

Stanislav Ilenin

Elektrické inštalácie v zdravotníckom priestore

Cieľom tohto článku je upozorniť na návrh elektrických inštalácií v zdravotníckom priestore podľa platnej normy a poukázať na rozdiely medzi existujúcimi elektrickými inštaláciami a novo projektovanými. V jednotlivých bodoch článku je podrobnejšie rozobraná klasifikácia miestností pre zdravotnícke účely, záložné napájacie zdroje, izolovaná sústava IT a je poukázané na najväčšie rozdiely medzi novými navrhovanými a existujúcimi elektrickými inštaláciami.

Kľúčové slová: bezpečnosť; elektrické inštalácie zdravotníckych zariadení; elektrické záložné zdroje pre bezpečnostné technické prostriedky budov; izolovaná sústava IT

The aim of this article is to draw attention to the proposal of electrical installations in medical facilities in accordance with the applicable standards as well as point out the differences between the already existing electrical installations and those newly projected. Individual paragraphs of the given article closely deal with the classification of spaces for medical purposes, uninterruptible power supplies, and isolated IT system. Moreover, it also shows the most significant differences between the newly designed and the already existing electrical. **(Electrical installations in medical locations)**

Keywords: Security; Electrical installations of medical facilities; Uninterruptible power supplies for safety technical equipment of buildings; Isolated IT system

I. ÚVOD

V posledných rokoch sa rozširuje závislosť ľudí na elektrickej energii. Ľudia si na ňu zvykli v takej miere, že často krátko sú bez nej bezradní. Ľudia si nevedia predstaviť svoj život bez elektrickej energie. Elektrická energia je neoceniteľným pomocníkom v priemysle, službách, domácnostiach, ale aj v zdravotníctve.

Rovnako ako sa v domácnostiach rozšírilo používanie elektrických spotrebičov, tak sa aj v zdravotníctve rozšírilo používanie zdravotníckych elektrických prístrojov. Tieto zdravotnícke elektrické prístroje, ktoré využívajú elektroniku sú veľmi užitočné, ale môžu spôsobiť pacientovi alebo obsluhu nežiaduci zásah elektrickým prúdom. Takisto výpadok napájania zdravotníckych elektrických prístrojov môže ohroziť život pacientov.

Je potrebné si uvedomiť, že prostredie zdravotníckych priestorov je náročnejšie ako prostredie v bytoch a to vplýva na elektroinštaláciu a zdravotnícke elektrické zariadenia. Aby bola zaistená bezpečnosť zdravotníckych elektrických prístrojov a bezpečnosť osôb je potrebné elektroinštaláciu rozvod navrhnuť a realizovať s ohľadom na požiadavky, ktoré sú kladené na jednotlivé zdravotnícke priestory.

II. KLASIFIKÁCIA MIESTNOSTÍ PRE ZDRAVOTNÍCKE ÚČELY

Pri návrhu elektrickej inštalácie zdravotníckeho zariadenia je potrebné ako prvé klasifikovať jednotlivé miestnosti pre zdravotnícke účely.

V súčasnosti sa od 9.1.2015 má pre návrh nových elektrických inštalácií v zdravotníckych inštaláciách používať norma STN 33 2000-7-710, Elektrické inštalácie nízkeho napätia, Časť 7-710: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory, Zdravotnícke priestory.

Jestvujúce elektrické inštalácie, realizované do roku 2014 boli navrhované podľa normy ČSN 33 2140 – Elektrický rozvod v miestnostech pro lékařské účely, ktorá nadobudla platnosť v roku 1986.

Obe tieto normy používajú na klasifikáciu miestností pre zdravotnícke účely vlastné pravidlá, ktoré sú uvedené nižšie [1][2].

A. Klasifikácia miestností podľa ČSN 33 2140

Táto norma definuje 12 samostatných požiadaviek. Jednotlivé požiadavky musia byť realizované v miestnostiach pre zdravotnícke účely podľa Tab. I, tak ako to určuje tab.č.3 APLIKACE POŽADAVKŮ v norme ČSN 33 2140, strana 17. Niektoré požiadavky sú záväzné pre daný typ miestnosti a niektoré požiadavky sú záväzné pre konkrétne vyšetrenie. Každá miestnosť pre zdravotnícke účely musí byť zaradená do niektorého z typu miestností a musia byť pre ňu zvolené záväzné požiadavky. O určení typu miestnosti pre zdravotnícke účely a záväznosti požiadaviek sa vyhotovuje písomný doklad [1].

TABULKA I

Príklady klasifikácie miestností pre zdravotnícke účely podľa normy ČSN 33 2140

Typ miestnosti	Požiadavka											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	GE	E1	E2	A	I
Lôžkové izby	a	c		c				c				
Všeobecné vyšetrovacie miestnosti	a	c		c				c				
Hydroterapia	a	a		a		c		c				
Operačné sály	a	a	a	b	a			a	c	a	a	a

a – záväzná požiadavka

b – záväzná požiadavka pre prístroje s príkonom nad 5 kVA a všetky RTG zariadenia

c – odporúčaná požiadavka

B. Klasifikácia miestností podľa STN 33 2000-7-710

Táto norma rozdeľuje zdravotnícke priestory do troch skupín.

Do skupiny 0 patria zdravotnícke priestory, v ktorých prerušenie napájania nemôže spôsobiť ohrozenie života a v ktorých sa nepoužívajú nijaké aplikačné časti.

Do skupiny 1 patria zdravotnícke priestory, v ktorých prerušenie napájania nepredstavuje ohrozenie bezpečnosti pacienta a v ktorých sú aplikačné časti určené na použitie externe a invazívne na akúkoľvek časť tela, okrem tých, ktoré sú vymedzené rozsahom skupiny 2.

Do skupiny 2 patria zdravotnícke priestory, v ktorých prerušenie napájania môže vyvolať nebezpečenstvo pre pacienta a v ktorých sa aplikačné časti používajú pri intrakardiálnych úkonoch alebo chirurgických operáciách.

Vzhľadom na to, že funkcia každej miestnosti sa môže v jednotlivých krajinách, dokonca aj v jednej meniť, tak je nepraktické vymenovať zdravotnícke priestory podľa ich skupinovej klasifikácie. Za klasifikáciu zdravotníckych priestorov zodpovedá hlavný inžinier projektu so zadávateľom (investorom) alebo zástupcom prevádzkovateľa [2].

TABUĽKA II

Príklady klasifikácie miestností pre zdravotnícke účely podľa normy STN 33 2000-7-710

Zdravotnícky priestor	Skupina		
	0	1	2
Lôžkové izby pacientov		x	
Vyšetrovacia alebo ošetrovacia miestnosť		x	
Hydroterapia		x	
Operačná sála			x

III. LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE ZDRAVOTNÍCKYCH ZARIADENÍ

Ak už máme klasifikované všetky miestnosti pre zdravotnícke účely do skupín (norma STN 33 2000-7-710) nasleduje samotný návrh elektrickej inštalácie podľa platných legislatívnych požiadaviek. Pre porovnanie návrhu a poukázanie na rozdiely v legislatíve sú uvedené aj požiadavky na jestvujúce elektrické inštalácie navrhované podľa ČSN 33 2140.

A. *Požiadavky na jestvujúce elektrické inštalácie podľa ČSN 33 2140*

Táto norma platí pre návrh, prevádzku a údržbu elektrických rozvodov v miestnostiach pre zdravotnícke účely, ktoré sa nachádzajú v zdravotníckych zariadeniach. Táto norma neplatí pre elektrické rozvody v zdravotníckych vozidlách.

Prehľad požiadaviek a spôsob ich zaistenia [1]:

P0 – Zaistenie základných podmienok pre ochranu pred nebezpečným dotykovým napätím. Požiadavku zaistíme použitím samostatného ochranného vodiča.

P1 – Obmedzenie dotykového napätia na bezpečnú hodnotu. Požiadavku zaistíme splnením podmienok pre ochranný vodič.

P2 – Celkový odpor vodiča medzi chránenými časťami a prípojnicou ochranného pospájania nesmie byť väčší ako 0,1 Ω . Požiadavku zaistíme pri splnení požiadavky P1 použitím ochranného pospájania.

P3 – Rozdiel potenciálov medzi neživými časťami a prípojnicou ochranného pospájania nesmie za normálnych podmienok prekročiť 10 mV. Pri splnení požiadaviek P1 a P2 sa ochranné pospájanie kontroluje meraním.

P4 – Zvýšenie ochrany pred nebezpečným dotykovým napätím obmedzením doby potrebnej k vypnutiu. Požiadavku zaistíme pri splnení požiadaviek P1 a P2 použitím prúdových chráničov.

P5 – Zaistenie kontinuity dodávky elektrickej energie a obmedzenie prúdu telom pacienta pri dotyku krajných vodičov s

neživými časťami. Požiadavku zaistíme pri splnení požiadaviek P1 a P2 alebo P3 použitím zdravotníckej izolovanej sústavy.

P6 – Odstránenie nebezpečného dotykového napätia pri poruche izolácie. Požiadavku zaistíme použitím ochranného oddeľovacieho transformátora pre napájanie jedného spotrebiča.

P7 – Odstránenie vzniku nebezpečného dotykového napätia živých a neživých častí. Požiadavku zaistíme napájaním prístrojov bezpečným napätím.

GE – Obnovenie dodávky elektrickej energie pre dôležité obvody do 120 s. Požiadavku zaistíme použitím hlavného núdzového zdroja elektrickej energie.

E1 – Obnovenie dodávky elektrickej energie pre veľmi dôležité obvody do 15 s. Požiadavku zaistíme použitím špeciálneho núdzového zdroja elektrickej energie.

E2 – Obnovenie dodávky elektrickej energie pre operačné svietidlá do 0,5 s. Požiadavku zaistíme použitím špeciálneho núdzového zdroja elektrickej energie.

A – Obmedzenie možnosti vzniku výbuchu a požiaru a obmedzenie nebezpečných účinkov statickej elektriny. Požiadavku zaistíme použitím elektrostaticky vodivej podlahy, účinnou vdychotechnikou a vhodným vzájomným usporiadaním elektrických zariadení a rozvodov s plynom.

I – Obmedzenie nadmerného rušenia elektromagnetickým poľom. Požiadavku zaistíme vhodným rozmiestnením elektrických prístrojov a rozvodov, poprípade použitím tienenia.

B. *Požiadavky na nové elektrické inštalácie podľa STN 33 2000-7-710*

Osobitné požiadavky tejto časti HD 60364 platia pre elektrické inštalácie v zdravotníckych priestoroch. Cieľom týchto požiadaviek je zaistenie bezpečnosti pacientov a zdravotníckeho personálu. Požiadavky tejto normy sa vzťahujú hlavne na nemocnice, ambulancie praktických, špecializovaných a zubných lekárov, centrá zdravotnej starostlivosti. Požiadavky tejto normy platia aj pre elektrické inštalácie v priestoroch určených na zdravotnícky výskum. Požiadavky tejto časti neplatia pre zdravotnícke elektrické zariadenia [2].

HD 60364 je súbor noriem STN 33 2000. Požiadavky časti STN 33 2000-7-710 dopĺňajú, upravujú alebo nahrádzajú určité všeobecné požiadavky uvedené v súbore noriem 33 2000 v častiach 1 až 6 [2].

IV. ZÁLOŽNÉ ZDROJE ELEKTRICKEJ ENERGIE

V prípade poruchy zdroja normálneho napájania je potrebné obnoviť napájanie zo záložného zdroja počas definovaného časového intervalu.

A. *Záložné zdroje pre jestvujúce elektrické inštalácie podľa ČSN 33 2140*

Táto norma rozlišuje nasledujúce záložné zdroje elektrickej energie [1]:

Hlavný núdzový zdroj elektrickej energie GE.

Tento zdroj musí zaistiť napájanie dôležitých obvodov do 120 s po výpadku základného zdroja, pričom elektrickú energiu musí dodávať po celú dobu výpadku základného zdroja.

Špeciálny núdzový zdroj elektrickej energie typu E1.

Tento zdroj musí zaistiť napájanie veľmi dôležitých obvodov do 15 s po výpadku základného alebo hlavného núdzového zdroja, pričom elektrickú energiu musí dodávať po dobu 3 hodín. Tento zdroj môže pri malom rozsahu zdravotníckeho zariadenia nahradiť hlavný núdzový zdroj.

Špeciálny núdzový zdroj elektrickej energie typu E2.

Tento zdroj musí zaistiť napájanie operačných svietidiel do 0,5 s po výpadku základného alebo hlavného núdzového zdroja, pričom elektrickú energiu musí dodávať po dobu 3 hodín.

B. Záložne zdroje pre nové elektrické inštalácie podľa STN 33 2000-7-710

Táto norma rozlišuje nasledujúce záložné zdroje elektrickej energie [2].

Elektrické záložné zdroje s prepínacím časom menším ako 15 s – tento zdroj musí zaistiť napájanie núdzového osvetlenia do 15 s od výpadku normálneho napájania, pričom musí dodávať elektrickú energiu minimálne na čas 24 h. Čas 24 h sa môže skrátiť minimálne na čas 3 h ak je možné evakuovať budovu v čase, ktorý je omnoho kratší ako 3 h a umožňujú to zdravotnícke požiadavky.

Elektrické záložné zdroje s prepínacím časom menším ako 0,5 s – tento zdroj musí zaistiť napájanie v čase neprevyšujúcom 0,5 s, pričom musí dodávať elektrickú energiu aspoň na čas 3 h, pre osvetlenie stolov na operačných sálach, pre zdravotnícke elektrické zariadenia obsahujúce svetelné zdroje, ktoré sú dôležité pri používaní týchto zariadení a pre zdravotnícke elektrické zariadenia zabezpečujúce podporu kritických životných funkcií.

V. ZDRAVOTNÍCKE IZOLOVANÉ SÚSTAVY

Zo zdravotníckej izolovanej sústavy musia byť napájané elektrické zdravotnícke prístroje, ktorých odpojenie od napájania elektrickej energie (prerušenie ošetrenia alebo vyšetrenia) môže ohroziť život alebo zdravie pacienta. Rozsah zdravotníckej izolovanej sústavy musí byť obmedzený na miestnosti alebo na skupinu miestností pre zdravotnícke účely. Výhodou izolovanej sústavy je, že ju je možné prevádzkovať pri jednej poruche medzi živou časťou a neživou časťou alebo medzi živou časťou a zemou [1][2][3].

Na vytvorenie zdravotníckej izolovanej sústavy sa používa ochranný oddeľovací transformátor, ktorý sa musí inštalovať v blízkosti zdravotníckeho priestoru. Pre jeden zdravotnícky priestor alebo funkčnú skupinu zdravotníckych priestorov sa musí použiť aspoň jeden jednofázový transformátor pre napájanie prenosných a pevne inštalovaných zariadení. Menovitý výkon transformátora má byť v rozmedzí od 0,5 kVA do 10 kVA. Jednofázové transformátory sa nesmú prepojiť paralelne. Ak je potrebné napájať trojfázový spotrebič zdravotníckou izolovanou sústavou, musí sa zriadiť samostatný trojfázový transformátor [1][2][3][4].

VI. FAREBNÉ OZNAČENIE ZÁSUVKOVÝCH VÝVODOV

Jednotlivé zásuvkové vývody obvodov zdravotníckych priestorov a k nim pridružených priestorov musia byť jednotne a zreteľne označené (Tab. III).

TABUĽKA III

Označenie zdravotníckych vývodov v zdravotníckych a im pridružených obvodov podľa normy STN 33 2000-7-710

Druh záložného zdroja napájajúceho zásuvkové vývody (Čas prepnutia v sekundách (s))	Farebné označenie zásuvkového vývodu
nad 15 s	Lubovoľná farba okrem zelenej, oranžovej, žltej a červenej
do 15 s (vrátane)	Zelená
do 0,5 s (vrátane)	Oranžová
Zdravotnícka sústava IT	Žltá

Na tento účel sa používa farebné označenie zásuvkových vývodov. Röntgenové zariadenia musia mať na zásuvke alebo v jej blízkosti

štítko s označením "RTG". Nová norma STN 33 2000-7-710 aj stará norma ČSN 33 2140 používajú rovnaké farebné označenie zásuvkových vývodov, ktoré je uvedené v Tab. III [1][2].

VII. POROVNANIE LEGISLATÍVNYCH POŽIADAVIEK NORIEM ČSN 33 2140 A STN 33 2000-7-710

V tejto kapitole je poukázané na rozdiely medzi požiadavkami na elektrické inštalácie v zdravotníckych zariadeniach v normách ČSN 33 2140 a STN 33 2000-7-710.

Najväčším rozdielom medzi normou ČSN 33 2140 a normou STN 33 2000-7-710 je klasifikácia jednotlivých zdravotníckych priestorov. V norme ČSN 33 2140 je 12 požiadaviek, ktoré sa aplikujú podľa potreby na jednotlivé zdravotnícke priestory alebo na konkrétne vyšetrenie. Každá jedna miestnosť musí byť zaradená do niektorého z typov miestností a musia byť pre ňu stanovené záväzné požiadavky. Norma STN 33 2000-7-710 klasifikuje zdravotnícke priestory do troch skupín a pre každú skupinu sú definované pravidlá. Nie je možné všeobecne určiť a zaradiť jednotlivé zdravotnícke priestory do skupín, pretože to závisí od účelu na aký bude zdravotnícky priestor využívaný. Za klasifikáciu zdravotníckeho priestoru do skupín zodpovedá hlavný inžinier projektu so zadávateľom respektíve zástupcom prevádzkovateľa [1][2].

Norma ČSN 33 2140 určuje, že dotykové napätie, ktoré trvá neurčitú dobu v prípade poruchy, nesmie prekročiť hodnotu 24 V pre striedavé napätie. Norma STN 33 2000-7-710 stanovuje pre sústavy IT, TN, TT dohodnuté dotykové napätie neprevyšujúce 25 V pre striedavé napätie [1][2].

Norma ČSN 33 2140 stanovuje, že impedancia ochranných vodičov medzi prípojnou a ochranným kontaktom v zásuvke alebo ochrannou svorkou na zariadení, nesmie byť vyššia ako 0,2 Ω , pokiaľ menovitá hodnota istiaceho prvku je menšia nanajvýš rovná 16 A. Hodnota impedancie vodičov ochranného pospájania medzi cudzími vodivými časťami a prípojnou pospájania nesmie byť vyššia ako 0,1 Ω .

Norma STN 33 2000-7-710 stanovuje, že impedancia ochranných vodičov vrátane odporu prípojov medzi svorkami pre ochranný vodič zásuviek a svorkami pevne inštalovaných zariadení alebo medzi akýmikoľvek cudzími vodivými časťami a prípojnou pospájania nesmie prekročiť v zdravotníckom priestore skupiny 1 hodnotu 0,7 Ω a v zdravotníckom priestore skupiny 2 hodnotu 0,2 Ω [1][2].

Norma ČSN 33 2140 určuje, že ochranný oddeľovací transformátor musí byť chránený proti preťaženiu a skratom. Avšak norma STN 33 2000-7-710 nedovoľuje ochranu proti nadprúdu v sekundárnom obvode oddeľovacieho transformátora. Dovoľuje použiť poistky iba na ochranu pred skratom v primárnom obvode oddeľovacieho transformátora [1][2].

Norma ČSN 33 2140 stanovuje, že špeciálne núdzové zdroje musia byť dimenzované tak aby boli schopné dodávať elektrickú energiu 3 hodiny po výpadku hlavného zdroja. Norma STN 33 2000-7-710 stanovuje, že záložné napájacie zdroje s prepínacím časom menším ako 0,5 s musia zabezpečiť dodávku elektrickej energie aspoň po dobu 3 hodín. Záložné napájacie zdroje s prepínacím časom menším ako 15 s musia byť schopné dodávať elektrickú energiu minimálne po dobu 24 hodín pričom tento čas sa môže znížiť na dobu 3 hodín [1][2].

Norma STN 33 2000-7-710 sa na rozdiel od normy ČSN 33 2140 zaoberá aj elektrickými prevádzkovými priestormi, transformátormi pre zdravotnícke sústavy, svetelnými inštaláciami a núdzovým osvetlením únikových ciest [1][2].

Prehľadné porovnanie legislatívnych požiadaviek noriem ČSN 33 2140 a STN 33 2000-7-710 je uvedené v Tab. IV.

TABUĽKA IV

Porovnanie legislatívnych požiadaviek noriem ČSN 33 2140 a STN 33 2000-7-710

Porovnanie	ČSN 33 2140	STN 33 2000-7-710
Klasifikácia zdravotníckych priestorov	12 požiadaviek	3 skupiny
Dotykové napätie	max ~ 24 V	max ~ 25
Impedancia ochranných vodičov	max 0,2 Ω (do 16A)	max 0,7 Ω (skupina 1) max 0,2 Ω (skupina 2)
Impedancia vodičov ochranného pospájania	max 0,1 Ω .	max 0,7 Ω (skupina 1) max 0,2 Ω (skupina 2)
Ochranný oddeľovací transformátor - ochrana	preťaženie a skrat	iba skrat (primárny obvod)
Špeciálny núdzový zdroj - dodáva el. energiu	3 hod. po výpadku hlavného zdroja	-
Záložný napájací zdroj s prepínacím časom menším ako 0,5 s - dodávka el. energie	-	po dobu 3 hodín
Záložný napájací zdroj s prepínacím časom menším ako 15 s - dodávka el. energie	-	po dobu 24 hodín (môže sa znížiť na dobu 3 hodín)
Rieši norma elektrické prevádzkové priestory, transformátory pre zdravotnícke systavy, svetelné inštalácie a núdzové osvetlenie únikových ciest?	nie	áno

VIII. ZÁVER

Cieľom tohto článku bolo poukázať na návrh elektrickej inštalácie v zdravotníckom priestore podľa novej normy a porovnať túto normu so starou normou, podľa ktorej boli projektované existujúce zdravotnícke inštalácie. Na základe požiadaviek novej normy bola aj vypracovaná reálna projektová dokumentácia zdravotníckeho priestoru.

Porovnaním vyššie spomenutých noriem je vidieť, že sú si veľmi podobné až na niekoľko rozdielov uvedených v predchádzajúcej kapitole. Norma STN 33 2000-7-710 je rozsiahlejšia, aktualizovaná na súčasné požiadavky zdravotníckeho personálu a dopĺňa chýbajúce požiadavky normy ČSN 33 2140. Je nutné podotknúť, že pre elektrické inštalácie projektované a zhotovené podľa predpisov normy ČSN 33 2140 platí prechodné obdobie do najbližšej rekonštrukcie pri ktorej sa musí elektrická inštalácia zosúladiť s požiadavkami normy STN 33 2000-7-710.

Z predchádzajúcich kapitol je možné vidieť, že problematika elektrických inštalácií zdravotníckych priestorov je rozsiahla a komplikovaná. Zvyšovaním nárokov na elektrické inštalácie sa na jednej strane zvyšujú náklady, ale na druhej strane sa znižuje pravdepodobnosť ohrozenia života zásahom elektrickým prúdom alebo výpadkom dodávky elektrickej energie.

POĎAKOVANIE

Túto prácu podporila Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied grantom VEGA č. 1/0132/15.

LITERATÚRA

- [1] ČSN 33 2140: Elektrický rozvod v miestnostech pro lékařské účely
- [2] STN 33 2000-7-710: Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-710: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Zdravotnícke priestory
- [3] Elektrotechnický magazín ETM, č.4 (2008), s 58-59
- [4] A. VARGA: *Elektroenergetika*. Prešov: 2007, 160 s

ADRESY AUTOROV

Stanislav Ilenin, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, stanislav.ilenin@tuke.sk