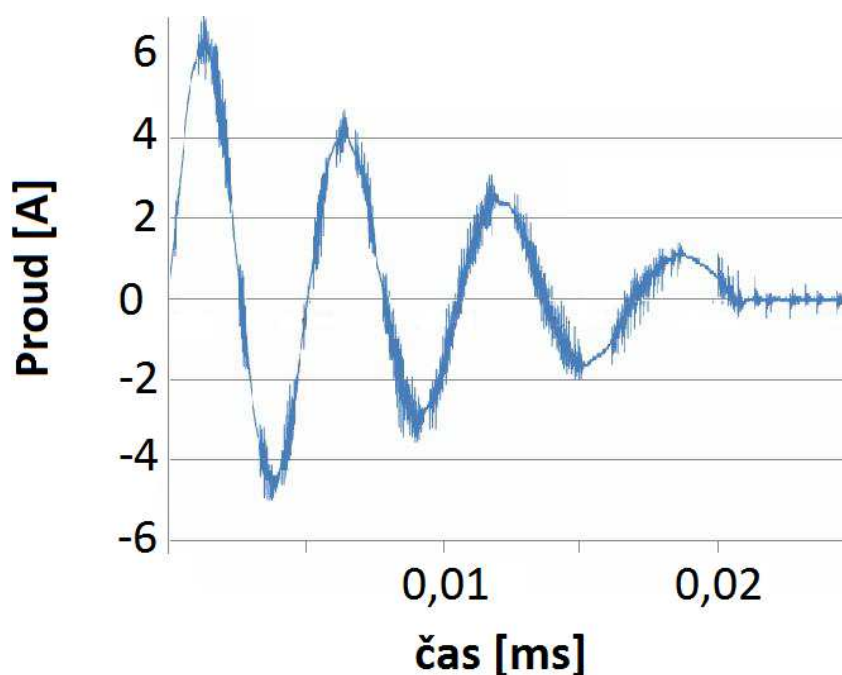
Scorpy Max je KEP větších rozměrů 207 x 89 x 43 mm, o hmotnosti 255 g, s bateriemi 345 g a s doplňky 368 g. Je napájen dvěma 9 V bateriemi. Udávané napětí je 500 000 V. Má tvar plochého hranolu s lomeným rozšířeným koncem, kde jsou umístěny elektrody. Ty jsou tvořeny vodičem, který je připojen na zakončení přibližně ve tvaru písmene V, takže obě elektrody rozdvojuje. Toto zakončení je kruhového průřezu o průměru 2,5 mm. Vzdálenost vnějších elektrod je 52 mm, vzdálenost vnitřních elektrod je 31 mm. Vnitřní část anody, na rozdíl od katody, je zakončena ostrým řezem. Vzniká tak náznak hrotu pro usnadnění přeskočení elektřiny. Tento KEP je doplněn obranným pepřovým sprejem, z tohoto důvodu je jedna z vnějších elektrod rozšířena na 4 mm a má dutinu sloužící pro uvolnění spreje.

Ve střední části užší boční strany je umístěn polohovací přepínač ON/OFF, nad ním je umístěn vratný aktivační přepínač. Pro aktivaci je nutné tlačítko držet. Na protilehlé straně pod hlavicí je spoušť spreje. Pro jeho použití je nutné spoušť nejdříve otočit proti směru chodu hodinových ručiček a poté stisknout směrem dolů. Po aktivaci přístroje dojde k opakovanému vzniku jiskrového výboje, což má za následek výrazný světelný

efekt a taktěž výrazný zvukový efekt o poměrně nízké frekvenci. Pouhým okem není možné rozlišit jednotlivé impulsy, ani poslechem není možné jednotlivé přeskoky odlišit.

Při kontaktu s aktivním Scorpy Max dojde k silnému stažení svalu, které je při delším působení ještě mírně stupňováno. Dochází tak k postupnému zvedání, respektive zatínání končetiny. Z toho je možné odvodit, že přístroj pracuje se střídavým napětím.

Střídavý proud je jasně patrný na grafu průběhu proudu z měření na ČVÚT 31. 1. 2011.



Graf 5: Průběh proudu Scorpy Max [vlastní zpracování]

Malou chvíli po ukončení kontaktu člověk začíná pociťovat pálení kůže v místech kontaktu s elektrodami. V závislosti na době trvání vzniká popálenina I. až II. stupně.



Obr. 11: Scorpy Max

[vlastní zpracování]

4.1.6 TW-359

TW-359 je ve tvaru svítilny větších rozměrů 238 x 46 mm, na užším konci 30 mm, o hmotnosti 290 g. Je napájen integrovanou baterií. Udané napětí je 4 000 000 V. Na světelné hlavici jsou po obvodu umístěny dvě elektrody 1 mm od okraje svítilny. Jsou tvořeny 1 mm silným plechem ve tvaru půlkruhu se středovým průměrem 43 mm. Jsou odděleny vzdáleností 13 mm a zabírají tedy cca 83 % obvodu svítilny. Hlavice je při profilovém pohledu zakončena zvlněním, které elektrody kopírují a vytvářejí tak na každé z nich tři potenciální kontaktní místa.

Zvláštností tohoto přístroje je, že nejen vypadá jako svítilna, ale tuto funkci samozřejmě umožňuje a to v módech slabý svit, silný svit a stroboskop. Ve spodní části je umístěn polohovací přepínač ON/OFF a také dobíjecí konektor se signalizační červenou LED. V polovině svítilny je trojpolohový přepínač, ve výchozí pozici vypnuto, ve střední pozici je aktivní svítilna a ve třetí pozici umožňuje aktivaci funkce KEP. K tomu je nutné ještě stisknout aktivační tlačítko na protilehlé straně. Pro aktivaci je nutné tlačítko držet. Tímto tlačítkem se také nastavuje mód svícení. Po aktivaci dojde k opakovanému vzniku jiskrového výboje, což má za následek velmi výrazný světelný efekt, který je

velice zřetelný i za slunečného dne, a zvukový efekt o podobné frekvenci, jako u UZI SG 1500K. Pouhým okem není možné rozlišit jednotlivé impulsy, ani poslechem není možné jednotlivé přeskoky odlišit.

Při kontaktu s aktivním TW-359 v první chvíli převládne úlek z kontaktu s elektřinou. Ten ovšem zaniká okamžitě po kontaktu elektrod s kůží a nastupuje pouze dojem mírného zahřívání. Celkový efekt je velice podobný jako u původní UZI SG 1500K. K žádným svalovým kontrakcím při kontaktu nedochází. Z toho je možné odvodit, že přístroj pracuje se stejnosměrným napětím.

Malou chvíli po ukončení kontaktu člověk začíná pociťovat pálení kůže v místech kontaktu s elektrodami. V závislosti na době trvání vzniká popálenina I. až II. stupně.



Obr. 12: TW-359 [vlastní zpracování]

Výboje jsou zobrazeny v příloze P I.

4.2 Testování na skupině osob

Fyzické testování KEP probíhalo se skupinou deseti dobrovolníků. Veškeré vjemy a účinky hodnotili na stupnici 0 – 10, přičemž 0 znamená žádný efekt a 10 nejhorší nebo nejbolestivější možný. Hodnocení bolestivosti a negativních vjemů je chápáno v kontrastu vlastních zkušeností a dosavadních zážitků jednotlivých respondentů, je tedy samozřejmě značně subjektivní. Ukázky dotazníků jsou v příloze P II až P VI.

Testovanou skupinu tvořili muži i ženy ve věku v rozmezí 22 – 28 let. Nikdo nezmínil zvláštní zdravotní obtíže nebo jiné komplikace.

Veškeré fyzické testy byly prováděny s KEP Scorpy Max, který byl z vybraných paralyzérů nejefektivnější.

4.2.1 Lidská reakce

Základním ukazatelem při testování KEP na skupině dobrovolníků byl první kontakt s paralyzérem. Neinformovaní respondenti měli pochopitelný strach a respekt z přístroje. Ten je podpořen současnou vlnou kinematografie, kde se KEP objevují stále častěji. Ve filmech jsou účinky velmi zveličené, což pochopitelně obecné povědomí o této problematice ještě více ovlivňuje..

Většina testovaných osob při popisu dojmu z prvního kontaktu s KEP uvedla, že v nich vyvolává hlavně nepříjemný pocit a přirozené nutkání vyhnout se dalšímu působení paralyzéra. Hlavní efekt přisuzují více psychickému působení než samotnému fyzickému účinku. Jde o nepřírozený stav, kterému se, ať už vědomě či podvědomě, snažili vyhnout. Bolest popisují jako minoritní složku celkového účinku a zdůrazňují hlavně přirozenou potřebu zamezit dalšímu působení.

Všichni do jednoho uvedli, že celkový efekt je rozhodně nižší, než jaký od kontaktu s KEP očekávali.

Dalším efektem, na který se měli zaměřit, bylo omezení hybnosti při působení KEP neboli míra paralýzy. Až na jednu výjimku tento efekt považovali testovaní za velmi slabý. Nikomu z nich nezabránil aktivní paralyzér v přirozeném ústupu od zdroje (KEP) nepříjemného vjemu. I při snaze udržet KEP na testované osobě po delší dobu, bez použití násilí to nebylo možné, reakce ústupu byla automatická a nenarušená.

Vzhledem k tomu, že KEP by ze své podstaty měly způsobovat paralýzu a bezvědomí, dalším důležitým faktorem, na který se účastníci testů zaměřili, byl stupeň ovlivnění jejich vědomí při kontaktu s aktivním přístrojem. Až na jednoho účastníka všichni uvedli, že vědomí při testu nebylo ovlivněno v žádné míře. Zbývající jedinec uvedl minimální vliv na své vědomí.

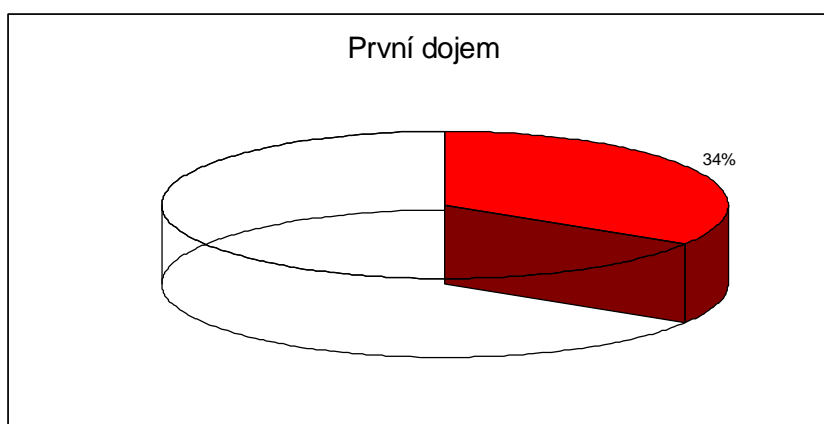
V následující tabulce jsou uvedena konkrétní hodnocení jednotlivých testovaných osob. Uvedená procenta lze chápat jako celkovou míru naplnění daného efektu.

Vzhledem k minimální míře hodnot ovlivnění vědomí, nejsou tyto v tabulce č. 23 zohledněny v minimálních a maximálních položkách.

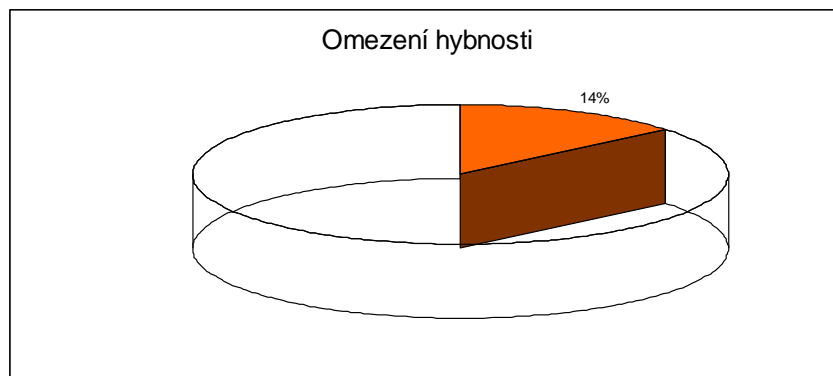
Tab. 23: Hodnocení efektu KEP [vlastní zpracování]

Hodnocený jev	hodnoty										min	max	Ø	%
První dojem	5	3	5	3	4	2	4	3	2	3	2	5	3,4	34
Míra bolesti	4	5	4	2	4	3	2	2	3	2	2	5	3,1	31
Omezení hybnosti	6	0	0	0	2	1	3	1	0	1	0	6	1,4	14
Ovlivnění vědomí	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,1	1
min	4	0	0	0	2	1	2	1	0	1	0	4	1,1	1
max	6	5	5	3	4	3	4	3	3	3	3	6	3,9	34
Ø	5	3	3	2	3	2	3	2	2	2	1,7	5,0	2,6	20

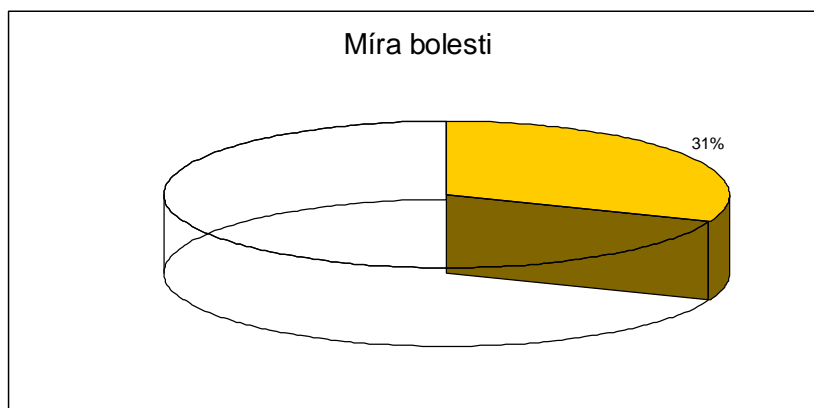
Pro přehlednost uvádím výsledky jednotlivých vjemů v následujících grafech.



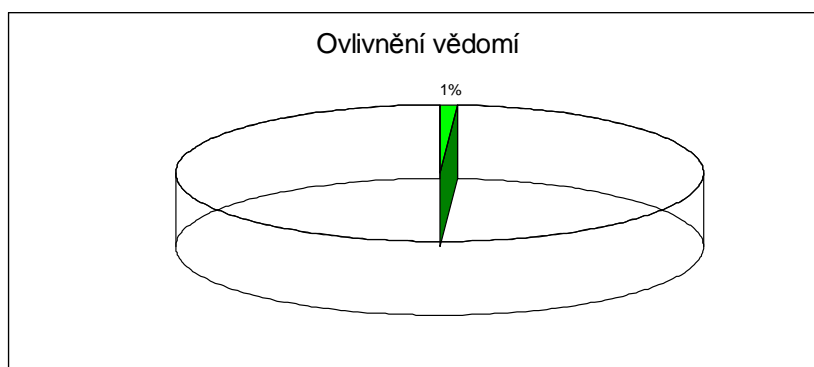
Graf 6: První dojem [vlastní zpracování]



Graf 7: Omezení hybnosti [vlastní zpracování]



Graf 8: Míra bolestivosti [vlastní zpracování]



Graf 9: Ovlivnění vědomí [vlastní zpracování]

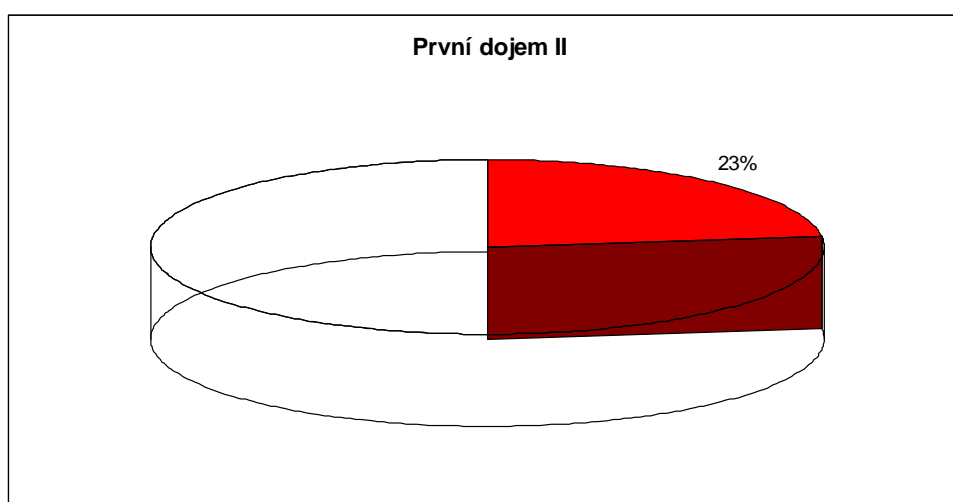
Vzhledem k tomu, že hodnocení je věcí velmi subjektivní, upravil jsem tabulku z důvodu analýzy způsobem, při kterém jsem všechny hodnoty daného respondenta ponížil o minimální hodnotu z jeho vlastního hodnocení, aby došlo k většímu vyrovnání s ostatními účastníky testu. Tato úprava nebyla provedena pro efekt ovlivnění vědomí, protože při jeho většinou nulových hodnotách by tato změna neměla smysl.

Následuje tabulka č. 24 s takto upravenými hodnotami.

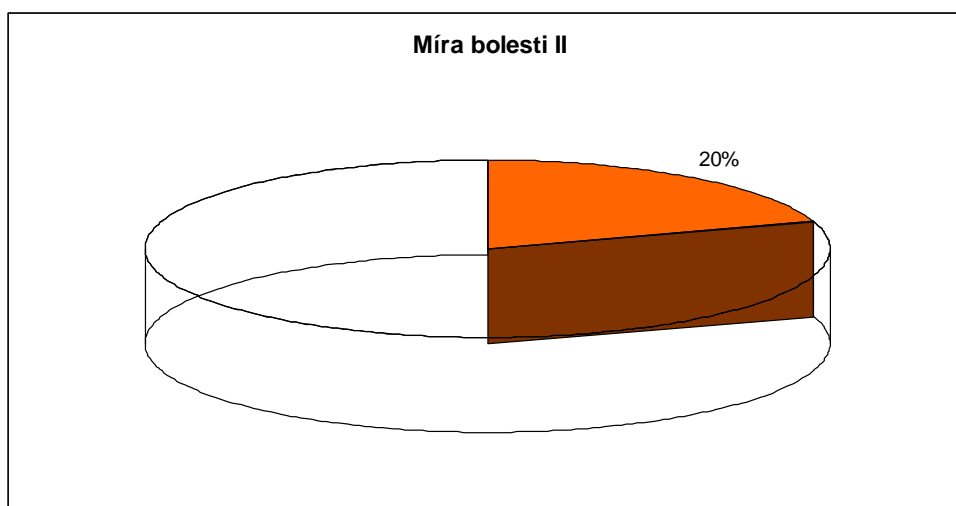
Tab. 24: Hodnocení efektu KEP – úprava [vlastní zpracování]

Hodnocený jev	hodnoty										min	max	Ø	%
První dojem	1	3	5	3	2	1	2	2	2	2	1	5	2,3	23
Míra bolesti	0	5	4	2	2	2	0	1	3	1	0	5	2	20
Omezení hybnosti	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0,3	3
Ovlivnění vědomí	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,1	1
min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
max	2	5	5	3	2	2	2	2	3	2	2	5	2,8	28
Ø	1	3	3	2	1	1	1	1	2	1	1,0	3,0	1,5	15

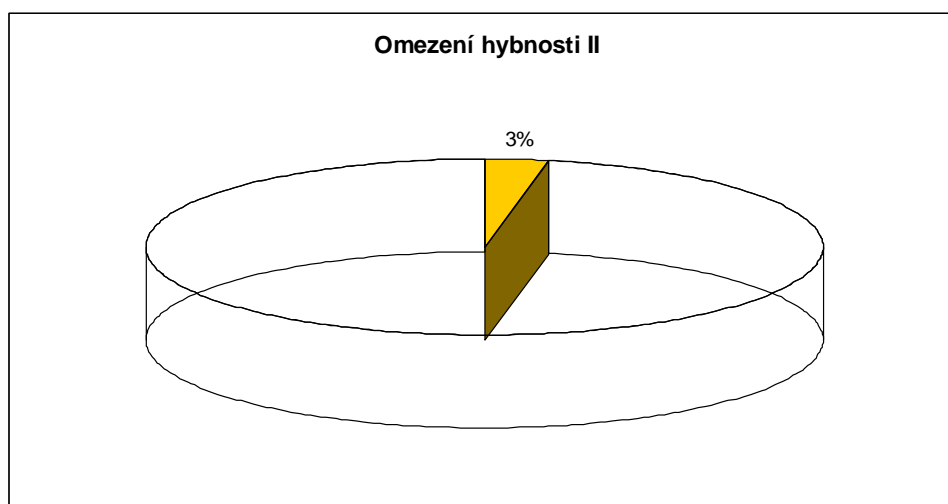
Rovněž uvádím příslušné grafy vzniklé úpravou hodnot.



Graf 10: První dojem – po úpravě hodnot [vlastní zpracování]



Graf 11: Míra bolestivosti – po úpravě hodnot [vlastní zpracování]



Graf 12: Omezení hybnosti – po úpravě hodnot [vlastní zpracování]

Po úpravě hodnot jsou celkové výsledky samozřejmě nižší, domnívám se ovšem, že přesněji odpovídají skutečnému efektu.

4.2.2 Účinky na různých částech těla

Pro testování odlišnosti účinků KEP na různých částech těla bylo vybráno deset různých míst napříč celým tělem s vynecháním genitálií a očí.

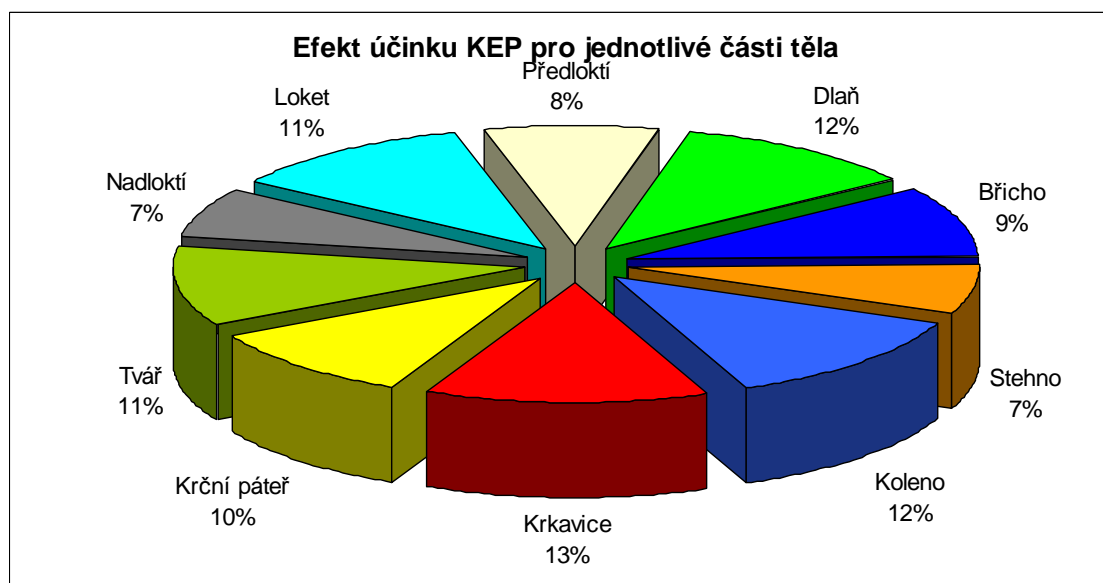
Tabulka č. 25 uvádí hodnocení jednotlivých testovaných subjektů, které reprezentuje účinek ve smyslu celkového efektu v dané části těla. Nejedná se o míru bolesti, ale o komplexní efekt pomyslného zastavovacího účinku.

Tab. 25: Účinky KEP na různých částech těla

[vlastní zpracování]

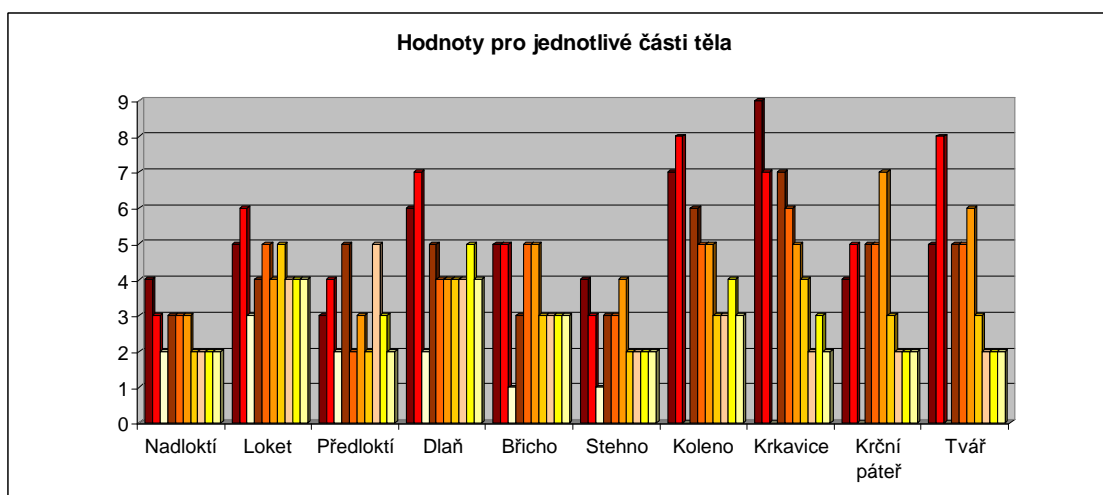
Část těla	hodnota										Ø	min	max
Nadloktí	4	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2,60	2	4
Loket	5	6	3	4	5	4	5	4	4	4	4,40	3	6
Předloktí	3	4	2	5	2	3	2	5	3	2	3,10	2	5
Dlaň	6	7	2	5	4	4	4	4	5	4	4,50	2	7
Břicho	5	5	1	3	5	5	3	3	3	3	3,60	1	5
Stehno	4	3	1	3	3	4	2	2	2	2	2,60	1	4
Koleno	7	8	x	6	5	5	3	3	4	3	4,89	3	8
Krkavice	9	7	x	7	6	5	4	2	3	2	5,00	2	9
Krční páteř	4	5	x	5	5	7	3	2	2	2	3,89	2	7
Tvář	5	8	x	5	5	6	3	2	2	2	4,22	2	8
min	3	3	1	3	2	3	2	2	2	2	2,30	1	3
max	9	8	3	7	6	7	5	5	5	4	5,90	3	9
Ø hodnocení	6	6	2	5	4	5	4	4	4	3	4,10	2,00	6,00
Ø hodnota	5	6	2	5	4	5	3	3	3	3	3,77	1,83	5,60

Na grafu č. 13 je znázorněn efekt účinku pro jednotlivé části těla a jejich procentuelní porovnání.



Graf 13: Efekt účinku KEP pro jednotlivé části těla [vlastní zpracování]

Graf č. 14 znázorňuje konkrétní hodnocení testovaných subjektů. Z grafu je dobře patrné, že hodnocení jednotlivých částí je u všech stejné nebo velmi podobné, liší se pouze intenzitou ovlivněnou prahem bolesti a působením dalších vjemů na dobrovolníky.



Graf 14: Hodnocení respondentů [vlastní zpracování]

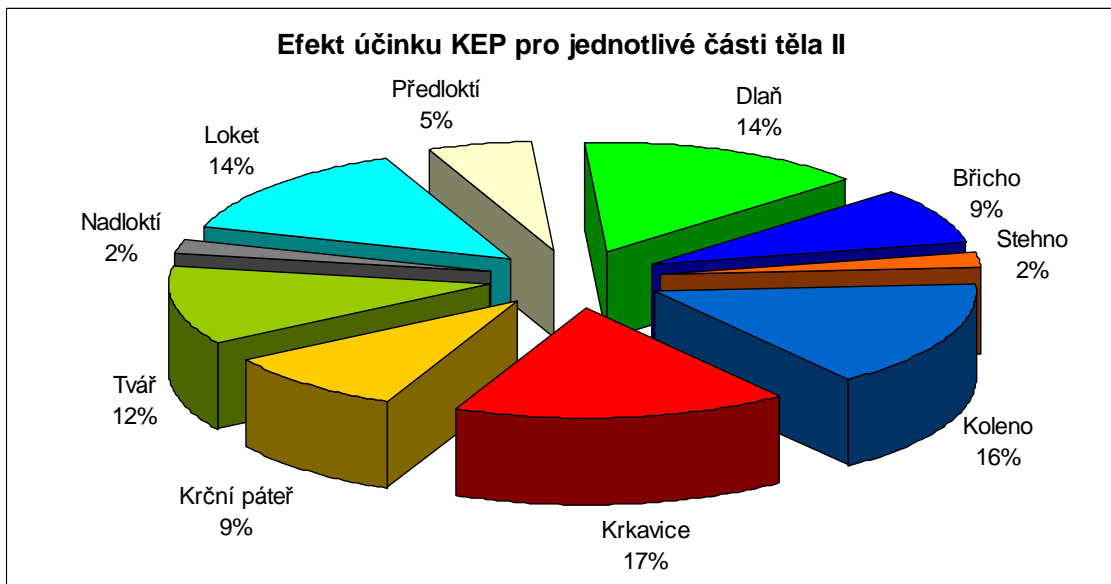
Kvůli minimalizaci subjektivního vnímání jsem předchozí hodnoty upravil způsobem, kde jsou hodnocení ponížena vždy o nejmenší hodnotící stupeň daného respondenta. Takto upravené hodnoty zachycuje tabulka č. 26.

Tab. 26: Účinky KEP na různých částech těla – úprava

[vlastní zpracování]

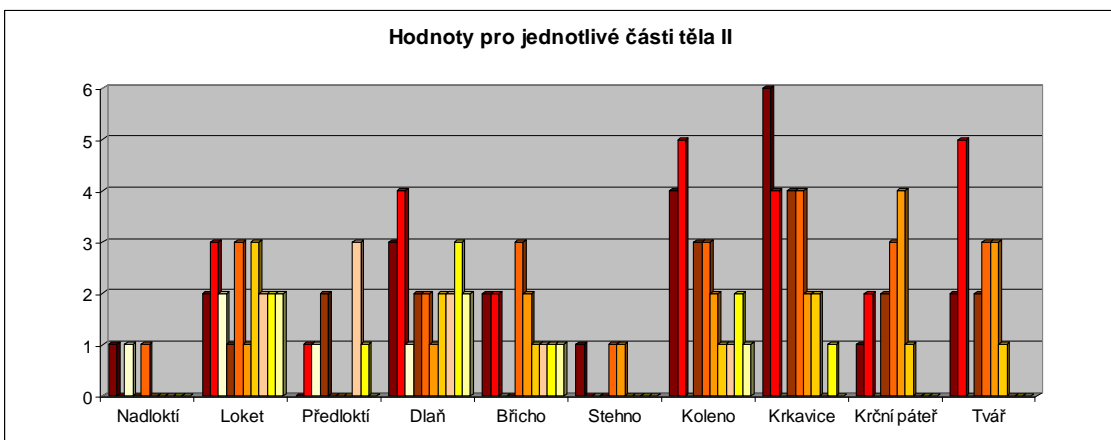
Část těla	hodnocení										Ø	min	max
Nadloktí	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,30	0	1
Loket	2	3	2	1	3	1	3	2	2	2	2,10	1	3
Předloktí	0	1	1	2	0	0	0	3	1	0	0,80	0	3
Dlaň	3	4	1	2	2	1	2	2	3	2	2,20	1	4
Břicho	2	2	0	0	3	2	1	1	1	1	1,30	0	3
Stehno	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,30	0	1
Koleno	4	5	x	3	3	2	1	1	2	1	2,44	1	5
Krkavice	6	4	x	4	4	2	2	0	1	0	2,56	0	6
Krční páteř	1	2	x	2	3	4	1	0	0	0	1,44	0	4
Tvář	2	5	x	2	3	3	1	0	0	0	1,78	0	5
min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0
max	6	5	2	4	4	4	3	3	3	2	3,60	2	6
Ø hodnocení	3	3	1	2	2	2	2	2	2	1	1,80	0,00	3,00
Ø hodnota	2	3	1	2	2	2	1	1	1	1	1,47	0,00	2,60

Graf č. 15 zachycuje účinnosti pro jednotlivé části těla z takto upravených hodnot.



Graf 15: Efekt účinku KEP pro jednotlivé části těla po korekci hodnot

[vlastní zpracování]



Graf 16: Hodnocení respondentů po korekci hodnot [vlastní zpracování]

Touto metodou byla z vybraných částí těla jako neúčinnější zjištěna oblast krkavice. Nejméně efektivní místo pro použití KEP je naopak stehno či nadloktí, což jsou paradoxně partie s největším svalstvem, kde by se účinek dal v rozporu se zjištěnými skutečnostmi očekávat vyšší.

Tabulka č. 27 zobrazuje sestupně části těla podle účinnosti KEP na nich.

Tab. 27: Účinnost KEP

[vlastní zpracování]

Část těla	Ø
Krkavice	5,00
Koleno	4,89
Dlaň	4,50
Loket	4,40
Tvář	4,22
Krční páteř	3,89
Břicho	3,60
Předloktí	3,10
Nadloktí	2,60
Stehno	2,60

Po úpravě hodnot zůstává pořadí podle efektu na jednotlivých tělesných partiích naprosto shodné, jak je patrné z tabulky č. 28.

Tab. 28: Účinnost KEP

úprava

[vlastní zpracování]

Část těla	Ø
Krkavice	2,56
Koleno	2,44
Dlaň	2,20
Loket	2,10
Tvář	1,78
Krční páteř	1,44
Břicho	1,30
Předloktí	0,80
Nadloktí	0,30
Stehno	0,30

4.2.3 Reakce při „neočekávaném“ kontaktu

Při testování samozřejmě není možné navodit podmínky zcela odpovídající reálné situaci, při které by byl použit KEP. Důležitou roli hraje moment překvapení, to ovšem na obou stranách. Nebudu zde ovšem řešit, jestli by bylo vůbec možné paralyzér použít při neočekávaném útoku, to by bylo nad rámec této práce.

Pro navození dojmu překvapení byla navozena situace, při které dva náhodní dobrovolníci měli za úkol získat a udržet zadaný předmět. Ten byl vzdálený cca 10 metrů od testovaných osob. Na daný signál vyrazili vybraní jedinci k danému objektu, přičemž se snažili si vzájemně bránit v postupu. I v případě dosažení cílového předmětu jedním z nich se i nadále snažili jej získat. Takto byla uměle vytvořena situace napodobující fyzický konflikt.

V průběhu tohoto „konfliktu“ po určité době vstoupila do situace třetí osoba vybavená KEP a náhodně zvolenému jedinci z bojující dvojice udělila paralyzérem šok. Zasažená osoba se poté přestala zajímat o určený cíl a na okamžik přestala reagovat na konflikt. Její pozornost se v danou chvíli zaměřuje na osobu s KEP. Každá modelová situace bez výjimky skončila tímto způsobem. Testovaní dobrovolníci popisují stav při neočekávaném kontaktu s paralyzérem v době konfliktu jako úlek nebo šok, který způsobuje vytržení z koncentrace na momentální cíl.



Obr. 13: Modelová situace kontaktu s KEP

[vlastní zpracování]

4.2.4 Účinnost při modelové situaci simulující konflikt

Zadáním této modelové situace bylo zvolení dvou jedinců, z nichž jeden je vybaven KEP, který má připravený v ruce a představuje napadenou nebo zasahující osobu a druhý představuje útočníka beze zbraně. Úkolem bylo pro oba v daném souboji zvítězit, přičemž osoba vybavená KEP se jej pochopitelně snaží využít jako výhodu. Při této modelové situaci nebyly využívány úderové techniky v reálné míře, ale pouze jako náznaky simulující možný útok.



Obr. 14: Použití KEP při konfliktu [vlastní zpracování]

Po analýze vzniklé situace lze říci, že osoba s KEP je znevýhodněna, protože paralyzér vnímá jako zbraň a spoléhá na jeho zastavující účinky, které se nedostaví. Navíc má prakticky jednu ruku vyřazenou z boje, protože v ní drží přístroj. I v případě kontaktu s aktivním KEP útočník nejeví známky oslabení, spíše stupňuje svou agresivitu. Pokud se obránce příliš soustředí na snahu zasáhnout protivníka výbojem, přestává se krýt, nevyužívá žádné úderové a prakticky ani jiné techniky a sám se tak stává zranitelnější.

Útočník po několika kontaktech s aktivním KEP zjišťuje, že se nejedná o hrozbu a přestane si paralyzérovi všímat. Využije nepozornosti obránce, který se plně soustředí na snahu udělit šokový úder přístrojem a bez problémů i při kontaktu vyřadí obránce několika údery, například do hlavy.

V jednom případě, kdy se obránci podařilo uchopit zezadu útočníka a souběžně provést dvakrát po sobě pětivteřinový zásah KEP v srdeční oblasti, nebyl přesto útočník vyřazen, paralyzován ani nepadl k zemi.

Také považuji za důležité zmínit, že při těchto modelových situacích obránce několikrát při kontaktu s protivníkem obdržel zpětný šok. Šlo o opakovanou situaci, kterou by šlo pouze stěží prohlásit za výjimečnou.

4.3 Zkušenosti z terénu pracovníků PKB

Veškeré mé vlastní poznatky mají spíše laboratorní a modelový charakter, proto jsem kontaktoval několik osob aktivních v PKB, které mají přímou osobní zkušenost s použitím KEP v praxi.

Několik mi jich popsalo situace, při kterých použili KEP, kterými byli vybaveni, a slibovali si od nich účinnou pomoc při řešení konfliktní situace.

Jedna z nich popisuje moment, kdy je pracovník PKB pověřený dohledem nad pořádkem na veřejné akci typu koncertu nucen zasáhnout proti agresivnímu podnapilému jedinci. Z důvodu silné tělesné konstituce agresora a jeho nebezpečnosti pro ostatní přítomné osoby se rozhodne použít paralyzér, kterým je vybaven. Protože jej zatím v praxi nevyužil a informace o jeho účincích jsou tedy pro něj dostupné pouze z návodu nebo ještě hůře z televize, neodvažuje se zasadit protivníkovi příliš dlouhý úder a zvolí jen velmi krátký impuls. Na to dotyčný reaguje slovy: „Co to děláš? To máš jako nějakou elektriku?“ a dále stupňuje své agresivní chování. Dotyčný bezpečnostní pracovník tedy v naprosto nevhodnou chvíli přichází do kontaktu s realitou, nicméně se stále spoléhá na pomoc KEP ve své ruce a pokusí se situaci zvrátit tím, že útočnickovi ušetří déle trvající impuls. Efekt je ovšem stále stejný, tedy prakticky žádný, přesto se ještě pokusí o jeden opravdu dlouhotrvající úder. To už ale opadl zájem protivníka o nově vzniklou situaci a ještě více se vystupňovala jeho agresivita. V tuto chvíli se zasahující pracovník PKB přestal na pomoc paralyzéro spoléhat a situaci vyřešil pomocí hmatů a chvatů a útočníka úspěšně zpacifikoval. Podle jeho vlastních slov v poslední chvíli.

Další zkušenosti jsou vesměs podobné, pouze se liší v čase, po který se ještě zasahující osoba pokouší opakovaně použít KEP. Opakování pokusu je logickou reakcí, protože pokud člověk očekává značnou reakci a nedojde prakticky k žádné, předpokládá, že chyba je na jeho straně a pokouší se ji napravit. Tím ovšem nevědomky sám sebe značně znevýhodňuje.

Testy účinků KEP, stejně jako zkušenosti pracovníků PKB vypovídají o jejich značně nadhodnocených účincích. Slibovaný zastavovací účinek není možné od testovaných

přístrojů očekávat a to zejména v přímém konfliktu, kdy zúčastněné osoby stojí proti sobě.

Určitý efekt lze očekávat v případě, kdy zasahující osoba vstupuje do konfliktu nepozorována s momentem překvapení. Poté dochází u zasažené osoby ke ztrátě koncentrace a zmatení.

5 LÉKAŘSKÉ TESTY

Vzhledem k tomu, že obecné povědomí o KEP je hodně zkreslené a mé vlastní zkušenosti mají charakter osobních dojmů a zkušeností, ale nikoli odbornou znalost vyplývající z lékařské praxe a proto, že do těla nikdo nevidí, rozhodl jsem se účinky paralyzérů konzultovat s odborníky v oblasti medicíny.

5.1 EKG

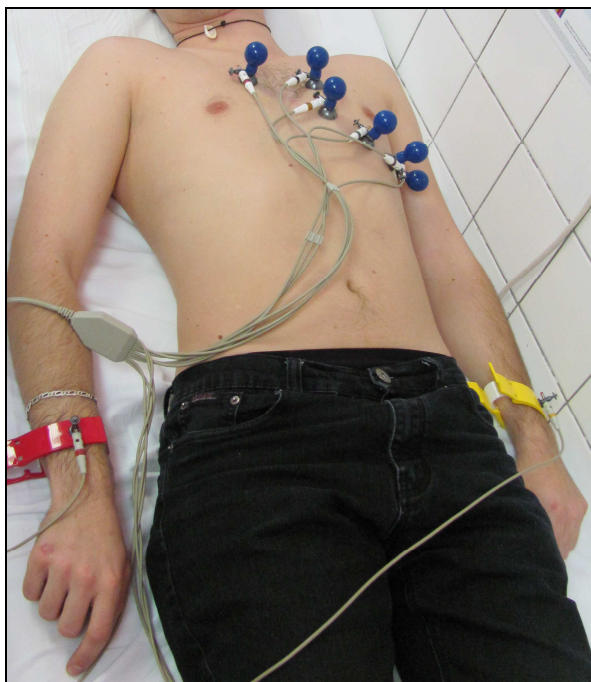
Největší obavy budí KEP v souvislosti s možným úmrtím, které by mohlo být způsobeno zástavou srdce způsobenou působením elektrického proudu. K zástavě srdeční činnosti dochází v důsledku fibrilace zapříčiněné snahou srdce přizpůsobit se frekvenci procházejícího proudu.

Nejnebezpečnější je chvíle, kdy se srdce nachází v tzv. vulnerabilní fázi, při které je nejvíce náchylné k zástavě. K zásahu srdce v této fázi dojde téměř jistě, pokud proud prochází srdcem déle než 0,8 s. Aby k tomuto stavu mohlo dojít, musel by proud proniknout přímo do srdeční oblasti, což se v případě KEP za normálních podmínek nemůže stát.

Aby byla tato domněnka potvrzena, bylo provedeno měření EKG při zásahu KEP, konkrétně UZI SG PEN 500, UZI SG 1500K, Power 200 a Scorpy Max. Měření proběhlo 29. 11. 2012 pod odborným osobním dohledem MUDr. Lubomíra Nečase v Baťově nemocnici ve Zlíně na přístroji Schiller AT-2 plus.

Při vyšetření elektrokardiogramem je zkoumané osobě na hrudník umístěno šest elektrod, označených jako V1 – V6, které snímají elektrické signály vytvářené myokardem, které řídí činnost srdce. Další dvě elektrody jsou umístěny na zápěstích a další dvě na kotnících. Elektrody umístěné na končetinách snímají rozdíl potenciálů mezi sebou. Na diagramu je pak jako I označen rozdíl potenciálů mezi zápěstími, II je rozdíl potenciálů mezi pravým zápěstím a levým kotníkem a III levým zápěstím a levým kotníkem. Dále aVR označuje potenciál elektrody pravé ruky, aVL potenciál elektrody levé ruky a aVF potenciál levé nohy.

V průběhu snímání EKG byly KEP přikládány na levé předloktí.

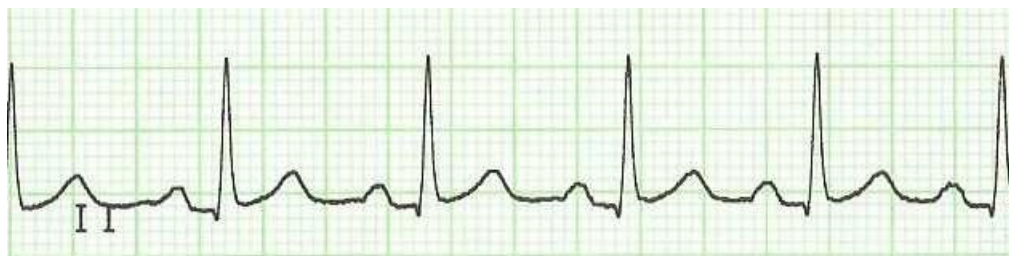


Obr. 15: Připojení elektrod EKG

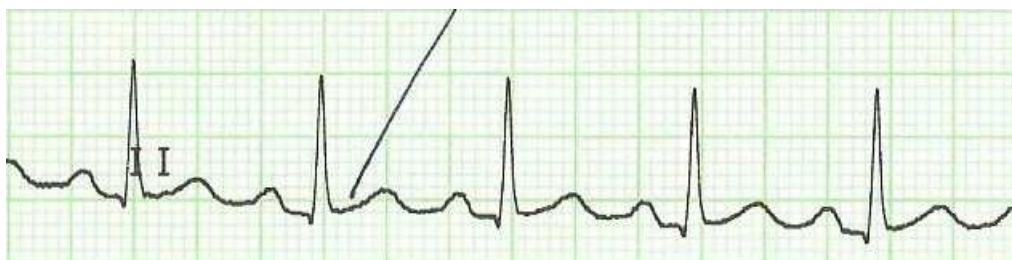
[vlastní zpracování]

Ze zaznamenaného EKG je zřejmé, že působení KEP ovlivní samotný záznam, protože má vyšší napětí než je snímaný potenciál vytvářený signálem myokardu, který má velikost v jednotkách mV, průběh srdeční činnosti je však nenarušen.

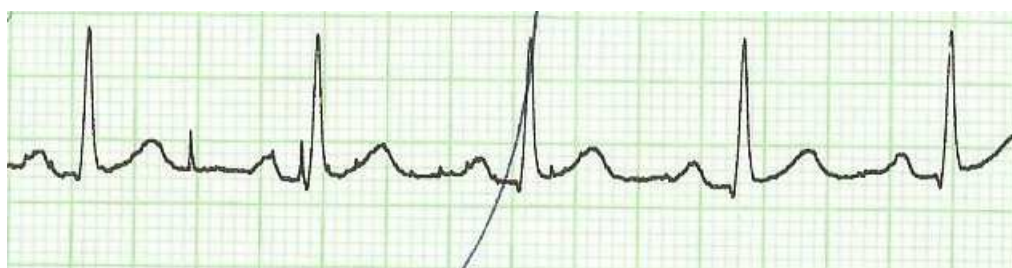
Na obrázku č. 16 je zobrazen normální průběh EKG. Následují průběhy EKG při přiložení KEP UZI SG PEN 500, UZI SG 1500K, Power 200 a Scorpy Max.



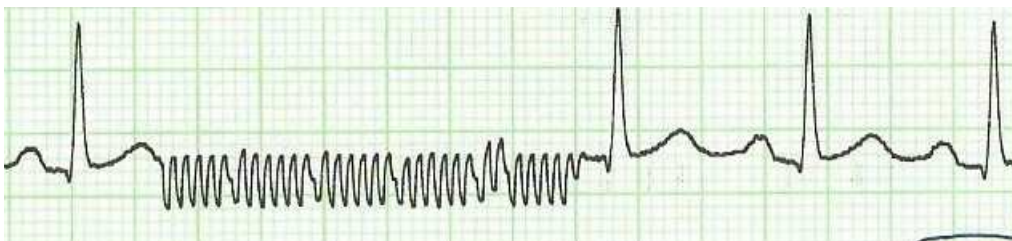
Obr. 16: Průběh EKG v klidovém stavu [vlastní zpracování]



Obr. 17: Průběh EKG při použití UZI SG PEN 500 [vlastní zpracování]



Obr. 18: Průběh EKG při použití UZI SG 1500K [vlastní zpracování]



Obr. 19: Průběh EKG při použití Power 200 [vlastní zpracování]



Obr. 20: Průběh EKG při použití Scorpy Max [vlastní zpracování]

Tímto měřením bylo ověřeno a výslovně potvrzeno MUDr. Lubomírem Nečasem, že žádný z testovaných KEP nijak neovlivňuje srdeční činnost. Lze tedy konstatovat, že jsou bezpečné a nemohou bezprostředně ohrozit člověka na životě.

Kompletní záznam EKG je zobrazen v přílohách P VII až P XI.

5.2 Praktický lékař

V rozporu s některými návody k použití, způsobují KEP popáleniny I. a II. stupně. Tato skutečnost byla potvrzena lékařským vyšetřením MUDr. Heleny Nedbálkové. Lékařské zprávy jsou uvedeny v přílohách P XII a P XIII.

Vznik a rozsah popáleniny se liší podle jednotlivých přístrojů a je samozřejmě ovlivněn individuální reakcí kůže konkrétního jednotlivce.

UZI SG PEN 500 a UZI SG 1500K mohou způsobit narušení kožního krytu svými tenkými hroty v kombinaci se vznikem popáleniny. Popáleniny největšího rozsahu však způsobuje z testovaných KEP Scorpy Max.

Na obrázcích č. 21 – 25 jsou fotografie popálenin způsobených činnostmi příslušných KEP bezprostředně po kontaktu, časová prodleva maximálně 5 minut.



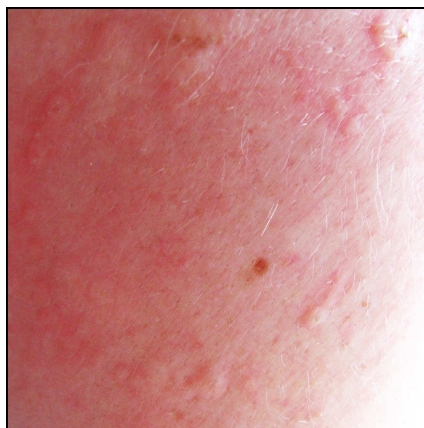
Obr. 21: Popálenina

Power 200 [vlastní zpracování]



Obr. 22: Popálenina

Scorpy Max [vlastní zpracování]



Obr. 23: Popálenina

TW-359 [vlastní zpracování]



Obr. 24: Popálenina

UZI SG 1500K

[vlastní zpracování]



Obr. 25: Popálenina

UZI SG PEN 500

[vlastní zpracování]

Lékařské testy prokázaly, že použití KEP je bezpečné z hlediska životních funkcí, které neovlivňuje.

Naproti tomu každý testovaný přístroj způsobuje popáleniny I. až II. stupně, což by bylo možné využít za účelem identifikace při policejním vyšetřování.

6 KONFRONTACE HODNOT

Výrobci udávají vysoká napětí, které využívají jako marketingový tah. Odborníci, kteří se podíleli na měření hodnot nebo tvorbě metod měření, považovali udávaná napětí za nepravděpodobná ještě před realizací samotného měření. U žádného KEP jsem se za dobu průzkumu nesetkal s uvedenou hodnotou elektrického proudu, která není pro zákazníka příliš zajímavá a navíc je ve své podstatě individuální v závislosti na vlastním odporu osoby, se kterou dochází k interakci.

6.1 Porovnání naměřených hodnot EN s hodnotami udávanými výrobcí

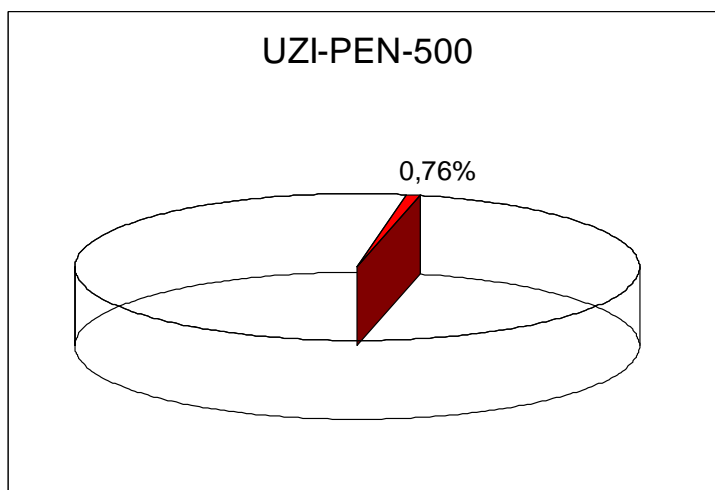
Udané napětí KEP je číslo, které má za úkol zaujmout zákazníka, který má pocit, že čím vyšší toto číslo je, tím je přístroj účinnější. Není to pravda hned z několika důvodů. Prvním důvodem je, že samotné napětí je samo o sobě bez kontextu ostatních vlastností KEP nepodstatné a také skutečnost, že napěťová složka není hlavním faktorem, který způsobuje výsledný šok. Druhým důvodem je fakt, že se hodnoty elektrického napětí deklarované pro jednotlivé přístroje neshodují se skutečnou hodnotou, kterou přístroj opravdu disponuje.

Měření byly zjištěny značné rozdíly v hodnotách elektrického napětí jednotlivých přístrojů udávaných jejich výrobcí, respektive prodejci, a skutečně naměřených hodnot. Následující Tab. zobrazuje srovnání těchto hodnot.

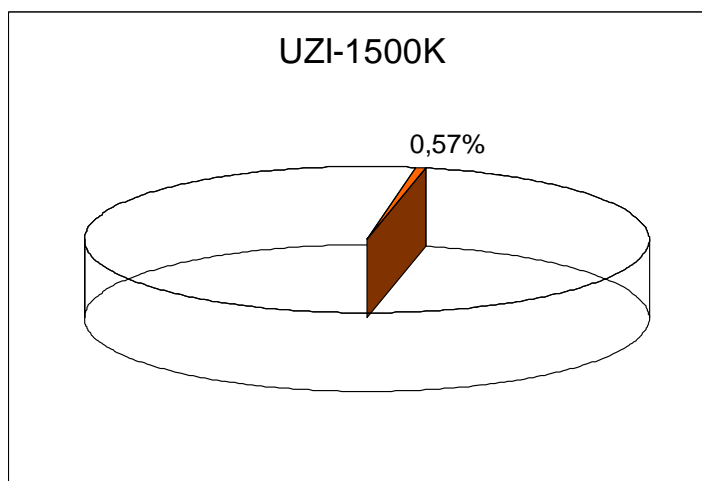
Tab. 29: KEP – porovnání napětí [vlastní zpracování]

KEP	napětí změřené [V]	napětí udávané [V]
UZI-PEN-500	3 829	500 000
UZI-1500K	8 616	1 500 000
Scorpy Max	44 993	500 000
Scorpy 200	49 301	200 000
Power 200	49 780	200 000
TW-359 *)	9 000 - 44 000	4 000 000

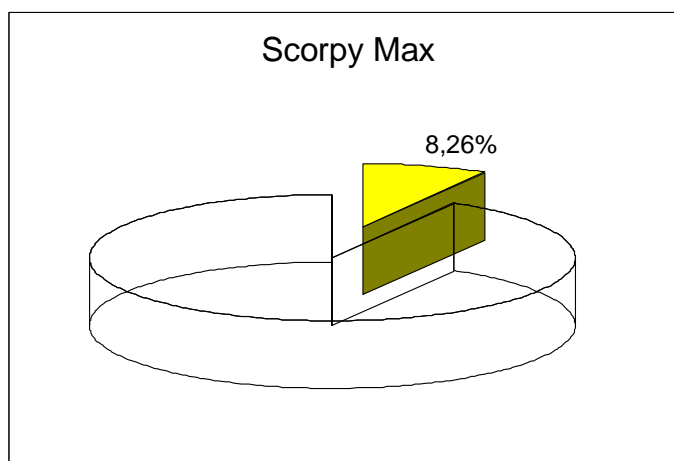
Pro jasnější zvýraznění míry rozdílnosti hodnot naměřených výše uvedenými metodami a deklarovanými napětími příslušných paralyzérů, uvádím pro každý z nich graf vyjadřující procenta zjištěných napětí v porovnání s deklarovanými.



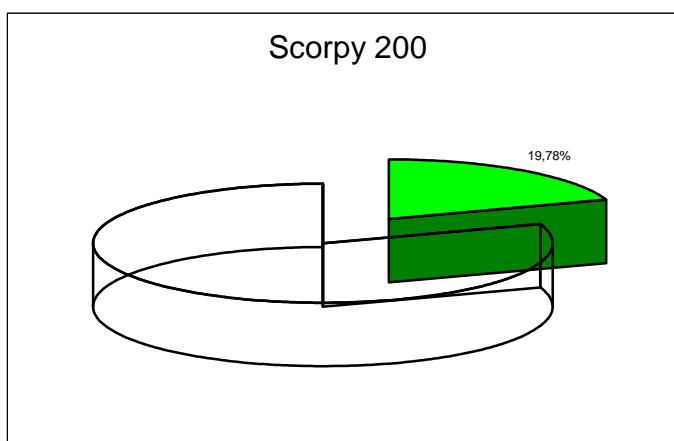
Graf 17: UZI PEN 500 – změřené napětí proti udávanému [vlastní zpracování]



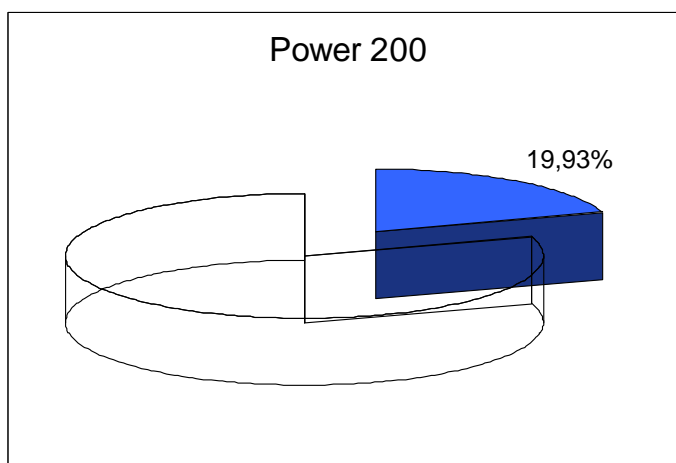
Graf 18: UZI 1500K – změřené napětí proti udávanému [vlastní zpracování]



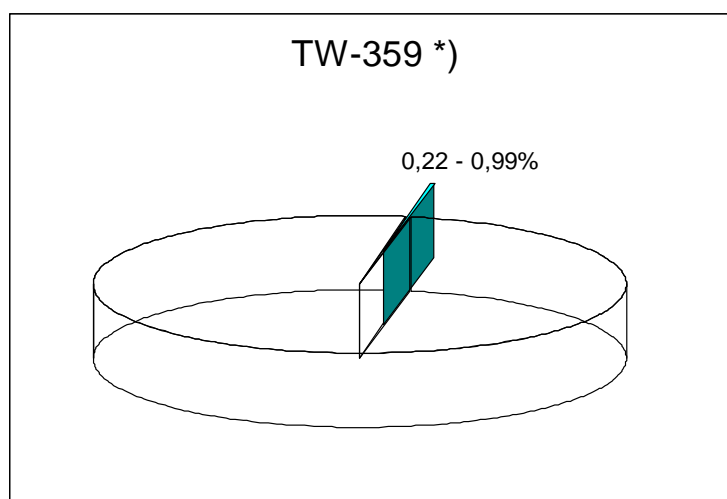
Graf 19: Scorpy Max – změřené napětí proti udávanému [vlastní zpracování]



Graf 20: Scorpy 200 – změřené napětí proti udávanému [vlastní zpracování]



Graf 21: Power 200 – změřené napětí proti udávanému [vlastní zpracování]



Graf 22: TW-359 – změřené napětí proti udávanému (výpočetní odhad) [vlastní zpracování]

6.2 Porovnání naměřených hodnot EP s hodnotami udávanými v normách

Pokud bychom jako směrodatné uvažovali hodnoty uvedené v ČSN 33 2000-4-41 ed.2, tj. jako mezní pro střídavý proud 3,5 mA a pro stejnosměrný proud 10 mA a jmenovitý

odpor 2000Ω , podle vypočítaných hodnot proudu by tyto hranice nesplnil žádný z testovaných paralyzérů. [12]

V případě, že budeme uvažovat odpor lidského těla na základě změřených hodnot, budou výsledky normě mnohem blíže. Pro minimální hodnotu zjištěného odporu, kdy vzniká největší proud, jsou však stále všechny zkoušené KEP daleko za mezními hranicemi, přibližně 80 krát až 300 krát. Pro průměrné hodnoty proudu vycházející z průměrné hodnoty odporu lidského těla získáváme přijatelné hodnoty, které, pokud meze stanovené normou překračují, tak pouze minimálně. Pro minimální hodnotu vypočítaného proudu splňují podmínky všechny testované přístroje.

V tabulce č. 30 jsou KEP rozděleny do dvou skupin podle druhu proudu, který produkují. V první skupině jsou přístroje Power 200, Scorpy 200 a Scorpy Max, které pracují se střídavým proudem a je pro ně tedy platná mezní hodnota 3,5 mA. Ve druhé skupině jsou paralyzéry UZI SG 1500K, UZI SG PEN 500 a TW-359, které pracují se stejnosměrným proudem a proto je pro ně platná mezní hodnota 10 mA.

Tab. 30: KEP – porovnání proudů [vlastní zpracování]

Proud			
KEP	I_{min} [mA]	I_{avg} [mA]	I_{max} [mA]
Power 200	1,251	3,651	1 082
Scorpy 200	1,239	3,616	1 072
Scorpy Max	1,131	3,300	978
UZI 1500K	0,217	0,632	187
UZI PEN 500	0,096	0,281	83
TW-359	0,226 - 1,106	0,660 - 3,227	196 - 957

V tabulce č. 30 jsou tučně zvýrazněny hodnoty, které pro svou kategorii překračují meze stanovené ČSN 33 2000-4-41 ed.2. Jak je z tabulky patrné, pro minimální proud splňují meze všechny testované KEP, pro průměrný proud téměř splňují a pro maximální proud nespĺňuje žádný.

Hodnoty napětí zjištěné měřením jsou nižší cca o 80 – 99 % než udávané. Řádově se pohybují v jednotkách až desítkách kV.

Na základě hodnot proudu získaných výpočtem, splňují normativní meze všechny testované KEP pro minimální proud, pro průměrný proud téměř splňují a pro maximální proud nesplňuje žádný ve smyslu přípustných 3,5 mA pro střídavý proud a 10 mA pro stejnosměrný proud.

7 TECHNICKÝ VÝVOJ

7.1 Návrh vylepšení

Po předchozích zjištěních je možné konstatovat, že KEP nemají slibované a předpokládané účinky. Nabízí se otázka, jak jich dosáhnout nebo alespoň vylepšit ty stávající.

7.1.1 Zvyšování elektrického výkonu

Logickou cestou by se mohlo zdát zvýšení elektrického proudu nebo napětí. V tomto případě je potřeba si uvědomit, že průchod elektřiny tělem v případě použití KEP je po minimální dráze, pouze mezi jeho elektrodami a nejbližším okolím. Dochází ke svalové koncentrické kontrakci, ve které sval stagnuje po dobu působení elektrického výboje. Při tomto procesu výboj přímo nepůsobí na centrální nervovou soustavu, pouze přebírá její příkazovou funkci pro postižený sval, který je řízen elektrickými impulsy. Impuls způsobený KEP má samozřejmě vyšší hodnotu než elektrický signál vyslaný mozkiem, svalovou kontrakci tedy není možné vědomě ovlivnit. Příčinnou ovšem není ovlivnění vědomí samotného, pouze lokální aplikace silnějšího „signálu“ pro postižený sval. Vědomí tedy není ovlivněno ani pro to není přímý důvod. [15]

Zvýšením hodnoty proudu nebo napětí v tomto směru nedosáhneme žádného pokroku, protože vliv na centrální nervovou soustavu se nezmění a plocha působnosti výrazným způsobem také ne. Dojde pouze ke zvýšení energie plazmy vzniklé mezi elektrodami KEP, což bude mít za následek větší popáleniny a poškození svalových buněk jako takových, tedy zvýšení bolestivosti. V krajním případě při extrémním zvýšení energie by došlo k propálení svalu, což by nepochybně mělo paralyzující účinek, ale ne v původním smyslu funkce tohoto přístroje.

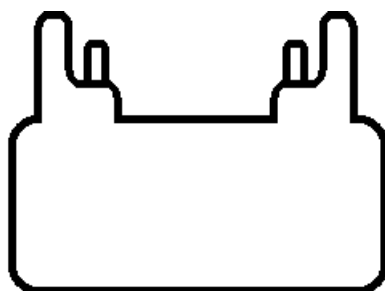
V případě poškození svalu by samozřejmě mohlo k ovlivnění vědomí dojít, ale to až v důsledku samotného zranění a reakce těla na něj například formou šoku. V tomto případě by se už ovšem jednalo o trvalé ublížení na zdraví a následky ohrožující lidský život.

Další zvyšování výkonu tedy rozhodně není řešení, pokud by výrobce nechtěl z přístroje udělat skutečně nebezpečnou zbraň, která i přes svůj vysoký výkon a devastační účinky stejně neplní svou původní funkci.

7.1.2 Distanční nástavec

Vzhledem ke zvýšenému efektu při použití přístroje aktivního před kontaktem s tělem a zvýšeným efektem při neúplném kontaktu s pokožkou, způsobeného například vrstvou oblečení, by mohl být vhodným doplňkem distanční modul, který by zabránil přímému doteku elektrod s kůží. Výrazně by se tím zvýšila plocha, na které působí KEP na kůži a tedy na drobná nervová zakončení, což zvyšuje nepříjemný pocit z kontaktu.

U této úpravy by ovšem bylo nutné pečlivě propočítat napětí, vzdálenost elektrod a výšku distančního modulu, aby byla zajištěna správná funkčnost přístroje. Distanční vzdálenost by postačila relativně malá, v řádech jednotek milimetrů, což by mělo za následek zamýšlené zvýšení efektivity, přičemž by byla zachována maximální jistota, že dojde k požadovanému výboji směrem k cílovému subjektu i v případě silnější vrstvy oblečení. To by ovšem neměl být příliš velký problém, výkonnější KEP mají elektrody cca 4 cm od sebe, což je tudíž minimální hranice, kterou musí elektrický výboj překonat, zvládne tedy i jen o málo tenčí vrstvu oblečení.



Obr. 26: Distanční nástavec

[vlastní zpracování]

7.1.3 Kombinace zahraničního designu a české elektroniky

V zahraničí se výrobci snaží přijít s novými nápady, zejména v oblasti maskování pravé funkce KEP. Kombinaci s jinými přístroji osobně vnímám jako tu správnou cestu, kterou by se měl vývoj ubírat.

Veškeré testované zahraniční přístroje ovšem mají velmi slabí efekt ve smyslu účinku KEP. Naproti tomu paralyzéry od českých výrobců byly bezpochyby nejefektivnější. Tento zásadní rozdíl přisuzuji rozdílnému proudu používanému u tuzemských a cizích

výrobců. Střídavý proud, který využívají u nás, je třeba využít i u důmyslných kombinovaných modelů. Tím se výrazně zvýší jejich efektivita.

7.2 Vývojové trendy

Výrobci se snaží KEP doplnit o různé prvky a vylepšení. Jsou k vidění v kombinaci s obrannými spreji (Scorpy Max, Scorpy 200), svítilnami, sirénami či houkačkami a stále je snaha přijít s něčím novým, co by použití paralyzéro zefektivnilo. Z této snahy vývojářů je také patrné, že samotná základní funkce nestačí a je třeba ji podpořit jiným efektem.

Přidáváním dalších funkcí logicky dochází ke zvyšování objemu samotného přístroje, což osobně vnímám jako negativní jev. Tradiční pojetí paralyzéro, ať už s doplňky či bez nich, vnímám jako slepou cestu, kde je další vývoj zbytečný a ve své podstatě kontraproduktivní. Samotný princip fungování KEP nenabízí prostor pro výraznou změnu. Přidáváním dalších funkcí se výrobci pouze snaží maskovat stagnaci vývoje této větve.

Současným trendem je snaha maskovat skutečnou funkci KEP a vytvářet tak přístroje, které na první pohled nevypadají nebezpečně nebo minimálně nedávají tušit svou pravou funkci. [1, 16]

Skrývají se například za vzhledem mobilního telefonu, dámské rtěnky, vycházkové hole atp.



Obr. 27: Stun Master

Lipstick [17]



Obr. 28: ZAP Cane [17]



Obr. 29: ZAP Cell phone [17]

Dále se objevují výrobky, které ve své podstatě či primární funkci nejsou KEP, ale přesto jej obsahují. Jako příklad lze uvést BodyGuard Glove Davida Browna, který spolufinancoval Kevin Costner. Jedná se o „bojovou“ rukavici ze speciálně tvrzeného materiálu, která se nasazuje na celou paži, a tím ji chrání při konfliktu. V oblasti zápěstí je doplněna prvkem KEP. BodyGuard je prezentován jako vhodný doplněk pořádkových složek, vhodný jak pro zásahy na demonstracích a jiných zákrocích proti širší skupině osob, tak pro střet s jednotlivcem.

Původně byl navržen jako obrana proti divokým zvířatům. Pro takové využití je KEP zcela na místě a nepochybně by plnil svou funkci.

Z hlediska KEP však opět nepřináší nic nového. V oblasti zápěstí jsou instalovány dvě elektrody a principiálně se jedná o paralyzér jako každý jiný.



Obr. 30: BodyGuard [18]

Dalším příkladem je již zmiňovaný TW-359. Primárně se jedná o svítilnu, která má pro pracovníka PKB nebo kteroukoli jinou osobu praktické využití a KEP obsahuje jako doplněk. Takové vybavení má dle mého názoru mnohem větší smysl než běžný paralyzér, byť s doplňkem. V této formě je přístroj jako celek využitelný i mimo

konfliktní situace a v případě vzniku hrozby nebo nutnosti zásahu má ještě zvýšenou výhodu svého přirozeného maskování.



Obr. 31: TW-359 [vlastní zpracování]

Výrobek, kde není základem KEP a k němu jsou přidávány další funkce, ale naopak již v základě zcela odlišný nástroj, kde je paralyzér pouze dodaným vylepšením, považuji za klíčovou a ze současných možností tu nejlepší vývojovou větev. Pro maximalizaci konečného efektu by bylo vhodné použít střídavý proud a odolné materiály.

8 DOPORUČENÍ PRO UŽIVATELE

Pracovníkům PKB bych na základě zjištěných skutečností jednoznačně doporučil nespoléhat se na účinnou pomoc KEP.

Pokud bude příslušník PKB zařazovat KEP do své výstroje, doporučoval bych kombinovanou formu, nejlépe spojení se svítilnou. V tomto provedení se jedná o užitečný nástroj, navíc s kvalitními mimikry.

Nechci tvrdit, že mít KEP ve výbavě je zcela beze smyslu. Na hromadných akcích, kde je nevhodné použití jiných prostředků, ať už obušku, obranného spreje či jiných prvků z důvodu velké pravděpodobnosti zasažení jiných osob nebo z důvodu nevhodnosti tohoto typu zásahu pro danou akci, může být paralyzér oporou lepší, než žádnou. Pokud bude zasahující osoba předem seznámena s reálnými účinky přístroje a nebude mít přehnaná očekávání, je taková výbava na místě.

V případě použití bych doporučil aplikovat KEP v oblasti krku nebo obličeje, naopak bych se vyhnul končetinám, kde je efekt minimální. Také je vhodná aplikace přes oblečení, aby se zamezilo přímému kontaktu s pokožkou, čímž dojde ke zvýšení efektu i u přístrojů se stejnosměrným napětím.

Zásah v případě přímé konfrontace vždy provádět s aktivním KEP, nesnažit se o aktivaci až po přiložení na cílový subjekt. Dochází tak k umocnění psychologického vlivu, který je nezanedbatelnou složkou při použití těchto přístrojů.

Je také potřeba počítat s tím, že vždy existuje možnost, že při kontaktu s osobou, proti níž je zásah směřován, může dojít ke zpětnému výboji.

Také v místech, kde může dojít k nežádoucímu nebo nebezpečnému kontaktu se zvířetem, je KEP ideálním řešením. Zvíře, na rozdíl od člověka, si na kontakt s elektřinou nezvykne a troufám si tvrdit, že v této oblasti bude účinek naopak zaručený.

ZÁVĚR

KEP vytváří nestacionární jiskrový výboj, který je svým charakterem i elektrickým napětím velice podobný výboji statické elektřiny. Tato skutečnost napovídá, že impuls paralyzérem nemá tak zastavující účinky, jak by se mohlo zdát a jaké většina lidí od něj očekává. Srovnatelné hodnoty napětí běžně využívají elektrické ohradníky na pastvinách, kde musí být dodržena bezpečná úroveň proudu. Měl jsem to potěšení osobně si potřást rukou s ohradníkem i s KEP. Mohu s jistotou tvrdit, že ohradník hlídající stádo na vymezeném paloučku, má rozhodně mnohem větší účinek.

Legislativa a technické normy zatím přímo pojem KEP neznají. Hodnoty proudů a napětí v nich uvedené nepředpokládají, že by byla elektrická energie úmyslně aplikována na lidské tělo, naopak řeší spíše případy nechtěného nebo neúmyslného kontaktu a způsoby ochrany před ním. Nicméně stanovují meze, které se KEP dotýkají, i když ty svou charakteristikou přímo neodpovídají normativním vztahům.

Klíčové jsou hodnoty mezního bezpečného střídavého proudu, stanovené na 3,5 mA a stejnosměrného proudu, pro který platí mez 10 mA. Jako vysoké napětí je definováno rozmezí 1 kV – 52 kV, jako velmi vysoké napětí 52 kV – 300 kV. Hranice bezpečného napětí je stanovena 60 V pro stejnosměrné napětí a 25 V pro střídavé napětí.

Měřením byly zjištěny hodnoty elektrického napětí pro jednotlivé KEP, a to 3 829 V pro UZI SG PEN 500, 8 616 V pro UZI SG 1500K, 44 993 V pro Scorpy Max, 49 301 V pro Scorpy 200 a 49 780 V pro Power 200.

Tyto hodnoty se pohybují v rozmezí od 0,57 % do 19,93 % napětí udávaného výrobcí, přičemž největší rozdíl změřených a udaných hodnot byl zjištěn u UZI SG 1500K.

Hodnoty elektrického proudu byly stanoveny výpočetní metodou ze změřených napětí a odporů lidského těla. Změřený odpor lidského těla byl ve velkém rozmezí, konkrétně 0,046 – 39,78 M Ω .

Fyzické testy účinků KEP realizované se skupinou dobrovolníků, stejně jako zkušenosti z terénu pracovníků PKB, vypovídají o jejich značně nadhodnocených účincích. Tyto dezinformace pocházejí jak od výrobců, respektive prodejců těchto přístrojů, ale hlavně jsou podpořeny filmovými tvůrci. Slibovaný zastavovací účinek není možné od testovaných přístrojů očekávat a to zejména v přímém konfliktu, kdy zúčastněné osoby stojí proti sobě.

Určitý efekt lze očekávat v případě, kdy zasahující osoba vstupuje do konfliktu nepozorována s momentem překvapení. Poté dochází u zasažené osoby ke ztrátě koncentrace a zmatení.

Lékařské testy prokázaly, že použití KEP je bezpečné z hlediska životních funkcí, které neovlivňuje. Toto tvrzení je na základě elektrokardiogramu probíhajícího při postupné aplikaci čtyř různých paralyzérů. Stejně tak to bylo ověřeno přímou fyzickou aplikací aktivního KEP ve dvou po sobě následujících pětisekundových impulsech ve středové části hrudního koše, neboli přímo v srdeční oblasti.

Naproti tomu každý testovaný přístroj způsobuje popáleniny I. až II. stupně, v závislosti na individuální citlivosti kůže zasaženého jedince, což by bylo možné využít například za účelem identifikace při policejním vyšetřování.

Hodnoty napětí zjištěné měřením jsou nižší cca o 80 – 99 % než hodnoty udávané prodejci. Řádově se pohybují v jednotkách až desítkách kV.

Na základě hodnot proudu získaných výpočtem, splňují normativní meze všechny testované KEP pro minimální proud, pro průměrný proud téměř splňují a pro maximální proud nesplňuje žádný ve smyslu přípustných 3,5 mA pro střídavý proud a 10 mA pro stejnosměrný proud.

Výrobek, kde není základem KEP a k němu jsou přidávány další funkce, ale naopak již v základě zcela odlišný nástroj, kde je paralyzér pouze dodaným vylepšením, považuji za klíčovou a ze současných možností tu nejlepší vývojovou větev. Přestože kombinace a nápady zahraničních výrobců na mne dělají mnohem lepší dojem po stránce integrace a nových způsobů aplikace, musím konstatovat, že z KEP, se kterými jsem se zatím setkal, jsou po stránce efektu nejlepší ty české. Kterýkoli z testovaných českých přístrojů je efektivnější než kterýkoli zkoumaný zahraniční. Pro maximalizaci konečného efektu by bylo vhodné zkombinovat přístup obou stran, použít střídavý proud, nápad, implementaci a odolné materiály na tělo přístroje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LAPKOVÁ, Dora a Zdeněk MALÁNÍK. *Rozdělení zbraní a osobních prostředků, Bezpečnostní technologie, systémy a management II.: Teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2012, 142 – 155 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [2] SEDLÁK, Bedřich. *Elektřina a magnetismus*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Academia, 2002, 632 s. ISBN 80-200-1004-1.
- [3] *Statická elektřina*. 1. vyd. Ostrava: Dům techniky ČSVTS, 1981, 90 s.
- [4] *Zákon č. 22/1997 o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů*. In: č. 6/1997 Sbírky zákonů. Praha, 1997.
- [5] *Narizení vlády č. 616/2006 o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility*. In: č. 191/2006 Sbírky zákonů. Praha, 2006.
- [6] ČSN IEC 479-1 (332010). *Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo - Část 1: Obecná hlediska*. 1998. 36 s. EAN 8590963526539.
- [7] ČSN IEC 479-2 (332010). *Účinky proudu procházejícího lidským tělem - Část 2: Zvláštní hlediska - Kapitola 4: Účinky střídavého proudu o kmitočtech nad 100 Hz - Kapitola 5: Účinky zvláštních průběhů proudu - Kapitola 6: Účinky jednorázových jednosměrných krátkodobých impulsních proudů*. 1998. 28 s. EAN 8590963526546.
- [8] ČSN 33 2010 (332010). *Elektrotechnické předpisy. Ochrana před nebezpečným dotykem. Všeobecné požadavky*. 1987. 152s. EAN 8590963233499.
- [9] ČSN 33 0010 (330010). *Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy*. 1984. 8 s. EAN 8590963233277.
- [10] *Rozdělení elektrických zařízení podle napětí*. *Fei1.vsb.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z:
http://fei1.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/informace/kategorie_napeti.htm

- [11] ČSN EN 61000-3-3 ed. 2 (333432). Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 3-3: Meze - Omezování změn napětí, kolísání napětí a flikru v rozvodných sítích nízkého napětí pro zařízení se jmenovitým fázovým proudem 16 A, které není předmětem podmíněného připojení. 2009. 28 s. EAN 8590963833231.
- [12] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 (332000). *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. 2007. 52s. EAN 8590963788951.
- [13] Vrcholová hodnota napětí přeskokového kulového jiskřiště o průměru 10 cm při tlaku atmosférickém 1013 hPa a teplotě 20°C. *Ulozto.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.ulozto.cz/xdVEdQE/vrcholova-hodnota-stridaveho-napeti-preskokoveho-unm-kuloveho-jiskriste-o-prumeru-10-cm-pri-tlaku-atmosferickem-1013-hpa-a-teplote-20-c-pdf>
- [14] Scorpy 200. *Armyshop-pro.sk* [online]. 2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.armyshop-pro.sk/produkty/obranne-prostriedky/paralyzer-scorpy-200.jpg>
- [15] HAMILL, Joseph a Kathleen KNUTZEN. *Biomechanical basis of human movement*. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins, c2009, xi, 491 p. ISBN 07-817-9128-6.
- [16] KOMENDA, Jan a Zdeněk MALÁNÍK. *Zákeřné zbraně*. 1. vyd. Brno: Josef Tůma, 2002, 175 s. ISBN 80-902-5659-7.
- [17] Stun guns. *Smartstun.com* [online]. 2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.smartstun.com/stunguns>
- [18] BodyGuard. *Mobilemag.com* [online]. 2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.mobilemag.com/wp-content/uploads/2011/06/bodyguard-1.jpg>

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Energie náboje	19
Tab. 2 – Rozdělení elektrických zařízení podle napětí.....	27
Tab. 3 – Meze bezpečných malých napětí.....	28
Tab. 4 – Napětí jednotlivých KEP	36
Tab. 5 – Scorpy Max – odpory a jejich výkony.....	39
Tab. 6 – Power/Scorpy 200 – odpory a jejich výkony.....	40
Tab. 7 – UZI PEN 500 – odpory a jejich výkony	40
Tab. 8 – UZI 1500K – odpory a jejich výkony.....	40
Tab. 9 – Scorpy Max – odpory a jejich výkony.....	41
Tab. 10 – Power 200 – odpory a jejich výkony	41
Tab. 11 – UZI PEN 500 – odpory a jejich výkony	41
Tab. 12 – UZI 1500K – odpory a jejich výkony.....	42
Tab. 13 – Scorpy Max – výpočet proudů.....	43
Tab. 14 – Power/Scorpy 200 – výpočet proudů.....	44
Tab. 15 – UZI PEN 500 – výpočet proudů	44
Tab. 16 – UZI PEN 1500K – výpočet proudů	44
Tab. 17 – TW-359 – výpočet proudů.....	45
Tab. 18 – Scorpy Max – výpočet proudů ze změřeného napětí.....	45
Tab. 19 – Power 200 – výpočet proudů ze změřeného napětí	45
Tab. 20 – Scorpy 200 – výpočet proudů ze změřeného napětí.....	46
Tab. 21 – UZI PEN 500 – výpočet proudů ze změřeného napětí	46
Tab. 22 – UZI 1500K – výpočet proudů ze změřeného napětí.....	46
Tab. 23 – Hodnocení efektu KEP	59
Tab. 24 – Hodnocení efektu KEP - úprava	61

Tab. 25 – Účinky KEP na různých částech těla.....	63
Tab. 26 - Účinky KEP na různých částech těla - úprava	65
Tab. 27 – Účinnost KEP	67
Tab. 28 – Účinnost KEP - úprava	67
Tab. 29 – KEP – porovnání napětí.....	79
Tab. 30 – KEP – porovnání proudů	83

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Vrcholová hodnota přeskokového napětí	33
Graf 2 – Vrcholové hodnoty přeskokového napětí zkoumaných KEP	35
Graf 3 – Odpor lidského těla.....	39
Graf 4 – Průběh proudu UZI SG 1500K.....	50
Graf 5 – Průběh proudu Scorpy Max	55
Graf 6 – První dojem.....	59
Graf 7 – Omezení hybnosti	60
Graf 8 – Míra bolestivosti	60
Graf 9 – Ovlivnění vědomí	60
Graf 10 – První dojem – po úpravě hodnot.....	61
Graf 11 – Míra bolestivosti – po úpravě hodnot	62
Graf 12 – Omezení hybnosti – po úpravě hodnot.....	62
Graf 13 – Efekt účinku KEP pro jednotlivé části těla.....	64
Graf 14 – Hodnocení respondentů	64
Graf 15 – Efekt účinku KEP pro jednotlivé části těla po korekci hodnot.....	66
Graf 16 – Hodnocení respondentů po korekci hodnot	66
Graf 17 – UZI PEN 500 – změřené napětí proti udávanému.....	80
Graf 18 – UZI 1500K – změřené napětí proti udávanému	80
Graf 19 – Scorpy Max – změřené napětí proti udávanému	81
Graf 20 – Scorpy 200 – změřené napětí proti udávanému.....	81
Graf 21 – Power 200 – změřené napětí proti udávanému.....	82
Graf 22 – TW-359 – změřené napětí proti udávanému (výpočetní odhad)	82

SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1 – Rozdíl potenciálů	17
Rovnice 2 – Ohmův zákon.....	18
Rovnice 3 – Náboj a energie	18
Rovnice 4 – Energie náboje	19
Rovnice 5 – Svodový odpor.....	20
Rovnice 6 – korekce změřeného napětí na atmosférické podmínky.....	32
Rovnice 7 – Korekční koeficient	36
Rovnice 8 – Korekce změřeného napětí	36
Rovnice 9 – Napětí na odporech	38
Rovnice 10 – Stanovení velikosti odporů	38
Rovnice 11 – Elektrický proud	43

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KEP Kontaktní elektrický/é paralyzér/y

EN Elektrické napětí.

EP Elektrický proud.

SG Stun gun

PKB Průmysl komerční bezpečnosti

SEZNAM OBRÁZKŮ

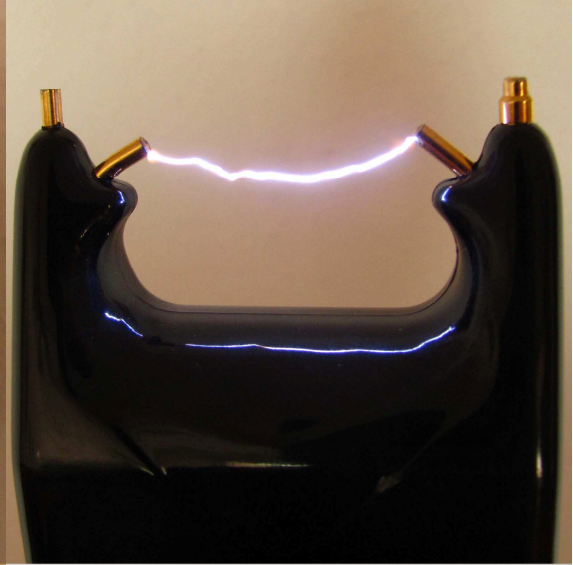
Obr. 1 – Obvod – KEP a kulové jiskřiště.....	31
Obr. 2 – Kulové jiskřiště s připojeným Scorpy Max	34
Obr. 3 – Kulové jiskřiště - výboj	34
Obr. 4 – Obvod – KEP a odporový dělič	37
Obr. 5 – Odpor 10 M Ω - výboj	42
Obr. 6 – Odpor 3,3 M Ω - výboj	47
Obr. 7 – UZI SG PEN 500	49
Obr. 8 – UZI SG 1500K.....	51
Obr. 9 – Power 200	52
Obr. 10 – Scorpy 200	54
Obr. 11 – Scorpy Max.....	56
Obr. 12 – TW-359.....	57
Obr. 13 – Modelová situace kontaktu s KEP	69
Obr. 14 – Použití KEP při konfliktu	70
Obr. 15 – Připojení elektrod EKG	74
Obr. 16 – Průběh EKG v klidovém stavu	74
Obr. 17 - Průběh EKG při použití UZI SG PEN 500.....	75
Obr. 18 - Průběh EKG při použití UZI SG 1500K	75
Obr. 19 - Průběh EKG při použití Power 200.....	75
Obr. 20 - Průběh EKG při použití Scorpy Max	75
Obr. 21 – Popálenina – Power 200	76
Obr. 22 – Popálenina – Scorpy Max.....	77
Obr. 23 – Popálenina – TW-359	77
Obr. 24 – Popálenina – UZI SG 1500K.....	78

Obr. 25 – Popálenina – UZI SG PEN 500	78
Obr. 26 – Distanční nástavec	86
Obr. 27 – ZAP Lipstick.....	88
Obr. 28 – ZAP Cain	88
Obr. 29 – ZAP Cellphone	88
Obr. 30 - BodyGuard	89
Obr. 31 – TW-359.....	90

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výboje.....	104
Příloha P II: Dotazník 1	105
Příloha P III: Dotazník 2	106
Příloha P IV: Dotazník 3.....	107
Příloha P V: Dotazník 4	108
Příloha P VI: Dotazník 5.....	109
Příloha P VII: EKG 1	110
Příloha P VIII: EKG 2 - UZI SG PEN 500.....	111
Příloha P IX: EKG 3 – UZI SG 1500K.....	112
Příloha P X: EKG 4 – Power 200	113
Příloha P XI: EKG 5 – Scorpy Max.....	114
Příloha P XII: Lékařská zpráva 1	115
Příloha P XIII: Lékařská zpráva 2	116

PŘÍLOHA P I: VÝBOJE



PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK 1

Prohlašuji, že fyzických testů s kontaktními elektrickými paralizéry se účastním dobrovolně a na vlastní nebezpečí, po předchozím uvážení a s vědomím, že účinky mohou být individuální a proto nepředvídatelné.

Jméno a příjmení: _____

Datum narození: _____

Ve Zlíně: 11.2.2013

podpis

Vlastní hodnocení účinků

První dojem	<u>útlivost, reakce; reakce těla</u>	<i>se nehnout bolesti, než ži by</i>
Míra bolesti	<u>2</u>	<i>našla samotná bolest</i>
Omezení hybnosti	<u>0</u>	
Ovlivnění vědomí	<u>0</u>	
Účinnost:		<i>s odstupem času mi bolí jen stehno</i>
Nadloktí, biceps	<u>2</u>	
Loket	<u>3</u>	<i>- kloub je fakt hrůzou</i>
Předloktí	<u>2</u>	
Dlaň	<u>2</u>	
Břícho	<u>1</u>	
Stehno	<u>1</u>	<i>→ JS - bolest stále stejná; jak se překona' útlivost' reakce; proto potěšit stejně; smradim jak svine</i>
Koleno	<u>—</u>	
Krk (strana)	<u>—</u>	
Krk (páteř)	<u>—</u>	
Tvář	<u>—</u>	
Konflikt	<u>—</u>	
Alkohol	<u>—</u>	

Hodnotte číslem od 0 do 10. 0 = žádný účinek, 10 = nejhorší stav (bolest, ochromení ...), co jsem dosud zažil/a. U bodů, které určují jinou míru, 0 = žádný (minimum), 10 = maximum. U alkoholu uvést hodnotu ‰ – hodnocení.

PŘÍLOHA P III: DOTAZNÍK 2

Prohlašuji, že fyzických testů s kontaktními elektrickými paralyzéry se účastním dobrovolně a na vlastní nebezpečí, po předchozím uvážení a s vědomím, že účinky mohou být individuální a proto nepředvídatelné.

Jméno a příjmení: _____

Datum narození: _____

Ve Zlíně: _____

11. 2. 2013

_____ podpis

Vlastní hodnocení účinků

První dojem	5	V prvom momente nastane šok, ktorý ale takmer okamžite pomine po odstužení od paralyzéra
Míra bolesti	5	(je to cca príemer z napsaných hodnot)
Omezení hybnosti	0	Před tímto experimentom som s paralyzérom neprišla do kontaktu a očakávala som väčšiu bolesť
Ovlivnění vědomí	0	Vredla je možné po prekonaní určite
Účinnost: Bolesť typu rychlého vpichování ihel do těla	4	Prvého šoku na niektorých partiách vydržat účinnost paralyzéra aj dlhšiu dobu.
Nadlaktí, biceps	4	
Loket	5	
Předloktí	3	Kožná reakcia minimálna, iba na niektorých miestach začervenené škvrnky, nie však všade, na niektorých častiach su reakcie neprejavila
Dlaň	6	
Břícho	5	
Stehno	4	Bolesť je jedna z najmenších, ale najdlhšie
Koleno	7	je na stehennom svalé cítit, že sa niečo diať
Krk (strana)	9	Tak toto je fakt najhm snejši pocit. Hms !!
Krk (páteř)	4	
Tvář	5	oblouk mi presial cez zub (s analgánovou) s trombou
Konflikt	2	reagovala som akvar na šok, že sa niečo deje ako na bolesť. V rámci konfliktu na to vyhodilo z rovnováhy a prestala som mysliet na celú ziskat flášu
Aikohol		

Hodnotte číslem od 0 do 10. 0 = žádný účinek, 10 = nejhorší stav (bolest, ochromení ...), co jsem dosud zažil/a. U bodů, které určují jinou míru, 0 = žádný (minimum), 10 = maximum. U alkoholu uveďte hodnotu ‰ - hodnocení.

da predloktia - prsty sa mi dostali do krku a nedokázala som ich narovnat (hlavne ukazovak) som sa sústredila na jeho narovnanie

PŘÍLOHA P IV: DOTAZNÍK 3

Prohlašuji, že fyzických testů s kontaktními elektrickými paralizéry se účastním dobrovolně a na vlastní nebezpečí, po předchozím uvážení a s vědomím, že účinky mohou být individuální a proto nepředvídatelné.

Jméno a příjmení: _____

Datum narození: _____ 91

Ve Zlíně: 11. 2. 2013

_____ podpis

Vlastní hodnocení účinků

První dojem	<u>5</u>	čekal jsem na to bude horší
Míra bolesti	<u>2</u>	Bolest ve špičce se vrátí a to více ve psychice a to ten dojem
Omezení hybnosti	<u>3</u>	obdobně šlach a svalové únavy
Ovlivnění vědomí	<u>1</u>	
Účinnost:		
Nadloktí, biceps	<u>2</u>	
Loket	<u>5</u>	nejhorší dojem neboť je tam ještě brnění
Předloktí	<u>2</u>	
Dlaň	<u>4</u>	5 svalů biceps: že rozčítka to byl špatný pocit, ale tak si člověk řekl, že to vydrží vyžít si na to a dalo se to v klidu vydržet i dýl.
Břícho	<u>3</u>	
Stehno	<u>2</u>	
Koleno	<u>3</u>	
Krk (strana)	<u>4</u>	
Krk (páteř)	<u>3</u>	
Tvář	<u>3</u>	
Konflikt	_____	
Alkohol	_____	

Hodnotte číslem od 0 do 10. 0 = žádný účinek, 10 = nejhorší stav (bolest, ochromení ...), co jsem dosud zažil/a. U bodů, které určují jinou míru, 0 = žádný (minimum), 10 = maximum. U alkoholu uvést hodnotu ‰ - hodnocení.

PŘÍLOHA P V: DOTAZNÍK 4

Prohlašuji, že fyzických testů s kontaktními elektrickými paralizéry se účastním dobrovolně a na vlastní nebezpečí, po předchozím uvážení a s vědomím, že účinky mohou být individuální a proto nepředvídatelné.

Jméno a příjmení: _____

Datum narození: _____

Ve Zlíně: 11. 2. 13 _____

_____ podpis

Vlastní hodnocení účinků

První dojem	5 - Velkou mírou měl náhlý náhlý (nečekanost)
Míra bolesti	4 - Spíše náhlý, nav. nepřijemný pocit
Omezení hybnosti	0
Ovlivnění vědomí	0
Účinnost:	
Nadloktí, biceps	3 - chvilková bolest rychle odezněla
Loket	6
Předloktí	4
Dlaň (Hřbet)	7
Břícho	5
Stehno	3
Koleno	8 - kloub byl výrazně bolestivější
Krk (strana)	7 - vyvolal bolest až do ramene
Krk (páteř)	5
Tvář	8 - Bolest šla až do zubů a horní části
Konflikt (do zad)	2 - Bolest moc, spíše náhlý a vyvolal z koncentrace (střezlosti)
Alkohol	_____

Bolest odezněla rychle pomalu

Hodnotte čísel od 0 do 10. 0 = žádný účinek, 10 = nejhorší stav (bolest, ochromení ...), co jsem dosud zažil/a. U bodů, které určují jinou míru, 0 = žádný (minimum), 10 = maximum. U alkoholu uvést hodnotu ‰ - hodnocení.

PŘÍLOHA P VI: DOTAZNÍK 5

Prohlašuji, že fyzických testů s kontaktními elektrickými paralyzéry se účastním dobrovolně a na vlastní nebezpečí, po předchozím uvážení a s vědomím, že účinky mohou být individuální a proto nepředvídatelné.

Jméno a příjmení: _____

Datum narození: _____

Ve Zlíně: 11.2.13

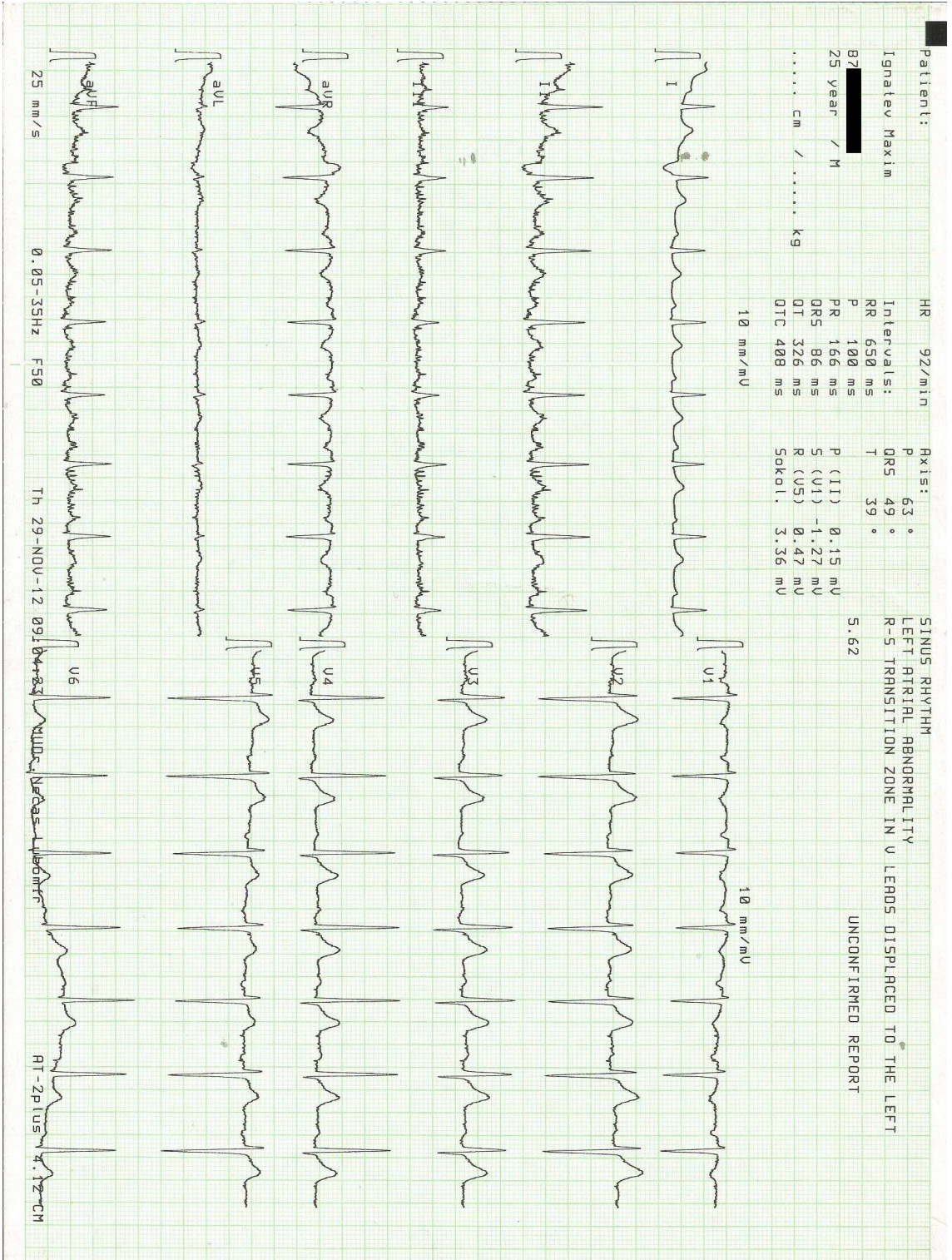
_____ podpis

Vlastní hodnocení účinků

První dojem	<u>2</u> - MALO NE TO, PŘIČINOUJÍCÍ SE TO MĚLO BYT "KŘÍČÍ" KŘÍČÍ MĚZ PYZIDAT
Míra bolesti	<u>3</u> V HLAVĚ, V KOLBĚCH TAK 5
Omezení hybnosti	<u>1</u> , - V PĚTI ČÁSTEK DO KLUBU, V POKOJECH S VÍCI - 5-10 minut
Ovlivnění vědomí	<u>0</u> - TO MĚLO ZELO
Účinnost:	
Nadloktí, biceps	<u>3</u> -
Loket	<u>5</u> - BOLAVI PŘI KLUBU
Předloktí	<u>2</u> - ASI MĚLO V KLUBU ZELO
Dlaň	<u>4</u> - HODNĚ NEPŘÍJEMNĚ, ALI BOLAVI MALĚ
Břícho	<u>5</u> - BOLAVI ŽIVOTA NA PŘEDNÍ, DUMNĚ PŘI KLUBU
Stehno	<u>3</u> - KLUBU
Koleno	<u>5</u> - HODNĚ NEPŘÍJEMNĚ
Krk (strana)	<u>6</u> - MĚLO ŽE KLUBU, BOLAVI TRAVLA MĚLO
Krk (páteř)	<u>5</u> - PĚTI, BOLAVI, ALI ŽE PŘI KLUBU MĚLO
Tvář	<u>5</u> - BOLAVI MĚLO KLUBU DO KLUBU
Konflikt	<u>5</u> - POKOJE PŘI KLUBU PŘI KLUBU NA KLUBU
Alkohol	_____

Hodnoťte číslem od 0 do 10, 0 = žádný účinek, 10 = nejhorší stav (bolest, ochromení ...), co jsem dosud zažil/a. U bodů, které určují jinou míru, 0 = žádný (minimum), 10 = maximum. U alkoholu uvést hodnotu ‰ - hodnocení.

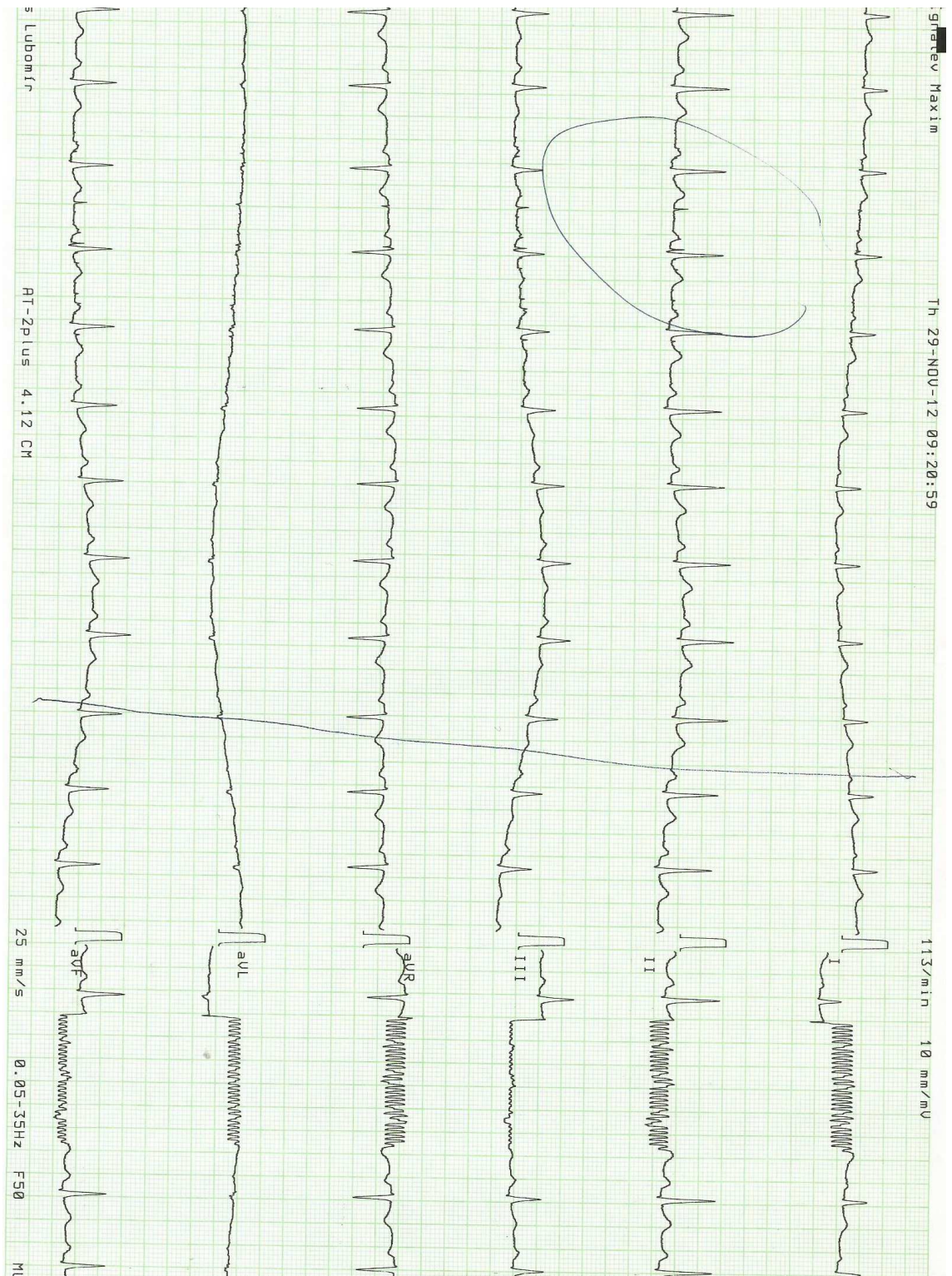
PRÍLOHA P VII: EKG 1



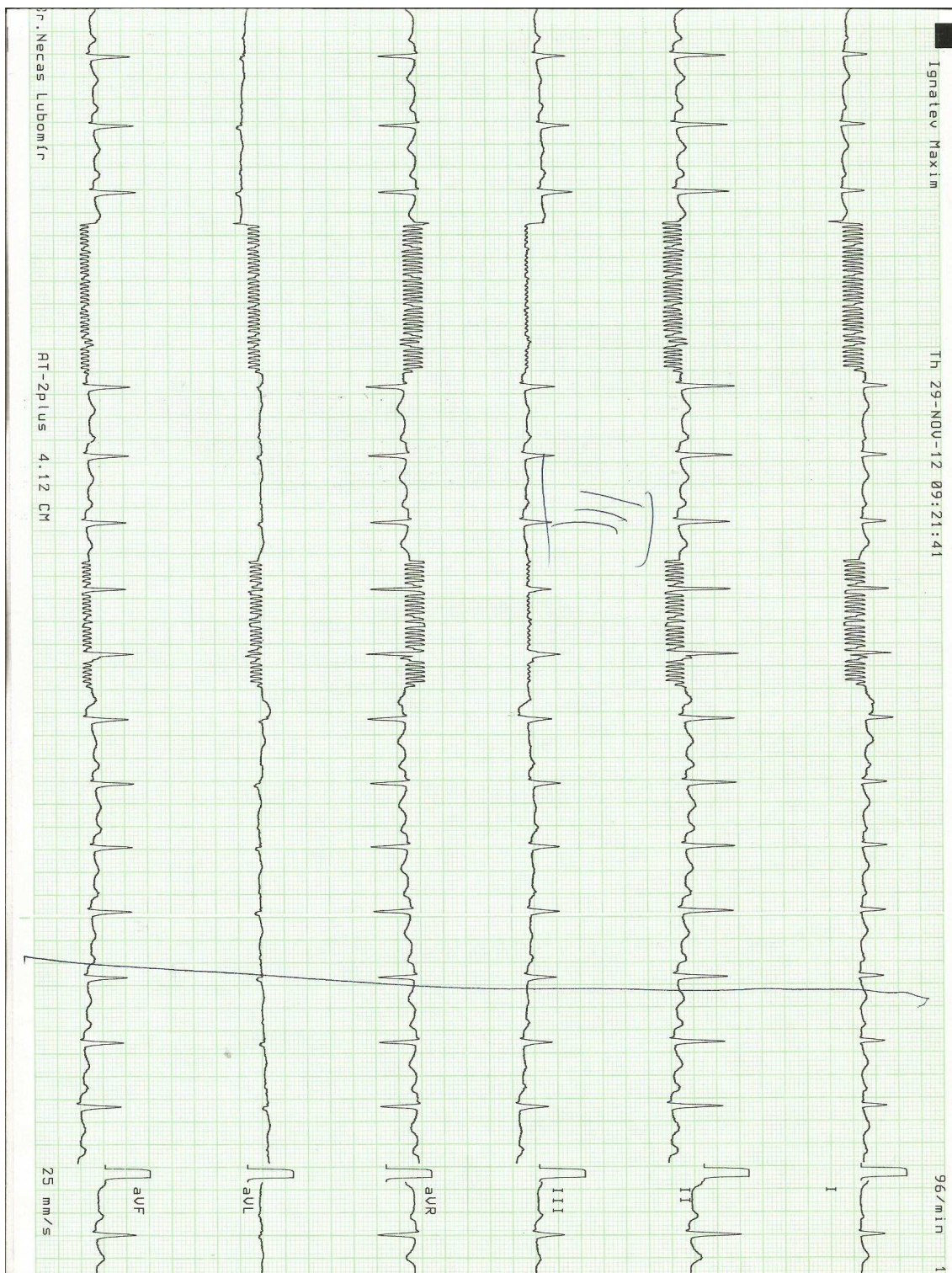
PRÍLOHA P VIII: EKG 2 – UZI SG PEN 500



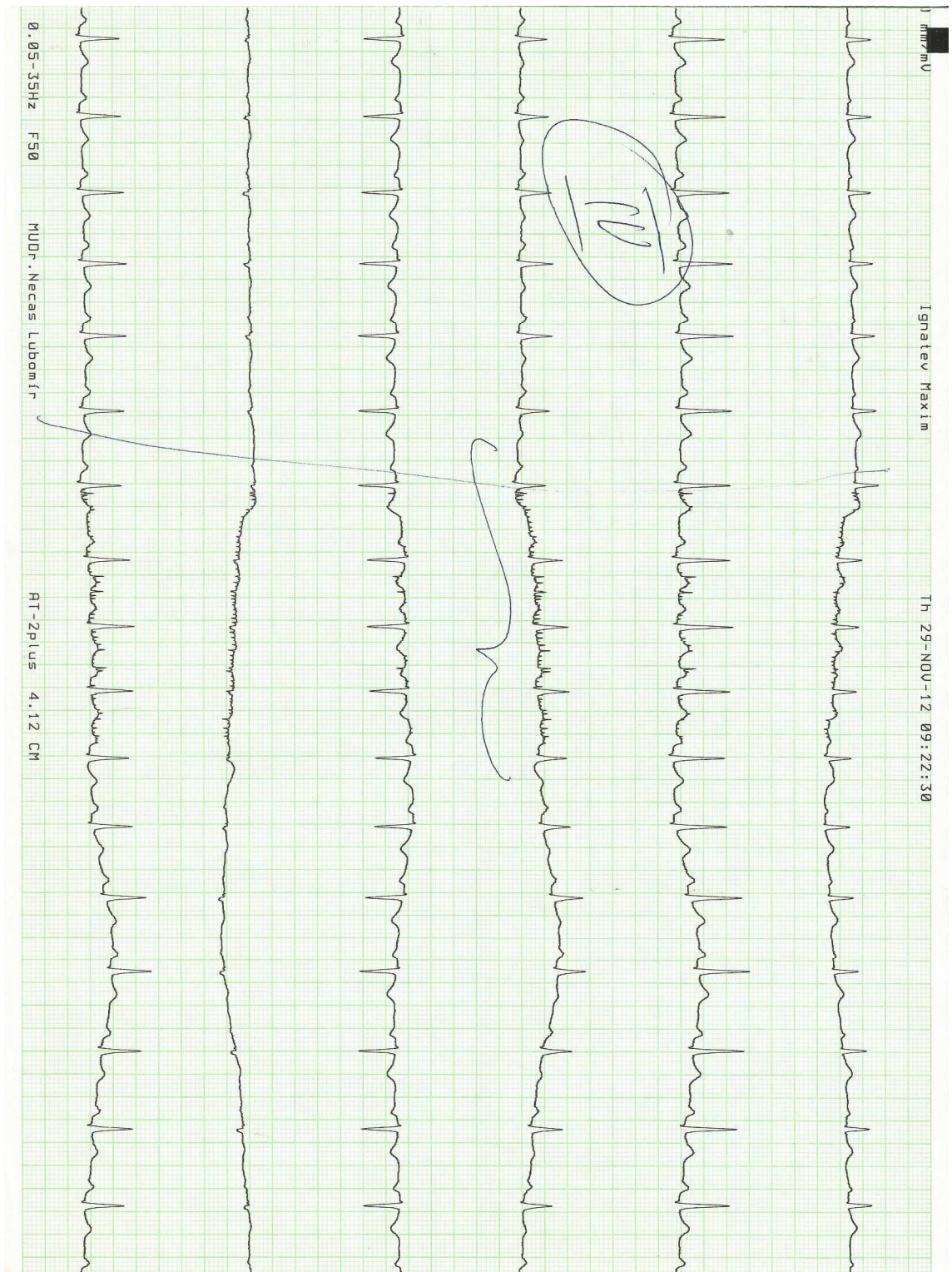
PRÍLOHA P IX: EKG 3 – UZI SG 1500K



PRÍLOHA P X: EKG 4 – POWER 200



PRÍLOHA P XI: EKG 5 – SCORPY MAX



PŘÍLOHA P XII: LÉKAŘSKÁ ZPRÁVA 1

IGNATĚV MAXIM 87 [REDACTED] Poj.: [REDACTED]
Bydl.: [REDACTED] Zlín 760 01

7.03.2013-----

Lékařská zpráva:

Na horní části pravé paže zevně jsou dvě popáleniny I stupně do 0,5 cm, v jedné drobný milimetrový puchýř, který odpovídá II stupni popáleniny, na vnitřní straně rozsáhlejší popálenina I stupně 1,8 x 0,5 cm, v centru s puchýřem 2mm v průměru, v těsné blízkosti pod dolním polem tohoto útvaru jsou dvě kruhovitě popáleniny I stupně do 0,5 cm.

Po pravé straně hrudní kosti je popálenina I stupně trojúhelníkového tvaru v centru s větší intenzitou a drobným povrchovým poškozením kožního krytu, vlevo od hrudní kosti obdélníková popálenina I stupně 2,5 x 0,8 cm, půl cm od kraje opět puchýř s průměrem 0,5 cm.

Na levé paži čtyři drobné popáleniny I stupně 3 mm v průměru.

82	MUDr. Helena NEBBÁLKOVÁ
240	praktická lékařka pro dospělé
000	Středová 4786, ZLÍN
	☎ 577 141 576 IČO: 463 11 017



PŘÍLOHA P XIII: LÉKAŘSKÁ ZPRÁVA 2

██████████ TOMÁŠ 87 ██████████ Poj.: ██████████
Bydl.: ██████████, Zlín 760 05

12.02.2013-----

Stav po vystavení účinkům paralyzeru:

Na zevní straně pravé paže jsou dvě drobné kruhovitě popáleniny I stupně s průměrem cca 4 mm. Na vnitřní straně, kde je jemnější kůže, jsou dvě popáleniny s průměrem cca 5 mm v polovině s částí odpovídající druhému stupni s puchýřem, zbylá část popálenina I stupně.

