

Kruno Trupinić
HEP – ODS d.o.o.
kruno.trupinic@hep.hr

Marijo Brkić
HEP – ODS d.o.o.
marijo.brkic@hep.hr

Renato Ćućić
HEP – ODS d.o.o.
renato.cucic@hep.hr

Marko Šporec
HEP – ODS d.o.o.
marko.sporec@hep.hr

ISKUSTVA EUROPSKIH OPERATORA DISTRIBUCIJSKIH SUSTAVA U TIPIZACIJI I IZVEDBI NISKONAPONSKIH PRIKLJUČAKA

SAŽETAK

Pregled i analiza iskustava drugih usporedivih europskih operatora distribucijskih sustava jedan je od prvih koraka u postupku ažuriranja Tehničkih uvjeta na izvedbe NN priključaka u mreži HEP-ODS-a, kao akta interne tipizacije NN priključaka korisnika mreže.

Pregledom i analizom obuhvaćeni su sljedeći koraci: način organiziranja i objave dokumenata tipizacije i uputa o priključenju, razina obrade tehničkih zahtjeva na priključke i pravila tijekom postupka priključenja, izdvajanje suvremenih i specifičnih tehničkih detalja i rješenja sa utvrđivanjem njihove primjenjivosti u ažuriranoj internoj tipizaciji HEP-ODS-a.

Rezultat pregleda i analize dokumentacije drugih operatora je kvalitetnija organizacija i sadržaj akta interne tipizacije NN priključaka u distribucijskoj mreži HEP-ODS-a, kao i primjena suvremenih tehničkih rješenja u izvedbi NN priključaka.

Ključne riječi: ODS, interna tipizacija, NN priključak, korisnik mreže, tehnički uvjeti

EXPERIENCE OF EUROPEAN DISTRIBUTION SYSTEM OPERATORS IN LOW- VOLTAGE CONNECTION INTERNAL STANDARDIZATION AND CONSTRUCTION

SUMMARY

A review and analysis of the experience of other comparable European distribution system operators is one of the first steps in updating the Technical requirements for the low-voltage connections in the HEP-DSO network as an internal standardization act of LV network user connections.

The review and analysis cover the following steps: the way of organizing and publishing internal standardization and connection guide documents, the level of technical requirements for LV and rules during the connection process, the selection of modern and specific technical details and solutions to determine their applicability in the updated internal standardization document of HEP-DSO.

The result of the review and analysis of the documentation of other operators is the quality organization and contents of the internal standardization document of LV connections in the distribution network of HEP-DSO, as well as the application of modern technical solutions in the construction of LV connections.

Key words: DSO, internal standardization, LV connection, network user, technical requirements

1. UVOD

Ažuriranje dokumenata ~~interne~~ **operatora distribucijskog sustava u području** tipizacije niskonaponskih priključaka korisnika mreže, kompleksan je posao koji, zbog podizanja tehničke kvalitete, mora pratiti razvoj tehnologije na ovom području, kao i novih tehničkih rješenja izvedbi priključaka. Stoga se kao prvi korak nameće provedba analize sličnih dokumenata novijeg datuma u usporedivim državama odnosno operatorima distribucijskih sustava. Izabrane su Njemačka i Irska kao zapadnoeuropske države sa višim stupnjem razvoja, te nekoliko država iz našeg okruženja, konkretno Slovenija, Bosna i Hercegovina te Srbija, s kojima smo u povijesti dijelili iste načine planiranja i razvoja ovog dijela distribucijske mreže i sučelja sa korisnicima mreže, da bi nakon razlaza svaka od njih krenula sa vlastitim više ili manje sličnim konceptima sučelja u lakšim ili težim okolišnim uvjetima odnosno problemima sa neovlaštenom potrošnjom električne energije.

Pregled i analiza dostupnih dokumenata obuhvaćaju sljedeće momente:

- razvrstavanje načina organiziranja i objave dokumenata tipizacije niskonaponskih priključaka i uputa o priključenju,
- utvrđivanje razina obrade tehničkih zahtjeva na niskonaponske priključke i propisanih pravila tijekom postupka priključenja,
- izdvajanje suvremenih i specifičnih tehničkih detalja i rješenja, sa utvrđivanjem njihove primjenjivosti u ažuriranoj internoj tipizaciji HEP-ODS-a.

Tijekom analize gore navedenih dokumenata utvrđen je različit pristup javnoj objavi i dostupnosti dokumenata, okvirno svrstanih u dvije grupe:

- Upute za priključenje, namijenjene svim sudionicima na sučelju distribucijske mreže i korisnika mreže, sa više ili manje razrađenim uputama o postupku priključenja i osnovnim tehničkim načinima priključenja.
- Tipizacije, tehničke smjernice, preporuke, uvjeti za priključke, koje kod nekih operatora sadrže kompletnu internu tipizaciju koja je javno objavljena, kod nekih se može preuzeti uz naplatu, a kod nekih nije javno objavljena.

Također je ustanovljena i različita struktura i sadržaj uputa i tipizacija. Kod nekih operatora ova je materija razložena u više dokumenata (priključenje na NN, priključenje na SN, priključenje elektrana na NN, priključenje elektrana na SN, mjerna mjesta), dok je kod nekih operatora grupirano više ovih područja u jedan dokument.

U nekim državama operatori samostalno donose i objavljuju ove dokumente, uz eventualnu suglasnost nadležnog regulatora na pravila i upute o priključenju, dok u nekim državama ove dokumente donose udruge operatora, a pojedini operatori im mogu dodati svoje specifične tehničke dodatke i kao takve objaviti.

U nastavku su ukratko opisane osnovne karakteristike dostupnih dokumenata koji propisuju ovo područje u pet analiziranih država. Slijedom zaključaka pregleda i analize ovih dokumenata predložen je izgled i sadržaj ažuriranog dokumenta interne tipizacije niskonaponskih priključaka HEP-ODS-a.

2. PREGLED STANJA U NEKOLIKO EUROPSKIH DRŽAVA

2.1. Njemačka

Ovdje je javno dostupna uvjerljivo najrazrađenija obrada priključenja na distribucijsku mrežu, kako niskonaponsku, tako i srednjenaponsku. Ključne tehničke tipizacije izrađene su od strane VDE/FNN (Forum Netztechnik/Netzbetrieb im Verband Deutscher Elektrotechniker), javno su objavljene i dostupne su uz naplatu.

Osnovni dokument koji propisuje kako tehničke karakteristike priključenja korisnika mreže na NN distribucijsku mrežu tako i pravila koja važe tijekom postupka priključenja je:

- Tehnički uvjeti priključenja na NN – Technische Anschlussbedingungen TAB 2007. für den Anschluss an das Niederspannungsnetz, sa revidiranim izdanjem 2011., donesen od strane BDEW Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft e.V.

Uz njih posebno su obrađene Tehničke smjernice za priključenje elektrana na NN. Također su detaljno razrađene Tehničke smjernice za pojedinu opremu i postrojenja vezana uz priključke, kao npr. priključni i mjerni ormari, prenaponska zaštita NN i SN priključaka, sustavi pomoćnog napajanja, sustavi skladištenja energije i slično.

Tehnički uvjeti priključenja na NN (TAB 2007 rev. 2011) organizirani su u sljedeća poglavlja:

- Opis priključka, sa detaljima o načinu priključenja, karakteristikama vanjskog i unutrašnjeg dijela priključka. Mogući su i podzemni i nadzemni priključci, u pravilu se izvode trofazni priključci, jednofazni samo za manje snage do 4,6 kW. Što se tiče ormara, propisane su kote na zidu objekta unutar kojih se ormari moraju nalaziti – izvođači instalacije ugrađuju ormare, izvode unutrašnji dio priključka, dok se vanjski priključak izvodi u koordinaciji sa nadležnim Operatorom.
- Postupak priključenja, razrađuje poslove projektiranja i pripreme instalacije i priključka, uključujući proračun vršne snage, zaštite, pada napona, opreme u ormaru i slično.
- Uvjeti na mjerenje, smještaj ormara, izvedbe mjerenja, daljinska komunikacija, uvjeti na rastavne naprave od brojila prema instalaciji korisnika.
- Električni razdjel u objektu i njegova zaštita.
- Uvjeti na napajanje karakterističnih električnih uređaja u smislu procjene i eliminiranja negativnih povratnih utjecaja na mrežu.
- Uvjeti na privremeni priključak.
- Izbor sustava zaštite na priključku i instalaciji korisnika (TN ili TT, ovisno o propisanim odredbama nadležnih operatora).
- Priključenje elektrana – dane su samo poveznice na druge upute i smjernice koje obrađuju ovo područje.
- Dodaci, od kojih je posebno zanimljiv i kvalitetno obrađen abecedno složen popis korištenih pojmova, sa poveznicama prema normama i tipizacijama koje ih detaljno obrađuju.

Uz ovaj TAB 2007, objavljena je i dopunjena/proširena verzija sa dodatnim uputama iz 2015. godine sa tehničkim pojašnjenjima, tabličnim i grafičkim priložima pojedinih detalja. Jednako tako, svaki operator distribucijskog sustava u Njemačkoj može uz osnovni tekst TAB-a 2007 dodati i svoje specifične tehničke zahtjeve i objaviti ih na svojim mrežnim stranicama. Tu su posebno zanimljivi predlošci Checklista za npr. provjeru zadovoljenja svih uvjeta u postupku priključenja, zadovoljenja minimalnih uvjeta i kontrole mjerne opreme prije priključenja, ili kontrole zadovoljenja uvjeta privremenog priključka.

Kako je gore spomenuto, detaljni zahtjevi na pojedinu opremu za izvođenje priključaka dani su u tipizacijama VDE/FNN, koje se mogu preuzeti uz naplatu, kao npr. VDE-AR-N 4101 Zahtjevi na mjerna mjesta, VDE-AR-N 4102 Priključni ormari na otvorenom, VDE-AR-N 4105 Priključenje elektrana na NN, uz još niz drugih.

Dodatni dokumenti (Richtlinie – upute) vezani uz određene tehničke detalje vezane uz niskonaponske priključke mogu se pronaći u biblioteci VDN-a (Verband der Netzbetreiber e.V. beim VDEW) dostupnoj na internetu, kao što su: VDN-Richtlinie-Ortsfeste-Anschluss 62004 (Upute - priključni ormari, 2004.), VDN-Richtlinie-Notstromaggregat 82004 (Upute – pomoćno napajanje, 2004.), VDN-Richtlinie-Uberspannungs 82004 (Upute – prenaponska zaštita priključaka, 2004.).

2.2. Irska

Analizirana je dokumentacija dostupna na mrežnoj stranici jedinog operatora distribucijskog sustava u Republici Irskoj, ESB Networks. Dostupni dokumenti koji sa tehničke strane obrađuju temu uvjeta priključenja i izvedbe priključaka su opisani su u nastavku.

National code of practice for Customer Interface (Nacionalna pravila na sučelju s korisnikom mreže) na jednom mjestu detaljnije opisuju i propisuju postupke i načine priključenja kupaca na NN i SN mrežu, s tim da je obrada kupaca na SN jednostavnija, sa poveznicama na druge dokumente koji ovo područje detaljnije obrađuju. Također su obrađena i mjerna mjesta, sa skicama i shemama. Ovaj dokument pisan je za sve sudionike u postupku priključenja (operator, korisnik, izvođač instalacije i priključka) u formi „kuharice“ gdje na jednostavan i svima jasan način propisuje pravila i osnovne tehničke zahtjeve. U Irskoj izvođač radova na instalaciji korisnika priprema i unutrašnji priključak i priključno mjerno

ormar, pa su u tom smislu dane upute za ove poslove. Osnovni dijelovi (dokument nije organiziran po poglavljima) ovog dokumenta su:

- Uvjeti na vanjski priključno mjerni ormar, sa rasporedom priključne i mjerne opreme u ormaru, kako bi raspored bio jednoobrazan za potrebe budućeg razvoja opreme, dogradnje, komunikacije i sl. Posebna se pozornost posvećuje stalnoj dostupnosti mjerne opreme, pa je tako izričito propisan smještaj ormara individualnih objekata na stalno dostupnom mjestu prije ulaznih vrata ili kapije. Za slučaj višestambenih objekata sa mjernim ormarom unutar zgrade, propisan je tzv. „Key Safe“ – manji ormarić za smještaj ključa ulaznih vrata koji se otključava tipskim ključem operatora. PEN vodič ne prolazi kroz izravno brojilo već se spaja izravno na odlazne kontakte. Kod svih korisnika ugrađuje se u ormaru iza brojila rastavna naprava.
- Generalne dimenzije ormara za razne vrste mjerne opreme i kategorije korisnika.
- Vrste i načini smještaja priključne opreme za razne snage priključaka.
- Uvjeti i smještaj priključka za hitne potrebe (protupožarne, i sl.) u višestambenim objektima.
- Privremeni priključci, posebne vrste priključaka (benzinske postaje, poljoprivredni posjedi, udaljeni objekti, javna rasvjeta).
- Uvjeti na pomoćne izvore napajanja.
- Izvedbe priključaka bez mjerenja, za npr. manju javnu rasvjetu, nadzorne kamere, reklame i sl.
- Uvjeti za priključenje na SN, sa okvirnim jednopolnim shemama i poveznicama na druge dokumente.
- Tropolne sheme mjernih mjesta, sa upravljanom potrošnjom, sa i bez dodatnog brojila.
- Sustav zaštite – TN-C-S.

Detalji vezani uz vanjske priključke na NNM nisu obrađeni ovim dokumentom, osim jedne skice podzemnog priključka na stup NNM.

Granica izravnog i poluizravnog mjerenja je 80 A (izuzetno 100 A). Kao i u Njemačkoj, propisan je rastavni uređaj na odlasku iz brojila prema razdjelnici korisnika, koji je smješten u priključno mjernom ormaru, za sve korisnike.

U ovim uputama jednoznačno je bojama određeno što je obaveza ugradnje korisnika (npr. ormar), a što je obaveza operatora (npr. ugradnja mjernih uređaja).

Conditions Governing Connection to the Distribution System: Connections at MV and 38kV; Embedded Generators at LV, MV and 38kV tablično obrađuje tehničke uvjete na priključnu, rasklopnu, mjernu i zaštitnu opremu u susretnim postrojenjima, sa jednostavnim jednopolnim shemama interpolacije elektrana u distribucijsku mrežu, te jednopolnim shemama susretnih postrojenja sa naznačenim nadležnostima operatora i korisnika.

2.3. Slovenija

U privitku Mrežnih pravila (SONDO) nalaze se osnovni dokumenti tipizacije priključaka i mjernih mjesta. Uz ove dokumente, pojedine Elektre (5 na području Slovenije) objavljuju svoje tehničke smjernice koje dodatno propisuju opremu korištenu za priključenja (npr. Elektro Ljubljana sa javno objavljenim smjernicama za priključne, mjerne i razdjelne ormare).

Tipizacija priključaka krajnjih korisnika sažet je dokument, kojem je osnovna namjena razrada svim mogućih načina priključenja na NN i SN. Od tehničkih podataka, zastupljene su samo propisane vrste priključnih kabela i vodiča. Tako su temeljem podjele na pet osnovnih grupa gradnje i namjene objekata korisnika (individualni, skupni individualni, višekatni, poduzetništvo NN i poduzetništvo SN) definirane moguće tipske izvedbe priključaka. Ovaj dokument može poslužiti kao jedan od oglednih primjera jednostavne i razvidne izrade Popisa tipskih priključaka, i kao jedan od temelja za internu tipizaciju priključaka. Sam dokument organiziran je u nekoliko glavnih poglavlja:

- NN priključci, gdje su propisani vodiči podzemnih priključaka od 35 mm² do 240 mm², osnovno u izvedbi Al, a po potrebi može i Cu. Za nadzemne priključke, koje dozvoljavaju u iznimnim slučajevima, propisani su SKS 35 i 70 mm², a samo u iznimnim slučajevima zbog statičkih problema dozvoljeni su presjeci vodiča od 16 mm².

- SN priključci, gdje su također propisane vrste i presjeci podzemnih priključaka od 70 do 150 mm², ovisno o području i priključnoj snazi, kao i vrste nadzemnih priključaka u ruralnim područjima.
- Izbor tipskog priključka temeljem vrste korisnika i izvedbe mreže. U ovim shemama naznačene su granice priključka i mreže, te je definirano priključno mjesto i mjesto preuzimanja/predaje. Također su obrađene i sve vrste razdjelnih, priključnih i mjernih ormara kao i njihovih kombinacija.
- Određivanje složenosti priključka. Višekratne odnosno zajedničke građevine razdvojene su u dvije grupe, do 6 OMM-a i preko 6 OMM-a.
- Prenaponska zaštita priključka.

Tipizacija mjernih mjesta potpuni je dokument interne tipizacije, sa definiranim svim detaljima kod planiranja, projektiranja, izgradnje i održavanja mjernog mjesta. U potpunosti je usporediv sa Tehničkim uvjetima za OMM HEP-ODS-a..

Upute za procjenu povratnog utjecaja razrađen su dokument sa primjerima za provedbu. Materija je u skladnosti sa odredbama iz njemačkih uvjeta priključenja na NN i SN. Kod nas bi mjesto za obradu ove problematike bilo u Mrežnim pravilima (osnovne postavke), te novom dokumentu definiranom kao privitak Mrežnim pravilima: *Smjernice za procjenu utjecaja postrojenja i instalacije korisnika mreže na distribucijsku mrežu*.

Upute za priključenje i pogon elektrana instalirane snage do 10 MW dokument je koji se poziva na Tipizaciju priključaka i Tipizaciju mjernih mjesta, sa razrađenim tipskim shemama priključenja i mjerenja ovisno o vrsti i snazi elektrane, te uvjetima na zaštitu na mjestu odvajanja i kvalitetu na mjestu priključenja.

Tehničke smjernice za priključne i razdjelne elektro ormare s opremom dokument su interne tipizacije Elektro Ljubljane, gdje su propisani uvjeti za dvije osnovne grupe ormara:

- Ugradni ormari, sa osnovnim tipovima priključnih i priključno mjernih ormara, sa opremom.
- Slobodnostojeći priključni, mjerni i razdjelni ormari, sa opremom.

Propisani su uvjeti na dimenzije ormara, materijal za izradu ormara, unutarinja oprema, preuzimanje i ispitivanje, potrebnu dokumentaciju i skladištenje. Dani su i grafički prilozi svih namjena ormara u vidu skice ormara sa dispozicijom ugrađene opreme i jednopolne sheme.

2.4. Bosna i Hercegovina (EP HZHB)

Na mrežnim stranicama ovog operatora javno su dostupna četiri dokumenta vezani uz tipizaciju priključaka, koji opisuju pravila za priključenje, priključke individualnih i višekratnih objekata te mjerna mjesta. Nema dostupnih dokumenata koji propisuju priključke elektrana.

Pravilnik o priključcima sukladan je dokumentu Pravila o priključenju HEP-ODS-a, a propisuje postupak prilikom priključenja i ima samo osnovne dodirne točke sa tipizacijom priključaka.

Tehničke preporuke za izvođenje priključaka individualnih objekata vrlo su slične postojećim Tehničkim uvjetima za priključak individualnih građevina HEP-ODS-a, djelomično modernizirane obzirom na protek godina. U velikoj mjeri je umrežen sa odredbama Pravilnika o mjernom mjestu krajnjeg kupca/proizvođača. Struktura dokumenta ista je kao i u Tehničkim uvjetima za priključak individualnih građevina HEP-ODS-a. Nekoliko specifičnosti navedeno je u nastavku:

- Mjerni ormar može se postaviti i na stup NNM, sa odlaznim podzemnim ili nadzemnim glavnim vodovima prema objektu. Slična odredba je i u Srbiji, zbog problema sa neovlaštenom potrošnjom.
- Limitator se može ugraditi i u mjerni ormar, uz kontrolna vratašca na vratima ormara zbog pristupa kupca limitatoru.
- Spoj priključnog PEN (N) vodiča na NNM obavezno se izvodi kompresijskom odvojnomo stezaljkom. (U Srbiji sa dvije vijčane odvojne stezaljke).
- Kod fasadnih priključno mjernih ormara dozvoljen je priključak „ulaz-izlaz“, dok je npr. u Sloveniji to omogućeno samo kod priključenja niza novih skupno izgrađenih individualni objekata, kada se planski gradi i NN podzemna mreža.

Tehničke preporuke za izvođenje priključaka višekratnih objekata također je evoluirana inačica važećih Tehničkih uvjeta za priključak višestambenih građevina HEP-ODS-a, s tim da neke dijelove detaljnije obrađuje, kao npr. vrste ormara, a spominje se i lokalno umrežavanje brojila zajednički smještenih u ormare, što je kod nas obrađeno u Tehničkim uvjetima na OMM. Također je primjetna velika umreženost sa Pravilnikom o mjernom mjestu krajnjeg kupca/proizvođača, dok je struktura dokumenta ista kao i u Tehničkim uvjetima za priključak višestambenih građevina HEP-ODS-a. Nekoliko specifičnosti navedeno je u nastavku:

- Uz klasičnu izvedbu ormara za zajednički smještaj brojila, obrađeni su i modularni panelni moduli, kojima se dobiva potrebna veličina prostora za brojila.
- Propisana je izvedba sa glavnim mjernim ormarom ili panelnim modulima u prizemlju za objekte do 5 katova, odnosno etažnim mjernim ormarom ili panelnim modulom za objekte preko 5 katova.
- Definirano je protupožarno priključenje zajedničke potrošnje prije glavih osigurača/prekidača, za potrebe osiguranja električne energije u izvanrednim situacijama.

Pravilnik o mjernom mjestu krajnjeg kupca/proizvođača dokument je niže razine razrade od važećih Tehničkih uvjeta na OMM HEP-ODS-a. Nisu razrađeni mjerni slogovi, kao ni sheme svih mogućih izvedbi mjernog mjesta. Zanimljivo je da su propisana SN mjerna mjesta na dalekovodnim stupovima, za obračun „prima-daje“ i kao kontrolna mjerenja SN priključenih korisnika mreže.

2.5. Srbija

Na mrežnim stranicama Direkcije za distribuciju Elektroprivrede Srbije javno su objavljeni interni standardi u vidu Tehničkih preporuka, od kojih se preporuke broj 13 i 16 odnose na područje priključenja na distribucijsku mrežu. Tehničke preporuke 13 obrađuju priključke kupaca na NN i zajednički obrađuju priključke individualnih i višestambenih objekata, dok Tehnička preporuka 16 obrađuje priključenje elektrana na distribucijsku mrežu. U sklopu Tehničke preporuke broj 13 obrađena su i mjerna mjesta sa skicama i shemama.

Tehnička preporuka br.13 sastoji se od sljedećih glavnih poglavlja:

- Uvjeti na projektiranje i izvođenje priključaka, sa detaljnim prikazom izračuna faktora istodobnosti i vršnog opterećenja priključka sa primjerima, proračuna pada napona na priključku i instalaciji. Ovakav pristup na tragu je njemačkog TAB 2007, koji također, ne tako detaljno, propisuje ovo područje.
- Izvođenje nadzemnog priključka, koje ima velike sličnosti s uvjetima HEP-ODS-a.
- Izvođenje podzemnog priključka, sa definiranim razlozima za odabir podzemnog priključka, sa propisanom izvedbom KPK – kućne priključne kutije. U ovim tehničkim preporukama nije se toliko inzistiralo na stalnoj dostupnosti mjernog mjesta, što je potaklo kasnije donošenje preporuke 13a koja prvenstveno obrađuje izmješteno mjerno mjesto.
- Mjerno razvodni ormari, sa podjelom njihovog prostora na tri dijela: donji priključni, srednji mjerni i gornji razvodni. Limitator se ugrađuje u donji priključni dio prije brojila, a u gornjem razvodnom dijelu mogu se ugraditi zaštitni uređaji kupca kao npr. strujne diferencijalne zaštitne sklopke. Na ovaj način, upitan je pristup kupca do ovih uređaja, a i narušena je sigurnost mjernog mjesta od neovlaštenog pristupa. Propisane su dubine ugradnih ormara, ostale dvije dimenzije ovise o broju mjernih mjesta i mogu se modularno slagati i proširivati.
- Montažne table (ploče za brojila, MTU, US).
- Upravljanje tarifama i opterećenjem, pri čemu je upravljanje opterećenjem detaljno razrađeno, a razlikuju se dva osnovna principa: upravljanje uređajima za grijanje vode preko istog brojila te upravljanje uređajima za grijanje prostora preko posebnog brojila upravljane potrošnje. Sličan način opisan je i u irskim dokumentima. U ovom poglavlju dane su i tropolne sheme mjernog mjesta za sve ove slučajeve.
- Manja poglavlja koja obrađuju specifične priključke: zajednička potrošnja, protupožarni priključak u višestambenim zgradama, privremeni gradilišni priključak, pokretni manji poslovno uslužni kiosci, priključak jačih trošila kao npr. veći elektromotori i uređaji za varenje, rezervno napajanje, semafori, objekti na vodi.

- Zaštita priključaka i električnih instalacija, gdje je u velikoj mjeri obrađena zaštita instalacije kupca, vjerojatno jer je početak instalacije kupca u razvodnom dijelu ormara MRO (mjerno razvodni ormar).
- Osnovne karakteristike opreme i uređaja.
- Dokumentacija i tijek postupka priključenja.

U dodacima 1 i 2 ove preporuke propisani su tehnički uvjeti za ograničavala snage te kabelsku priključnu kutiju i kabelski priključni razvodni ormar. Zaključno, ova Tehnička preporuka br. 13 mješavina je uvjeta za priključenje individualnih i višestambenih objekata te uvjeta na mjerna mjesta.

Tehnička preporuka br. 13a donesena je kasnije, a osnovna namjena je propisivanje uvjeta na izmještanje mjernih mjesta na granicu javne i privatne površine odnosno u javnu površinu, zbog smanjenja netehničkih gubitaka. Razlikuje IMO – izdvojeni mjerni ormar u javnoj površini i MRO – mjerni razvodni ormar na granici. Uz nove i rekonstruirane priključke, operator može i svojim planovima definirati sustavno izmještanje na ovaj način. Razdvojeno je vlasništvo i odgovornost, do IMO-a i MRO-a je operator, iza IMO-a i MRO-a kupac. IMO ima obilježja modularnosti za proširenje na susjedne priključke. IMO ima obilježja slobodnostojećeg ormara, a može se montirati uz stup i na stup nadzemne NN mreže, sa podzemnim i nadzemnim odlazom (kao u EP HZHB). Uključene su i odredbe o daljinskoj komunikaciji (AMR, daljinsko isključenje).

3. HRVATSKA

3.1. Pregled sadašnjeg stanja

Tehnički uvjeti za izvođenje kućnih priključaka individualnih objekata (Bilten 32) i Tehnički uvjeti za izvedbu priključaka u višekatnim stambenim objektima (Bilten 18) sadrže tri glavna poglavlja:

1. Uvodni dio sa definiranim područjem primjene i definicijama korištenih pojmova.
2. Poglavlje o tehničkim značajkama priključaka kao centralni dio ove interne tipizacije.
3. Prilozi sa slikama.

Dijelovi ovih Tehničkih uvjeta paralelno se obrađuju i u ostalim dokumentima HEP-ODS-a:

- Poglavlje o tehničkim značajkama priključaka. Dijelovi ovog poglavlja koji se propisuju i u drugima dokumentima uputa i internih tipizacija su:
 - o Podpoglavlje Tehnički uvjeti za izvođenje priključaka, koji propisuju proceduru priključenja, obrađuju se u Pravilima o priključenju. Ovo podpoglavlje podložno je promjenama podzakonskih akata koji propisuju uvjete priključenja.
 - o Podpoglavlje Vrste ormara, koji propisuju i mjerne ormare koji su obrađeni u Tehničkim uvjetima na OMM.
 - o Podpoglavlje koji opisuju brojila, upravljanje tarifama, limitatore, a koji su također obrađeni u Tehničkim uvjetima na OMM.
- Prilozi sa slikama, u kojima se skice mjernih ormara paralelno obrađuju u Tehničkim uvjetima na OMM

Kako se radi o internoj tipizaciji staroj 25 godina, neophodno je provesti ažuriranje uvažavajući napredak tehnologije, promjenu propisa koji uređuju ovo područje, a uvažavajući vlastita iskustva, kao i iskustva ostalih operatora u okruženju i u EU. Opravdano je objediniti ova dva dokumenta u jedan, koji bi propisivao uvjete priključenja svih kupaca na NN, te proširiti i na uvjete priključenja proizvođača i kupaca sa vlastitom proizvodnjom na NN, samo u dijelu izvedbe priključaka.

Tehnički uvjeti za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP-ODS-a (bilten 246) dokument je interne tipizacije ODS-a novijeg datuma, sa kvalitetno i detaljno obrađenim sadržajem. Kao takav, na razini je tipizacije mjernih mjesta drugih operatora. Uvažavajući razvoj mjerne i komunikacijske tehnologije, te elektrana priključenih na distribucijsku mrežu, potrebno ga je ažurirati i prilagoditi današnjem stanju tehnologije. Ovaj dokument se u svojim dijelovima isprepliće sa tipizacijama priključaka na NN, kako je gore navedeno, stoga je važno odrediti koji će se dijelovi obrađivati u kojoj tipizaciji.

3.2. Prijedlog ažuriranja i primjene iskustava drugih operatora

Prvi korak je odluka o opsegu područja koji će se obrađivati novim dokumentom interne tipizacije niskonaponskih priključaka. Područja koja obrađuju priključke ili su usko vezana uz njih su:

- Tehnički uvjeti na priključke korisnika mreže na NN,
- Tehnički uvjeti na mjerna mjesta korisnika mreže (NN i SN),
- Uvjeti na priključenje elektrana na NN.

Ovisno o analiziranim materijalima iz promatranih država, vidljivo je da su različiti pristupi u određivanjima opsega pojedinog dokumenta. U Njemačkoj se svako navedeno područje obrađuje posebnim dokumentom, s tim da postoje i dodatni dokumenti za npr. ormare, prenaponsku zaštitu, sustave pomoćnog napajanja i sl. U Sloveniji su svi priključci (NN i SN) obrađeni jednim dokumentom, kao i uvjeti na priključenje elektrana. U Srbiji su svi priključci i mjerna mjesta u jednom dokumentu, a u drugom sve elektrane.

Svako se od ova tri područja obrađuje posebnim dokumentom, s tim da bi Tehnički uvjeti na niskonaponske priključke i Tehnički uvjeti na mjerna mjesta korisnika mreže bili u formi interne tipizacije, dok bi Uvjeti na priključenje elektrana na NN definirali sve pogonske i zaštitne uvjete na sučelju elektrane i niskonaponske mreže, kao svojevrsna nadogradnja na internu tipizaciju niskonaponskih priključaka.

Također se određuje koja područja iz prethodnih tipizacija niskonaponskih priključaka ne bi trebala biti u novoj tipizaciji. Prvenstveno su to dijelovi sa uputama za postupanje u tijeku pripreme i izgradnje priključaka, budući će one biti sastavni dio Pravila o priključenju, a i podložne su promjenama zakonske i podzakonske regulative. Također treba razriješiti pitanje obrade mjernih ormara (priključno mjernih) kao i mjerne opreme, jer su oni sastavni dio Tehničkih uvjeta na OMM.

Iz analize svih navedenih dokumenata iz nekoliko država okruženja i EU, razvidno je da se dokumentacija vezana uz priključke može razdvojiti na dvije razine:

- Upute o postupanju tijekom planiranja, pripreme i izgradnje priključka, kao i osnovna razina tehničkih informacija o priključcima, koja se javno objavljuje,
- Detaljni tehnički dokumenti interne tipizacije, koji se mogu i ne moraju javno objaviti, ovisno koju državu promatramo.

Temeljem svega iznesenog, novi *Tehnički uvjeti za niskonaponske priključke korisnika mreže*, kao dokument interne tipizacije, sastojat će se od sljedećih poglavlja i podpoglavlja:

- Opće odredbe, sa uvodnim dijelom i područjem primjene
- Objašnjenje upotrijebljenih tehničkih pojmova i kratica, sa prijedlogom da se uz svaku postavi podatak iz koje norme, tipizacije i sličnog akta je preuzeta tj. gdje je detaljno objašnjena (kao u njemačkim dokumentima)
- Upute za izbor tipskog priključka (veza na Pravila o priključenju)
 - o Ovisno o vrsti i broju korisnika, priključnim snagama
 - o Ovisno o izvedbi i stanju mreže na području priključka
 - o Skice svih mogućih vrsta priključaka prema kombinacijama prve dvije točke
- Tehnički zahtjevi na priključke
 - o NN priključci individualnih objekata – sa detaljnom razradom opreme koja se ugrađuje, osim ormara
 - Za sve previđene izvedbe priključka prema prethodnom poglavlju
 - o NN priključci višekratnih objekata - sa detaljnom razradom opreme koja se ugrađuje, osim ormara
 - Za sve previđene izvedbe priključka prema prethodnom poglavlju
 - o Ostali NN priključci (privremeni, gradilišni, JR,...)
 - o NN priključci elektrana – kratki opis, veza prema *Uvjetima za priključenje elektrana na NN*
 - o Zahtjevi na glavne vodove – komunikacija brojala prema korisniku
- Tehnički zahtjevi na ormare i opremu u ormarima
 - o Mrežni razdjelni ormari na mjestu priključenja na mrežu
 - o Priključni ormari objekta

- Priključno mjerni i mjerni ormari - kraći prikaz i veza prema *Tehničkim uvjetima na mjerna mjesta korisnika mreže*
- Mjere zaštite priključka i osiguranja kvalitete napona
 - Zaštita od električnog udara – razrada TN i TT sustava
 - Zaštita od KS i preopterećenja (sa obrađenim proračunom faktora istodobnosti i vršnog opterećenja, te pada napona i gubitaka za objekte sa više MM)
 - Zaštita od prenapona
 - Zaštita od toplinskog djelovanja
 - Zaštita od vanjskih utjecaja
 - Zaštita od negativnih povratnih utjecaja – ukratko, veza na nove smjernice
- Uvjeti osiguranja kvalitete
 - Uvjeti na kvalitetu opreme
 - Uvjeti na kvalitetu radova
- Prilozi
 - Popis slika i tablica
 - Slike i tablice u formi priloga

Uvažavajući iskustva drugih operatora distribucijskih sustava, kao i višegodišnja iskustva u izgradnji niskonaponskih priključaka u distribucijskoj mreži HEP-ODS-a, priključke korisnika mreže na niskom naponu može se razdijeliti u tri osnovna dijela, čije međusobne kombinacije čine osnovu za izradu popisa tipiziranih niskonaponskih priključaka:

- mjesto priključenja kao početni dio priključka,
- priključak nadzemne ili podzemne izvedbe, ili kombinacije ovih dviju izvedbi,
- mjesto preuzimanja / predaje električne energije kao završni dio priključka.

Mjesto priključenja, ovisno o izvedbi niskonaponske mreže u području građevine korisnika mreže, izvedbi građevine i priključnoj snazi može biti postojeće ili novo uporište u nadzemnoj niskonaponskoj mreži, postojeći ili novi razdjelni ormar u podzemnoj niskonaponskoj mreži (slobodnostojeće, ugradne ili nadgradne izvedbe), te niskonaponski izvod ili dio NN razvoda u postojećoj ili novoj TS SN/NN.

Priključak, ovisno o izvedbi niskonaponske mreže u području građevine korisnika mreže, izvedbi građevine i priključnoj snazi može biti podzemne ili nadzemne izvedbe svih tipiziranih izvedbi i presjeka izabranih temeljem provedenih proračuna tijekom obrade zahtjeva. Sam priključak izravno povezuje mjesto priključenja i mjesto preuzimanja / predaje električne energije.

Mjesto preuzimanja / predaje električne energije nosi najviše mogućih izvedbi, ovisno o izvedbi, vrsti i namjeni građevine, broju mjernih mjesta te priključnim snagama mjernih mjesta. Kod individualnih stambenih, stambeno poslovnih ili poslovnih građevina mjesto preuzimanja / predaje električne energije redovno je u priključno mjernom ormaru ugradne izvedbe na pročelju građevine ili ogradnog zida ili slobodnostojeće izvedbe na granici privatne čestice korisnika mreže i javne čestice ili u javnoj čestici ili uz razdjelnu TS SN/NN, dok za priključke građevina veće priključne snage može biti i u NN razdjelu TS SN/NN. Vod većih građevina (višekatnih) sa većim brojem korisnika mreže, mjesta preuzimanja / predaje mogu se nalaziti u priključno mjernima ormarima (centralnim ili glavnim), centralnim mjernim ormarima (za cijelu građevinu), glavnim mjernim ormarima (za prizemni dio građevine) te etažnim mjernim ormarima (za katove ili dijelove građevine). Priključno-centralni, priključno-glavni, centralni i glavni ormari mogu biti samostojeće, nadgradne i ugradne, etažni ormari mogu biti ugradne izvedbe. Moguća je modularna izvedba ovih ormara, ovisno o broju mjernih mjesta, kako bi se projektantima omogućilo optimiranje potrebnog prostora za ugradnju sve neophodne priključne, mjerne i razdjelne opreme.

Objedinjavanjem internih tipizacija niskonaponskih individualnih i većih građevina briše se prethodno uvedena stroga granica među njima i omogućuje se projektantima veći izbor u projektiranju smještaja mjernih mjesta srednje velikih građevina, ovisno o izvedbama vanjskih pročelja i zajedničkih prostora građevina.

Moguća je i izvedba niskonaponskog priključka individualnih građevina sa zajedničkim smještajem mjesta priključenja i mjesta preuzimanja / predaje električne energije u podzemnim niskonaponskim mrežama, preko dvodijelnih (višedijelnih) ormara sa mrežnim razdjelnim dijelom niskonaponskih dolaza i odlaza te priključno mjernim dijelom. Ovakvi višedijelni ormari mogu biti slobodnostojeće, ugradne ili nadgradne izvedbe.

Odlazi iz mjernih ormara niskonaponskih priključaka prema razdjelnim ormarima korisnika mreže odnosno glavni vodovi korisnika mreže sastoje se od energetske vode i komunikacijske vode, kako bi se omogućila komunikacija uređaja korisnika sa brojilom iz dva razloga:

- veze tipkala za deblokadu na razdjelnici kupca sa isklopnim uređajem na brojilu, kada se ograničenje snage provodi putem brojila,
- komunikacije naprednih uređaja kupca sa naprednim brojilom, u svrhu preuzimanja informacija o trenutnom opterećenju i potrošnji, te upravljanja potrošnjom.

4. ZAKLJUČAK

Priprema i izrada novog dokumenta interne tipizacije niskonaponskih priključaka u distribucijskoj mreži HEP-ODS-a temelji se na sustavnoj analizi vlastitih i tuđih iskustava u prethodnom razdoblju te napretku tehnologije, prvenstveno sastavnica naprednih mreža kao što su distribuirana proizvodnja priključena na niskonaponsku mrežu te napredna brojila.

Iskustva usporedivih operatora distribucijskih sustava u okruženju pomažu u izboru područja za obradu i organizaciji samog dokumenta te njegovom sadržaju, kako bi se obuhvatili svi neophodni tehnički detalji koje je važno propisati, sve u smislu jednoobraznog pristupa problematici sučelja niskonaponske distribucijske mreže i priključenih korisnika mreže.

Niskonaponski priključci i mjerna mjesta mogući su izvor problema za operatore, kako u pogledu otvorenih mogućnosti za neovlaštenu potrošnju električne energije, tako i za značajan kumulativni utjecaj trošila korisnika mreže na narušavanje kvalitete opskrbe električnom energijom. Stoga i nova interna tipizacija niskonaponskih priključaka ove moguće probleme pokušava smanjiti na najmanju moguću mjeru.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.vde.com/de/fnn/dokumente/>
- [2] https://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_NetzCodes-und-Richtlinien
- [3] <https://www.esbnetworks.ie/tns/publications>
- [4] <https://www.sodo.si/kdo-smo/zakonodaja/sondo>
- [5] <http://www.ephzhh.ba/kupci/dokumenti-2/>
- [6] <http://www.epsdistribucija.rs/index.php/zakonska-regulativa/interni-standardi>