



UNIVERSITY  
OF WOLLONGONG  
AUSTRALIA

University of Wollongong  
Research Online

---

University of Wollongong in Dubai - Papers

University of Wollongong in Dubai

---

2016

# Izkustva uporabe rada pod naponom kod održavanja električnih instalacija u Sveučilišnom kliničkom centru Ljubljana

Viktor Lovrencic  
*C&G*

Milorad Brekalo  
*Ljubljana University Medical Center*

Milos Pantos  
*University of Ljubljana, Slovenia*

Mario Perla  
*Ljubljana University Medical Center*

Matej Sinko  
*Ljubljana University Medical Center*

*See next page for additional authors*

---

## Publication Details

Lovrencic, V., Brekalo, M., Pantos, M., Perla, M., Sinko, M. & Gomiscek, B. 2016, 'Izkustva uporabe rada pod naponom kod održavanja električnih instalacija u Sveučilišnom kliničkom centru Ljubljana', Fifth session of CIRED Croatian National Committee, CIRED, pp. 1-11.

Research Online is the open access institutional repository for the University of Wollongong. For further information contact the UOW Library:  
research-pubs@uow.edu.au

---

**Authors**

Viktor Lovrencic, Milorad Brekalo, Milos Pantos, Mario Perla, Matej Sinko, and Bostjan Gomiscek

mr. sc. Viktor Lovrenčić, dipl.ing.el.  
C&G d.o.o. Ljubljana i CiG d.o.o. Pula  
[viktor.lovrencic@c-g.si](mailto:viktor.lovrencic@c-g.si)

Milorad Brekalo, dipl.ing.el.  
Univerzitetni klinični center Ljubljana  
[milorad.brekalo@kclj.si](mailto:milorad.brekalo@kclj.si)

prof. dr. sc. Miloš Pantoš, dipl.ing.el.  
Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani  
[milos.pantos@fe.uni-lj.si](mailto:milos.pantos@fe.uni-lj.si)

Mario Perla, dipl.ing.el.  
Univerzitetni klinični center Ljubljana  
[mario.perla@kclj.si](mailto:mario.perla@kclj.si)

mr. sc. Matej Šinko, dipl.ing.el.  
Univerzitetni klinični center Ljubljana  
[matej.sinko@kclj.si](mailto:matej.sinko@kclj.si)

prof. dr. sc. Boštjan Gomišček, dipl.ing.el.  
Faculty of Business, University of Wollongong in Dubai  
[boštjan.gomiscek@fov.uni-mb.si](mailto:boštjan.gomiscek@fov.uni-mb.si)

## ISKUSTVA UPORABE RADA POD NAPONOM KOD ODRŽAVANJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA U SVEUČILIŠNOM KLINIČKOM CENTRU LJUBLJANA

### SAŽETAK

Zdravstvene usluge se nude 24 sata, 7 dana tjedno, cijelu godinu te je potrebno osigurati i trajnu opskrbu električnom energijom. Električna energija je veoma značajan energent za osiguranje kvalitetne zdravstvene usluge i sigurnosti pacijenata.

Elektroenergetska struka svjesna svoje odgovornosti je pristupila izvođenju rada pod naponom u Sveučilišnom kliničkom centru Ljubljana. Veoma pozitivna inženjerska iskustva sa više različitih i kompleksnih akcija rada pod naponom utvrdila su uvjerenje da je rad pod naponom prava metoda održavanja električnih instalacija u zdravstvu, odnosno u kliničkom centru i bolnicama.

**Ključne riječi:** rad pod naponom, klinički centar, sigurnost opskrbe, sigurnost pacijenata

## EXPERIENCES OF USING LIVE WORK IN MAINTENANCE OF ELECTRICAL INSTALLATIONS IN THE UNIVERSITY MEDICAL CENTRE LJUBLJANA

### SUMMARY

Health services are offered 24 hours 7 days a week all year round and it is necessary to ensure the continuing electrical supply. Electrical energy is a very important source to ensure quality of health services and patient safety.

Aware of its responsibilities, electrical power supply professionals at the University Medical Centre Ljubljana have introduced live work in order to fulfil high requirements of electrical supply. Very positive engineering experiences with many different and complex actions of live work have identified the belief that the live work is extremely useful and adequate maintenance method of electrical installations in health care institutions and hospitals.

**Key words:** live work, medical centre, security of supply, patient safety

## 1. UVOD

Rad pod naponom (RPN) na niskom i srednjem naponu (NN i SN) ima u Sloveniji kratku tradiciju. Uspješni počeci uvođenja i izvođenja RPN u slovenskom elektroenergetskom prostoru stvorili su mogućnost uporabe te metode održavanja u Univerzitetnom kliničnom centru Ljubljana (UKCLJ) – Sveučilišni klinički centar Ljubljana.

Nakon prijenosa tehnologije iz HEP NOC i izrade priručnika u 2007. godini krenulo se s osposobljavanjem slovenskih djelatnika za RPN. Nosilac osposobljavanja je C&G Ljubljana, a teoretsko i praktično osposobljavanje se provodi na poligonu HEP NOC-a. Nakon 2009. godine kada su prvi elektromonteri dobili ovlaštenje za RPN u Nuklearnoj elektrani Krško, stvoreni su uvjeti za izvođenje RPN u Sloveniji.

Danas je u proces izvođenja RPN u Sloveniji uključeno više od 20 poduzeća i više od 200 električara. Ovlašteno je više od 100 montera, a školovanje je završilo više od 100 koordinatora (rukovoditelja) RPN.

Razmah RPN je krenuo nakon uvođenja RPN 2011. godine u slovenskoj distribuciji. Pozitivna iskustva su bila poticaj za raspravu u UKCLJ o uvođenju nove prakse u održavanju električnih instalacija.

Zdravstvene usluge se nude 24 sati 7 dana tjedno cijelu godinu te je potrebno osigurati i trajnu opskrbu električnom energijom. Električna energija je veoma značajan energent za osiguranje kvalitetne zdravstvene usluge i sigurnosti pacijenata.

Stručnjaci elektroenergetske struke upoznavši prednosti metode RPN provjerili su mogućnost uvođenja RPN u UKCLJ. Na raspolaganju su bile dvije mogućnosti, osposobljavanje vlastitih djelatnika ili korištenje usluga na tržištu. Nakon analize tržišta na kojem više od deset poduzeća nudi uslugu RPN na NN, odlučeno je da se prihvati ponuda za radove. U skladu s zahtjevom zakona o javnoj nabavi UKCLJ mora osigurati više konkurentnih ponuđača.

Elektroenergetska struka svjesna svoje odgovornosti je odmah nakon upoznavanja s tehnologijom RPN pristupila izvođenju RPN u UKCLJ. Veoma pozitivna inženjerska iskustva sa 16 različitih i nekoliko veoma kompleksnih akcija RPN utvrdila su uvjerenje da je RPN prava metoda održavanja električnih instalacija u UKCLJ.

Aktivnostima RPN na NN je pridružena i prva akcija čišćenja TS metodom RPN na SN u 2015. godini kao pilot projekt i primjer procijene učinkovitosti i uspješnosti RPN, koji sprečava iskapčanje SN napajanja pojedinih bolnica u UKCLJ.

## 2. KVALITETA MEDICINSKE USLUGE I SIGURNOST PACIJENTA U ZDRAVSTVU JE IMPERATIV

Veoma je zanimljiva paralela između nastojanja uvođenja kvalitete i sigurnosti pacijenata u zdravstvu te izvođenja RPN tijekom održavanja električnih instalacija. Već stoljeće traju oba procesa u svjetskim okvirima, a zadnje desetljeće i u slovenskom prostoru.

Bogata svjetska iskustva prenosimo u slovensko zdravstvo. Slobodno možemo utvrditi da zdravstvena politika poslije 2006. godine sistematski kreira uvjete za promociju i uvođenje stalnog poboljšanja kvalitete i sigurnosti u zdravstvu. U slovenskim zdravstvenim ustanovama je u zadnjim godinama puno učinjeno na dobrovoljnom certificiranju u skladu sa ISO standardima managementa kvalitete te su mnoge uspješno zaključile postupak akreditacije u skladu sa međunarodnim normama. UKCLJ je uspio dobiti certifikate u skladu sa normama ISO, DNV i EFQM, što predstavlja veliki iskorak.

Međunarodnim standardima u zdravstvu je obuhvaćena i infrastruktura u zdravstvu, koja mora osigurati trajnu opskrbu električnom energijom 24 sati 7 dana tjedno cijelu godinu. Zadatak je težak i zahtjevan, jer nije moguće i dozvoljeno jednostavno ugasiti svijetlo i odrediti remont u bolnici, kao što smo navikli u industriji. Pa i nuklearna elektrana ima duži zastoj. To je jednostavno nedopuštanje i nemoguće ostvariti u zdravstvu, jer sustav mora biti trajno sposoban nuditi sigurnost pacijentima, što je neposredno povezano sa osiguranjem neprekinute opskrbe eklektičnom energijom.

Elektrotehnička struka je postavljena pred velike i zahtjevne izazove u fazi planiranja, projektiranja, gradnje i održavanje infrastrukture odnosno električnih instalacija i postrojenja. Norme u zdravstvu na području električnih instalacija postavljaju visoke zahtjeve naročito u objektima starijeg datuma, što zahtjeva modernizaciju i time velika financijska sredstva za nadgradnju sustava.

Uz investiranje u redundantne sustave koji osiguravaju sustave neprekinutog napajanja te ugradnjom dizel električnih agregata postoje mogućnosti uvođenja novih metoda održavanja električnih instalacija među kojima ima značajno mjesto RPN.

Pregledom dostupne literature i izvora, posebno na Internetu, iznenađeni smo da praktično nema zapisa o uporabi metode rada pod naponom u zdravstvu. Ta iznenađujuća činjenica nas je ponukala da promoviramo RPN u do sada jedinoj zdravstvenoj slovenskoj ustanovi ( UKCLJ), u kojoj već niz godina koriste RPN kao značajan doprinos sigurnosti pacijenata.

## 2.1. Certificiranje i akreditacija slovenskih bolnica

Dostupnost zdravstvene zaštite visoke kvalitete jedno je od osnovnih ljudskih prava koje su prepoznali Europska Unija, njene institucije i građani Europe. Dakle, pacijenti imaju pravo očekivati krajnje napore za osiguranje svoje sigurnosti kao korisnika zdravstvene skrbi.

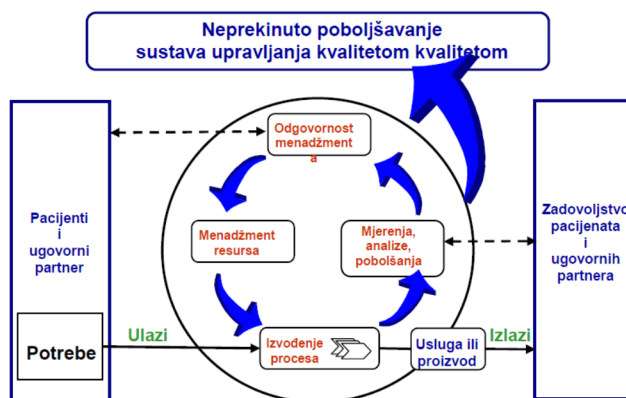
Iako su mnoge bolnice i zdravstvene ustanove uvele postupke za sigurnost pacijenata, zdravstveni sektor i dalje zaostaje za industrijom i drugim djelatnostima koje su uvele sustavne sigurnosne postupke.

Prije deset godina je 4-5. travnja 2005. u Luksemburgu u organizaciji Europske komisije i Glavne direkcije za zdravstvo i zaštitu potrošača (European Commission and DG Health and Consumer Protection), a pod luksemburškim predsjedavanjem Europskom Unijom, održana konferencija o sigurnosti pacijenata i upravljanju rizikom (Patient Safety Conference). Sigurnost pacijenata za vrijeme pružanja zdravstvene zaštite je trenutno jedno od glavnih pitanja u kreiranju zdravstvene politike, kako Europske Unije tako i prekomorskih zemalja. Luksemburška deklaracija o sigurnosti pacijenata je putokaz na tom kompleksnom putu [1].

Certificiranje i akreditacija zdravstvenih ustanova je dobrovoljan proces. Slovenska nacionalna strategija [2] je osnovana na sistematskoj gradnji sveobuhvatne kulture izgradnje sustava kvalitete i sigurnosti pacijenata u zdravstvu, koja traži potporu u ISO i međunarodnim normama [3-5]. Zdravstvo je kompleksna djelatnost, koja nudi usluge aktivno i neprekinuto 24 sati dnevno sve dane u godini [1-5]. Velika systemska pomoć je u normama, koje nude ravnateljima zdravstvenih ustanova systemsku podršku uvođenju politike kvalitete i sigurnosti pacijenata. Slovensko zdravstvo je prihvatilo u praksi dva moguća puta:

- certificiranje u skladu sa zahtjevima norme ISO 9001:2008 (2015) Sustav upravljanja kvalitetom,
- akreditacije u skladu sa međunarodnim normama [3-5].

Međunarodna norma ISO 9001 potiče usvajanje procesnog pristupa pri razvoju, implementaciji i poboljšanju učinkovitosti sustava upravljanja kvalitetom te povećavanja zadovoljstva pacijenta udovoljavajući njegovim zahtjevima (Slika 1) [6].



Slika 1. Model procesnog pristupa (ISO 9001) u zdravstvu [8]

Slovensko zdravstvo ima značajne uspjehe kod uvođenja odnosno certificiranja bolnica u skladu s normom ISO 9001, što daje dugoročnu garanciju stalnog poboljšanja kvalitete i sigurnosti u zdravstvu.

Druga uspješna faza slovenskih bolnica je bila akreditacija u skladu s međunarodnim normama AACI, ACI i DIAS (Tabela I) [3-5].

Tabela I. Akreditacija slovenskih zdravstvenih ustanova ožujak 2011. – siječanj 2015.

Norme	AACI*	ACI**	DIAS – DNV***	Ukupno
Bolnice	4	3	17	24
Domovi zdravlja	1		1	2
Specijalističke ambulante	3	15		18

Dostupno [6]:

\*AACI – International Accreditation Standards for Healthcare Organizations

\*\*ACI – Accreditation Canada International

\*\*\*DIAS - DNV International Accreditation Standard for Hospitals - Det Norske Veritas

## 2.2. Tehnički zahtjevi - norme za električne instalacije u bolnicama

Planeri odnosno projektanti i izvođači investicija te nadzora građenja električnih instalacija i djelatnici redovitog održavanja moraju djelovati u skladu sa zakonima, propisima i specifičnim normama:

- Zakon o graditvi objekta ZGO-1 (Ur. I. RS, št. 102/04 – uradno prečišćeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 10/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZdavNepr, 110/13 in 19/15),
- Pravilnik o pripravi in sprejemu tehničnih smernic na področju zdravstvene in zdraviliške dejavnosti (Ur. I. RS, št. 122/04),
- Prostorska tehnična smernica TSG-12640-001:2008 – Zdravstveni objekti,
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. I. RS 41/09),
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 –Nizkonapetostne električne inštalacije
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. I. RS št. 28/09),
- Tehnična smernica TSG-N-003:2013 -Zaščita pred delovanjem stele,
- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne instalacije (Ur. I. SFRJ, št. 53/1988 sprememba – Ur. I. RS, št. 83/05),
- Pravilnik o tehniških normativih za zaščito NN omrežij in pripadajočih TP (Ur. I. SFRJ, št. 4/74 in 13/78),
- Pravilnik o tehniških predpisih za strelovode (Ur. list SFRJ, št. 13/68),
- Pravilnik o tehniških normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti nad 1000 V (Ur. I. SFRJ 13/73),
- Pravilnik o tehniških predpisih za obratovanje in vzdrževanje elektroenergetskih postrojev (Ur. I. SFRJ, št. 19/68),
- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Ur. I. RS 29/92),
- SIST HD 60364-7-710:2012/AC:2013 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-710. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Medicinski prostori - Popravek AC (nadomešča SIST IEC 60364-7-710:2006 – Električne inštalacije zgradb-7-710.del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Medicinski prostori,
- SIST FprHD 60364-6:2015 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 6. del: Preverjanje (nadomešča SIST IEC 60364-6:2006 – Nizkonapetostne inštalacije - 6.del: Preverjanje).

Veoma važno je praćenje svih promjena i dopuna propisa. Od samostalnosti i posebno od ulaska u EU su promjene propisa veoma česte te su ih stručnjaci dužni pratiti – primjer je novi pravilnik, koji je počeo važiti u vrijeme pisanja referata:

- Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev (Ur. I. RS 98/15).

Novi pravilnik (Ur. I. RS 98/15) zahtjeva od vlasnika elektroenergetskih postrojenja da u roku od godinu dana odnosno najkasnije do 17.12.2016 mora internim aktom odrediti Plan održavanja te dinamiku odnosno periodiku održavanja. Taj novi pravilnik za razliku od starog jugoslavenskog (Ur. I. SFRJ, št. 19/68)

ne određuje što i kada (dinamika, periodika) se mora održavati. Pravilnik slijedi zahtjeve zakona o građenju objekata ZGO-1 koji službama investicija i održavanja električnih instalacija (postrojenja) propisuje projektiranje, građenje i održavanje objekata.

Stručnjaci elektro održavanja u UKCLJ će morati dosadašnju periodiku održavanja prilagoditi novom propisu te planu servisiranja u rokovima propisanim u jamstvima proizvođača ugrađenih proizvoda, opreme i naprava te posebno odgovoriti svim zahtjevima tehničke smjernice za zdravstvene objekte:

- Prostorska tehnična smernica TSG-12640-001:2008 – Zdravstveni objekti [7].

Stručnjaci elektro održavanja u UKCLJ moraju izvoditi redovite preglede građevine odnosno njezinih dijelova, u razmacima i na način određen projektom građevine i pisanom izjavom izvođača o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine odnosno određeno pravilnikom i/ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji, a u slučaju ugrađene opreme, uređaja i instalacija i drugog i s planom servisiranja u rokovima propisanim u jamstvima proizvođača ugrađenih proizvoda. Važno je razumijevanje pojmova:

1. dio građevine je pojedinačni tehnički i/ili funkcionalni sklop koji je sastavni dio cjelovite građevine koju se održava, ili veći broj pojedinačnih tehničkih i/ili funkcionalnih sklopova povezanih u tehničku ili funkcionalnu cjelinu koja je sastavni dio cjelovite građevine koju se održava – to se odnosi na sklop električnih instalacija (postrojenja),
2. redovito održavanje jest preventivno pregledavanje građevine odnosno njezinih dijelova i preventivno izvođenje radova kojima se sprječava gubitak svojstava građevine i njezine funkcionalnosti definirane namjenom u projektu građevine, kao i izvođenje radova na zamjeni, dopuni i/ili popuni dijelova građevine u razmacima i opsegu određenim projektom građevine ili zbog narušenog svojstva i/ili funkcionalnosti tih dijelova kojem uzrok nije kakav izvanredni događaj.

### 3. OSOBNA KARTA UKCLJ

Klinički centar UKCLJ je vodeća profesionalna zdravstvena ustanova u Sloveniji. Njegova misija je pružiti sigurno, pouzdano, kvalitetno i standardizirano liječenje bolesnika na ljubazan i ekonomičan način. Djelatnici UKCLJ obavljaju trojno poslanstvo: provode zdravstvenu djelatnost, pedagoški i istraživački rad. Kako bi pacijentu omogućili najbolju moguću njegu, pomoću istraživačkog rada uvode nove metode te na taj način slijede razvoju suvremene medicine u svijetu ([www.kclj.si](http://www.kclj.si)).

Klinički centar UKCLJ zapošljava gotovo 7.800 zaposlenika, uključujući 1200 liječnika. Bolnica ima 2.175 bolničkih kreveta. U 2014. godini bolnički se liječilo 116.550 pacijenata, duljina boravka u bolnici iznosila je 5,43 dana, a obavljeno je i 763.202 specijalističkih odnosno ambulantnih pregleda. Ove brojke svrstavaju UKCLJ među najveće bolnice u srednjoj Europi. Zavod je osim liječenja najtežih pacijenata u Sloveniji odgovoran i za razvoj medicine, zdravstvenu njegu, primaljsku skrb, medicinsku rehabilitaciju, visoko specijalizirane laboratorijske i druge aktivnosti u slovenskom prostoru, jer u suradnji s obrazovnim institucijama obrazuje kadrove za sve zdravstvene struke. Po svojoj visokoj stručnosti UKCLJ se značajno razlikuje od drugih bolnica u Sloveniji, što ga svrstava uz bok sličnim sveučilišnim bolnicama u razvijenoj Europi i SAD-u ([www.kclj.si](http://www.kclj.si)).

Sa stajališta zdravstvene zaštite građana UKCLJ predstavlja objekt(-e) iznimne nacionalne važnosti. Prigodno tome moraju biti s ciljem osiguravanja sigurnosti, pouzdanosti i kvalitete osmišljene, projektirane, provedene i održavane i same zgrade sa svim pripadajućim infrastrukturnim sustavima, jer je za sve objekte i naprave u cijelosti potrebno osigurati operativnu pouzdanost.

Ovi zahtjevi su detaljno opisani u prostorno-tehničkoj smjernici TSG 12640:2008 [7]. Za postizanje pouzdanog i sigurnog rada je provedba preventivnog i kurativnog održavanja od velikog značaja i zato treba biti pored ostalih mjera uključen u jedinstveni sustav funkcioniranja javnog zavoda.

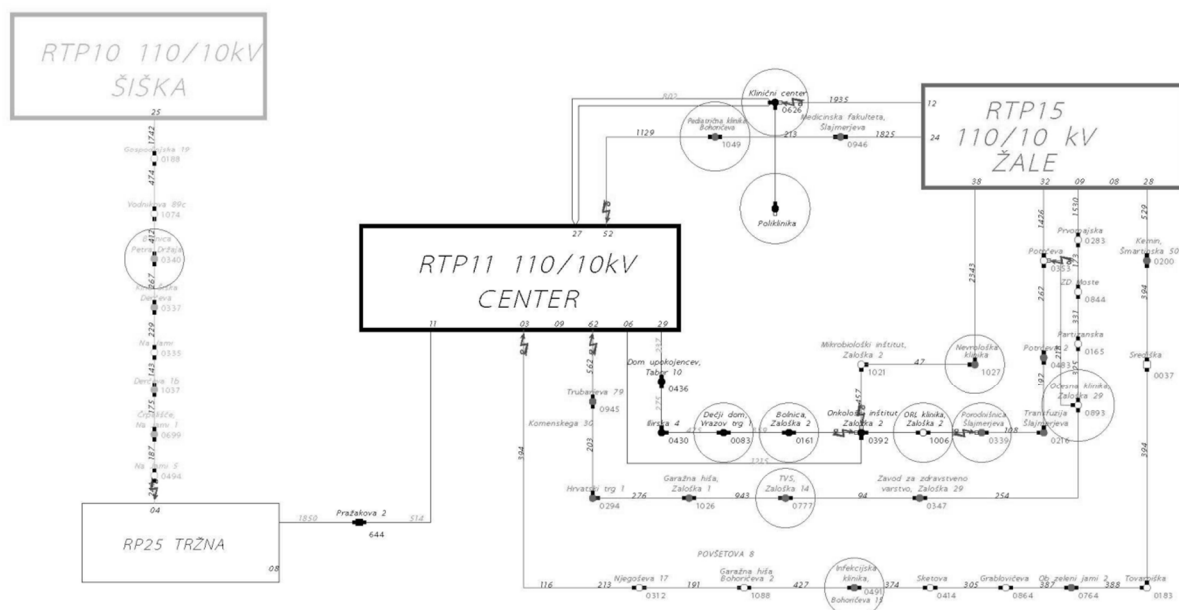
Prema unutarnjim organizacijskim propisima i prema organizacijskoj shemi aktivnosti za upravljanje investicijama u UKCLJ odgovoran je Odjel za investicije (Služba za investicije) koji se prvenstveno bavi pripremom prijedloga za investicije i održavanje investicija, sudjelovanjem u natječajima s pripremom tehničke dokumentacije za područje novogradnji, adaptacijom prostorija itd. Za područje održavanja je odgovoran Sektor za tehničko održavanje (Tehnično-vzdrževalni sektor (TVS)) odnosno Služba za održavanje električnih sustava (Služba za vzdržavanje elektro sistemov (SVE)). Navedene službe bave se upravljanjem i održavanjem elektroenergetskih izvora i sustava, suradnjom s inspeksijskim službama i rješavanjem pritužbi. Daljnja podjela je na:

- održavanje trafostanica i izvora električne energije, a brinu se o održavanju do prvog etažnog razvodnika za osnovno napajanje, o sigurnosnom napajanju i o dodatnom sigurnosnom napajanju,
- održavanje i implementacija niskonaponskih (NN) instalacija što obuhvaća pogon električnih instalacija od etažnog razdjelnog ormarića prema potrošačima.

U obje jedinice odnosno u oba sektora osigurana je prisutnost osoblja 24 sata tijekom cijele godine.

Opseg održavanja SN objekata je prikazan na blok shemi (Slika 1). Klinički centar UKCLJ je uključen u 10 kV mrežu distributera, koji je osigurao opskrbu iz dva smjera. Povezan je sa dvije TS 110/10 kV što dodatno osigurava sigurno napajanje internih TS 10/0,4 kV. Održavanje tih TS je ugovorom preuzela distribucija Elektro Ljubljana.

10 kV napajanje transformatorskih postaj UKC Ljubljana



Slika 2. Blok shema napajanja UKCLJ i priključka na 10 kV mrežu (Izvor: EL)

Opseg održavanja NN instalacija i naprava je veoma kompleksan što je neposredno povezano sa većim brojem klinika i bolnica u sustavu UKCLJ. Objekti u kojima djeluju klinike i bolnice su ili veoma stare ili na novo izgrađeni suvremeni objekti sa najnovijom tehnologijom.

Djelatnici održavanja imaju posebno velike probleme prilikom redovitog održavanja u starijim objektima, gdje su često prisutni problemi starih instalacija (energetskih kabela) i razvodnih ormara sa starim komponentama. Veoma zahtjevan je problem osiguranja kvalitetnog uzemljenja objekata što je povezano sa zahtjevima moderne i veoma osjetljive medicinske opreme.

Krajem 2011. godine je u okviru Sektora za tehničko održavanje (TVS) izrađen strateški dokument »Pregled stanja elektro vzdržavanja na objektih UKC Ljubljana in predlogi za izboljšave« [9] u kojem je prema ustanovljenom stanju predložena daljnja optimizacija:

- konstantne promjene u organizacijskog shemi električnog odražavanja (osoblje, sredstva, alati);
- potreba za dopunom dokumentacije na temelju promjena zbog usklađivanja postojećeg stanja sa normativima važećih standarda prema SIST, EN i IEC odnosno DIN koji se odnose na specifičnosti u objektima i prostorijama za medicinske svrhe;
- prijedlog organizacijske sheme održavanja te potrebnih naprava i alata;
- program radova održavanja i rukovanja;
- potreba za izradom akta o radu i održavanju.



Na osnovu procjeni stanja tehnike i stupnja razvoja inženjerske struke u Sloveniji je TVS u UKCLJ odlučio započeti provedbu RPN na NN.

Osnovni motiv za njegovo uvođenje u UKCLJ je potreba po osiguravanju neprekidnog napajanja objekata iz svih izvora (mreža, DEA i UPS) prilikom provedbe investicija ili održavanja.

Zbog zahtjeva građana odnosno zdravstvenih osiguranika za najvišom mogućom kvalitetom zdravstvenih usluga, što posljedično znači i zbog potreba za neprekidnim radom UKCLJ odnosno pojedinih klinika unutar istog, pojedini djelatnici Odjela za investicije i TVS su prilikom pojave prvih slovenskih iskustava sa RPN počeli aktivno razmišljati o mogućnosti uvođenja RPN na NN. Mogli su birati između uvođenja RPN na NN sa vlastitim osobljem za održavanje u okviru TVS ili angažiranjem ugovornih vanjskih partnera.

S obzirom na iskustva na drugim projektima unutar i izvan UKCLJ, predviđenu godišnju količinu intervencija RPN na NN, postojeću kadrovsku strukturu zaposlenih, ograničene financijske i ljudske resurse za uvođenje RPN na NN te uzimajući u obzir propise za RPN na NN (preuzimanje sustava odnosno priručnika, osposobljavanje i nabava osobne zaštitne opreme i alata) struka je odlučila potražiti usluge na tržištu.

Važno je napomenuti da je provedeno istraživanje tržišta u kojem je utvrđeno da na tržištu postoji desetak ponuđača koji su profesionalno sposobni za obavljanje RPN na NN u UKCLJ.

U listopadu 2015. je izveden pilotski projekt čišćenja TS 10/0,4 kV u UKCLJ metodom RPN na SN u sklopu dogovora sa partnerom, distributerom Elektro Ljubljana, koji redovito održava SN postrojenja metodom u beznaponskom stanju.

#### **4. RAD POD NAPONOM U UKCLJ**

Rad pod naponom (RPN) se definira kao svaki rad pri kojem radnik namjeravano uspostavlja dodir s aktivnim dijelovima ili nekim drugim dijelom svog tijela ili alatima, opremom ili napravama kojima rukuje, zadire u zonu rada pod naponom.

Pravna osnova za uvođenje i izvođenje RPN na NN (SN) u slovenskom elektroenergetskom okolišu odnosno u prijenosu, distribuciji, proizvodnji električne energije, industriji i u drugim poduzećima (npr. montažeri) te ustanovama (UKCLJ) je određena sljedećim propisima:

- Zakon o sigurnosti i zdravlju na radu (Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1)),
- Pravilnik o sigurnosti pri radu pred opasnostima električne struje (Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka) (PVDNET).

Kao preporuka se u Sloveniji primjenjuje norma „SIST EN 50110-1:2007 Obratovanje električnih instalacij“ odnosno najnovija „SIST EN 50110-1:2013 Obratovanje električnih postrojev“ (HRN EN 50110-1:2008, Pogon električnih postrojenja).

ZVZD-1 daje opće okvire za promicanje i osiguravanje sigurnosti i zdravlja na radu.

Radovi na dijelovima elektroenergetskih objekata, elektroenergetskih postrojenja, električnih naprava odnosno opremi pod naponom (RPN) dopušteni su u iznimnim slučajevima, koji moraju biti opredijeljeni, utemeljeni i detaljno obrađeni u internim propisima (PVDNET).

Danas se primjenjuju tri osnovne metode rada pod naponom, ovisno o položaju radnika u odnosu na odgovarajuće opasno područje aktivnih dijelova na kojem radi:

- rad u dodiru (eng. insulating glove working),
- rad na udaljenosti (eng. hot stick working – safe clearance working),
- rad na potencijalu (eng. bare hand working).

U UKCLJ se koristi metoda RPN na NN »rad sa izolacijskim rukavicama ili rad u dodiru«, a za RPN na SN – čišćenje »rad na udaljenosti«.

Sigurnosna pravila sadrže detaljne odredbe za siguran RPN, a za uspješno i s zakonodavstvom usklađeno uvođenje RPN su ta pravila dopunjena sa sistemskim priručnicima, koji detaljno navode i opisuju RPN na NN:

- Opći uvjeti za izvođenje radova pod naponom na niskom naponu (Splošni pogoji za izvajanje del pod napetostjo na nizki napetosti) (SPID-NN), Priručnik, C&G d.o.o Ljubljana, ožujak 2011,
- Uvjeti izvođenja radova pod naponom – radni postupci na niskom naponu (Pogoji izvajanja del pod napetostjo – delovni postopki na nizki napetosti) (PID-NN), Priručnik, C&G d.o.o. Ljubljana, ožujak 2011,
- Tehnički opis alata za rad pod naponom na niskom naponu (Tehnični opis opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti) (TOOO-NN), Priručnik, C&G d.o.o. Ljubljana, ožujak 2011.

#### 4.1. RPN na NN instalacijama u UKCLJ

U 2009. godini započeto je uvođenje RPN u slovenskom prostoru [10,11], najprije u Nuklearnoj elektrani Krško [12], zatim u industriji [11] i 2011. u distribuciji [14].

Uspješni počeci RPN na NN u UKCLJ sežu u 2011. godinu [15]. Do sada je bilo izvedeno 16 radnih naloga pomoću metode RPN na NN, između kojih treba istaći dva izuzetno kompleksna i vrlo učinkovita projekta RPN na NN (Tablica II).

Tablica II. Opseg provedbe RPN na NN u UKCLJ u razdoblju 2011 - 2015

	DATUM	OPIS RPN na NN
1.	22.8.2011	Prespajanje kabela za napajanje (2X NYY-J 4X70) za usponski vod „svijetlo“ u traktu B sa stare na novu NN ploču
2.	23.8.2011	Prespajanje kabela za napajanje (2X NYY-J 4X70) za usponski vod „svijetlo“ u traktu C sa stare na novu NN ploču
3.	24.8.2011	Prespajanje kabela za napajanje (2X NYY-J 4X70) za usponski vod „svijetlo“ u traktu A sa stare na novu NN ploču
4.	30.9.2011	Prespajanje kabela za napajanje (2X NYY-J 4X70) za usponski vod „snaga“ u traktu C sa stare na novu NN ploču
5.	1.10.2011	Prespajanje kabela za napajanje (2X NYY-J 4X70) za usponski vod „snaga“ u traktu A sa stare na novu NN ploču
6.	1.10.2011	Prespajanje kabela za napajanje (2X120°) za usponski vod „snaga“ traktu B sa stare na novu NN ploču
7.	25.10.2011	Uklanjanje privremene veze između 4NF00/31 i prekidačem 4SQCM u staroj ploči
8.	6.9.2012	Nadogradnja postolja osigurača
9.	20.2.2013	Zamjena elektro ormarića na usponskom vodu C trak/prizemlje
10.	21.2.2013	Zamjena elektro ormarića na usponskom vodu B trak/ prizemlje
11.	12.3.2013	Montaža dodatnog izvoda u bloku LM-1KD (agregat)
12.	12.3.2013	Montaža dodatnog izvoda u bloku LM-1KD (mreža)
13.	13.3.2013	Demontaža stare opreme, montaža novih izvoda
14.	8.4.2013	Demontaža i ponovna montaža NN sabirnica
15.	25.4.2013	Nadogradnja dodatnog polja GN3-12 u novoj pedijatrijskoj klinici
16.	11.12.2015	Uređivanje/širenje mrežnog i agregatskog napajanja Ginekološke klinike, za IVF - i vitro laboratorij

Prvi projekt RPN na NN u UKCLJ je tekao od kolovoza do listopada 2011. godine, kada je u sklopu projekta zamijene glavne NN razdjelne ploče bilo potrebno prevezati svih 130 potrošača sa stare NN ploče na novu. Da bi se pojedini potrošač pomakao, potrebno ga je najprije isključiti sa stare NN razdjelne ploče, zatim ga fizički pomaknuti i pomoću spojnice produljiti kabel te ga na kraju priključiti na novu razdjelnu ploču. U praksi to znači da bi potrošač za vrijeme izvedbe radova (od četiri do šest sati) ostao bez napajanja električnom energijom. Pokazalo se da kod pojedinih izvoda koji napajaju glavnu zgradu bolnice nestanak napajanja nije prihvatljiv.

Praktički jedino prihvatljivo rješenje je bila uporaba metode RPN na NN. Metoda RPN na NN u ovom slučaju pokazala se kao jedina metoda koja radnicima, svim zaposlenim u UKCLJ, bolesnicima i posjetiteljima omogućava siguran i kvalitetan rad, boravak te njegu.

NN naponski kabeli za usponske vodove koji se dijele po sustavu »svijetlo« i »snaga« sa stare NN ploče na novu bili su dakle prespojeni pomoću RPN na NN (zbirka slika br. 2). Radovi su izvedeni u popodnevnim satima, kada je opterećenje nešto niže od jutarnjeg.

Izvođači su bili svjesni velike odgovornosti tih prespajana, jer su usponski vodovi napajali iznimno osjetljive potrošače. Rad je uspješno završen bez ometanja procesa liječenja u UKCLJ, a nije utjecao i na sigurnost te zdravlje izvođača, električara.



Slika 3. Zbirka fotografija RPN na NN – novo vezivanje vertikalnih NN vodova snage u UKCLJ [15]

Prespojena su bila tri usponska voda pod naponom »svijetlo« i »snaga« u bolnici u traktovima A, B, C u TP 626 UKCLJ. P

Prespajanje tri usponska voda (usponski vodovi za rasvjetu, svaki usponski vod po dva kabela PP00 4 x 70 mm<sup>2</sup>, ukupna izrada šest spojnica) je obuhvaćalo:

- izradu dokumentacije prije početka radova,
- pripremu radilišta,
- premošćivanje veze tri usponska voda,
- isključenje kabela za napajanje usponskih vodova u starom razvodnom bloku, ponovno provlačenje kabela i izrada kabljskih spojnica pomoću već priključenih kabela (označavanje kabljskih spojnica), provedba mjerenja istofaznosti i uključivanje prekidača u novom razvodnom bloku,
- demontažu prenosnica za spajanje tri usponska voda,
- uklanjanje opreme i sigurnosnih pregrada,
- provedba mjerenja opterećenja pojedinih usponskih vodova.

Prespojena su bila tri usponska voda za snagu u traktu A (dvaput spona na kabelima NYY-J 4 x 70 mm<sup>2</sup>), usponski vod za snagu u traktu B (jedanput spojnica na kabelu NYY-J 4x120 mm<sup>2</sup>) i usponski vod za snagu u traktu C (dvaput spojnica na kabelima NYY-J 4 x 70 mm<sup>2</sup>).

Na kraju su bili uklonjeni privremeni priključci agregatskog napajanja nove NN ploče.

Prvi veliki uspjeh odnosno dobiveno pozitivno iskustvo u neposrednoj provedbi radova u okviru investicijskih aktivnosti odnosno tijekom održavanja električnih instalacija je bio poticaj pojedinim zaposlenicima kao i menadžerima investicijskih projekata te planerima da su sustavno počeli uvrštavati RPN na NN u organizaciju rada u UKCLJ.

#### 4.2. RPN na SN postrojenjima u UKCLJ

UKCLJ ima dugogodišnji ugovor za servisiranje SN objekata odnosno TS 10/0,4 kV sa distributerom Elektro Ljubljana (EL). U listopadu 2015. godine je nakon obilaska lokacije TS Očesna klinika i procjene sigurnosti (EL – C&G – UKCLJ) dogovoreno da se izvede pilotski projekt čišćenja metodom RPN na SN.

EL je uspješno realizirala čišćenje TS Očesna klinika (Slika 4) i tako skratila prekid mrežnog napajanja na minimum. Isključenje je neophodno zbog testiranja zaštite i 10 kV prekidača. Agregati su radili desetak minuta umjesto planiranih 4 sata da se je održavanje radilo bez napona.

Slijedi analiza Tehničke službe vezano za učinke RPN na SN i nakon poslovne analize potražiti varijantnu ponudu od EL za dosadašnji način održavanja, bez napona i novu metodu, RPN na SN.



Slika 4. Čišćenje TP Očesna klinika – metoda RPN na SN na udaljenosti (Izvor EL)

#### 4.3. RPN u javnim natječajima nabavke usluga i opreme u UKCLJ

Klinički centar UKCLJ je na temelju odličnih iskustava počeo upisivati zahtjeve za uslugu RPN na NN u dokumentaciju za javne nabave, u natječajnu dokumentaciju, odnosno u stručne zahtjeve naručitelja (npr. Uvjeti za priznavanje sposobnosti ponuđača). Najčešće se koristi standardni tekst: »Ponuđač mora zbog osiguravanja neprekidnog napajanja kritičnih korisnika tijekom provedbe radova po ovoj ponudi priložiti dokaze o osposobljenosti za rad pod naponom (RPN) na NN razini po provjerenom sustavu.« Priložiti mora i važeće ovlasti za izvođače RPN (fizičke osobe). U ponuđenoj cijeni su uzeti u obzir i troškovi rada po metodi RPN na NN. (Tablica III).

Tablica III. Popis nekih javnih natječaja UKCLJ koji su zahtijevali RPN na NN

Javna nabava	DATUM	PREDMET JN
JN13686/2013	25. 10. 2013	Montaža sustava UPS u „hospitalu“
JN7477/2014	10. 7. 2014	Obnova postrojenja i transformatora u TS bolnica dr. Petra Držaja
JN9079/2014	9. 9. 2014	Provedba GOI rada i dostava i montaža ugradive opreme na objektu DTS Sever II faza za potrebe UKCLJ
NMV5893/2014	29. 12. 2014	Montaža naprava za hlađenje računskog centra

## 5. ZAKLJUČAK

S ovim dokumentom želimo promovirati odličnu inženjersku praksu u UKCLJ tijekom uvođenja i provedbe RPN na NN. Želimo naglasiti veliki doprinos kvalitetnim zdravstvenim uslugama i sigurnosti pacijenta uz gotovo zanemariv trošak provedbe.

Na kraju, želimo potaknuti i druge zdravstvene ustanove, njihova vodstva i djelatnike održavanja električnih instalacija da posegnu za ovom korisnom metodom održavanja električnih instalacija, RPN na NN i SN (čišćenje TP).

## 6. LITERATURA

- [1] Luksemburška deklaracija, „Varnost bolnika - zagotovimo jo! Luksemburška deklaracija o varnosti bolnika“. Dostupno na: [http://www.szd.si/user\\_files/vsebina/zdravniski\\_vestnik/vestnik/st5-7-8/st5-7-8-413-414.htm](http://www.szd.si/user_files/vsebina/zdravniski_vestnik/vestnik/st5-7-8/st5-7-8-413-414.htm), Luksemburg, 2005.
- [2] Kiauta, M., Poldrugovac, M., Rems, M., Robida, A., Simčič, B., „Nacionalna strategija kakovosti in varnosti v zdravstvu (2010–2015)“, Ljubljana: Ministrstvo za zdravje RS, 2010.
- [3] „Standardi za akreditacijo bolnišnic, Joint Commission International, 4. izdaja“, Ministrstvo za zdravje, Sektor za kakovost in varnost sistema zdravstvenega varstva, Ljubljana, 2012.
- [4] „Standard, Interpretive Guidelines and Surveyor Guidance for Hospitals DNV Standard, DNV-DS-HC102 – Version 3.1“, International Accreditation Requirements, November 2013.
- [5] “International Accreditation Standards for Healthcare Organizations, AACI - Version 4.1”, American Accreditation Commission International, October 2014.
- [6] [http://www.mz.gov.si/si/delovna\\_podrocja/kakovost\\_in\\_varnost/vodenje\\_kakovosti\\_in\\_akreditacije/](http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/kakovost_in_varnost/vodenje_kakovosti_in_akreditacije/)
- [7] Prostorska tehnična smernica TSG-12640-001:2008 – Zdravstveni objekti.
- [8] S. Varga, „Sustav kvalitete u zdravstvu“, Dostupno na: <https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=kontinuirano+pobolj%C5%A1anje+kvalitete+i+sigurnosti+u+hrvatskom+zdravstvu>.
- [9] "Pregled stanja elektro vzdrževanja na objektih UKC Ljubljana in predlogi za izboljšave, Poročilo - strokovno mnenje", Ljubljana: SIPRO, studeni 2011.
- [10] V. Lovrenčič, M. Lušin, M. „Uvajanje dela pod napetostjo (DPN) v slovensko elektroenergetsko okolje – 1. del“, Elektrotehniška revija ER, br. 1, ožujak 2009.
- [11] V. Lovrenčič, M. Lušin, M. „Uvajanje dela pod napetostjo (DPN) v slovensko elektroenergetsko okolje – 2. del“, Elektrotehniška revija ER, br. 2, lipanj 2009.
- [12] M. Pirc, V. Lovrenčič, V., „Experience with live work (LW) implementation in nuclear power plant KRŠKO (NEK)“. 10th International Conference on Live Maintenance, ICOLIM 2011. Zagreb: LWA (HEP), 31. 5. - 2. 6. 2011.
- [13] V. Lovrenčič, R. Habjan, M. Lušin, “Uvajanje dela pod napetostjo v slovenskem papirništvu primer Papirnica Vevče”, 37. mednarodni letni simpozij DITP, Bled: DITP, 24. - 25. 11. 2010.
- [14] V. Lovrenčič, A. Brezavšček, M. Pantoš, B. Gomišček, “Uspešni začetki izvajanja dela pod napetostjo in možni učinki pri vzdrževanju distribucijskega omrežja”, 12. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE – CIRED, Portorož: Slovensko združenje elektroenergetikov CIGRE-CIRED, 25. - 27. 5. 2015.
- [15] V. Lovrenčič, M. Perla, M. Pantoš, B. Gomišček, “Delo pod napetostjo v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana prispeva k večji varnosti pacientov”, Elektrotehniška revija ER, br. 3, listopad 2015.