

POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY KRAJSKÉ ŘEDITELSTVÍ POLICIE MŠK Oddělení obecné kriminality	
Došlo:	14. 02. 2014
Č. j.:	.....
Počet listů:	..... Přílohy: .....

## Znalecký posudek

### ve věci posouzení podezření ze spáchání dosud nespecifikovaného trestného činu

Počet stran vyjádření: 11

Počet vyhotovení: 3

Pořadové číslo vyhotovení: 3

Posudek vypracoval: **Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.**

Ostrava 14.2.2014

## 1. Úvod

Znalec z oboru elektrotechnika byl požádán na základě „Opatření“ podle § 105 odstavce 1 trestního řádu vydaného Policie České republiky, Krajské ředitelství policie Moravskoslezského kraje, odbor obecné kriminality Ostrava č.j. KRPT-165953-376/TČ-2013-070071 ze dne 3.2.2014 o zpracování znaleckého posudku ve věci posouzení možnosti vzniku úrazu elektrickým proudem bez lidského zásahu.

## 2. Dotazy na znalce

Ve znaleckém posudku je třeba posoudit a zodpovědět následující otázky:

- 1) Jaké fyzikální parametry musí elektrický proud splňovat, aby byly provozu schopné elektrické spotřebiče běžně užívané v České republice v el. síti 220 V (kupříkladu cestovní žehlička, žehlička na vlasy, nabíječka k mobilnímu telefonu, přenosná výpočetní technika typu notebook či tablet), a zda elektrický proud takových parametrů je způsobilý usmrtit člověka a za jakých podmínek.
- 2) Posuďte, zda mohlo u poškozených Moniky KRAMNÉ a nezl. Kláry KRAMNÉ dojít k úrazu elektrickým proudem náhodně, bez lidského zásahu, a to při zohlednění poloh obou těl jmenovaných v době nálezů – tělo poškozené Moniky KRAMNÉ leželo na levé, samostatné posteli blíže k oknu pokoje a tělo poškozené nezl. Kláry KRAMNÉ leželo na pravé, samostatné posteli blíže vstupu do pokoje.
- 3) Jiná zjištění znalce důležitá pro účely trestního řízení.

## 3. Podklady pro vypracování znaleckého posudku

1. Fotodokumentace pokoje
2. Úřední záznam k podání vysvětlení osoby: Alžběta Cupalová ze dne 20. srpna 2013
3. Úřední záznam k podání vysvětlení osoby: Petr Kramný, ze dne 8.11.2013  
(záznam není úplný)
4. ČSN EN 61140 ed. 2, 33 0500 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení
5. ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Elektrická instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
6. Ochrana před nebezpečným dotykem, M. Bašta [www.mbest.cz](http://www.mbest.cz)

#### **4. Odpovědi znalce na dotazy**

Ad 1)

##### **1. Popis elektrické instalace**

###### ***Elektrická síť***

Elektrická síť o napětí 3 x 380/220 V musí být navržena tak, aby byla schopna bezpečně a spolehlivě napájet spotřebiče, které se mohou na tuto síť napojit. Bezpečností se rozumí to, že při provozování této sítě nesmí dojít k situaci, že by došlo k ohrožení osob, které tuto síť používají, to znamená, že k síti připojují různé spotřebiče. V žádném případě nesmí dojít k ohrožení osob, které elektrickou síť využívají z hlediska úrazu elektrickým proudem. Spolehlivostí provozu se rozumí to, že spotřebiče, které se k síti připojí, budou funkční. Samozřejmě musí tyto spotřebiče být bez závad.

###### ***Zásuvky***

Připojování spotřebičů k elektrické síti se provádí přes zásuvky, kterých je několik typů. Typ C slouží k připojování spotřebičů s dvojitou izolací, které nevyužívají zemní vodič. Typ E se používá i na našem území. Zásuvka je vybavena dvěma kulatými drážkami a středovým zemním kolíkem. Typ F se liší provedením zemního kontaktu, který je proveden dvěma kontaktními plíšky, které jsou umístěny na obvodu zásuvky. Do obou typů těchto zásuvek lze použít vidlici typu C viz příloha, která se používá u spotřebičů s dvojitou izolací (zařízení třídy II). Z fotodokumentace vyplývá, že v hotelovém pokoji se nachází typ zásuvek C viz příloha.

###### ***Spotřebiče***

Spotřebiče, které jsou vybaveny dvojitou izolací patří mezi zařízení třídy II. To znamená, že mají dvojitou nebo zesílenou izolaci, nemají prostředek pro připojení ochranného vodiče. Většinou mají celý povrch z izolantu, pohyblivý přívod může být v dvouvodičovém provedení. Za spotřebiče je považováno osvětlení, které může být ve třídě I nebo II. Třída ochrany I má základní izolaci a svorku pro připojení ochranného vodiče. Pohyblivý přívod musí být v jednofázovém provedení trojžilový. Tyto spotřebiče se provozují s ochranou samočinným odpojením od zdroje. Třída II je popsána výše

###### ***Prostředí***

Prostředí hotelových pokojů lze zařadit jako prostředí normální. Svým charakterem zabraňuje vzniku úrazu elektrickým proudem, pokoj svým vybavením je považován za tak zvané nevodivé okolí. Koupelny jsou zařazeny do prostředí nebezpečného. Jsou to takové prostory, kde působením vnějších vlivů je buď přechodné, nebo stálé nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

## 2. Ochrana před nebezpečným dotykem

### Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí – základní ochrana – je tvořena pomocí jednoho, nebo více prostředků, které za normálních podmínek brání nebezpečnému dotyku živých částí.

Prostředky základní ochrany:

#### 1. Základní izolace

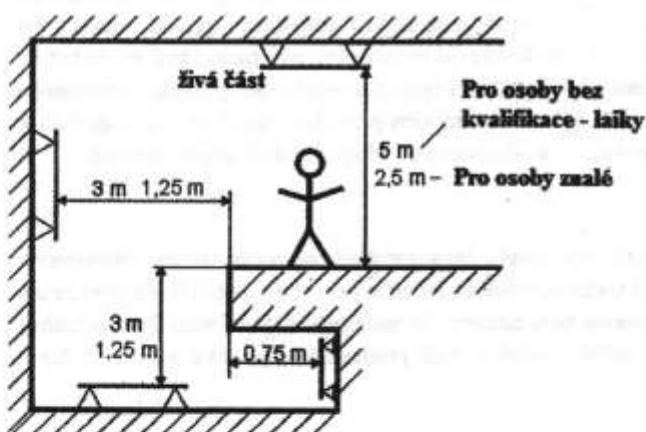
Účelem je ochrana před dotykem živých částí, tyto části musí být úplně pokryty izolací, kterou lze odstranit pouze jejím zničením. Izolace musí být schopna vydržet trvale veškerá (chemická, elektrická, mechanická a tepelná) namáhání, kterým je zařízení během provozu vystaveno. Za přiměřenou izolaci se nepovažují nátěry, laky apod.

#### 2. Ochrana krytem, nebo přepážkou

Tato ochrana je určena k zamezení dotyku živých částí, při ochraně krytí musí zařízení splňovat stupeň krytí IP2x, přičemž vodorovné plochy alespoň IP4x viz IP kód. Krytí a přepážky lze odstranit pouze za použití nástrojů. Krytí - je konstrukční opatření, které je součástí el. předmětu. Poskytuje ochranu před dotykem s živými a pohybujícími se částmi a dosahuje se jím ochrana před poškozením vniknutím cizích předmětů, prachu, vody, plynů a pod.

#### 3. Ochrana polohou

Má za úkol zamezit náhodnému dotyku živých částí jejich umístěním mimo běžný dosah. Vzdálenosti jsou určeny podle toho, zda jsou prostory přístupné i osobám bez elektrotechnické kvalifikace (laikům).



Obr. 1 Ochrana polohou

#### *4. Ochrana zábranou*

Zábrany jsou určeny k tomu, aby bylo zabráněno náhodnému dotyku živých částí, nebrání však před úmyslným dotykem. Ochrana zábranou se provádí tam, kde na chráněném zařízení pracují pouze osoby znalé, nebo osoby poučené pod dohledem osoby znalé. Zábrany mohou být odstraněny i bez použití nářadí, musí však být zajištěny tak aby nemohlo dojít k jejich neúmyslnému odstranění.

#### *5. Omezení ustáleného dotykového proudu a náboje*

Ochrana před úrazem proudem navržením obvodu nebo zařízení tak, aby za normálních podmínek a za podmínek jedné poruchy trvalý proud a náboj byly omezeny na úroveň nižší, než je nebezpečná úroveň.

#### *6. Doplnková ochrana proudovým chráničem*

Zajišťuje odpojení obvodu v případě kdy unikající (reziduální) proud překročí určitou mez. Vybavovací proud proudového chrániče nesmí překročit 30mA. K ochraně před dotykem živých částí, nelze použít samostatně pouze jako doplněk k některé předcházející ochraně, působí v případě selhání základní ochrany.

#### ***Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí***

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí – OCHRANA PŘI PORUŠE - působí jako ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí, pokud se v důsledku poruchy staly částmi živými.

Prostředky ochrany při poruše:

##### *1. Přídavná izolace*

Spočívá v použití zařízení třídy ochrany II. (dvojitá izolace - viz třídy ochrany). Základní ochrana je zajištěna základní izolací, ochrana při poruše přídavnou izolací, nebo základní ochrana i ochrana při poruše jsou zajištěny zesílenou izolací mezi nebezpečnými živými částmi a přístupnými částmi. Ochranu použitím zařízení třídy ochrany II lze provést přídavnou, nebo zesílenou izolací, další možností je použití izolačního krytu.

##### *2. Ochranné pospojování*

Pospojování slouží k zabránění vzniku různých potenciálů na kovových konstrukčních částech jejich vzájemným vodivým spojením a spojením s ochranným vodičem. Podle ČSN 33 2000-4-41 musejí být v každé budově do tzv. ochranného pospojování vzájemně spojeny: ochranný vodič, uzemňovací přívod a další vodivé části (kovová vodovodní, plynová a další potrubí a dosažitelné konstrukční kovové části). Využívá se obvykle v kombinaci s prvky vybavujícími automatické odpojení od zdroje (pojistkami, jističi, chrániči atd.)

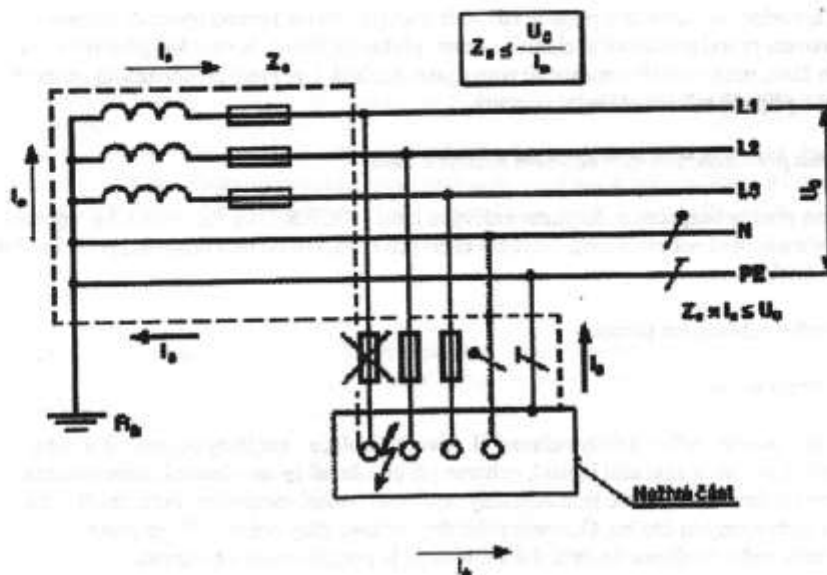
##### *3. Ochranné stínění*

Oddělení obvodů od nebezpečných částí prostřednictvím vsunutého vodivého stínění spojeného s prostředky pro připojení vnějšího ochranného vodiče. Je to prostředek, který uplatňují konstruktéři a výrobci elektrických předmětů. Mezi nebezpečnou živou část krytou jenom základní izolací a část, která má být chráněna vkládají vodivou stínicí vložku spojenou s ochranným vodičem. Tento prostředek ochrany má tu výhodu, že se ušetří na dvojitě izolaci.

#### 4. Samočinné odpojení

Zajistí v případě poruchy rychlé odpojení od zdroje (sítě) prostřednictvím k tomu určeného elektrického přístroje (jistič, pojistka, proudový chránič). Samočinné odpojení od zdroje musí splňovat dvě podmínky:

- ▶ První podmínkou samočinného (automatického) odpojení od zdroje je zavedení systému ochranného pospojování
- ▶ Druhou podmínkou je to, že obvod musí být také vybaven přístrojem, který to odpojení od zdroje v případě poruchy zajistí (jistič, pojistka, proudový chránič).



Obr. 2 Vznik poruchového proudu

#### 5. Jednoduché oddělení obvodů

Základní ochrana musí být zajištěna základní izolací, nebo kryta a přepážkami, ochrana při poruše je zajištěna elektrickým oddělením obvodu od země i od jiných obvodů.

Princip elektrického oddělení:

zdroj (kterým může být transformátor, generátor nebo primární elektrický člunek max. 500V) ani celý napájený obvod nejsou nikde, kromě místa, ve kterém došlo k poruše, spojeny se zemí ani ochranným vodičem. Při poruše se tak obvod poruchového proudu nemůže nikde uzavřít. Poruchový proud neprochází, ani když se místa s poruchou dotýká člověk. Kromě

případu, kdy je instalace pod dozorem, musí být toto opatření omezeno na jeden spotřebič napájený z jednoho neuzemněného zdroje s jednoduchým oddělením.

#### 6. Nevodivé okolí

Opatření, při němž osoba nebo zvíře dotýkající se neživé části, která se stala nebezpečnou živou částí, je chráněna vysokou impedancí okolí (např. izolačními stěnami a podlahami) a tím, že se v jeho blízkosti nevyskytují uzemněné vodivé části.

Neživé části musí být uspořádány tak, aby se za běžných podmínek osoby nemohly dotýkat současně:

- ▶ 1. dvou neživých částí
- ▶ 2. neživé části a kterékoliv cizí vodivé části, pokud tyto části v případě poruchy základní izolace živých částí mohou mít různý potenciál.

Za dostatečnou vzdálenost neživých částí a cizích vodivých částí se považuje vzdálenost větší než 2 m.

### 3. Účinky střídavého elektrického proudu na lidský organismus

Nebezpečí účinků elektrického proudu tekoucího přes lidské tělo je závislé na velikosti a době působení tohoto proudu. Nutným kritériem je zde přípustná mez dotykového napětí, to je součin proudu procházejícího tělem a impedance těla jako funkce času. Vztah mezi proudem a napětím není lineární, z čehož vyplývá, že impedance těla je proměnná. Impedance lidského těla je závislá na celé řadě faktorů a to zejména na dráze proudu, na dotykovém napětí, trvání průtoku proudu, kmitočtu, stupni vlhkosti kůže, ploše kontaktního povrchu, tlaku, který působí, na teplotě a také na samotných živých osobách. Při průchodu proudu z ruky do ruky a dotykovém napětí kolem 200 V se pohybuje impedance lidského těla mezi hodnotami 1000  $\Omega$  a 2000  $\Omega$ . Tato impedance může klesnout při průchodu proudu z hrudi do ruky až na hodnotu 500  $\Omega$ .

Práh vnímání elektrického proudu je u člověka asi 0,5 mA, to znamená, že při této hodnotě si člověk začíná uvědomovat, že jím protéká proud.

Práh odpoutání je dán maximální velikostí proudu, při kterém je člověk schopen se odpoutat (pustit) od elektrod, ze kterých do něj teče proud.

Práh komorové fibrilace je minimální hodnota proudu procházejícího tělem, který vyvolává komorovou fibrilaci.

Maximální proud tekoucí tělem při dotykovém napětí rovném napětí jmenovitému a při dokonalém styku se zemí, to znamená při nulové impedanci místa druhého dotyku bude při uvažování impedance těla 1200  $\Omega$  roven hodnotě

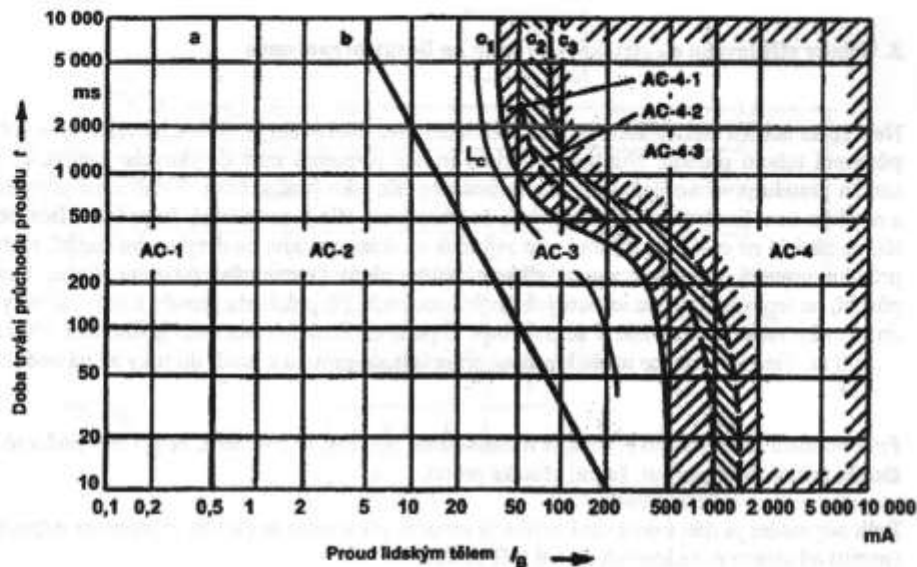
$$I = U \cdot Z_T = 220 / 1200 = 0,183 \text{ A} = 183 \text{ mA}$$

Tento proud při době jeho působení větší než 1 s je zařazen do kategorie AC-4 viz obr. 3. Kategorie AC-4 znamená vyvolání nebezpečných patofyziologických účinků, jako je zástava

srdce, zástava dýchání a těžké popáleniny. Do této kategorie spadají při působení po dobu více než 5 s už proudy o velikostech větších než 30 mA. Proud, který působí déle než 5 s vyvolává při velikosti 30 mA pravděpodobnost komorové fibrilace u populace do cca 5%, při velikosti 50 mA se pravděpodobnost fibrilace zvětší do cca 50% a při velikosti 80 mA je pravděpodobnost vzniku fibrilaci nad 50%. Vezme-li se v úvahu hodnota proudu na př. 50 mA pak tomu odpovídá impedance

$$Z_T = 220/0,05 = 4400 \Omega.$$

Na obr. 3 jsou v rovinném zobrazení (ve kterém každý bod představuje velikost proudu vynesenu na vodorovné ose a dobu trvání průchodu tohoto proudu lidským tělem vynesenu na svislé ose) znázorněny zóny (pásma), ve kterých má elektrický proud na lidský organizmus určité charakteristické účinky. Tyto zóny jsou vymezeny čarami – spojnicemi bodů – jejichž souřadnice, čas/proudu vyjadřují mezní hodnoty, ve kterých dochází k přechodu mezi jednotlivými zónami. To znamená, že každá čára, resp. křivka znázorňuje mez, od které se uvažuje, že se začíná projevovat některý z níže uvedených účinků.



Obr. 3 Dohodnuté zóny účinků střídavého proudu (od 15 Hz do 100 Hz) na člověka

Označení zóny	Mezní hodnoty zóny	Typické fyziologické účinky
AC-1	Do 0,5 mA, tj. do čáry a	Obvykle bez reakce
AC-2	Od 0,5 mA až k čáře b	Obvykle bez škodlivých fyziologických účinků
AC-3	Od čáry b až ke křivce c <sub>1</sub>	Neúmyslné svalové stahy
AC-4	Počínaje křivkou c <sub>1</sub>	Obvykle bez škod na organismu. Pravděpodobnost křečovitých stahů a obtíží při dýchání.
AC-4.1	Počínaje křivkou c <sub>1</sub>	K účinkům v zóně AC-3 se mohou se zvyšující se velikostí proudu a prodlužující se dobou jeho průchodu přidat nebezpečné patofyziologické účinky jako zástava srdce, dechu a závažná popálení
AC-4.2	c <sub>1</sub> až c <sub>2</sub>	Pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 5 % lidí zasažených elektrickým proudem



AC-4.2	c <sub>2</sub> až c <sub>3</sub>	Pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací až u 50 % lidí zasažených elektrickým proudem
AC-4.3	Za křivkou c <sub>3</sub>	Pravděpodobnost ventrikulárních fibrilací u více než 50 % lidí zasažených elektrickým proudem

Kromě výše uvedených křivek a, b a c<sub>1</sub> až c<sub>3</sub> je na obr. 3 znázorněna křivka Lc. To je dohodnutá křivka, znázorňující závislost doby, za kterou by měl být proud procházející lidským tělem odpojen, na velikosti tohoto střídavého proudu.

#### Dílčí závěr

Elektrický proud, který je schopen usmrtit člověka musí splňovat parametr (velikost) dle obr.3. Tento proud je dán dotykovým napětím a impedancí okruhu, kterým proud prochází. To znamená, aby proud mohl protékat, musí být uzavřen okruh. Tento okruh vznikne při dotyku osoby s živou částí anebo s neživou (kovovou) částí, která je v poruše. Tím se rozumí to, že se na neživou část „zavleče“ napětí. K zavlečení napětí na neživou část může dojít např. při probití fáze na tuto část. Zavlečení napětí na neživou část může být způsobena i úmyslně. Uzavřený okruh může vzniknout např. při současném dotyku mezi fází a středním vodičem. V tomto případě je dána impedance okruhu dána impedancí lidského těla. Tato je ovlivněna celou řadou faktorů viz výše. Dotykové napětí se rovná v tomto případě 230 V (220 V). Uzavřený okruh může také vzniknout při současném dotyku v soustavách, kde je provedeno pospojování mezi fázovým vodičem a zemí. V tomto případě je impedance okruhu dána součtem impedance lidského těla a přechodové impedance do země. Tato přechodová impedance závisí na prostředí. V případě izolované země (gumový koberec, dřevěná podlaha, tlustý koberec) je tato impedance tak vysoká, že okruhem protéká např. menší než 1mA. V případě vodivé země v prostředí např. sprchového koutu, ve kterém je voda anebo při současném dotyku s neživou částí, na které je napětí a kovovým radiátorem anebo vodovodním kohoutkem je přechodová impedance nulová a proud může dosáhnout hodnot jako v prvním případě. Platí to také při současném dotyku s kovovou částí spotřebiče třídy I viz výše (např. svítidlo).

Pozn.

V případě použití proudového chrániče by tento měl okruh vypnout a k úrazu elektrickým proudem by nemělo dojít. To neplatí, teče-li proud do středního vodiče a ne do země.

Ad 2)

#### 1. Posouzení možnosti náhodného úrazu

Prostředí pokoje lze považovat viz ad 1) za prostředí s nevodivým okolím, to znamená s vysokou přechodovou impedancí. Proud v okruhu zde nemůže dosáhnout nebezpečných hodnot. Současný náhodný dotyk mezi fází a středním vodičem je velmi nepravděpodobný z důvodu viz fotodokumentace. V pokoji se nachází jedna zásuvka mezi postelemi v provedení „C“. K této zásuvce lze připojit pouze zařízení třídy II (dvojitá anebo zesílená

izolace). I kdyby byl nějaký spotřebič, který by některá z postižených používala v poruše (zavlečené napětí na neživou část), tak pořád není uzavřen proudový okruh, tudíž nemůže jím protékat proud, který by byl nebezpečný. Jelikož z fotodokumentace vyplývá, že v pokoji v blízkosti postelí se nachází pouze jedna zásuvka, tak případné používání spotřebičů, které by byly v poruše a současně využívány oběma postiženými je vyloučena.

## 2. Dílčí závěr

S pravděpodobností hraničící s jistotou, lze konstatovat, že v případě úrazu elektrickým proudem, nemohlo dojít náhodou bez lidského zásahu.

## 5. Závěr

Provozuschopnost spotřebičů je dána napětím sítě, které musí odpovídat štítkovým údajům na těchto spotřebičích. Dovolená tolerance napětí je  $\pm 10\%$ . Elektrický proud, který je schopen usmrtit člověka, je podle Ohmova zákona závislý na impedanci uzavřeného okruhu, kterým proud protéká a tzv. dotykovém napětí. To se může rovnat napětí sítě, to je 220 V (Egypt). Z kap. 3 vyplývá na čem je velikost proudu závislá. Z hlediska druhu okruhu, kterým proud protéká, mohou nastat dva případy. V prvním případě se proud uzavírá cestou živá část nebo neživá část např. kostra spotřebiče, na kterou je napětí zavlečeno (buď z důvodu poruchy anebo úmyslně), lidské tělo a vrací se středním vodičem. V tomto případě, i když je elektrická síť vybavena proudovým chráničem, tak tento nefunguje. Samozřejmě musí dojít k současnému dotyku živé části a středního vodiče, aby se uzavřel proudový okruh.

V druhém případě se okruh uzavírá mezi živou částí a uzemňovací soustavou. Zde je procházející proud ovlivněn (zmenší se) přechodovou impedancí mezi lidským tělem a zemí. Tato impedance se může v prostředí mokřem (sprcha) rovnat téměř nule, v prostředí nevodivém (obývací pokoj) se rovná téměř nekonečnu. V případě vybavení sítě proudovým chráničem by měl tento proudový okruh vypnout a k úrazu elektrickým proudem by se nemělo dojít.

S pravděpodobností hraničící s jistotou lze konstatovat, že v prostředí pokoje při zohlednění poloh těl obou postižených, nemohlo dojít k úrazu elektrickým proudem náhodně bez lidského zásahu (viz dílčí závěry ad1).

V Ostravě 14. 2. 2014

prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.



### **Znalecká doložka**

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím Krajského soudu v Ostravě. Dne 22. 4. 1986, č.j. Spr. 2630/86 pro obor „Elektrotechnika, specializace silnoproud. Dne 23.7 1997, č. Spr. 2411/97 rozšíření pro obor Ekonomika, odvětví ceny a odhady elektrotechnických a technologických zařízení staveb.

Znalecký úkol byl zapsán pod pořadovým číslem 342.