



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Zaščita in učinkovitost v
elektroenergetiki

MENJAVA ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE POD NAPETOSTJO

Mentor: dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el. Kandidat: Henrik Novak
Lektor/ica: Špela Fele, univ. dipl. slov.

Zgornji Tuhinj, april 2026

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, dr. Viktorju Lovrenčiču, univ. dipl. inž. el., za odzivnost, nasvete, napotke in strokovno pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Špeli Fele, ki je diplomsko delo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Henrik Novak izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Viktorja Lovrenčiča.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole in v institucionalnem oz. nacionalnem repozitoriju (COBISS).

Dne: 4. 5. 2026

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomskem delu sta obravnavani problematika in izvedba menjave električnih števecov pri končnih odjemalcih, kjer se zaradi zagotavljanja neprekinjene dobave električne energije postopki izvajajo pod napetostjo. Delo pod napetostjo (DPN) predstavlja posebno obliko vzdrževalnih in montažnih posegov na elektroenergetskih napravah, kjer se upoštevajo varnostni standardi in predpisi. Pri menjavi števca je ključnega pomena, da se zagotovi varnost zaposlenih, uporabnikov in naprav, hkrati pa se izognemo prekinitvi napajanja. Opisani so osnovni postopki, ki vključujejo pripravo na delo in uporabo osebne varovalne opreme in specializiranega izolacijskega orodja, ki omogoča varno rokovanje s prevodnimi deli. Poseben poudarek je namenjen organizaciji dela, tehničnim rešitvam in dokumentiranju, saj so ti vidiki bistveni za sledljivost in zagotavljanje skladnosti s predpisi. Diplomsko delo izpostavlja tudi pomen usposobljenosti monterjev in rednega preverjanja njihove kompetentnosti. Poseben poudarek je namenjen prednostim DPN pri odjemalcih za nemoteno dobavo električne energije, pri katerih bi po klasičnem postopku morali biti uporabniki v času izvajanja del odklopljeni od omrežja. Glavna ugotovitev dela je, da je pravilna in dosledna uporaba metode DPN pri menjavi števnih naprav ključna za zagotavljanje varnega in učinkovitega vzdrževanja.

KLJUČNE BESEDE

- varnost pri delu,
- delo pod napetostjo,
- menjava števnih naprav.

ABSTRACT

This thesis discusses the issues and practical implementation of electricity meter replacement at end-user connection points, where, in order to ensure uninterrupted power supply, the procedures are carried out under live conditions. Live working (LW) represents a specific type of maintenance and installation intervention on power system equipment, conducted in compliance with safety standards and regulations. During meter replacement, it is essential to ensure the safety of employees, consumers, and equipment, while at the same time avoiding supply interruptions.

The thesis describes the basic procedures, including preparation for work, the use of personal protective equipment, and specialized insulated tools that allow safe handling of conductive parts. Special emphasis is placed on work organization, technical solutions, and documentation, as these elements are crucial for traceability and regulatory compliance. Furthermore, the importance of technician competence and regular assessment of their qualifications is highlighted.

Particular attention is given to the advantages of LW for consumers, where uninterrupted power supply is maintained, whereas the conventional approach would require users to be disconnected from the network during the replacement process. The findings confirm that the correct and consistent application of the LW method in meter replacement is essential for ensuring safe and efficient maintenance.

KEYWORDS

- occupational safety
- live working
- electricity meter replacement

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji dela	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve	2
1.5	Metode dela	2
2	TEORETIČNE OSNOVE	3
2.1	Vrste električnih števecv.....	3
2.2	Razlogi za menjavo števecv	5
2.3	Tehnične zahteve pri menjavi števecv	5
2.4	Zakonske in varnostne podlage.....	6
3	MENJAVA ŠTEVCEV POD NAPETOSTJO	8
3.1	Tehnični postopek menjave števca.....	8
3.2	Potrebna oprema in orodja.....	10
3.3	Usposobljenost in vloga monterja.....	12
3.4	Tipične napake in tveganja.....	18
4	Varnost Pri Delu Pod Napetostjo	20
4.1	Varnostni ukrepi	20
4.2	Varnostna območja	21
4.3	Ocena tveganja in preprečevanje nezgod	23
4.4	Delo v breznapetostnem stanju	25
5	NEZGODE PRI DELU	27
5.1	Nezgode pri delu pod napetostjo	27
6	PRAKTIČNI PRIMER Z DELOVIŠČA	29
6.1	Opis poteka menjave števca pod napetostjo	29
6.2	Predlogi za izboljšave	32
7	ZAKLJUČEK	34
7.1	Povzetek ugotovitev.....	34
8	LITERATURA IN VIRI	35
	PRILOGE	37

KAZALO SLIK

Slika 1: ZMF120	3
Slika 2: AM550	3
Slika 3: MT372	4
Slika 4: ZCF120	4
Slika 5: Indukcijska števec.....	4
Slika 6: Izvajanje menjave števca z metodo DPN.....	9
Slika 7: Primer neprimerne priključnega merilnega mesta	9
Slika 8: Delavec pri izvedbi DPN	11
Slika 9: Izolacijsko orodje za izvedbo DPN.....	12
Slika 10: Izvajanje meritev v TP.....	14
Slika 11: Izobraževanje monterja za menjavo števca pod napetostjo	16
Slika 12: Izobraževanje monterja za menjavo števca pod napetostjo	17
Slika 13: Pogorela omara	19
Slika 14: Montaža števca pod napetostjo	21
Slika 15: Uporaba OVO za delo pod napetostjo za izvajanje meritev	21
Slika 16: Nameščanje merilnih garnitur	24
Slika 17: Števec za menjavo	30
Slika 18: Števčna plošča	31
Slika 19: Menjava severnoameriškega tipa števca	33

KAZALO TABEL

Tabela 1: Nevarnostna območja.....	23
Tabela 2: Število nezgod v obdobju 2016–2025	28

KRATICE IN AKRONIMI

DPN:	delo pod napetostjo
EDP:	elektrodistribucijsko podjetje
EZ-1:	Zakon o energetiki
odbirek:	stanje porabljene električne energije v kWh
OVO:	osebna varovalna oprema
ZMer-1:	Zakon o meroslovju
ZVZD-1:	Zakon o varnosti in zdravju pri delu

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

V elektrodistribucijskem sistemu se opravlja veliko dela, ki ga je mogoče opraviti tudi pod napetostjo. Med dela pod napetostjo (v nadaljevanju DPN) sodi tudi menjava števec električne energije, ki zahteva specifične prijeme dela, tako za usposobljenost delavca kot tudi za to delo namensko posebnega orodja. Menjava električnega števca je na prvi pogled rutinsko vzdrževalno opravilo, ki pa v praksi predstavlja zahtevno in potencialno nevarno nalogo, še posebej kadar se izvaja pod napetostjo. Razlog, da se dela pogosto izvajajo brez izklopa omrežja, je predvsem v zagotavljanju neprekinjene oskrbe z električno energijo. Za odločitev za DPN vnaprej presodi delavec sam, s čimer se zaveda odgovornosti procesa dela, ki izhaja iz strogih predpisov in zahtev za varnost pri delu. Takšno delo mora opravljati strokovno usposobljena oseba. Podjetje mora poskrbeti, da so zaposleni strokovno izobraženi na področju DPN, ki je terensko najzahtevnejše. V praksi je DPN zelo zahtevno zaradi težkih pogojev oziroma številnih vplivov okolice. Nevarnost povečujejo tudi starejše in dotrajane inštalacije, neustrezno zavarovani priključni vodi in različni tipi merilnih omaric.

1.2 Cilji dela

Cilj dela je obravnavati pomen, postopke in posebnosti menjave električnega števca pod napetostjo. Poseben poudarek je na zagotavljanju varnosti pri delu, uporabi ustrezne opreme in orodja ter organizaciji dela, ki omogoča nemoteno dobavo električne energije tudi med posegom. Namen te raziskave je dokazati, da pravilna uporaba metode DPN omogoča varno, učinkovito in zanesljivo izvedbo menjave števnih naprav, s čimer prispeva k boljši kakovosti vzdrževanja elektroenergetskih sistemov, in zagotavlja varno delo monterja in hkrati nemoteno oskrbo uporabnika. Napačna odločitev, neustrezna priprava ali malomarnost lahko vodijo do poškodb, motenj v oskrbi ali celo materialne škode. Zato je ključnega pomena, da je menjava električnih števcov pod napetostjo natančno načrtovana, izvedena v skladu s standardi in da jo izvajajo usposobljeni strokovnjaki, ki redno obnavljajo svoje znanje in veščine. (SODO, 2008).

1.3 Predstavitev okolja

Podjetje Elektro Ljubljana, d. d. (v nadaljevanju Elektro Ljubljana), je največje elektrodistribucijsko podjetje v Sloveniji, ki pokriva območje osrednje in jugovzhodne Slovenije. Osnovna dejavnost je distribucija električne energije, kar pomeni zanesljivo in varno oskrbo več kot 356.000 odjemalcev. Distribucijsko omrežje, ki ga upravlja podjetje, obsega približno 6166 km², kar predstavlja več kot 30 % površine celotne

Slovenije. Podjetje skrbi za nemoteno in zanesljivo oskrbo z električno energijo za gospodinjstva, industrijo in druge uporabnike. Elektro Ljubljana se osredotoča tudi na vzdrževanje in posodobitev elektrodistribucijskega omrežja. Organizacijsko je Elektro Ljubljana razdeljen na več izvršnih direktij in organizacijskih enot, med katerimi so obratovanje in razvoj distribucijskega omrežja, storitve na distribucijskem omrežju, skupne storitve, računovodsko-finančne storitve ter informacijsko-komunikacijske tehnologije.

1.4 Predpostavke in omejitve

Diplomsko delo temelji na predpostavki, da so obravnavani postopki menjave električnih števcov pod napetostjo izvedeni v skladu z veljavno zakonodajo, tehničnimi predpisi, standardi in internimi navodili elektrodistribucijskih podjetij. Predpostavlja se, da razpoložljivi podatki, strokovna literatura in rezultati izvedenega praktičnega dela verodostojno odražajo dejansko stanje in uveljavljeno prakso na obravnavanem področju. Vsebinsko je diplomsko delo omejeno na obravnavo menjave električnih števcov električne energije na nizkonapetostnem (NN) omrežju z uporabo metode DPN. Obravnavani postopki so bili izvedeni v omejenem naboru primerov in v specifičnih delovnih pogojih. Ugotovitve diplomskega dela temeljijo na sistematičnem pregledu strokovne literature, upoštevanju veljavne varnostne zakonodaje in pravil varnega dela ter na izvedenem praktičnem delu.

1.5 Metode dela

Pri diplomskem delu sem uporabil metodo študije literature s poudarkom na zakonodaji, tehničnih standardih in strokovnih smernicah s področja elektroenergetike. Uporabil sem tehnična navodila proizvajalcev števcov in pregledal navodila za DPN, ki jih uporabljajo elektrodistribucijska podjetja. Informacije sem zbral preko izkušenj elektro monterjev. Za prikaz realnega primera velja študija primera iz prakse, kjer je bila izvedena menjava števca pod napetostjo. V obdelavi podatkov sem uporabil opisno in kvalitativno vrednotenje zbranih informacij. Poudarek je na varstvu in zdravju pri delu za opravljanje DPN. Vse metode so usmerjene k doseganju praktične uporabnosti rezultatov.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Vrste električnih števecv

Podjetje Elektro Ljubljana uporablja različne vrste električnih števecv, ki so prilagojeni potrebam različnih uporabnikov in omogočajo natančno merjenje porabe električne energije. Distribucijski električni števcji se delijo na enofazne in trifazne.

Poznamo tudi elektromehanske števecv (ki se ukinjajo) in elektronske števecv, ki se delijo na direktne in transformatorske:

- enotarifni elektromehanski števec,
- dvotarifni elektromehanski števec,
- T3C1, T27CDV,
- ME MT372,
- ZMD120AP,
- ZMF120,
- ZCF120,
- ZxF120,
- ME 381 in MT 381,
- ZxF E350 serija 2,
- ZCXi120 CPU, ZMXi320,
- AM550.



Slika 1: ZMF120
(Lastni vir)



Slika 2: AM550
(Lastni vir)



Slika 3: MT372
(Lastni vir)



Slika 4: ZCF120
(Lastni vir)



Slika 5: Indukcijska števca
(Lastni vir)

2.2 Razlogi za menjavo števec

Menjava električnih števec je v elektro distribuciji redna praksa, ki je nujna zaradi zagotavljanja natančnega merjenja porabe električne energije, varnosti uporabnikov in učinkovitega vzdrževanja omrežja.

Elektromehanski in starejši elektronski števeci sčasoma izgubijo natančnost merjenja. Zamenjava zagotavlja, da se poraba električne energije beleži točno, kar je ključno za pravilno obračunavanje uporabnikov.

Starejši števeci morda ne izpolnjujejo novih tehničnih standardov ali zakonskih zahtev glede natančnosti merjenja. Menjava zagotavlja skladnost z zakonodajo in standardi. Pri spremembah tarif, dvigu ali znižanju priključne moči je treba včasih zamenjati števec, ki podpira nove pogoje merjenja in obračuna.

Distribucija postopoma uvaja elektronske in pametne števec, ki omogočajo daljinsko odčitavanje, natančno merjenje in spremljanje porabe v realnem času. Takšna modernizacija omogoča bolj učinkovito upravljanje omrežja in zmanjšuje potrebo po fizičnih obiskih pri odjemalcih.

Števeci so lahko mehansko poškodovani ali imajo okvare na notranjih komponentah, kar vpliva na merjenje ali povzroča varnostna tveganja. V takih primerih je nujna menjava, da se preprečijo napačni obračuni. Z redno menjavo števec se izboljšuje zanesljivost omrežja, omogoča se lažje odkrivanje izgub energije in napak ter optimizira distribucija električne energije.

2.3 Tehnične zahteve pri menjavi števec

Menjava električnih števec je poseg, ki mora biti izveden v skladu z določenimi tehničnimi zahtevami, saj te zagotavljajo varno delo monterjev, nemoteno oskrbo uporabnikov in pravilno delovanje merilnih naprav. Najprej je ključna ustrezna merilna omarica, ki mora biti pravilno dimenzionirana, mehansko stabilna in mora omogočati varen dostop do priključkov. Vodniki morajo biti pregledno nameščeni, mehansko nepoškodovani in električno ustrezni za predpisano obremenitev. V primeru starejših ali dotrajanih omaric je pogosto potrebna njihova prilagoditev ali zamenjava. Med posegom je treba upoštevati, da mora biti zagotovljena uporaba izolacijskega orodja in osebne varovalne opreme, saj se menjava pogosto izvaja pod napetostjo. Števec se lahko menja zgolj v primeru, da je mogoče zagotoviti ustrezno varnostno razdaljo do drugih virov električne napetosti in da prostorske razmere omogočajo varno rokovanje in usposobljenost delavca. Tehnične zahteve vključujejo tudi preverjanje priključkov. Vsi spoji morajo biti mehansko trdni in električno zanesljivi. Po namestitvi novega števca se preveri pravilnost priklopov in izvede kontrola delovanja naprave, kar vključuje odčitavanje testnih vrednosti ter preverjanje komunikacije pri

elektronskih oziroma pametnih števcih. Dodatno se zahteva, da so vsi postopki skladni z veljavnimi standardi in predpisi (SIST EN 50470 za števice električne energije, SIST EN 50110 za varno delo na električnih napravah), pa tudi z internimi pravilniki elektrodistribucijskega podjetja. Vsa izvedena dela je treba dokumentirati, saj to omogoča sledljivost in zagotavlja, da je bila menjava opravljena ustrezno in v skladu z zahtevami (Elektro Ljubljana, 2025 in Lovrenčič, 2020e).

2.4 Zakonske in varnostne podlage

Delo pod napetostjo je vsako delo, pri katerem se delavec z deli telesa ali z orodjem, opremo ali napravami zavestno dotakne delov pod napetostjo ali poseže v območje dela pod napetostjo po standardu (SIST EN 50110-1, 2013).

Menjava električnih števcov, zlasti kadar se izvaja pod napetostjo, temelji na jasno določenih zakonskih in varnostnih podlagah (Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka - PVDNET, 1992). Te podlage zagotavljajo, da so dela izvedena skladno z zakonodajo, tehničnimi standardi in internimi navodili elektrodistribucijskega podjetja (v tem primeru Elektro Ljubljana), kar prispeva k varnosti zaposlenih in uporabnikov ter k zanesljivosti elektroenergetskega sistema.

Osnove v Republiki Sloveniji za zakonske in podzakonske akte so naslednje:

- Zakon o varnosti in zdravju pri delu, ki določa osnovne zahteve za zagotavljanje varnega dela in obveznosti delodajalca glede usposabljanja zaposlenih, ocenjevanja tveganj ter zagotavljanja ustreznih pogojev dela;
- Zakon o energetiki vsebuje določbe, ki opredeljujejo, kako se ureja gradnja novih energetskih objektov, vzdrževanje omrežij in infrastrukturnih sistemov;
- Zakon o oskrbi z električno energijo določa pravila delovanja trga z električno energijo, proizvodnje, prenosa, distribucije, shranjevanja in dobave električne energije, pravice in varstvo končnih odjemalcev, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb na področju prenosa in distribucije električne energije in trga z električno energijo, načela in ukrepe za doseganje zanesljive oskrbe z električno energijo ter ureja ukrepe za preprečevanje energetske revščine in druga vprašanja oskrbe z električno energijo;
- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka
- Zakon o meroslovju, ki določa pogoje za uporabo merilnih naprav, njihovo skladnost s predpisi in zagotavljanje natančnosti meritev (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

Poleg zakonov je treba upoštevati tudi evropske predpise in direktive, kot je MID (Direktiva 2014/32/EU, 2014, ki določa zahteve za števice električne energije in njihovo uporabo v državah članicah EU, vključno z zahtevami glede točnosti meritev,

postopkov ugotavljanja skladnosti, označevanja (CE in metrološka oznaka) ter rednega overjanja merilnih naprav (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

Varnostni okvir DPN določajo predvsem naslednji dokumenti:

- standard SIST EN 50110-1 (2013), ki določa osnovna pravila za varno delo na električnih napravah in sistemih (Lovrenčič, 2020c);
- standard SIST EN 60900 (2018), ki določa zahteve za izolacijsko orodje pri DPN; (Lovrenčič, 2020e).
- interna pravila in navodila Elektro Ljubljana (Elektro Ljubljana, 2011), ki natančno določajo postopke, pogoje in organizacijo DPN pri menjavi merilnih naprav (Elektro Ljubljana, 2011b);
- Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (2011) (Elektro Ljubljana, 2011b);
- Program usposabljanja monterjev za delo pod napetostjo (Elektro Ljubljana, 2001), ki zagotavlja, da so vsi zaposleni ustrezno usposobljeni, redno preverjeni in psihofizično sposobni za varno izvajanje takšnih nalog (Interna dokumentacija podjetja Elektro Ljubljana, d. d., Program usposabljanja za delo pod napetostjo) (Elektro Ljubljana, 2011a);
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (2005) (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).
- Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Lovrenčič, 2020e).

Pomen zakonskih in varnostnih podlag je dosledno upoštevanje le-teh ter zagotavlja:

- varnost zaposlenih in uporabnikov,
- zanesljivo in pravilno merjenje porabe električne energije,
- skladnost z nacionalnimi in evropskimi predpisi,
- zmanjšanje možnosti poškodb in materialne škode,
- dolgoročno zanesljivost elektrodistribucijskega sistema.

3 MENJAVA ŠTEVCEV POD NAPETOSTJO

3.1 Tehnični postopek menjave števca

Menjava električnega števca pod napetostjo je specifičen in zahtevnejši postopek, ki ga lahko izvajajo samo usposobljeni monterji z ustreznimi dovoljenji in pooblastili. Namen takega postopka je zagotoviti nemoteno napajanje uporabnikov med menjavo merilne naprave, pri čemer se hkrati zagotavlja najvišja raven varnosti.

Pred začetkom posega je treba izvesti pripravo dela, kot sledi:

- identifikacija odjemnega mesta in preverjanje podatkov o obstoječem števcu,
- obveščanje uporabnika o predvidenem postopku,
- preverjanje delovanja števca,
- vizualni pregled merilne omarice, vodnikov in varovalnih elementov,
- priprava ustrezne OVO (izolacijske rokavice, zaščitna očala, zaščitna oblačila, čelada),
- zagotovitev primerne osvetlitve delovnega prostora (dodatek umetne svetlobe).

Najpomembnejši so varnostni ukrepi. Pred začetkom dela se določi odgovorna oseba in preveri psihofizična sposobnost monterjev. Delo se opravi z doslednim spoštovanjem varnostnih navodil in vzdrževanjem varnostne razdalje do drugih napetostnih delov. V primeru neustreznih prostorskih ali vremenskih pogojev se delo ne izvaja oziroma se prestavi, v primeru neustreznega prostora (delovišča) pa se uredi prostor dela.

Demontaža starega števca poteka tako:

- odpremo merilno omarico,
- na števcu odčitamo trenutno stanje (popišemo odbirek porabe v kilovatnih urah porabljene električne energije),
- odstranimo plombiranje in odpremo pokrov,
- preverimo stanje vodnikov in priključkov,
- z uporabo izolacijskega orodja postopoma odklapljamo priključne vodnike sponk starega števca, pri čemer zagotovimo, da ne pride do kratkega stika ali dotika vodnikov med seboj,
- števec varno odstranimo iz merilne omarice.



*Slika 6: Izvajanje menjave števca z metodo DPN
(Vir: Lovrenčič V., 2020d)*



*Slika 7: Primer neprimernega priključnega merilnega mesta
(Lastni vir)*

Montaža novega števec poteka po naslednjem vrstnem redu:

- novi števec mehansko namestimo v merilno omarico,
- s pomočjo izolacijskega orodja na ustrezne sponke priključimo fazne in nevtralne vodnike,
- spoje preverimo glede mehanske trdnosti in električne zanesljivosti,
- ob morebitnih poškodbah vodnikov izvedemo njihovo sanacijo ali zamenjavo.

Po priklopu novega števec izvedemo naslednje kontrolne postopke:

- preverimo prisotnost napetosti na izhodnih sponkah,
- preverimo pravilnost delovanja števecne naprave,
- izvedemo kontrolni odčitek števec in rezultate primerjamo s testnimi vrednostmi,
- preverimo komunikacijo z informacijskim sistemom podjetja.

Postopek zaključka dela:

- števec zaščitimo s pokrovom in plombiranjem na predpisanih mestih,
- omarico zapremo in zavarujemo,
- izpolnimo dokumentacijo o menjavi (zapisnik, vnos v informacijski sistem, evidentiranje odbirkov starega in novega števec),
- uporabnika obvestimo o izvedeni menjavi.

Tehnični postopek menjave števec pod napetostjo združuje pripravo, varnostne ukrepe, demontažo starega in montažo novega števec ter končno preverjanje delovanja. Ključno je dosledno upoštevanje predpisov in standardov, saj to zagotavlja varno delo monterjev, zanesljivo delovanje merilnih naprav in neprekinjeno oskrbo uporabnikov z električno energijo.

3.2 Potrebna oprema in orodja

Za varno in učinkovito menjavo električnih števec pod napetostjo je nujna uporaba ustrezne osebne varovalne opreme (OVO) in specializiranega izolacijskega orodja. Oprema in orodja morajo biti redno pregledani, preizkušeni in skladni z veljavnimi standardi, saj so ključni za zaščito monterjev in zanesljivo izvedbo postopka.

OVO vsebuje:

- izolacijske rokavice z ustreznim napetostnim razredom,
- zaščitna očala ali vizir proti električnemu obloku,
- zaščitna oblačila z odpornostjo pred električnim oblokom,
- varnostno čelado z vizirjem,
- izolacijsko obutev oziroma zaščitne čevlje.

Specializirano orodje predstavljajo:

- izvijači, klešče, nož, natični ključiči in rezalniki z izolacijo v skladu s standardom,
- merilna naprava za preverjanje napetosti in kontinuitete (multimeter),
- izolirane momentne ključavnice za pravilno zategovanje sponk,
- posebni nosilci ali držala za vodnike, ki preprečujejo stik pod napetostjo,
- komplet za označevanje in evidentiranje priključkov.

Dodatna oprema:

- prenosna delovna svetilka,
- prenosni baterijski vrtalnik 2. razreda izolacije,
- dokumentacija o odjemnem mestu in števcu,
- rezervni varovalni elementi in plombirni material.

Pravilna uporaba našteje opreme in orodja je bistvena za varno delo pod napetostjo. Ob tem je treba zagotoviti, da se vse naprave in pripomočki redno testirajo, vzdržujejo in zamenjujejo v skladu z navodili proizvajalcev ter internimi predpisi elektrodistribucijskega podjetja.



*Slika 8: Delavec pri izvedbi DPN
(Vir: Elektro Ljubljana, 2011a)*



*Slika 9: Izolacijsko orodje za izvedbo DPN
(Vir: Elektro Ljubljana, 2011a)*

3.3 Usposobljenost in vloga monterja

Strokovne osebe elektrotehniške stroke, ki izvajajo zamenjavo števecv električne energije, morajo pred pričetkom del pridobiti potrdilo o usposabljanju iz naslova DPN po za to pripravljenem programu. Monter je osrednja oseba pri menjavi električnih števecv. Njegova usposobljenost, znanje in odgovornost imajo ključno vlogo pri zagotavljanju varnosti ter uspešni izvedbi postopka. Za DPN lahko monter pristopi le v primeru, da je ustrezno usposobljen in preverjen. Potrebni so teoretična znanja o električnih napravah, standardih in varnostnih predpisih praktično usposabljanje v realnih delovnih pogojih, preizkus znanja in kompetenc, ki se periodično obnavlja, ter tudi psihofizična ocena sposobnosti, saj je DPN zahtevno in potrebuje popolno zbranost, stabilnost ter hitro odzivnost. Poleg tega mora monter redno obnavljati znanje s ponavljajočimi se izobraževanji, internimi preizkusi in seznanjanjem z novostmi na področju tehnologije in predpisov. Zadostna in preverjena usposobljenost monterja je ključni pogoj za izvajanje menjave števecv pod napetostjo. Ne gre zgolj za tehnično znanje, temveč tudi za razvito odgovornost, natančnost in zanesljivost. Monter s svojo vlogo zagotavlja, da je poseg izveden varno, učinkovito in skladno z zakonodajo ter internimi pravili podjetja. Pri tem je pomembna tudi stalna skrb za varnost uporabnikov, zaščito opreme in omrežja pred morebitnimi okvarami ali poškodbami (Lovrenčič, 2020d).

Monterjeva vloga je večplastna. Neposredno opravlja menjavo števca, uporablja OVO in specializirano orodje ter sledi tehničnim postopkom. Skrbi za lastno varnost, varnost sodelavcev, uporabnikov in premoženja. Pred začetkom dela preveri delovne pogoje in morebitna tveganja ter odloči, ali so izpolnjeni vsi pogoji za varno delo.

Zagotavlja, da so vsi priključki pravilno izvedeni, števec pa pravilno nameščen, preverjen in zaščiten. Po opravljenem posegu monter zabeleži stanja, spremembe in podatke v predpisano dokumentacijo ter obvesti uporabnika o izvedenem delu.

Varnostno navodilo z naslovom NAVODILO ZA DELO POD NAPETOSTJO ZA MENJAVO ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE (DPN/NN – ŠEE) je usklajeno z zahtevami predpisov oz. standardi in specializiranimi priročniki za izvajanje DPN iz točke 1 ter upošteva prakse iz tujine. Zamenjavo števecv električne energije štejemo med elektrotehnična dela v EE omrežju, ki se praviloma izvajajo v breznapetostnem stanju ali izjemoma pod napetostjo. Zamenjavo števecv električne energije smejo opravljati zgolj strokovno usposobljene osebe z ustreznimi pooblastili. Delo lahko opravlja le ena oseba (Lovrenčič, 2020c).

Na podlagi ocene tveganja izvajalca je treba določiti, ali mora biti na delovišču prisotna tudi druga oseba. Oseba mora biti usposobljena za nudenje prve pomoči in biti strokovna oseba elektrotehniške stroke (Lovrenčič, 2020c).

Dodatna oseba na delovišču je običajno potrebna:

- če to pogojujejo razmere na delovišču (npr. prometna varnost),
- kadar je treba zagotoviti varnost pri delu na višini (npr. delo na nadzemnih vodih),
- v primeru zahtevnih del na zaprtih delovnih območjih, kjer običajno ni drugih oseb.

Če druga oseba neposredno sodeluje v delovnem procesu ali opravlja posamezna dela (npr. delo na izolacijski platformi), mora imeti ustrezna pooblastila za DPN in uporabljati vso OVO in orodje za DPN. To ne velja, če je druga oseba prisotna le zaradi zagotovitve prometne varnosti (izven neposrednega delovnega področja). Najmanjše število potrebnih oseb za izvedbo del mora biti navedeno v posameznem delovnem nalogu.

- V posameznih primerih, odvisno od okoliščin na delovnem mestu, se lahko zahtevajo dodatne osebe za varno izvajanje dela. Odločitev sprejme odgovorna oseba na kraju samem (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

DPN predstavlja v primeru, da niso izvedeni posebni in ustrezni varnostni ukrepi, veliko nevarnost za delavce, elektroenergetske postroje, električne naprave, električno opremo in električne instalacije ter tudi okolico (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

DPN nad 50 V izmenične napetosti in 120 V enosmerne napetosti na delih elektroenergetskih objektov in elektroenergetskih postrojev, tj. na električnih

napravah oz. opremi, je dovoljeno ter mora biti podrobno obdelano v internih predpisih ((Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

Če pri zamenjavi števcov električne energije obstaja tveganje neposrednega stika z DPN, mora osebje, ki izvaja dela, uporabiti ustrezno oz. predpisano OVO in izvesti preventivne ukrepe za zaščito pred električnim udarom ter učinki kratkega stika in električnega oblaka (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).



Slika 10: Izvajanje meritev v TP
(Vir: Lovrenčič, 2020d)

Usposabljanje monterjev za montažo NN-števcev električne energije se v Sloveniji lahko izvaja na osnovi dveh programov:

- usposabljanje v HEP NOC v okviru kompleksnega usposabljanja za DPN na NN (desetdnevno usposabljanje – teoretična in praktična izvedba menjave NN-števcev električne energije kot del programa usposabljanja) (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).
- usposabljanje v skladu s programom GIZ DEE iz leta 2020 (Program št. DPN/NN – SEE, Načrt in program teoretičnega in praktičnega usposabljanja delavcev za varno delo pod napetostjo na nizki napetosti) (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

Program usposabljanja monterjev in koordinatorjev DPN na NN v organizaciji C&G in HEP NOC se izvaja že od leta 2008 v skladu s sistemskimi priročniki (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026). Ta program je uspešno zaključilo več kot 150 monterjev. Trenutno se v slovenski distribuciji (EDP) še vedno izvaja ta program usposabljanja v trening centru HEP NOC na Hrvaškem.

Trenutno vseh pet EDP usposablja svoje monterje v HEP NOC navkljub elaboratu C&G iz leta 2020, ki omogoča usposabljanje monterjev le za izvedbo menjave NN-števcev električne energije v skladu s potrjenim Programom št. DPN/NN – SEE (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

Januarja 2026 je C&G pripravil elaborat za usposabljanje za podjetje MERLAB, ki je specializirano za menjavo NN-števcev električne energije in tako prvič izvedlo usposabljanje na osnovi Programa št. DPN/NN – SEE (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

MERLAB, d. o. o., je podjetje, ki se ukvarja s servisiranjem, umerjanjem, kontrolo in overitvami števcov električne energije ter meritvami in overitvami tokovnih in napetostnih merilnih transformatorjev. Kontrolo in overitev števcov ter merilnih transformatorjev izvajajo tudi na terenu. Prav tako izvajajo elektromontažna dela na odjemnih mestih in meritve elektroinštalacij. Laboratorij je akreditiran »kontrolni organ tipa C« s strani Slovenske akreditacije in imenovana oseba za izvajanje overitev s strani Urada Republike Slovenije za meroslovje (Merlab, 2026).

MERLAB, d. o. o., izvaja elektromontažna dela na merilnih mestih za različna elektrodistribucijska podjetja na zaključenih področjih transformatorskih postaj. Izvaja servisiranje, kalibracije, overjanja in kontrole merilnih naprav (Merlab, 2026).

Program št. DPN/NN – SEE za MERLAB, d. o. o., je vsebinsko v celoti usklajen z dokumenti, ki se izvajajo v slovenskih elektrodistribucijskih podjetjih, ki jih je sprejela Projektna skupina DPN GIZ DEE »DPN_KEE_ŠEE, 227/VL/20 (Lovrenčič in Lovrenčič, 2026).

Monter DPN za NN-števce električne energije (montaža in zamenjava števcov električne energije) pripravlja in izvaja DPN na NN-števcih električne energije z namenom izgradnje, vzdrževanja in popravila na nizkonapetostnih odjemnih mestih oz. števcih električne energije. Njegova naloga je preveriti inštalacije, na katerih je treba delati pod napetostjo, analizirati vsa tveganja in na podlagi izvedene priprave kakovostno in varno opraviti delo z metodo DPN (Lovrenčič, 2020b).



*Slika 11: Izobraževanje monterja za menjavo števca pod napetostjo
(Vir: Lovrenčić in Lovrenčić, 2026)*



*Slika 12: Izobraževanje monterja za menjavo števca pod napetostjo
(Vir: Lovrenčić in Lovrenčić, 2026)*

Monter DPN za NN-števce električne energije lahko delo izvaja samostojno oz. če oceni, da lahko brez nevarnosti opravi delo sam. V nasprotnem primeru mora spoštovati splošno navodilo, da se DPN na NN-inštalacijah/omrežju izvaja ob prisotnosti dveh usposobljenih delavcev (Lovrenčić, 2020a).

3.4 Tipične napake in tveganja

Pri menjavi električnih števecov pod napetostjo obstajajo različne nevarnosti, ki so odvisne tako od človeškega dejavnika kot tudi od okoljskih dejavnikov in tehničnih pogojev. Zaradi kompleksnosti dela je nujno, da monterji razumejo morebitne napake in tveganja ter da se jim s pravilnim delom izognejo.

Najpogostejše napake monterjev so naslednje:

- nepravilna uporaba OVO. Poškodovana zaščitna oprema ali celo opustitev njene uporabe;
- uporaba neustreznega orodja. Delo z neizoliranim in poškodovanim orodjem ali orodjem, ki ne ustreza predpisanim standardom SIST EN 60900, (Lovrenčić, 2020d);
- napačna identifikacija vodnikov. Zamenjava faznih vodnikov (dovodnih in odvodnih ali pa faznega zaporedja) ali nevtralnega vodnika, kar lahko povzroči kratke stike, ki lahko privedejo do obloka ali do premoženjske škode uporabnika;
- nezadostno zategovanje priključkov je lahko tudi malomarnost. Slabi mehanski stiki povzročajo segrevanje, iskrenje in povečano možnost požara;
- nepopolna dokumentacija, nepravilni zapisi odbirkov starega in novega števca ali nepopolna evidenca o posegu, kar otežuje sledljivost in privede do napak obračuna;
- neupoštevanje postopkov DPN. Preskakovanje korakov zaradi rutine, časovnega pritiska ali podcenjevanja tveganja oz. znanja.

Tveganja so naslednja:

- električni udar je najpogostejše tveganje pri delu pod napetostjo, ki lahko povzroči hude poškodbe ali privede celo do smrti;
- v bližini del je veliko število DPN, kar predstavlja možnost stika z ostalimi deli;
- kratki stiki in preobremenitve, napačni priklopi ali poškodovani vodniki lahko povzročijo motnje v napajanju, poškodbe opreme, okvare inštalacije ali izpad večjega dela omrežja;
- požar je posledica slabih stikov, segrevanja vodnikov ali nepravilnega delovanja števca;
- organizacijska tveganja ali pomanjkanje komunikacije v delovni ekipi, neustrezno načrtovanje ali nepopolna priprava na delo povečajo možnost napak.

Večina tipičnih napak in tveganj je posledica človeškega dejavnika, zato so ključnega pomena stalno usposabljanje monterjev, dosledno spoštovanje varnostnih postopkov in uporaba tako preverjene kot ustrezne opreme. Z upoštevanjem vseh teh načel se

tveganja zmanjšajo na minimum, delo pa se lahko izvede varno, zanesljivo in brez prekinitev oskrbe z električno energijo (Elektro Ljubljana, 2011a).



*Slika 13: Pogorela omara
(Lastni vir)*

4 VARNOST PRI DELU POD NAPETOSTJO

4.1 Varnostni ukrepi

Menjava električnih števecv pod napetostjo je poseg, ki zahteva dosledno izvajanje predpisanih varnostnih ukrepov in uporabo OVO. Namen teh ukrepov je preprečevanje poškodb zaposlenih, zaščita uporabnikov in zagotavljanje zanesljivega in varnega delovanja elektroenergetskih naprav.

DPN predstavlja eno izmed zahtevnejših oblik vzdrževalnih in montažnih posegov v elektroenergetskem sistemu. Ker se posegi izvajajo ob neprekinjenem napajanju, je monter neposredno izpostavljen nevarnosti električnega udara, električnega obloka, električnega dotika, požara in tudi mehanskim poškodbam. Zaradi tega ima varnost pri DPN ključno vlogo.

Obstajajo zakonske in normativne osnove. Varnost pri DPN temelji na Zakonu o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1, 2011), dokumentu Obratovanje električnih postrojev, standardih, kot sta (SIST EN 50110-1, 2013), (SIST EN 60900, 2018), internih pravilnikih ter navodilih elektrodistribucijskih podjetij. Ti predpisi določajo pogoje, usposobljenost zaposlenih, uporabo OVO in tehnične ukrepe, ki so potrebni za varno delo.

Pri organizacijskih ukrepih se DPN izvaja izključno z usposobljenimi monterji, ki imajo opravljen strokovni preizkus in redno preverjanje znanja. Delo se izvaja samostojno. Pred vsakim posegom je treba izdelati oceno tveganja, pripraviti navodila za delo in zagotoviti sledljivost postopkov. Monterji morajo biti redno seznanjeni z novostmi na področju varstva pri delu in najnovejšimi tehničnimi smernicami.

Poznamo tehnične ukrepe, kot so uporaba izoliranega orodja in opreme, ki ustreza veljavnim standardom, reden pregled in preizkus osebne varovalne opreme pred uporabo. Pomembna sta upoštevanje varnostnih razdalj do drugih virov, ki so pod napetostjo, in izvajanje posegov v ustreznih prostorskih in vremenskih (okoljskih) pogojih. Ne smemo spregledati niti zagotavljanja ustrezne signalizacije in označitve delovišča.

Monter je odgovoren za dosledno izvajanje varnostnih postopkov, uporabo zaščitne opreme in sprotno preverjanje pogojev dela. Njegova naloga je, da ob sumu na nevarnost takoj prekine delo in o tem obvesti nadrejene. Usposobljenost, strokovnost in izkušnost monterjev so ključni dejavniki za varno izvedbo menjave števecv pod napetostjo. Sklep varnosti pri DPN temelji na spoštovanju zakonskih predpisov, uporabi ustrezne zaščitne opreme in doslednem izvajanju organizacijskih ter tehničnih ukrepov. Samo z upoštevanjem vseh teh elementov je mogoče zagotoviti

varno delo monterjev, zaščititi uporabnike in hkrati omogočiti zanesljivo oskrbo z električno energijo brez prekinitev (GIZ distribucije električne energije, 2010).



Slika 14: Montaža števca pod napetostjo
(Vir: Lovrenčić in Lovrenčić, 2026)



Slika 15: Uporaba OVO za delo pod napetostjo za izvajanje meritev
(Vir: Lovrenčić in Lovrenčić, 2026)

4.2 Varnostna območja

Pri DPN se delovni prostor razdeli na varnostna območja, ki so določena glede na oddaljenost od DPN in stopnjo tveganja. Običajno ločimo tri osnovna območja:

- območje nevarnosti ali III. nevarnostno območje,
- območje bližine ali II. nevarnostno območje,
- varnostno območje ali I. nevarnostno območje.

Območje nevarnosti je območje neposredne bližine DPN, kjer obstaja možnost neposrednega dotika ali preskoka električnega obloka. V tem območju se lahko zadržujejo in delajo samo posebej usposobljeni delavci za DPN, ki uporabljajo ustrezno OVO in izolacijsko orodje. Vsak nepooblaščen vstop v to območje predstavlja veliko nevarnost za električni udar ali opekline zaradi obloka (Elektro Ljubljana, 2011b).

Območje bližine je območje okoli DPN, kjer neposreden dotik sicer še ni mogoč, vendar pa obstaja povečano tveganje zaradi premajhne razdalje, možnosti nenadzorovanega gibanja, zdrsa ali uporabe orodja. V tem območju je treba dosledno upoštevati varnostne razdalje, uporabljati izolacijsko opremo in zagotoviti nadzor nad delom. Namen tega območja je preprečiti nenamerno približevanje nevarni coni.

To je območje, ki je dovolj oddaljeno od DPN, da nevarnost električnega udara ali električnega obloka ni več prisotna. V tem območju so lahko tudi druge osebe, oprema in orodje, ki niso posebej namenjeni za DPN. Tukaj potekajo pripravljalna dela, organizacija in nadzor posega.

Takšna razdelitev delovnega prostora omogoča boljšo organizacijo dela, jasne meje odgovornosti in predvsem večjo varnost pri delu pod napetostjo, saj vsak udeležene natančno ve, v katerem območju se lahko giblje in kakšne zaščitne ukrepe mora pri tem upoštevati.

Naziv območja	Napetostni nivo	Najmanjša razdalja do DPN	Namen območja
Območje nevarnosti	do 1 kV (NN)	≤ 0,3 m	Neposredna nevarnost dotika ali električnega oblaka
Območje bližine	do 1 kV (NN)	0,3–1,0 m	Povečano tveganje, dovoljen dostop le usposobljenim
Varnostno območje	do 1 kV (NN)	> 1,0 m	Varno gibanje, priprava dela
Območje nevarnosti	10–20 kV (SN)	≤ 0,6 m	Neposredna nevarnost preskoka
Območje bližine	10–20 kV (SN)	0,6–1,5 m	Nadzorovano območje
Varnostno območje	10–20 kV (SN)	> 1,5 m	Brez neposredne električne nevarnosti
Območje nevarnosti	110 kV (VN)	≤ 1,5 m	Možnost preskoka in oblaka
Območje bližine	110 kV (VN)	1,5–3,0 m	Povečano tveganje
Varnostno območje	110 kV (VN)	> 3,0 m	Varno območje

Tabela 1: Nevarnostna območja
(Lastni vir)

4.3 Ocena tveganja in preprečevanje nezgod

Menjava električnih števecv pod napetostjo je poseg, ki zaradi svoje narave zahteva sistematično oceno tveganja. Ocena tveganja predstavlja analizo vseh možnih nevarnosti, oceno njihove verjetnosti in posledic ter določitev ukrepov za njihovo obvladovanje. Namen ocene tveganja je zmanjšati možnost nezgod na minimum in tudi zagotoviti varno delovno okolje za monterje in varno uporabo električnega omrežja za uporabnike.

Glavna tveganja pri menjavi števecv pod napetostjo so električni udar, električni oblok, požar, mehanske poškodbe, organizacijska tveganja.

Poseg se lahko izvede le, če je tveganje z izvedenimi ukrepi zmanjšano na sprejemljivo raven.

Pri vsakem posegu se tveganja ocenjujejo glede na:

- verjetnost nastanka (nizka, srednja, visoka),
- stopnjo tveganja (določitev, ali je tveganje sprejemljivo, če je potrebno zmanjšanje ali je nesprejemljivo).

Pri ukrepih za preprečevanje nezgod poznamo:

- organizacijske ukrepe: jasna razdelitev odgovornosti, priprava ocene tveganja in načrta dela, sprotno dokumentiranje postopka;
- tehnične ukrepe: uporaba izolacijskega orodja in OVO, preverjanje brezhibnosti števca in priključkov, vzdrževanje varnostne razdalje;
- osebne ukrepe monterja: dosledno upoštevanje postopkov, redno preverjanje opreme, obveščanje nadrejenih ob vsakem sumu nevarnosti;
- preventivna usposabljanja: redno izobraževanje monterjev o novih tehnologijah, standardih in varnostnih postopkih;
- preverjanje kompetentnosti: periodični preizkusi znanja in praktične vaje za DPN;
- višjo doslednost ob izvajanju del.

Ocena tveganja in preprečevanje nezgod sta neločljivo povezana procesa, ki zagotavljata varno izvedbo menjave števecov pod napetostjo. S kombinacijo tehničnih ukrepov, osebne odgovornosti monterjev in stalnega usposabljanja se nevarnosti zmanjšajo na najmanjšo možno raven, hkrati pa se ohranja zanesljiva in nemotena oskrba z električno energijo.



*Slika 16: Nameščanje merilnih garnitur
(Vir: Lovrenčić, 2020d)*

4.4 Delo v breznapetostnem stanju

Menjava električnega števca brez napetosti se izvaja tako, da se pred pričetkom posega uporabnika začasno odklopi od distribucijskega omrežja. Gre za klasičen in varnejši postopek, saj monterji ne delajo neposredno na delih, ki so pod električno napetostjo.

Demontaža starega števca poteka tako:

- uporabnika obvestimo o časovni prekinitvi dobave električne energije;
- odpremo merilno omarico;
- na števcu odčitamo trenutno stanje tako, da popišemo odbirek porabljene električne energije;
- odstranimo plombiranje in odpremo pokrov;
- preverimo stanje vodnikov in priključkov;
- sledita odklop od omrežja in izvedba izklopa varovalk ali ločilnega stikala, s čimer zagotovimo, da na vodnikih ni napetosti. Pri možnostih, kjer so vgrajena stikala, releji ali kontaktorji, se izključi tudi te, da ne pride do povratne napetosti;
- preverjanje breznapetostnega stanja izvajamo z merilno napravo, ki preveri, ali napetost dejansko ni prisotna;
- števec nato varno odstranimo iz merilne omarice.

Montaža novega števca:

- novi števec mehansko namestimo v merilno omarico;
- spoje preverimo glede mehanske trdnosti in električne zanesljivosti;
- ob morebitnih poškodbah vodnikov izvedemo njihovo sanacijo ali zamenjavo;
- sledijo pravilno priključevanje vodnikov, mehanska pritrditev števca in kontrola priklopa;
- ponovno priklopimo na omrežje z vključitvijo varovalk oziroma stikala in opravimo preverjanje pravilnega delovanja števca;
- razna pomožna stikala, releje ali kontaktorje postavimo nazaj na normalno (delovno) stanje oziroma pozicijo.

Po priklopu novega števca izvedemo kontrolne postopke:

- preverimo prisotnost napetosti na izhodnih sponkah;
- preverimo pravilnost delovanja števčne naprave;
- izvedemo kontrolni odčitek števca in primerjamo s testnimi vrednostmi;
- preverimo komunikacijo z informacijskim sistemom podjetja.

Zaključek dela:

- števec zaščitimo s pokrovom in plombiranjem na predpisanih mestih;
- omarico zapremo in zavarujemo;

- izpolnimo dokumentacijo o menjavi (zapisnik, vnos v informacijski sistem, evidentiranje odbirkov starega in novega števca);
- uporabnika obvestimo o izvedeni menjavi.

Menjava števca brez napetosti je varnejša in manj zahtevna, vendar povzroča začasno prekinitev dobave električne energije. V praksi se v vedno večji meri uporablja metoda menjave pod napetostjo zaradi zahtevnejših pogojev uporabnikov. Klasična metoda menjave elektrodistribucijskega števca se uporablja, ko DPN ni izvedljivo ali ko niso izpolnjeni vsi uzakonjeni pogoji za izvedbo menjave števčne naprave pod napetostjo.

5 NEZGODE PRI DELU

5.1 Nezgode pri delu pod napetostjo

Nezgode pri DPN sodijo med najtežje in najnevarnejše dogodke v elektroenergetiki. V obdobju od leta 2016 do avgusta 2020 so analize poškodb in poročila o nesrečah pokazali, da so bili najpogostejši in najusodnejši vzroki nezgod neposredni in posredni dotiki DPN ter pojav električnega obloka (Lovrenčić, 2020e).

DPN zahteva izjemno visoko raven strokovnega znanja, psihofizične pripravljenosti, dosledno upoštevanje varnostnih postopkov in uporabo specialne zaščitne opreme, saj že najmanjša napaka lahko povzroči hude poškodbe ali smrt.

Neposredni dotik pomeni, da delavec pride v stik z aktivnim, napetostnim delom električne naprave ali vodnika. V takem primeru električni tok steče skozi človeško telo, kar lahko povzroči električni udar, opekline, mišične krče, motnje srčnega ritma in zastoj dihanja. V obravnavanem obdobju so se tovrstne nezgode pojavljale predvsem zaradi nepravilne uporabe izolacijskega orodja, poškodovane OVO, napačne ocene razdalje do delov pod napetostjo ali izgube koncentracije med zahtevnimi posegi. DPN poteka v neposredni bližini nevarnih delov, zato je tveganje za neposredni dotik stalno prisotno in zahteva popolno zbranost ter dosledno spoštovanje tehnoloških postopkov.

Posredni dotik pri DPN nastopi, ko delavec pride v stik s prevodnim delom, ki sicer ni namenjen temu, da bi bil pod napetostjo, vendar se zaradi okvare izolacije, nepravilnega ozemljevanja ali napake v sistemu znajde pod napetostjo. Takšne nezgode so pogosto povezane z dotrajanimi napravami, neustreznim stanjem zaščitnih vodnikov in okvarami izolacije na orodju ali opremi. Posebna nevarnost posrednega dotika je v tem, da delavec nevarnosti ne pričakuje, zato se nanjo ne more pravočasno odzvati, kar lahko vodi do nenadnega in močnega električnega udara.

Električni oblok predstavlja eno najhujših nevarnosti pri DPN. Nastane ob preboju zraka med deli pod različno napetostjo ali med vodnikom in zemljo, pogosto zaradi kratkega stika, napake pri rokovanju z orodjem ali premajhne varnostne razdalje. Električni oblok sprosti ogromno toplotno energijo, svetlobno sevanje in udarni tlak, povišanje temperature lahko povzroči hude opekline kože, vžig oblačil ter trajne poškodbe oči in sluha. Električni oblaki so nezgode, ki so najpogostejše v stikalnih blokih, razdelilnih omarah in pri posegih na nizko- in sredjenapetostnih napravah, kjer je prostor omejen in razdalje majhne.

Analiza nezgod je pokazala, da so ključni dejavniki tveganja človeške napake, neustrezna organizacija dela, časovni pritiski in včasih tudi pomanjkljivo

usposabljanje. Pomembno vlogo ima tudi psihološki vidik – stres, utrujenost in rutina lahko zmanjšajo pozornost in povečajo verjetnost napačne odločitve. Poleg tega se je v nekaterih primerih izkazalo, da zaščitna oprema proti električnemu obloku ni bila ustrezno izbrana ali pravilno uporabljena.

Število nezgod pri delu										
Število nezgod/Leto	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	do 25.9.2025
Število nezgod skupaj	9.186	9.781	10.187	10.122	8.435	9.214	11.224	14.543	14.351	10.249
Število nezgod (vzrok posredni, neposredni dotik)	16	11	20	16	17	18	19	16	11	11
Število nezgod (posledica oblok zaradi dotika)	2	2	7	6	4	2	5	5	9	4

Število nezgod pri delu – vzrok posredni, neposredni dotik										
Vrsta nezgode/Leto	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	do 25.9.2025
Hujša	3	2	2	2	1	4	1	1	0	1
Lažja	13	8	18	12	16	14	18	15	10	10
Smrtna	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0

Število nezgod pri delu – posledica oblok zaradi dotika										
Vrsta nezgode/Leto	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	do 25.9.2025
Hujša	1	2	0	1	0	1	1	2	0	1
Lažja	1	0	7	5	4	1	4	3	9	3
Smrtna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 2: Število nezgod v obdobju 2016–2025
(Vir: Lovrenčič, 2020e)

Nezgode zaradi neposrednega in posrednega dotika ter električnega obloka jasno kažejo, da je DPN ena izmed zahtevnejših in bolj tveganih dejavnosti v elektroenergetiki. Le z visoko stopnjo strokovnosti, discipline in odgovornosti ter z doslednim spoštovanjem vseh varnostnih ukrepov je mogoče zmanjšati tveganja in zagotoviti, da se takšni nevarni dogodki v prihodnje čim bolj preprečijo.

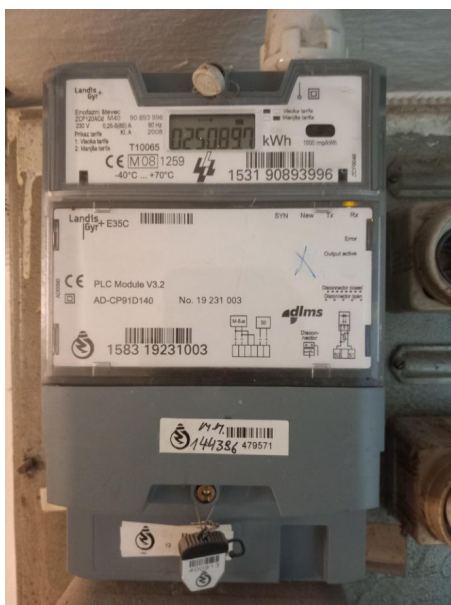
6 PRAKTIČNI PRIMER Z DELOVIŠČA

6.1 Opis poteka menjave števec pod napetostjo

Električni distribucijski števci so merilne naprave, ki morajo zagotavljati točnost merjenja porabljene električne energije. Da bi se zagotovila zanesljivost meritev, so števci podvrženi overitvi, pri kateri pristojni organ preveri njihovo skladnost s predpisanimi meroslovnimi zahtevami (ZMer-1, 2020). Ob overitvi se na števcu namesti žig uporabe, ki potrjuje, da je bil števec uradno preizkušen in da so meritve veljavne. Žig uporabe ima omejen čas veljavnosti, ki ga določajo Pravilnik o meroslovnih zahtevah za merilne naprave (Zakon o meroslovju, 2000). in interni predpisi elektrodistribucijskega podjetja Elektro Ljubljana. Po preteku veljavnosti žiga števec ni več uradno priznan kot merilna naprava za obračun električne energije, zato ga je treba obvezno ali zamenjati ali ponovno overiti (Elektro Ljubljana, 2025).

Pri izvedbi menjave električnih števec se v praksi večina posegov izvaja na klasičen način, torej brez napetostnega stanja. Takšna metoda je s stališča varnosti za monterje enostavnejša in manj tvegana, hkrati pa ne zahteva specializirane opreme za DPN. Kljub temu se v določenih primerih pokaže potreba po uporabi metode DPN, predvsem zaradi tehničnih omejitev obstoječih inštalacij in zaradi zagotavljanja neprekinjene dobave električne energije uporabnikom.

V obravnavanem primeru je šlo za merilno mesto enofaznega priključka v starejšem večstanovanjskem objektu. Zaradi starosti objekta in takratnih gradbenih pogojev je bila izvedena skupna priključna vezava, kjer si štiri merilna mesta delijo isto ločilno oziroma odklopno mesto. To pomeni, da bi ob izvedbi menjave števec po klasičnem postopku prišlo do prekinitve napajanja za vsa štiri gospodinjstva hkrati, kar je s stališča zanesljive dobave električne energije in udobja uporabnikov nesprejemljivo in s stališča uporabe ustreznega znanja in opreme nepotrebno.



Slika 17: Števec za menjavo
(Lastni vir)

Že ob začetnem pregledu merilnega mesta je bilo ugotovljeno, da so pogoji takšni, da je za izvedbo menjave potrebna metoda DPN. To pomeni določitev novega termina za izvedbo del in dogovor s sodelavcem za skupno izvajanje in predhodne priprave opreme, orodja ter tudi informacijsko obveščanje in upoštevanje okoljskih dejavnikov (lokacija, prostor, vreme ipd.), tveganj (električni udar, električni oblok, delo na višini, tveganje ob morebitni nastali premoženjski škodi) in morebitnih izboljšav za kasnejše primernejše delovanje.

Metoda DPN je omogočila izvedbo menjave števca brez prekinitve napajanja, kar je bilo v tem primeru ključno. Odločitev za DPN je bila dodatno potrjena s strani nadrejene osebe, ki je bila obveščena o stanju na terenu in vseh povezanih tveganjih.

Največja pozornost je izpostavljena pri odstranitvi starega števca, saj se ga previdno odstrani s trenutnega mesta najprej z izvijačenjem števecne priključnice, kjer so pritrjeni vodniki, in nato še ohišja števecne naprave. Števec previdno odstranimo s priključnega merilnega mesta, pri čemer se izognemo stiku z napetimi deli. Pri namestitvi novega števca opravimo isti postopek, vendar v obratnem vrstnem redu. Sledi namestitev novega števca na priključno merilno mesto in vodnikov v priključnico števca. Nameščeno števecno napravo pritrdimo na stojno mesto. Nato pritrdimo vodnike v priključnici. Pri pritrdjevanju vodnikov v priključnico je pomembna povečana pozornost, da ne pride do kratkega stika. Pazimo, da so vodniki lepo nameščeni v novo priključnico in jih čvrsto privijačimo. Po menjavi preverimo pravilno delovanje števca. Po menjavi ali kateremkoli posegu na števcu napravo vedno plombiramo in beležimo nepravilnosti v primeru, da v napravo posega nepooblaščen oseba.

Zabeležimo novo stanje porabe, dokumentiramo izvedbo postopka in uporabnika obvestimo v pisni obliki po pošti.

Izvajanje DPN samo po sebi predstavlja zahtevnejšo obliko dela, saj se posegi opravljajo neposredno na delih, ki so pod električno napetostjo. To pomeni, da je treba zagotoviti dodatne varnostne ukrepe, uporabo ustrezne zaščitne in izolacijske opreme ter popolno usklajenost delovne ekipe. V konkretnem primeru je bilo tveganje še povečano zaradi okoljskih pogojev, merilno mesto je bilo nameščeno v skupnih prostorih večstanovanjskega objekta, in to na višini, kar je zahtevalo uporabo lestve. Števec je bil pritrjen v kovinski omarici skupaj z ostalimi števci, kar dodatno povečuje tveganje za električni udar in možnost električnega obloka. Kombinacija DPN, dela na višini in prisotnosti kovinske omarice pomeni izrazito povečano tveganje za monterja.

Zato je bilo še posebej pomembno dosledno upoštevati postopke DPN, uporabljati OVO (izolacijske rokavice, zaščitna očala, zaščitna oblačila, ki so odporna proti električnemu obloku), izolacijsko orodje in zagotoviti ustrezno stabilnost pri delu na lestvi in delo dveh monterjev. Poleg tehničnih zahtev je bila ključna tudi dobra organizacija dela, saj je bilo treba poskrbeti, da uporabniki niso občutili prekinitve napajanja, hkrati pa zagotoviti varnost prisotnih in naprav. Ta primer nazorno prikazuje, da se v praksi pogosto srečujemo s situacijami, kjer klasičen postopek menjave števca ni primeren. V takih okoliščinah je uporaba metode DPN nujna, a hkrati zahteva višjo stopnjo strokovne usposobljenosti monterja, dodatno tehnično podporo in izrecno spoštovanje varnostnih postopkov.



*Slika 18: Števčna plošča
(Lastni vir)*

Za postopek so bili povzeti vsi ključni koraki, kot so priprava na delo, izbira metode, organizacija in obveščanje uporabnikov, uporaba zaščitne opreme, tehnična izvedba menjave in dokumentiranje opravljenega posega. Posebna pozornost je bila namenjena ugotavljanju tveganj, povezanih s samim DPN, kot so nevarnost električnega udara, električnega obloka, delo na višini ter dodatna tveganja zaradi kovinske omarice in omejenega prostora.

6.2 Predlogi za izboljšave

Na podlagi opisanega primera in analize postopkov DPN je mogoče oblikovati več predlogov za izboljšave, ki bi lahko pripomogli k večji varnosti monterjev, večji zanesljivosti merilnih mest in večji učinkovitosti samega dela. Najprej bi bilo smiselno postopoma izboljšati tehnične pogoje na obstoječih merilnih mestih. Veliko starejših objektov ima nameščene kovinske omarice, v katerih so merilna mesta ali razdelilne omare. Te predstavljajo dodatno nevarnost pri dotiku z napetostjo, zato bi bilo priporočljivo njihovo nadomeščanje z modernimi plastičnimi oziroma izolacijskimi omaricami, ki so po tipizaciji distributerja. Poleg tega bi bilo smiselno razmisliti o ločitvi skupnih ločilnih mest, kjer si več uporabnikov deli isto ločilno mesto. Na ta način bi se v prihodnje zmanjšala potreba po izvedbi menjav pod napetostjo.

Druga pomembna izboljšava se nanaša na opremo in orodja za DPN. Monterji bi morali imeti na voljo sodobnejšo izolacijsko opremo, ki omogoča večjo varnost in enostavnejše rokovanje. Ob tem je ključnega pomena redna kontrola zaščitnih sredstev, kot so izolacijske rokavice, vizirji proti električnemu obloku, zaščitne pregrade in prenosne izolacijske podloge. Pomemben vidik predstavlja tudi usposabljanje monterjev. V prihodnje bi bilo smiselno več pozornosti nameniti praktičnim vajam v realnih pogojih, kjer bi monterji vadili delo v omejenih prostorih, na višini, v različnih vremenskih pogojih ali pa v kovinskih omaricah. Prav tako bi lahko uvedli redna preverjanja usposobljenosti monterjev, organizirali dodatne delavnice za izmenjavo izkušenj med zaposlenimi in primerjali dela v Sloveniji in tujini. Menim, da bi v današnjem času, ko se uporablja nova tehnološka oprema in je že izvedenih veliko študij, lahko veljalo veliko več usmerjenosti v DPN.

Zelo pomembno je poudariti še pomen dokumentiranja in analize tveganj. Predlog izboljšave je uvedba obveznega fotografskega dokumentiranja pred in po izvedbi menjave števca ter oblikovanje baze podatkov, kjer bi se beležile izkušnje, težave in izboljšave iz preteklih posegov. To bi omogočilo boljši nadzor nad izvajanjem DPN in dodatne možnosti za stalno izboljševanje prakse. Že samo fotografsko dokumentiranje veliko pripomore k dobremu delu, saj se pred začetkom del pripravimo na učinkovito in strokovno opravljanje raznovrstnih izzivov.



*Slika 19: Menjava severnoameriškega tipa števca
(Vir: Lovrenčić, 2020c)*

7 ZAKLJUČEK

7.1 POVZETEK UGOTOVITEV

V okviru diplomskega dela sem ugotovil, da je menjava električnih števcov zahtevno in odgovorno delo, pri katerem je treba upoštevati številne tehnične, varnostne in organizacijske vidike. Večina menjav se v praksi še vedno izvaja na klasičen način, torej brez napetosti, kar omogoča večjo varnost, a v določenih primerih ta pristop ni izvedljiv, predvsem tam, kjer bi klasična menjava pomenila prekinitev dobave električne energije. V takih primerih je delo pod napetostjo edina ustrezna rešitev. Delo pod napetostjo ima ključno vlogo pri izboljšanju teh kazalnikov z zmanjševanjem potrebe po izklopih omrežja in zmožnostjo menjave števcov brez potrebe po izklopu iz omrežja. Manj prekinitev pomeni nižjo frekvenco prekinitev za odjemalce, kar je še posebej pomembno v sodobnem okolju, kjer so mnogi odjemalci močno odvisni od neprekinjene oskrbe z električno energijo. Uporabniki, kot so bolnišnice, proizvodni obrati, železniški ali letalski promet ter tudi cestna infrastruktura in trgovske verige, si pogosto ne morejo privoščiti niti kratkotrajnih izklopov.

Analiza je pokazala, da delo pod napetostjo zahteva visoko stopnjo usposobljenosti monterjev, uporabo specializirane zaščitne opreme in dosledno upoštevanje predpisanih postopkov. Med najpogostejša tveganja sodita možnost električnega udara in nastanek električnega oblaka. Čeprav je metoda DPN zelo priporočljiva in njena pomembnost nenehno narašča, se je elektrodistribucijska podjetja na žalost še vedno izogibajo, saj jim je zaradi varnosti zaposlenih bolj ljuba metoda menjave števca na klasični način, tj. delo v breznapetostnem stanju, in predvsem zaradi finančnega vidika, saj tako usposabljanje in oprema predstavljata podjetjem dodatno finančno breme.

8 LITERATURA IN VIRI

Edison. (2025). *Strokovnjak za zagotavljanje električne varnosti in kakovosti del pod napetostjo in b bližini delov pod napetostjo - delovna mesta z dovoljenjem za omejen dostop*. Pridobljeno 15. 8. 2025 z naslova <https://www.eedison.eu/usposobljenost-dpn-eeeli/>

Elektro Ljubljana. (2011a). *Uvajanje dela pod napetostjo v Elektru Ljubljana za zmanjšanje prekinitev dobave električne energije*. Pridobljeno 27. 8. 2025 z naslova <https://www.elektro-ljubljana.si/obvestila/ArtMID/920/ArticleID/1082/uvajanje-dela-pod-napetostjo-v-elektro-ljubljana-za-zmanisanje-prekinitev-dobave-elektricne-energije>

Elektro Ljubljana. (2011b). *Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih*. Ljubljana, Slovenija.

Elektro Ljubljana. (2025). *Tipizacija merilnih mest*. Ljubljana, Slovenija.

GIZ distribucije električne energije. (2010). *Testna vprašanja iz varnosti in zdravja pri delu, požarne varnosti ter varovanja okolja*. Ljubljana, Slovenija.

Lovrenčič, V. (2020a). *Monter DPN za NN meritve kakovosti električne energije (KEE) in izvajanju preizkusov opreme*. Ljubljana: C&G d.o.o, Ljubljana.

Lovrenčič, V. (2020b). *Monter DPN za NN števec električne energije*. Ljubljana: C&G d.o.o Ljubljana.

Lovrenčič, V. (2020c). *Navodilo za delo pod napetostjo za menjavo števec električne energije »DPN/NN – ŠEE«*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.

Lovrenčič, V. (2020d). *za delo pod napetostjo za področje meritev KEE (nameščanje merilnih garnitur) in program za delo pod napetostjo za menjavo števec električne energije*. Ljubljana: C&G d.o o. Ljubljana.

Lovrenčič, V. (2020e). *Tehnični opis osebne varovalne opreme, opreme in orodja za delo pod napetostjo na nizki napetosti pri izvajanju meritev kakovosti električne energije in menjavi števec električne energije*. Ljubljana: C&G d.o.o. Ljubljana.

Lovrenčič, V. in Lovrenčič, A. (2026). *ELABORAT. Program št. DPN/NN – SEE, Načrt in program teoretičnega in praktičnega usposabljanja delavcev za varno delo pod napetostjo na nizki napetosti. monter DPN za NN števec električne energije, merlab, merilni laboratorij, d.o.o., 257/al/26*. Ljubljana, Slovenija: C&G d.o.o.

Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu. (1999). Uradni list RS, št. 89/99, 39/05, 43/11 – ZVZD-1 in 181/21. Pridobljeno 10. 4. 2025 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=DRUG310>

Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (2005). Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11. Pridobljeno 10. 4. 2026 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED3783>

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1). (2011). Uradni list RS, št. 43/11. Pridobljeno 10. 8. 2025 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO5537>.

Zakon o energetiki (EZ-2). (2024). Uradni list RS, št. 38/24 in 47/25. Pridobljeno 10. 4. 2026 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8855>.

Zakon o oskrbi z električno energijo (ZOEE). (2021). Uradni list RS, št. 172/21 in 47/25. Pridobljeno 10. 4. 2026 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8141>.

Zakon o meroslovju (Zmer-1). (2000). Uradni list RS, št. 26/05. Pridobljeno 10. 4. 2026 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO1615>.

Slovenski standard (2013). SIST EN 50110-1:2013. Pridobljeno 18. 4. 2026 z naslova <https://preview.sist.si/sist/preview/21676/a0c86e90e0754651afed25a9ee00e109/SIST-EN-50110-1-2013.pdf>

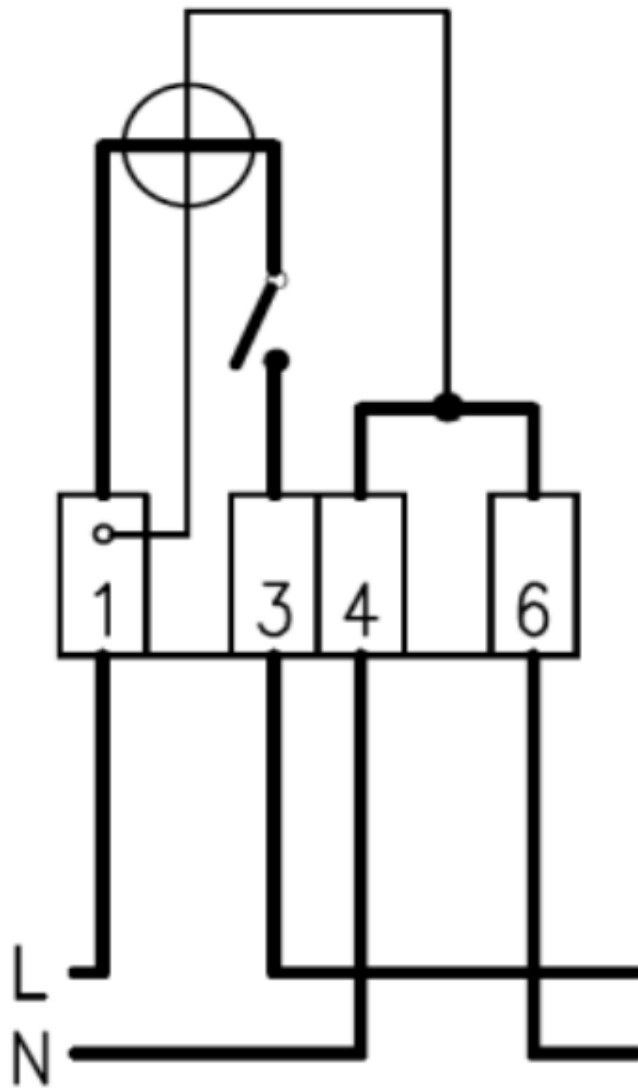
Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (1992). Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1. Pridobljeno 18. 4. 2026 z naslova <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV36>

Merlab d.o.o. (2026). Merlab merilni laboratorij. Pridobljeno 18. 4. 2026 z naslova <https://www.merlab.si/>

PRILOGE

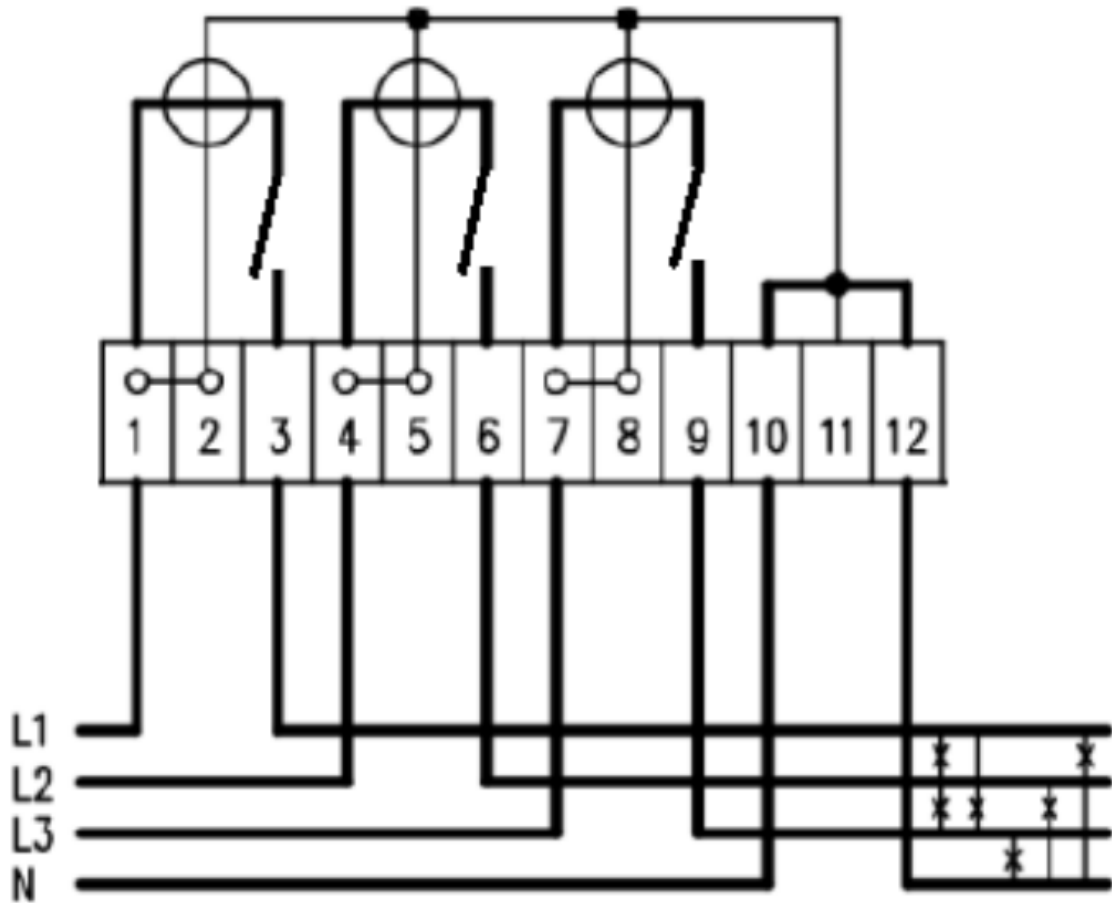
- Priloga 1: Shema enofaznega števca
- Priloga 2: Shema trofaznega števca
- Priloga 3: Način priključitve
- Priloga 4: Splošna tipska shema PS.1
- Priloga 5: Splošna tipska shema PS.2
- Priloga 6: Splošna tipska shema PS.3
- Priloga 7: Območje dela pod napetostjo

Priloga 1: Shema enofaznega števca



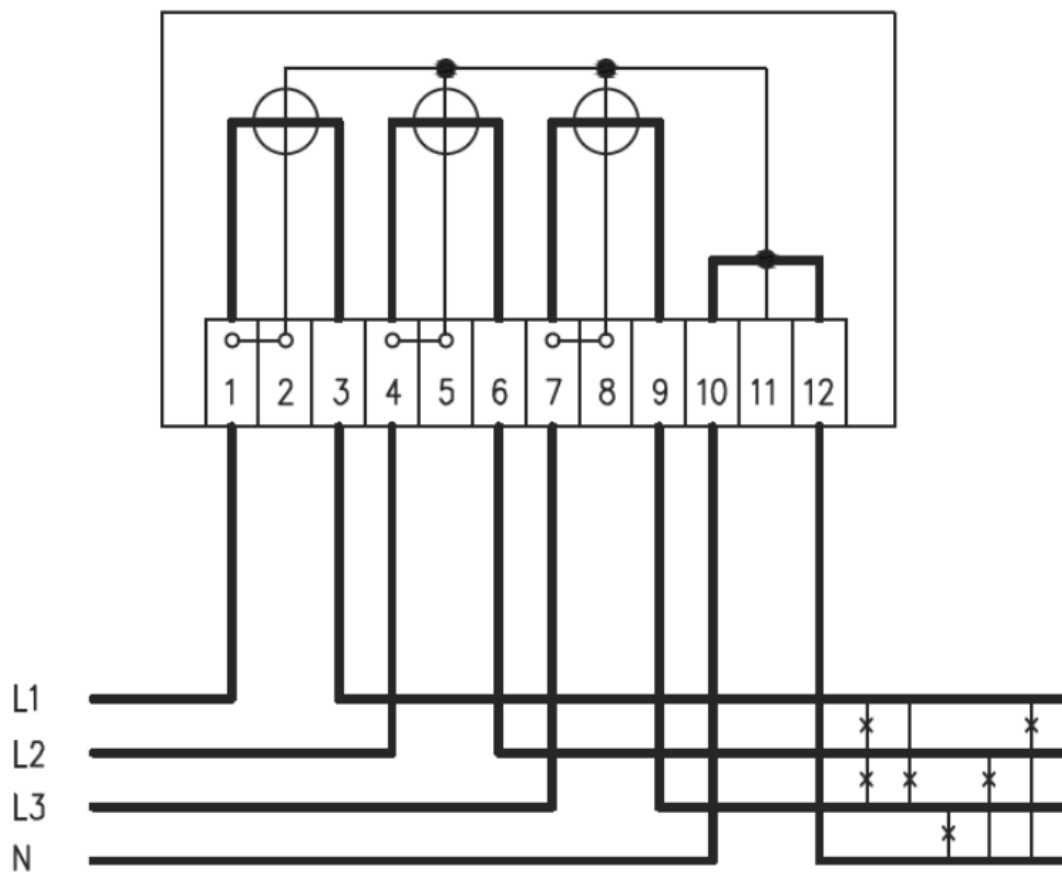
Priključna shema enofaznega števca

Priloga 2: Shema trofaznega števca

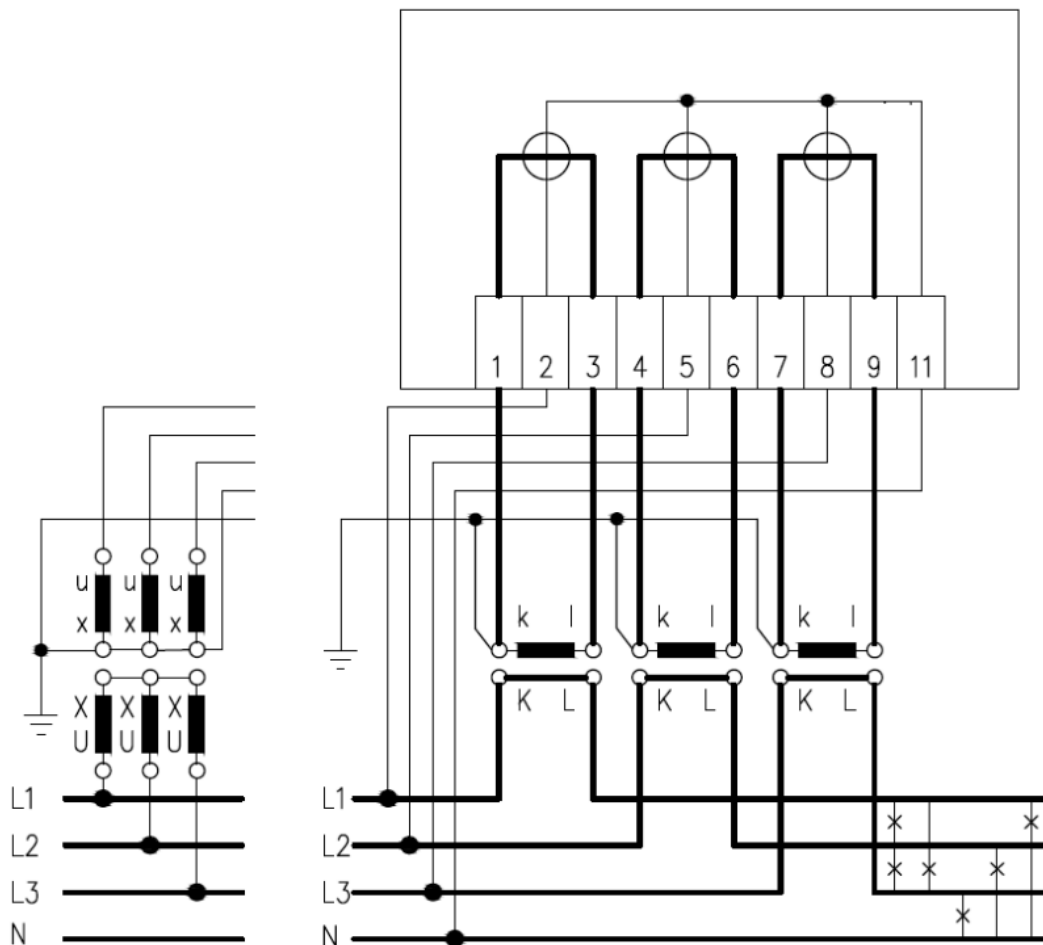


Priključna shema trofaznega števca

Priloga 3: Način priključitve

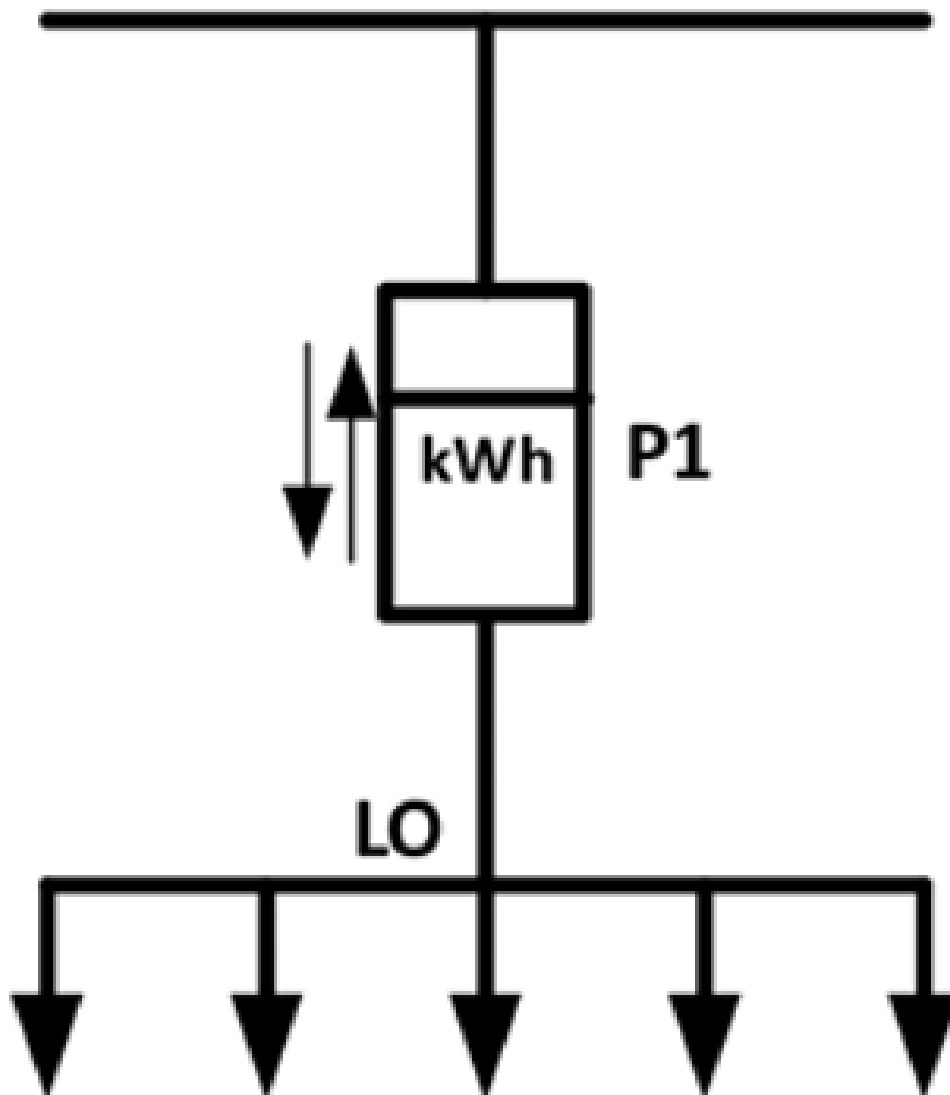


Števec za direktno priključitev s priključnico 100 A ali 120 A

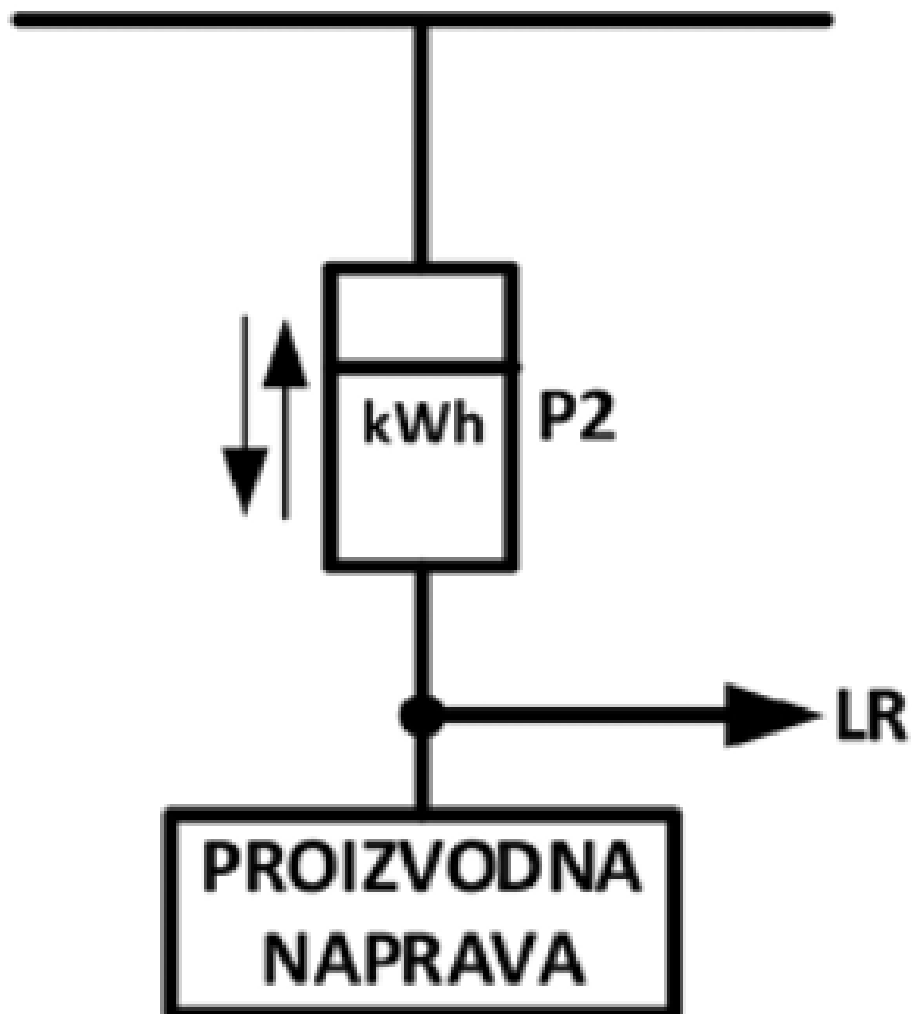


Števec za polindirektno/indirektno oziroma CT/VT priključitev s priključnico 10 A

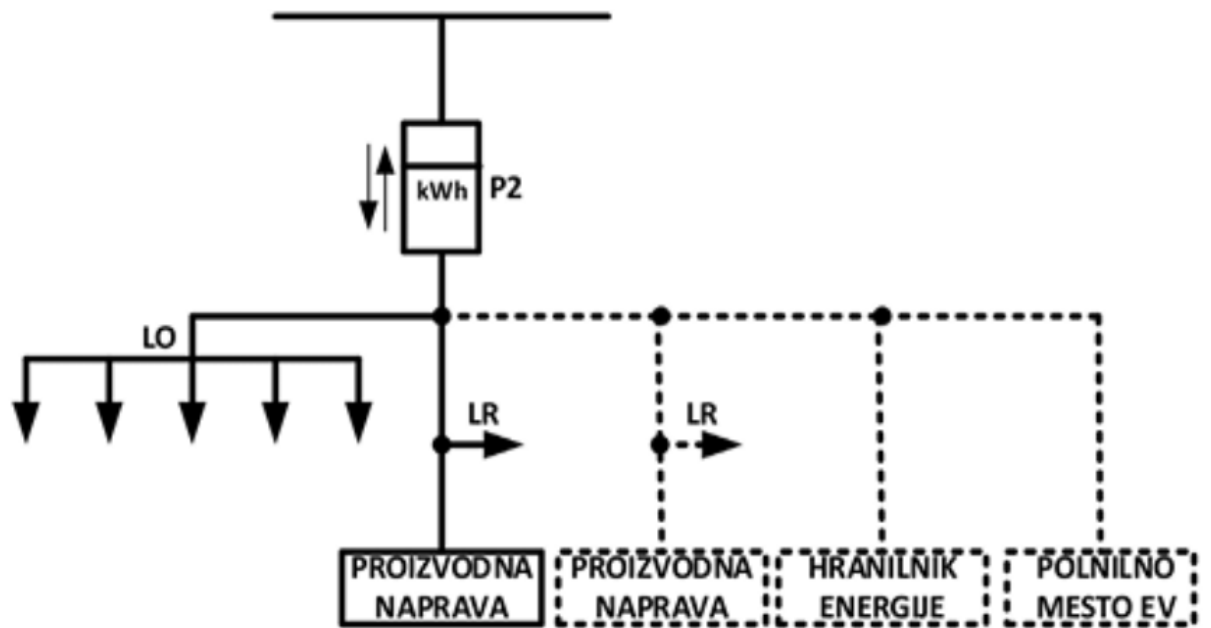
Priloga 4: Splošna tipska shema PS.1



Splošna tipska shema PS.1 za odjem končnega odjemalca

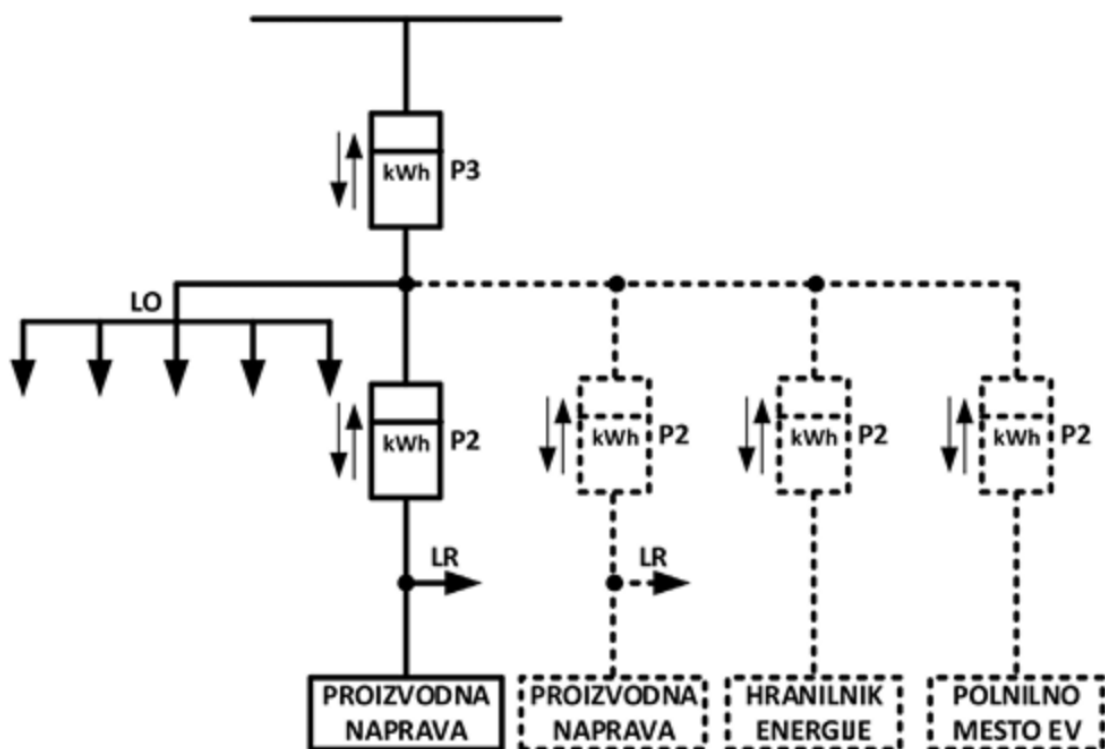


Splošna tipska shema PS.1 za proizvodno napravo ali HEE ali PEV ali podobne naprave



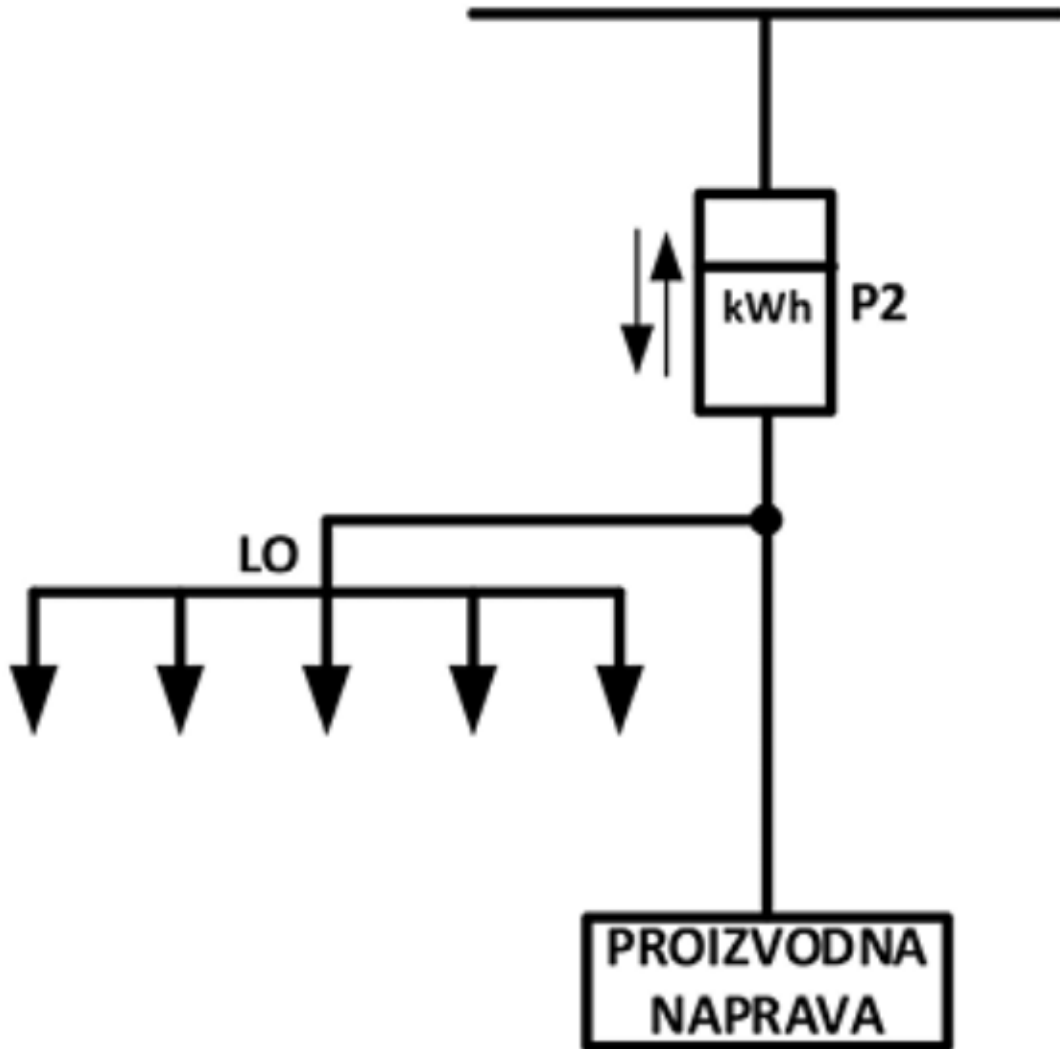
Splošna tipska shema PS.1 za kombinacijo predhodnih dveh namenov

Priloga 5: Splošna tipška shema PS.2

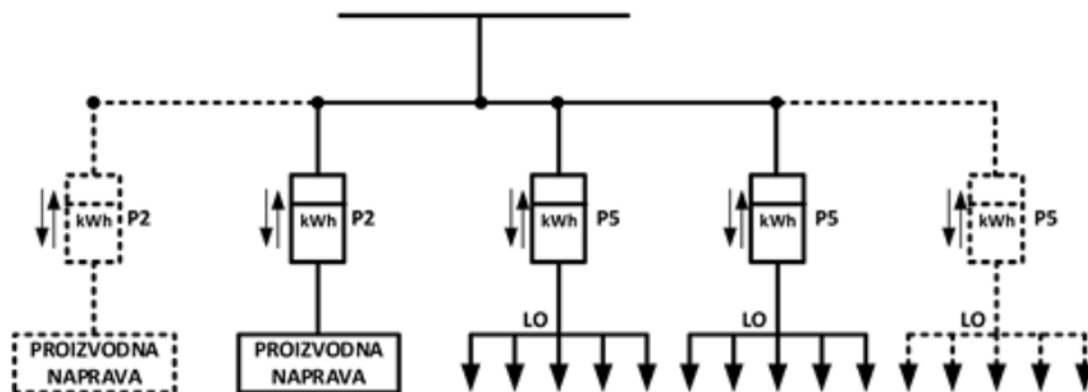


Tipška shema PS.2 za priključitev je namenjena za registracijo podpor za proizvodne naprave, sistemskih storitev, ki jih uporabniki distribucijskega sistema nudijo distribucijskemu operaterju, in posebnih storitev, ki jih uporabniki distribucijskega sistema nudijo sistemskemu operaterju, agregatorju, dobavitelju in drugim tretjim osebam.

Priloga 6: Splošna tipska shema PS.3



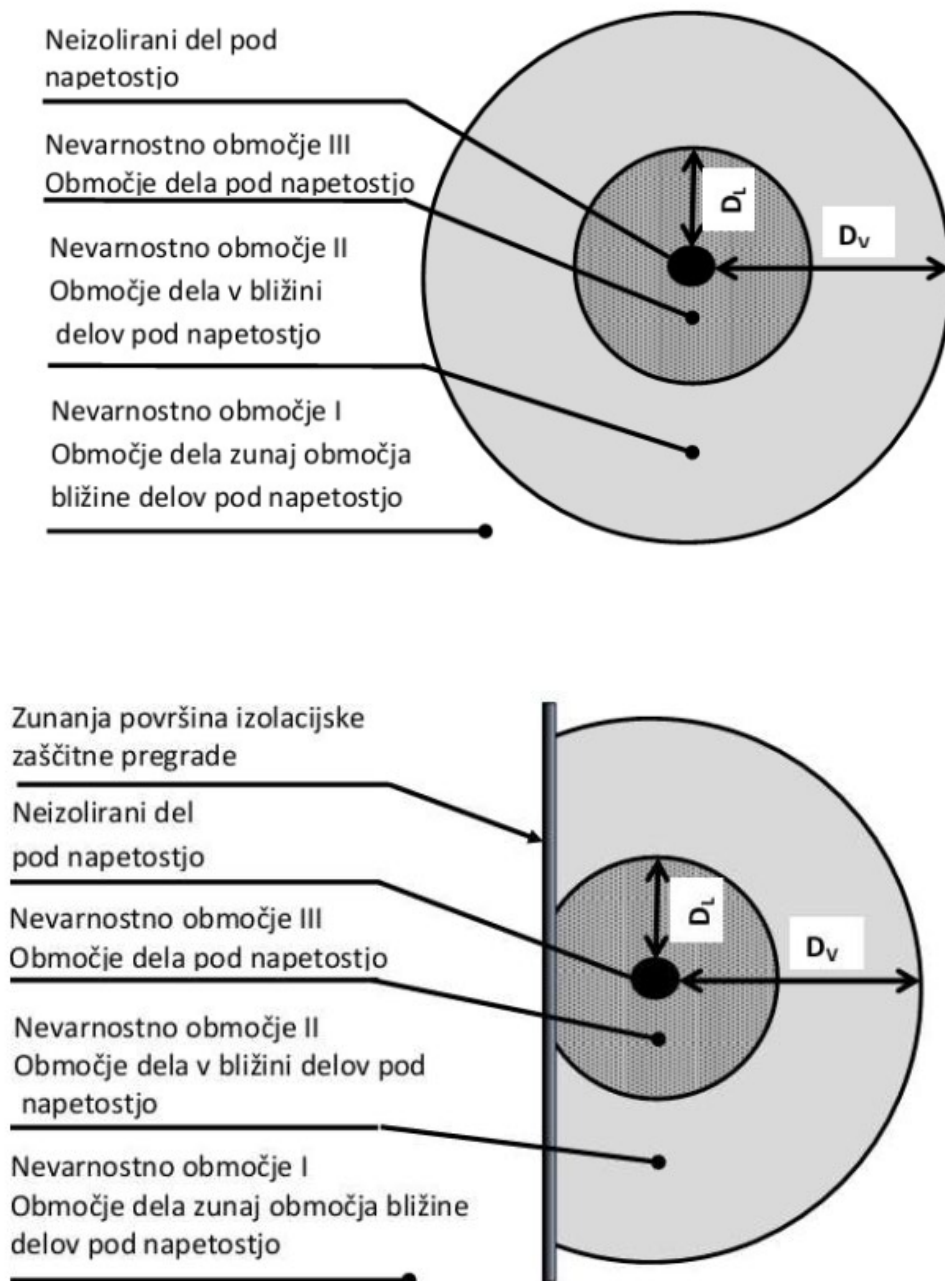
Splošna tipska shema PS.3 za individualno samooskrbo



Splošna tipska shema PS.3 za skupnostno samooskrbo z najmanj eno proizvodno napravo in najmanj dvema končnima odjemalcema. Ta shema za priključitev je namenjena za priključevanje individualne in skupnostne samooskrbe.

Priloga 7: Območje dela pod napetostjo

Območje dela pod napetostjo DL in območje dela v bližini delov pod napetostjo. Varnostne razdalje (SIST EN 50110 in nov PVZDNET) DL in DV.



Sliki varnostne razdalje

Standard določa dve varnostni razdalji, in sicer:

- razdaljo, ki določa zunanjo mejo območja dela pod napetostjo (DL),
- razdaljo, ki določa zunanjo mejo območja v bližini delov pod napetostjo (DV).

Nazivna omrežna napetost U_N kV (efektivna vrednost)	Najmanjša sprejemljiva zračna razdalja, ki določa zunanjo mejo območja dela pod napetostjo* D_L mm	Najmanjša sprejemljiva zračna razdalja, ki določa zunanjo mejo območja v bližini delov pod napetostjo* D_V mm
≤ 1	brez stika	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3000
150	1200	3000
220	1600	3000
275	1900	4000
380	2500	4000
480	3020	6100
700	5300	8400

Najmanjša sprejemljiva zračna razdalja, ki določa zunanjo mejo območja dela

Inšpektorat Republike Slovenije za delo (IRSD) je posredoval podatke o nezgodah pri delu – posredni in neposredni dotik ter električni oblok za obdobje od leta 2016 do avgusta 2020, kar je zbrano v preglednici.

Število nezgod pri delu (2016 – VIII/2020)					
Število nezgod/leto	2016	2017	2018	2019	VIII/2020
Število nezgod skupaj	9.186	9.781	10.187	10.122	5.502
Število nezgod (vzrok posredni, neposredni dotik)	16	11	20	16	10
Število nezgod (oblok)	2	2	7	8	2
Število nezgod – vzrok posredni, neposredni dotik					
Vrsta nezgode/leto	2016	2017	2018	2019	VIII/2020
Hujša	3	2	2	2	
Lažja	13	8	18	12	10
Smrtna		1		2	
Število nezgod – oblok					
Vrsta nezgode/leto	2016	2017	2018	2019	VIII/2020
Hujša	1	2		1	
Lažja	1		7	5	2
Smrtna					

Preglednica: Nezgode pri delu – posredni in neposredni dotik ter električni oblok za obdobje od leta 2016 do avgusta 2020

Vpliv električnega toka na človeka:

- višina napetosti,
- velikost toka,
- moč oz. energija vira napajanja,
- frekvenca toka,
- čas trajanja stika,
- upornost (impedanca) telesa.

Pomembnejša dejstva vplivov:

- upornost človeškega telesa,
- oblika električnega toka (enosmerni, sinusni izmenični, pulzirajoč itd.),
- frekvenca spreminjajočih se oblik toka, čas trajanja delovanja toka na človeka,
- pot prehoda toka skozi telo (npr. roka-roka, roka-noga itd.),
- prizadetost: opekline, šok, vrtoglavica, srčna aritmija, nezavest, smrt.

Človeško telo je prevodno, zato se pri električnem udaru pojavijo zdravstvene okvare zaradi delovanja električnega toka (najobčutljivejši so vitalni centri, to sta srce in centralni živčni sistem):

- termični učinek, posebno na mestih vstopa toka v telo in izstopa iz telesa; posledice so lahko težke opekline,
- mehanski učinek, pri velikih tokovih pride do poškodb tkiva, predvsem na mestih vstopa in izstopa toka,
- kemični učinek, tok elektrolitično razkrajja krvno plazmo,
- biološki učinek, tok povzroči krčenje mišic (srčnih, dihalnih in gibalnih).

Najbolj vidne poškodbe so opekline:

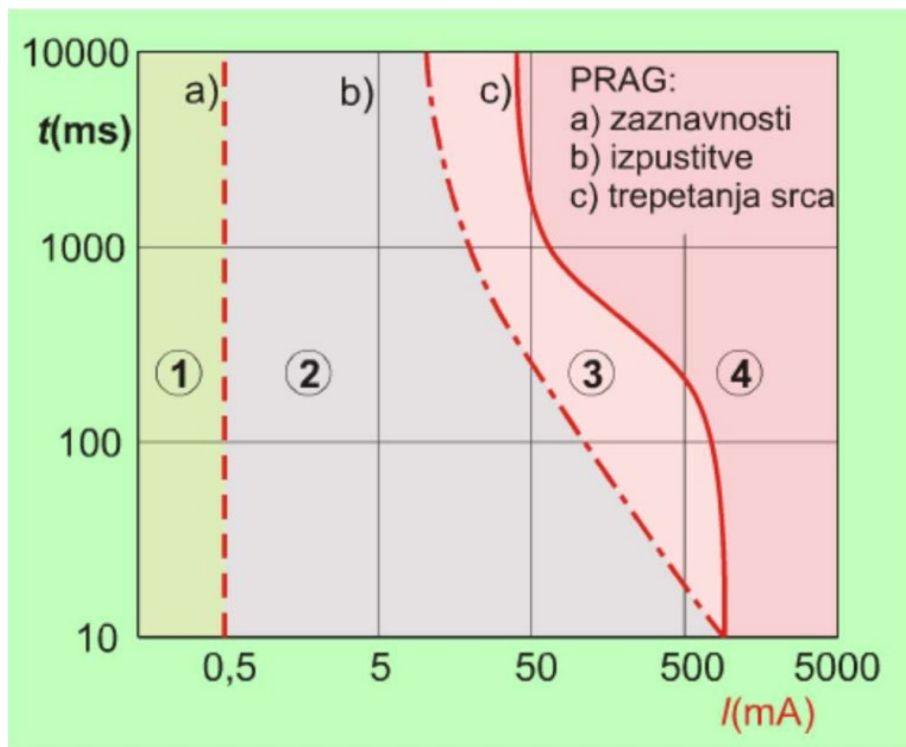
- običajne so predvsem opekline kože,
- mogoče so tudi opekline notranjega tkiva.

Vplivi električnega toka na ljudi so opredeljeni v naslednjih standardih:

- SIST IEC 60479-1:2020 Vplivi električnega toka na ljudi in živali,
- SIST IEC 60479-2:2020 Vplivi električnega toka na ljudi in živali.

Vpliv izmeničnega toka (50 Hz):

- zaznavni prag je pribl. 0,5 mA,
- prag izpustitve je pribl. 10 mA,
- prag trepetanja srčnih prekatov: npr. za čas trajanja toka med 10 ms in 100 ms znaša vrednost toka do 500 mA.



OBMOČJE 1	Tok brez posledic, telo ga ne zazna.
OBMOČJE 2	Slabše krčenje mišic, brez posledic.
OBMOČJE 3	Močnejše krčenje mišic, težave z dihanjem, motnje bitja srca, možne manjše opekline.
OBMOČJE 4	Nekontrolirano trepetanje srca, krajši in trajni zastoji srca, velika verjetnost prenehanja krvnega obtoka, dihanja, večjih opeklin in smrti.

Vplivi električnega toka na ljudi