

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR

**Razlike med nadzemnimi in podzemnimi
elektrovodi na praktičnem primeru
DV 20 kV Črešnjevci**

Kandidat: Damjan Stevanović

Vrsta študija: Izredni študij

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Vladimir Dragorajac, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Ivanka Marin, dipl. inž. grad.

Lektor: Nina Polanec, prof. slov.

Maribor, 2022

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani, Damjan Stevanović, sem avtor diplomskega dela z naslovom Razlike med nadzemnimi in podzemnimi elektro vodi na praktičnem primeru DV 20 kV Črešnjevci, Apače - Črnci, ki sem ga napisal pod mentorstvom Vladimirja Dragorajaca, univ. dipl. inž. grad..

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Lenart, september 2022

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem predavateljem, ki so me izobraževali in mi predajali znanje skozi celotno šolanje. Posebej se zahvaljujem mentorju g. Vladimirju Dragorajcu za mentorstvo pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi sodelavcem v podjetju Elektro Maribor d.d., posebej mentorici ge. Ivanki Marin ter Ervinu Slokanu za pomoč in podporo, nasvete in strokovno usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela.

POVZETEK

Cilj naše diplomske naloge je bilo predstaviti razlike med nadzemnimi in podzemnimi elektrovi na praktičnem primeru daljnovoda DV 20 kV Črešnjevci, ki je bil zaradi zahteve po povečanju obratovalne zanesljivosti in robustnosti v letu 2022 izveden kot kablovod KB 20 kV Črešnjevci.

Ugotoviti smo želeli, ali izvedba nadzemnega elektrovida predstavlja večji poseg v naravo kot izvedba podzemnega elektrovida, ali je izvedba nadzemnih elektrovidov cenejša od gradnje podzemnih elektrovidov, ali je izvedba nadzemnega elektrovida v času izvajanja del nevarnejša od izvedbe podzemnega elektrovida in ali podzemni elektrovid predstavlja za prebivalstvo in gospodarstvo višji nivo varnosti kot nadzemni elektrovid.

Domneve smo preverili na podlagi pregleda zakonodajnih zahtev za gradnjo, primerjave stroškov izgradnje iz projektne dokumentacije za izvedbo gradnje, pregleda zakonodajnih zahtev pri delu in statističnih podatkov o nezgodah pri delu in nevarnih dogodkih v elektrodistribucijskih podjetjih in pregleda tehničnih pogojev za gradnjo in statističnih podatkov o neprekinjenosti napajanja.

Postopkovno se novogradnja daljnovoda 20 kV ne razlikuje bistveno od novogradnje kablovoda 20 kV. Noben od njiju ni objekt z vplivi na okolje, za katerega bi bilo treba pred začetkom izvajanja posega v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja, izvesti presojo vplivov na okolje. V kolikor ne upoštevamo življenjske dobe, bi smeli zaključiti, da je izvedba daljnovoda 20 kV z betonskimi oporišči malenkostno cenejša od gradnje kablovoda 20 kV, ob upoštevanju življenjske dobe pa moramo zaključiti, da je izvedba daljnovoda 20 kV z betonskimi oporišči malenkostno dražja od gradnje kablovoda 20 kV. Ob spoštovanju in izvajanju ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu, do nevarnosti pri delu ne bi smelo priti ne pri izvedbi daljnovoda 20 kV, kot tudi ne pri izvedbi kablovoda 20 kV. Z vidika varnosti se s predpisi v osnovi zagotavlja enak nivo varnosti za prebivalstvo in gospodarstvo tako za daljnovode 20 kV kot tudi kablovode 20 kV, z vidika neprekinjenosti napajanja pa zaradi višje sile, tujih in lastnih vzrokov kablovodi 20 kV zagotavljajo bistveno višji nivo varnosti kot daljnovodi 20 kV.

Ključne besede: *gradbeništvo, rekonstrukcija, elektrovid, nadzemni elektrovid, podzemni elektrovid, daljnovod, kablovod, analiza cene gradbenih del*

ABSTRACT

Differences between overhead and underground power lines in the practical example of the DV 20 kV Črešnjevci

The aim of our thesis was to present the differences between overhead and underground power lines on the practical example of the DV 20 kV Črešnjevci transmission line, which, due to the requirement to increase operational reliability and robustness, was implemented as the KB 20 kV Črešnjevci cable line in 2022.

We wanted to find out whether the construction of an overhead power line represents a greater interference with nature than the construction of an underground power line, whether the construction of overhead power lines is cheaper than the construction of underground power lines, whether the construction of an overhead power line is more dangerous than the construction of an underground power line during the work, and whether the construction of an underground power line represents for the population and economy a higher level of safety than an overhead power line.

We verified the assumptions based on the review of legislative requirements for construction, comparison of construction costs from the project documentation for the implementation of construction, review of legislative requirements at work and statistical data on accidents at work and dangerous events in electricity distribution companies, and review of technical conditions for construction and statistical data on continuity power supply.

Procedurally, the new construction of a 20 kV transmission line does not differ significantly from the new construction of a 20 kV cable line. None of them is a facility with environmental impacts, for which an environmental impact assessment should be carried out before the start of the intervention in accordance with the regulations governing environmental protection. If we do not take into account the lifetime, we should conclude that the construction of a 20 kV transmission line with concrete supports is a little cheaper than the construction of a 20 kV cable line, but taking into account the life span, we must conclude that the construction of a 20 kV transmission line with concrete supports is a little more expensive than the construction of a cable line 20 kV. If the measures to ensure safety and health at work are observed and implemented, there should be no danger at work either during the construction of the 20 kV transmission line or during the construction of the 20 kV cable line. From the point of view of

safety, the regulations basically ensure the same level of safety for the population and the economy for both 20 kV transmission lines and 20 kV cable lines, and from the point of view of continuity of power supply, due to force majeure, external and internal causes, 20 kV cable lines provide a significantly higher level of safety than transmission lines 20 kV.

Keywords: *construction, reconstruction, power line, overhead power line, underground power line, power line, cable line, analysis of the price of construction works*

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	6
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	6
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	6
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	7
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	7
1.5	KROVNA TEMA	7
2	DELO V PROJEKTNi SKUPINI.....	9
3	IZHODIŠČE PRIMERJAVE.....	11
4	POGOJI ZA GRADNJO	14
5	STROŠEK IZVEDBE	21
5.1	STROŠEK IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV Z VODNIKI AL/Je 70/12 mm ²	21
5.2	STROŠEK IZGRADNJE KABLOVODA 20 kV Z ENOŽILNIMI KABLI AL 150 mm ²	23
5.3	STROŠKOVNA PRIMERJAVA IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV IN KABLOVODA 20 kV.....	26
6	VARNOST PRI IZVEDBI.....	30
6.1	DELAVCI PRI IZVEDBI DALJNOVODA 20 kV IN KABLOVODA 20 kV	30
6.2	VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU	30
6.2.1	<i>Katalog navodil za varno delo.....</i>	33
6.3	ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU NA ZAČASNIH IN PREMIČNIH GRADBIŠČIH	34
6.3.1	<i>Varnostna pravila za gradbenomontažna dela</i>	35
6.4	VARSTVO PRI DELU PRED NEVARNOSTJO ELEKTRIČNEGA TOKA	36
6.4.1	<i>Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih</i>	36
6.5	NEZGODE PRI DELU IN NEVARNI DOGODKI V EDP	37
7	OBRATOVALNA VARNOST	40
7.1	TEHNIČNI POGOJI ZA GRADNJO DALJNOVODA 20 kV	40
7.2	TEHNIČNI POGOJI ZA GRADNJO KABLOVODA 20 kV	41
7.3	SISTEMSKI OPRETER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	42
7.3.1	<i>Tipizacija elektrodistribucijskega sistema.....</i>	43
7.4	GOSPODARSKOINTERESNO ZDRUŽENJE DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	45
7.4.1	<i>Tehnične smernice gradnje omrežij.....</i>	46
7.5	NEPREKINJENOST NAPAJANJA	48
8	SKLEP	52
9	VIRI, LITERATURA.....	54
10	PRILOGE.....	58

KAZALO SLIK

SLIKA 3.1: SITUACIJA NADZEMNEGA ELEKTROVODA DV 20 kV ČREŠNJEVCI (D-531) V PROSTORU	11
SLIKA 3.2: NADZEMNI ELEKTROVOD DV 20 kV ČREŠNJEVCI (D-531)	12
SLIKA 4.1: DIAGRAM PRIDOBIVANJA GRADBENEGA DOVOLJENJA, PRIJAVE GRADNJE IN PRIDOBIVANJA UPORABNEGA DOVOLJENJA (INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE, 2020)	17
SLIKA 7.1: ANALIZA PREKINITEV IZVEN VPLIVA PODJETJA V LETU 2020 – TUJI VZROKI (AGENCIJA ZA ENERGIJO, 2021)	49
SLIKA 7.2: ANALIZA PREKINITEV IZVEN VPLIVA PODJETJA V LETU 2020 – VIŠJA SILA (AGENCIJA ZA ENERGIJO, 2021)	50
SLIKA 7.3: VEČLETNI TREND SAIDI V SLOVENIJI PO TIPIH IZVODOV ZA NENAČRTOVANE PREKINITVE (AGENCIJA ZA ENERGIJO, 2021)	50
SLIKA 7.4: VEČLETNI TREND SAIFI V SLOVENIJI PO TIPIH IZVODOV ZA NENAČRTOVANE PREKINITVE (AGENCIJA ZA ENERGIJO, 2021)	51

KAZALO TABEL

TABELA 3.1: OSNOVNI PODATKI DALJNOVODA DV 20 kV ČREŠNJEVCI (D-531)	11
TABELA 4.1: PREGLEDNICA ZAHTEV PO GRADBENEM ZAKONU ZA NOVOGRADNJO DALJNOVODA 20 kV IN KABLOVODA 20 kV	19
TABELA 5.1: STROŠKI IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV Z VODNIKI AL/Je 70/12 mm ² NA KILOMETER	22
TABELA 5.2: STROŠKI IZGRADNJE KABLOVODA 20 kV Z ENOŽILNIMI KABLI AL 150 mm ² NA KILOMETER	25
TABELA 5.3: ŽIVLJENJSKA DOBA OBRAVNAVANIH OBJEKTOV	27
TABELA 5.4: STROŠEK IZGRADNJE NA KILOMETER NA LETO OBRAVNAVANIH OBJEKTOV GLEDE NA NJUNO ŽIVLJENJSKO DOBO	28

KAZALO GRAFIKONOV

GRAFIKON 5.1: RAZMERJE MED STROŠKI IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV Z VODNIKI AL/Je 70/12 mm ²	23
GRAFIKON 5.2: RAZMERJE MED STROŠKI IZGRADNJE KABLOVODA 20 kV Z ENOŽILNIMI KABLI AL 150 mm ²	25
GRAFIKON 5.3: PRIMERJAVA STROŠKA IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV Z VODNIKI AL/Je 70/12 mm ² IN KABLOVODA 20 kV Z ENOŽILNIMI KABLI AL 150 mm ² NA KILOMETER	26
GRAFIKON 5.4: PRIMERJAVA STROŠKOV IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV Z VODNIKI AL/Je 70/12 mm ² IN KABLOVODA 20 kV Z ENOŽILNIMI KABLI AL 150 mm ² NA KILOMETER	27
GRAFIKON 5.5: PRIMERJAVA STROŠKA IZGRADNJE DALJNOVODA 20 kV Z VODNIKI AL/Je 70/12 mm ² IN KABLOVODA 20 kV Z ENOŽILNIMI KABLI AL 150 mm ² NA KILOMETER NA LETO GLEDE NA ŽIVLJENJSKO DOBO	28
GRAFIKON 6.1: VZROKI MEHANSKIH NEZGOD V LETIH 2019, 2020 IN 2021	38
GRAFIKON 6.2: VZROKI ELEKTRIČNIH NEZGOD V LETIH 2019, 2020 IN 2021	39

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Že desetletja je neprestana oskrba prebivalstva z električno energijo ključna. V zadnjem času se kot posledica globalizacije pojavljajo nove zahteve do električne energije. Tehnološki razvoj je na vseh področjih izjemno hiter in praviloma povezan s povečanim povpraševanjem po električni energiji (Toroš, 2013).

Prenos električne energije poteka preko elektroenergetskega omrežja, ki ga delimo na visoko, srednje in nizkonapetostno. Ker sta kvaliteta in zanesljivost vodilna atributa vsakega podjetja, je za vzpostavljanje elektroenergetskega omrežja ključno, da je tehnologija izgradnje najmodernejša ter ekološko usmerjena. Pri tem so ključni tudi čim nižji stroški izvedbe v povezavi z nizkimi stroški vzdrževanja omrežja.

V prvi vrsti je pri vzpostavitvi elektroenergetskega omrežja najpomembnejša varnost prebivalstva in zagotovitev minimalnega posega v ekosistem. V začetnem obdobju elektrifikacije na Slovenskem (konec 19. stoletja) je večina prebivalstva izražala strah predvsem pred drogovi za elektriko. Pozneje se je do sedemdesetih let prejšnjega stoletja ta strah minimiziral. Konec sedemdesetih let 20. stoletja se je začelo pojavljati vprašanje, kako daljnovodi vplivajo na ekološki prostor, še posebej na prebivalstvo (Zagomilšek, 2014).

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Pri prenosu električne energije preko daljnovodov pogosto prihaja do dilem, ali vzpostaviti nadzemni ali podzemni elektrovod. Odgovor na to vprašanje ni enoličen, zaradi česar bo ta prispevek poskusil predstaviti in analizirati prednosti enega in drugega način vzpostavitve elektroenergetskega omrežja.

Osnovne hipoteze te naloge se glasijo:

- H1 – Izvedba nadzemnega elektrovida predstavlja večji poseg v naravo kot izvedba podzemnega elektrovida,
- H2 – Izvedba nadzemnih elektrovidov je cenejša od gradnje podzemnih elektrovidov,
- H3 – Izvedba nadzemnega elektrovida je v času izvajanja del nevarnejša od izvedbe podzemnega elektrovida,

- H4 – Podzemni elektrovod predstavlja za prebivalstvo in gospodarstvo višji nivo varnosti kot nadzemni elektrovod.

1.3 Predpostavke in omejitve

V nalogi bodo uporabljeni podatki o izgradnji daljnovoda DV 20 kV Črešnjevc in nadomestnega kablovoda. Do teh dostopam kot zaposlen na Elektro Maribor d.d. Podatki ne predstavljajo poslovne skrivnosti, zaradi česar bodo predstavljeni v celoti.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Diplomsko delo je razdeljeno na deset poglavij. Prvo poglavje predstavlja uvod, ki mu sledi šest poglavij s tehnično vsebino, sklep, navedba virov in literature ter priloge.

V prvem poglavju je opisan problem, ki je predmet diplomske naloge in predstavitev strukture diplomske naloge. V drugem poglavju je opisano delo v projektni skupini. V tretjem poglavju je predstavljeno izhodišče primerjave med nadzemnimi in podzemnimi elektrovedi na praktičnem primeru nadzemnega elektrovida DV 20 kV Črešnjevc (d-531). V četrtem poglavju so predstavljeni pogoji za gradnjo daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV, ki so določeni z gradbenim zakonom. V petem poglavju je narejena stroškovna primerjava izgradnje daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV. V šestem poglavju je predstavljena varnost pri izvedbi daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV, ki je določena z zakonom o varnosti in zdravju pri delu ter nezgode pri delu in nevarni dogodki v elektrodistribucijskih podjetjih. V sedmem poglavju je predstavljena obratovalna varnost daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV z vidika tehničnih pogojev za gradnjo in neprekinjenosti napajanja. V osmem poglavju je podan povzetek diplomskega dela in sklep. V devetem poglavju so navedeni viri in literatura. V desetem poglavju so priloge.

1.5 Krovna tema

Krovna tema programa Gradbeništvo v šolskem letu 2021/2022 oziroma Pearson za Unit 22: Group Project je »**poklicna etika v gradbeništvu**«.

Različne vloge oseb, zaposlenih v gradbeni industriji, zahteva od posameznikov, da ravnajo z obzirom na to, kako njihovo delo vpliva na druge; to so vpliv na varnost in zdravje, ekonomski, trajnostni vplivi ali drugi dejavniki. Včasih lahko določena ravnanja ustvarijo napetost med

dejavniki, ki so ključni za varnost, kakovost in vrednost projekta. Zaradi tega moramo med svojim delom vzdrževati etične standarde, da lahko zagotovimo korist in dobrobit drugih.

Tema poklicna etika v gradbeništvu in z njo povezane tematike se sklicujejo na načine, kako lahko npr. geodeti usklajujejo potencialne napetosti, ki so včasih med seboj kontradiktorne in se pojavljajo pri izpolnjevanju zahtev strank ter predpisov.

Glede na krovno temo, poklicna etika v gradbeništvu, smo izbrali temo diplomske naloge – Razlike med nadzemnimi in podzemnimi elektrovi na praktičnem primeru daljnovoda DV 20 kV Črešnjevc. V diplomski nalogi smo si postavili raziskovalna vprašanja, s katerimi smo poskušali v celoti zajeti vse vidike izgradnje nadzemnega elektrovida (t. i. daljnovoda) 20 kV in podzemnega elektrovida (t. i. kablovida) 20 kV. Najprej smo si zastavili vprašanje, ali izvedba nadzemnega elektrovida predstavlja večji poseg v naravo kot izvedba podzemnega elektrovida in odgovor nanj poiskali s pregledom zakonodajnih zahtev za gradnjo. Nato smo si zastavili vprašanje, ali je izvedba nadzemnih elektrovidov cenejša od gradnje podzemnih elektrovidov in odgovor nanj poiskali s primerjavo stroškov izgradnje iz projektne dokumentacije za izvedbo gradnje. Na vprašanje, ali je izvedba nadzemnega elektrovida v času izvajanja del nevarnejša od izvedbe podzemnega elektrovida, smo si odgovorili s pregledom zakonodajnih zahtev pri delu in statističnih podatkov o nezgodah pri delu in nevarnih dogodkih v elektrodistribucijskih podjetjih. Na zadnje vprašanje, ali podzemni elektrovid predstavlja za prebivalstvo in gospodarstvo višji nivo varnosti kot nadzemni elektrovid, smo si odgovorili s pregledom tehničnih pogojev za gradnjo in statističnih podatkov o neprekinjenosti napajanja.

V končni fazi smo se na podlagi vseh zgoraj navedenih raziskovalnih vprašanj poskušali dokopati do odgovora, ali je za investitorja, gospodarstvo in prebivalstvo dandanes izgradnja kablovida 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² smotrnejša od izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm².

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

Učinkovita gradnja tima je ena izmed pomembnih nalog organizacije. Kljub temu da vemo, da na uspešnost tima vplivajo številni dejavniki, v literaturi veliko pozornosti posvečajo raznolikosti med člani tima in njihovim timskim vlogam. Poznavanje timskih vlog in njihovih značilnosti nam nudi vpogled v delovanje tima, daje nam osnovo za gradnjo učinkovitega tima ter smernice za načrtovanje dejavnosti teambuildinga (Zakrajšek, 2022).

Belbin je leta 1981 v svoji knjigi *Management teams: Why they succeed or fail*, predstavil svojo teorijo timskih vlog. V svoji knjigi je predpostavil, da mora biti za učinkovit tim izpolnjenih 5 pogojev:

- vsak član preko svoje funkcionalne in timske vloge prispeva k doseganju ciljev,
- med drugimi funkcionalnimi in timskimi vlogami je potrebno optimalno ravnovesje, odvisno od ciljev in nalog tima,
- učinkovitost tima je odvisna od obsega, do katerega člani pravilno prepoznajo in se prilagodijo prednostim,
- osebnostne značilnosti in duševne sposobnosti so podlaga za nekatere timske vloge ter omejujejo sposobnost za druge timske vloge,
- tim lahko najbolje razporedi svoje tehnične vire za zagotovitev uspešnosti le, kadar ima celoten obseg in ravnovesje med timskimi vlogami (Belbin, 1981; v: Fisher, Hunter in Macrosson, 2001).

Vsak član tima ima v timu dvojno vlogo: funkcionalno in timsko. Funkcionalna vloga se nanaša na strokovno znanje in izkušnje posameznika. Timsko vlogo pa je Belbin opredelil kot vedenjske vzorce, ki jih posameznik razvije v skupini in načine, s katerimi vstopa v interakcijo z ostalimi člani tima (Aritzeta, Swailes in Senior, 2007). Timska vloga opisuje, kako se posameznik prilega v tim, ne pa kakšno funkcijo ima v timu.

Belbin je opredelil devet timskih vlog (izvajalec, koordinator, spodbujevalec, inovator, raziskovalec virov, kritik, timski delavec, dovrševalec in strokovnjak).

Na podlagi poznavanja Belbinove tipologije lahko oblikujemo individualne profile ali profil tima. S pomočjo individualnega profila lahko določimo ustrezno vlogo posameznika v timu. Ta spoznanja lahko uporabimo za razporejanje kadrov ali karierno svetovanje. Poleg tega lahko

zmanjšamo razhajanja v samopercepciji in ocenami drugih. Individualni profil lahko uporabimo za svetovanje za bolj učinkovito rabo spretnosti znotraj tima ter nadgradimo učinkovitost tima. Pomemben pa je tudi za prepoznavanje potreb po treningu in razvoju.

Profil tima nam lahko služi kot osnova za načrtovanje teambuildinga za boljšo izrabo virov članov tima. Te informacije nam služijo za gradnjo tima. Identificiramo lahko pomanjkljivosti tima, informacije pa nam lahko služijo tudi za reševanje konfliktov in gradnjo odnosov znotraj tima.

Preden smo pričeli z izdelavo diplomskega dela, smo v prostorih Academie izvedli Belbinov popis tima in Myers-Briggsov test osebnosti. Različica Belbin testa je bila vzeta iz poglavja "Teambuilding", knjige The Industrial Society 1993, avtorjev Alistair Fraser in Suzanne Neville. Na podlagi rezultatov iz obeh testov smo nato bili razdeljeni v projektne skupine, v katerih smo skupinsko pripravljali diplomska dela.

Na uvodnem spletnem srečanju je vsak predstavil svojo zamisel in cilje diplomskega dela, naslov, hipoteze ter lastne praktične izkušnje. Predstavil sem temo in cilje svojega diplomskega dela, v katerem obravnavam primerjavo med nadzemnimi in podzemnimi elektrovodi. Na tedenskih srečanjih v skupini je bilo govora o diplomskih delih. Člani skupine so pokazali veliko znanja na področju gradbeništva, kar je seveda dodatno pripomoglo pri nastajanju diplomskega dela.

Podrobneje sta bili predstavljeni obe varianti elektrovodov, torej nadzemna in podzemna, komplet s potekom izvedbe, stroški in nevarnostmi med gradnjo ter vplivi na okolje in prebivalstvo med kasnejšim obratovanjem. Podrobneje so bili proučeni posegi v okolje in razmere za delo ter nevarnosti, na katere je potrebno polagati še posebno pozornost.

Pri primerjavi stroškov nadzemnega in podzemnega elektrovođa smo ugotovili, da je izvedba slednjega veliko dražja, pa tudi poseg v okolje je obsežnejši in zahtevnejši.

Ugotovili smo, da je kljub višjim stroškom izvedbe varianta podzemnega vođa boljša na dolgi rok, saj ne kazi izgleda okolja, je ugodnejša za vzdrževanje in predstavlja veliko manjši vpliv na prebivalstvo in sam ekološki sistem.

Delo v skupini se je izvajalo sistematično in organizirano, predvsem zato, ker je že na začetku bilo jasno razdeljeno. Pri reševanju težav se je izkazal predvsem skupinski pristop oziroma timsko delo. Naloge so bile odlično izpeljane. Vse se je nekoliko hitreje odvijalo zaradi prednosti dela preko spleta, torej povezovanje ljudi iz različnih lokacij.

3 IZHODIŠČE PRIMERJAVE

Za predstavitev razlik oziroma primerjavo med nadzemnimi in podzemnimi elektrovi na praktičnem primeru smo izbrali nadzemni elektrovi (t. i. daljnovod) DV 20 kV Črešnjevc (d-531), (Elektro Maribor d.d., 1991), ki je bil zaradi zahteve po povečanju obratovalne zanesljivosti in robustnosti v letu 2022 izveden kot podzemni elektrovi (t. i. kablovi) KB 20 kV Črešnjevc (Elektro Maribor d.d., 2020).

Daljnovod DV 20 kV Črešnjevc (d-531) je bil zgrajen leta 1992. Gre za eno-sistemski daljnovod, zgrajen iz betonskih drogovi, na katerih so nameščeni tokovodniki Al/Je 70/12 mm² oziroma 70-AL1/11-ST1A. Osnovne podatke daljnovoda prikazuje tabela 3.1, njegovo situacijo v prostoru (rdeče obarvana linija) in izgled pa slika 3.1 in slika 3.2.

Tabela 3.1: Osnovni podatki daljnovoda DV 20 kV Črešnjevc (d-531)

Naziv objekta:	DV 20 kV Črešnjevc (d-531)
Tip daljnovoda:	Eno-sistemski daljnovod zgrajen iz betonskih drogovi
Leto izgradnje:	1992
Lokacija:	K. o. Šratovci, k. o. Mele, k. o. Črešnjevc
Dolžina trase:	1906 m
Tokovodniki:	3 × Al/Je 70/12 mm ²
Natezna napetost:	9 daN/mm ²



Slika 3.1: Situacija nadzemnega elektrovi DV 20 kV Črešnjevc (d-531) v prostoru

Vir: Lastni vir



Slika 3.2: Nadzemni elektrovod DV 20 kV Črešnjevci (d-531)

Vir: Lastni vir

Osnovno izhodišče za predstavitev razlik oziroma primerjavo daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV predstavlja njuna prenosna zmogljivost, ki mora biti enaka. Le v tem primeru lahko trdimo, da sta daljnovod 20 kV in kablovod 20 kV medsebojno primerljiva.

Prenosna zmogljivost daljnovoda 20 kV je določena s trajno tokovno obremenljivostjo tokovodnikov. Za tokovodnike 70-AL1/11-ST1A znaša trajna tokovna obremenljivost 290 A (za hitrost vetra 0,6 m/s, temperaturo okolice 35 °C in temperaturo vrvi 80 °C) (SIST EN 50182:2002, 2003). Prenosna zmogljivost elektrovida je produkt nazivne napetosti in toka trifaznega sistema in za daljnovod 20 kV s tokovodniki Al/Je 70/12 mm² znaša:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 290 = 10,04 \text{ MVA}$$

kjer je:

U – obratovalna napetost elektrovida [V],

I – trajna tokovna obremenljivost tokovodnikov [A].

Glede na prikazano situacijo daljnovoda 20 kV v prostoru (podeželski tip izvoda) smemo sklepati, da bomo pri kablovodu 20 kV imeli opravka z enostavno traso z manjšim številom križanj. Kabli kablovoda 20 kV bodo v osnovi položeni neposredno v zemljo v ravnini, pri križanjih komunalnih vodov in ostale infrastrukture pa bo uporabljena zaščita kablov s cevmi.

Kablovod 20 kV, ki bo zagotavljal enako prenosno zmogljivost, mora biti zgrajen z enožilnimi energetskimi kabli tipa NA2XS(F)2Y 1×150 RM/25 12/20 kV, katerih nazivna tokovna obremenitev pri 20 °C v zemlji pri polaganju v ravnini v razmiku 7 cm znaša 352 A (SODO d.o.o., 2020), če predpostavimo standardne pogoje polaganja in korekcijski faktor 0,85 zaradi polaganja kablov v cevi pri križanjih komunalnih vodov in ostale infrastrukture (SODO d.o.o., 2020). Zdržni (dejanski) tok, ki ga kabel lahko prenaša brez posledic za izolacijo v pogojih polaganja v tem primeru znaša:

$$I_z = I_n \cdot f_d = 352 \cdot 0,85 = 299,2 \text{ A}$$

kjer je:

I_n – nazivna tokovna obremenitev kabla [A],

f_d – korekcijski faktor zaradi polaganja v cevi.

V tem primeru bo prenosna zmogljivost za kablovod 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² znašala:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 299,2 = 10,36 \text{ MVA}$$

in bo za približno 3 % večja od prenosne zmogljivosti daljnovoda 20 kV s tokovodniki Al/Je 70/12 mm².

Z daljnovodom 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² je ob predpostavljenih standardnih pogojih polaganja primerljiv kablovod 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² in bo kot tak predstavljal izhodišče za vse nadaljnje primerjave.

4 POGOJI ZA GRADNJO

Pogoje za graditev objektov in druga vprašanja, povezana z graditvijo objektov ureja Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 199/21, 2022). Namen tega zakona je zaščita javnega interesa pri graditvi objektov. Za javni interes se štejejo predvsem varnost objektov, spoštovanje načela enakih možnosti, varstvo okolja, ohranjanje narave, varstvo voda, varstvo kulturne dediščine, spodbujanje trajnostne gradnje, skladnost umeščanja objektov v prostor, arhitektura kot izraz kulture, evidentiranje, uporabnost, učinkovitost, kakovost objektov in njihova usklajenost z okoljem v njihovem celotnem življenjskem ciklu. Namen tega zakona se uresničuje s projektiranjem, dovoljevanjem, gradnjo, uporabo, vzdrževanjem in inšpekcijskim nadzorom. Objekti morajo biti skladni s prostorskimi izvedbenimi akti in predpisi o urejanju prostora, izpolnjevati morajo bistvene in druge zahteve ter biti evidentirani. Gradnjo je treba izvajati skladno z gradbenim dovoljenjem.

Objekt je s tlemi povezana stavba ali gradbeni inženirski objekt, narejen iz gradbenih proizvodov, proizvodov iz naravnih materialov, skupaj z vgrajenimi inštalacijami in tehnološkimi napravami, ki jih objekt potrebuje za svoje delovanje. Objekt je povezan s tlemi, če je temeljen ali s pomočjo gradbenih del povezan s tlemi na stalno določenem mestu in ga ni mogoče premakniti ali odstraniti brez škode za njegovo bistvo. Za objekt se štejeta tudi začasni objekt in grajeni objekt na drevesu, ki je namenjen opravljanju dejavnosti. Gradbeni inženirski objekt je objekt prometne infrastrukture, cevovod, elektronskokomunikacijsko omrežje in objekt energetske infrastrukture, industrijski gradbeni kompleks, športno igrišče in drugi gradbeni inženirski objekt. Gradbeni inženirski objekt so tudi utrjena površina, nasip in izkop, če se izvedejo z gradbenimi deli. Daljnovod 20 kV in kablovod 20 kV sta objekta energetske infrastrukture in kot taka gradbeno inženirska objekta.

Objekti morajo izpolnjevati bistvene zahteve glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti objekta ter druge zahteve. Bistvene zahteve za objekte so:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja,
- varnost pri uporabi,

- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo, ohranjanje toplote in raba obnovljivih virov energije,
- univerzalna graditev in uporaba objektov,
- trajnostna raba naravnih virov.

Bistvene zahteve podrobneje predpiše minister. Predpisi se lahko sklicujejo na standarde ali tehnične smernice oziroma določijo, da velja domneva skladnosti z zahtevami predpisa, če ustreza zahtevam v njem navedenih standardov ali tehničnih smernic. Druge zahteve podrobneje predpiše minister, v čigar delovno področje spada vrsta objektov ali druge zahteve.

Pravnomočno gradbeno dovoljenje in prijava začetka gradnje objekta sta pogoj za novogradnjo, rekonstrukcijo in spremembo namembnosti zahtevnega, manj zahtevnega in nezahtevnega objekta ter za odstranitev zahtevnega ali manj zahtevnega objekta, ki se dotika objekta na tuji sosednji nepremičnini ali je od njega oddaljen manj kot en meter.

Za začetek uporabe objekta, za katerega je predpisana pridobitev gradbenega dovoljenja, je treba imeti uporabno dovoljenje, razen za nezahtevni objekt. Objekte je treba uporabljati v skladu z gradbenim in uporabnim dovoljenjem.

Investitorjeve obveznosti so zlasti, da:

- pridobi vsa predpisana dovoljenja, poskrbi za vse potrebne zahteve, naročila in prijave ter dokumentacijo, določeno s tem zakonom,
- pri gradnji, za katero ni predpisano gradbeno dovoljenje po tem zakonu, zagotovi, da gradnja ni v nasprotju s prostorskim izvedbenim aktom, gradbenimi in drugimi predpisi ter pridobi mnenja oziroma soglasja ali druga dovoljenja, če je to določeno z drugimi predpisi,
- določi vodilnega pogodbenika in z vsemi drugimi pogodbeniki uredi obveznosti do vodilnega pogodbenika, če sklene pogodbo za projektiranje ali nadzor z več pogodbeniki,
- če je na gradbišču hkrati več izvajalcev, investitor izmed njih določi izvajalca, ki prevzame tudi naloge vodenja gradbišča,
- zagotovi, da se gradbišče ogradi, zavaruje in označi,
- v skladu z načeli projektnega vodenja lahko imenuje pravno ali fizično osebo za koordinacijo in realizacijo investicije (v nadaljnjem besedilu: vodja investicije),

- v času gradnje zagotovi redni dostop in spremljanje gradnje ter sodelovanje projektanta, ki je izdelal projektno dokumentacijo za izvedbo gradnje in projektanta, ki izdelava projektno dokumentacijo izvedenih del,
- po zaključeni gradnji poskrbi za evidentiranje objekta.

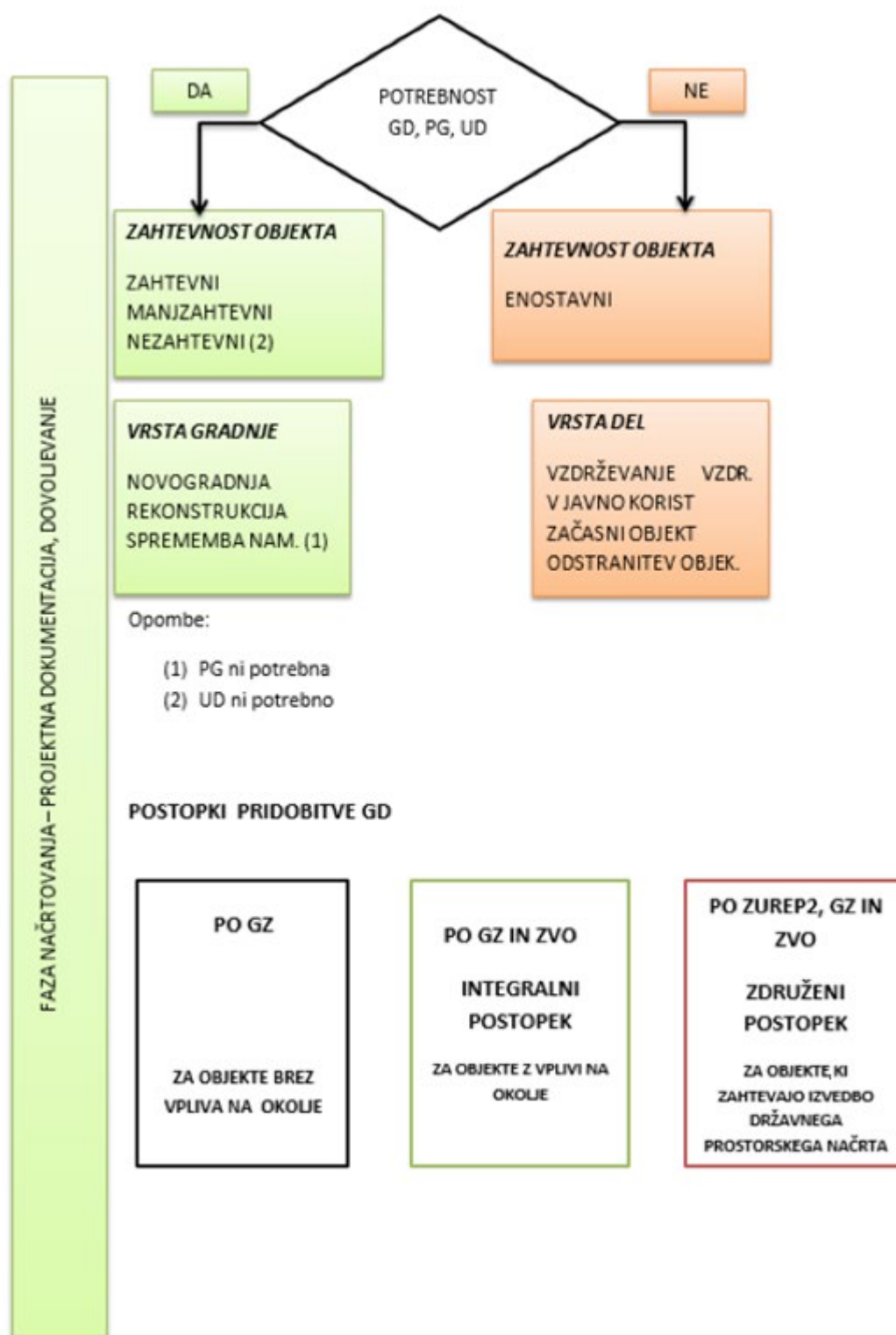
Daljnovid 20 kV in kablovod 20 kV nista objekta z vplivi na okolje, za katera bi bilo treba pred začetkom izvajanja posega v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja, izvesti presojo vplivov na okolje. Takšni objekti so nadzemni elektrovi di z napetostjo 220 kV ali več in dolžino več kot 15 km, za katere je presoja vplivov na okolje obvezna in drugi visokonapetostni (110, 220 in 400 kV) vodi za nadzemni prenos električne energije, dolžine 5 km ali več, za katere se izvede predhodni postopek, kot je določeno v Uredbi o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14, 57/15, 26/17, 105/20 in 44/22 – ZVO-2, 2022).

Podrobnejša merila za razvrščanje enostavnih, nezahtevnih, manj zahtevnih in zahtevnih objektov ter merila za vzdrževanje in manjšo rekonstrukcijo določa Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22, 2022). Manj zahtevni je tisti objekt, ki ni uvrščen med zahtevne, nezahtevne ali enostavne objekte. Gradbeni inženirski objekt je nezahtevni objekt, če izpolnjuje merila iz Priloge 1 (Klasifikacija objektov) uredbe in naslednja splošna merila:

- njegova višina ne presega 5 m,
- njegova globina ne presega 2 m,
- njegov nosilni razpon ne presega 4 m.

V skladu z določili uredbe je daljnovid 20 kV opredeljen kot manj zahteven objekt, medtem ko je kablovod 20 kV opredeljen kot nezahteven objekt.

Diagram pridobivanja gradbenega dovoljenja (GD), prijave gradnje (PG) in pridobivanja uporabnega dovoljenja (UD), prikazuje slika 4.1, v katerem je prikazana tudi zahteva za pridobitev Uporabnega dovoljenja (Inženirska zbornica Slovenije, 2020). Vidimo, da je gradbeno dovoljenje po gradbenem zakonu možno pridobiti na tri načine.



Slika 4.1: Diagram pridobivanja gradbenega dovoljenja, prijave gradnje in pridobivanja uporabnega dovoljenja
Vir: (Inženirska zbornica Slovenije, 2020)

Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (Uradni list RS, št. 44/22, 2022) ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju,

ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja. Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3) (Uradni list RS, št. 199/21, 2022) določa cilje, načela in pravila urejanja prostora, udeležence, ki delujejo na tem področju, vrste prostorskih aktov, njihovo vsebino in medsebojna razmerja, postopke za njihovo pripravo in sprejetje, njihovo izvedbo ter postopke umeščanja, podrobnejšega načrtovanja in dovoljevanja prostorskih ureditev državnega pomena. Določa tudi prostorske ukrepe in druge akte urejanja prostora, instrumente in ukrepe zemljiške politike ter ureja spremljanje stanja prostorskega razvoja, delovanje prostorskega informacijskega sistema in izdajanje potrdil s področja urejanja prostora.

Zahteve po gradbenem zakonu za novogradnjo daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV prikazuje tabela 4.1 (Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije).

Tabela 4.1: Preglednica zahtev po gradbenem zakonu za novogradnjo daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV

Vrsta objekta	Daljnovod 20 kV manj zahtevni objekt	Kablovod 20 kV nezahtevni objekt
Obveznost		
Predodločba	da ¹	ne
Mnenja	da	da
Dokumentacija za pridobitev gradbenega dovoljenja (DGD)	da	da
Izjava projektanta in vodje projekta v DGD	da	ne
Gradbeno dovoljenje	da	da
Zakoličba	da	ne
Imenovanje nadzornika	da	da ⁵
Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI)	da	ne
Izjava projektanta in vodje projekta v PZI	da	ne
Izjava projektanta in vodje projekta v PZI, če gre za odstranitev objekta	ne	ne
Prijava začetka gradnje	da	da
Načrt in ograditev gradbišča ter gradbiščna tabla	da	ne
Projektna dokumentacija izvedenih del (PID)	da	ne
Izjava projektanta in vodje projekta ter nadzornika in vodje nadzora v PID	da	ne
Izjava nadzornika ob vlogi za izdajo uporabnega dovoljenja za spremembo namembnosti	ne	ne
Dokazilo o zanesljivosti objekta	da	ne
Tehnični pregled	ne ⁶	ne
Poskusno obratovanje	ne	ne
Uporabno dovoljenje	da	ne
¹ Opcijsko (predodločba ni obvezna)		
⁵ Imenovanje nadzornika ni obvezno, če gradnjo izvaja izvajalec, ki izpolnjuje pogoje iz 14. člena GZ		
⁶ Samo na zahtevo investitorja		

Vir: Lastni vir

Projektna in druga dokumentacija ali njeni posamezni deli so namenjeni pridobitvi pogojev, mnenj, gradbenega dovoljenja, prijavi začetka gradnje, izvedbi gradnje, pridobitvi uporabnega dovoljenja in evidentiranju ter uporabi objekta. Podrobnejšo vsebino, obliko in način izdelave dokumentacije za zahtevne, manj zahtevne in nezahtevne objekte, ki se uporablja za posamezne vrste stavb, gradbeno inženirskih objektov in drugih gradbenih posegov glede na namen njihove uporabe in vrsto gradnje ter obliko in vsebino obrazcev za zahteve, prijave in odločbe v

postopkih pridobivanja projektnih in drugih pogojev, mnenj, predodločb, gradbenih in uporabnih dovoljenj ter prijav začetka gradnje v skladu z zakonom, ki ureja graditev, določa Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18, 51/18 – popr., 197/20 in 199/21 – GZ-1, 2022). V dokumentaciji se navedejo in prikažejo podatki o udeležencih, objektu, lokaciji in tehničnih rešitvah ter drugi podatki glede na značilnosti objekta, vrsto gradnje in vrsto dokumentacije. Glede na namen uporabe se dokumentacija razvršča na:

- idejno zasnovo za pridobitev projektnih in drugih pogojev (IZP),
- projektno dokumentacijo za pridobitev mnenj in gradbenega dovoljenja (DGD),
- projektno dokumentacijo za izvedbo gradnje (PZI),
- projektno dokumentacijo izvedenih del (PID),
- dokumentacijo za pridobitev gradbenega dovoljenja za nezahtevne objekte (DNZO),
- dokumentacijo za pridobitev gradbenega dovoljenja za spremembo namembnosti (DSN),
- dokazilo o zanesljivosti objekta (DZO).

V postopkih pridobivanja projektnih in drugih pogojev, mnenj, predodločb, gradbenih in uporabnih dovoljenj ter prijav začetka gradnje v skladu z zakonom, ki ureja graditev, se za zahteve, prijave in odločbe uporabljajo obrazci omenjenega pravilnika.

Postopkovno se novogradnja daljnovoda 20 kV ne razlikuje bistveno od novogradnje kablovoda 20 kV. Noben od njiju ni objekt z vplivi na okolje, za katerega bi bilo treba pred začetkom izvajanja posega v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja, izvesti presojo vplivov na okolje. Gradbeno dovoljenje je potrebno za oba, prav tako prijava začetka gradnje. Za začetek uporabe daljnovoda 20 kV je treba imeti uporabno dovoljenje, medtem ko za začetek uporabe kablovoda 20 kV ne. Z vidika projektne dokumentacija potrebujemo za kablovod 20 kV le dokumentacijo za pridobitev gradbenega dovoljenja, medtem ko za daljnovod 20 kV potrebujemo še projektno dokumentacijo za izvedbo gradnje, projektno dokumentacijo izvedenih del in dokazilo o zanesljivosti objekta.

5 STROŠEK IZVEDBE

5.1 Strošek izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm²

Stroške izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² smo si pridobili iz projektne dokumentacije za izvedbo gradnje (PZI) za tovrstne objekte, katerega sestavni del je tudi popis del s projektantskim predračunom (Inženirska zbornica Slovenije, 2020), in Enotnega cenika elektrodistribucijskih objektov 2020 (Elektro Maribor d.d., 2020).

Stroške izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² v osnovi predstavljajo pripravljalna dela, gradbena dela, montažna dela, transport in zaključna dela, v spodaj predstavljenem obsegu.

Pripravljalna dela

Pripravljalna dela zajemajo pripravo del in materiala, pripravo in ureditev priročnega skladišča in delovišča za material, pripravo zakoličbe, geodetsko zakoličbo trase z izdelavo količbenega zapisnika s prisotnostjo izvajalca del, pripravo elaborata začasne prometne ureditve in pridobitev dovoljenj za zaporo cest, izvedbo zapor ceste (priprava, postavitve, vzdrževanje in odstranitev začasne prometne opreme), označitev in zavarovanje delovišča z gradbiščno mrežo (gradbenih jam), ročno ali strojno čiščenje grmovja (podrasti) in manjših dreves, stikalne manipulacije (izklop – vklop) za zagotovitev varnega dela in zagotovitev prisotnosti nadzornika v času izvajanja del.

Gradbena dela

Gradbena dela zajemajo izdelavo betonskih temeljev z izkopom, zasipom, planiranjem in odvozom odvečnega materiala, strojni izkop jarka za ozemljitve z odmetom materiala na rob izkopa in ročnim planiranjem dna kabelskega jarka ter strojni zasip jarka za ozemljitve z utrjevanjem po plasteh in s končnim planiranjem.

Montažna dela

Montažna dela zajemajo dobavo, pripravo in sestavo betonskih drogov, dobavo in montažo betonskih konzol, strojno postavitve betonskih drogov, montažo obešalnih stremen, dobavo in montažo kompozitnih izolatorskih verig na stoječe betonske droge, dobavo in montažo horizontalnega ločilnega stikala, dobavo in montažo vodnikov, montažo vodnikov v obešalne sponke izolatorskih verig, dobavo in montažo tokovnih lokov, izvedbo ozemljitev betonskih konzol, izvedbo ozemljitev kovinskih konzol, dobavo in montažo ozemljitvenih vodov na

betonske droge, izvedbo ozemljitev ločilnih stikal in ročic pogonov, dobavo in polaganje ozemljil v zemljo in izvedbo potencialnih obročev.

Transport

Transport zajema nakladanje in razkladanje kablskih bobnov, prevoz kablskih bobnov od skladišča do delovišča ter razvoz po delovišču, nakladanje in razkladanje betonskih drogov, prevoz betonskih drogov od skladišča do delovišča, premik vozila, uporabo dvizne košare, nakladanje in razkladanje mini bagerja, premik mini bagerja in prevoz elektro-montažnih skupin.

Zaključna dela

Zaključna dela zajemajo meritev specifične upornosti tal z izdelavo poročila, meritev in kontrola varnostnih višin na križanjih in pregled daljnovoda, ki vključuje pripravo tehnične dokumentacije in sodelovanje na tehničnem pregledu.

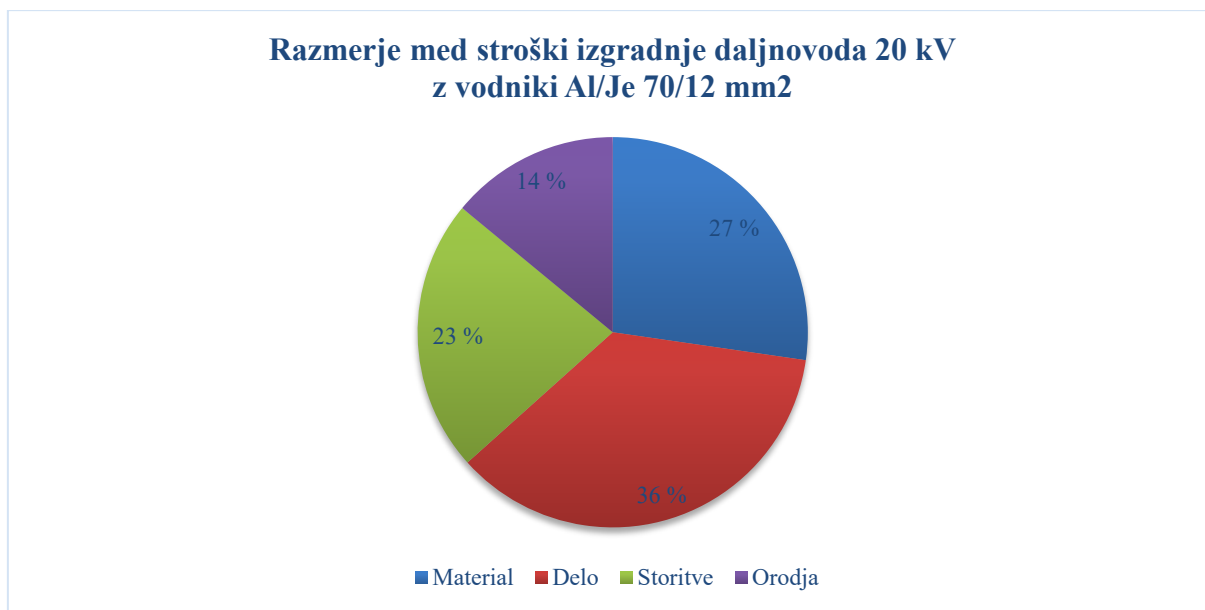
Popis del za izgradnjo kilometra daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² se nahaja v prilogi 1. Ker za nadaljnjo stroškovno primerjavo navedba stroška pripravljanih del, gradbenih del, montažnih del, transporta in zaključnih del ni ustrezna, smo stroške razdelili na stroške materiala, dela, storitev (dela, ki jih izvajalec ne more ali ne sme opraviti sam) in orodja. Tako razdeljene stroške izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² na kilometer prikazuje tabela 5.1, razmerje med stroški pa grafikon 5.1.

Tabela 5.1: Stroški izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² na kilometer

Daljnovod 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² [€/km]					
Opis	Material	Delo	Storitve	Orodja	Skupaj
Betonska oporišča (AB drogov)	14.600	19.300	12.100	7.500	53.500

Vir: Lastni vir

Celoten strošek izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² na kilometer znaša 53.500 €.



Grafikon 5.1: Razmerje med stroški izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm²

Vir: Lastni vir

Največji delež stroškov izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² predstavlja delo v deležu 36 %, nato sledi material v deležu 27 % in storitve v deležu 23 % ter najmanj orodja v deležu 14 %.

5.2 Strošek izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm²

Stroške izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² smo si pridobili iz projektne dokumentacije za izvedbo gradnje (PZI) za tovrstne objekte, katerega sestavni del je tudi popis del s projektantskim predračunom (Inženirska zbornica Slovenije, 2020), in Enotnega cenika elektrodistribucijskih objektov 2020 (Elektro Maribor d.d., 2020).

Stroške izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² v osnovi predstavljajo pripravljalna dela, gradbena dela, montažna dela, transport in zaključna dela, v spodaj predstavljenem obsegu.

Pripravljalna dela

Pripravljalna dela zajemajo pripravo del in materiala, geodetsko zakoličbo trase z izdelavo količbenega zapisnika s prisotnostjo izvajalca del, zakoličbo obstoječih komunalnih vodov s strani upravljavca GJI in zagotovitev nadzora v času izvajanja del s prisotnostjo izvajalca, označitev in zavarovanje delovišča z opozorilnim PVC trakom v neurbanem okolju (odprt

kabelski jarek), stikalne manipulacije (izklop – vklop) za zagotovitev varnega dela in zagotovitev prisotnosti nadzornika v času izvajanja del.

Gradbena dela

Gradbena dela zajemajo strojni izkop kabelskega jarka (III. kategorije) z odmetom materiala na rob izkopa in ročnim planiranjem dna kabelskega jarka, ročni izkop kabelskega jarka (III. kategorija), (strojno nedostopna mesta) z odmetom materiala na rob izkopa ter ročnim planiranjem dna kabelskega jarka, strojni izkop jame (III. kategorija) z odmetom materiala na rob izkopa ter zasipom z utrjevanjem po plasteh ter končnim planiranjem za kabelsko spojko, strojni izkop jame (III. kategorije) z odmetom materiala na rob izkopa ter zasipom z utrjevanjem po plasteh ter končnim planiranjem za kabelsko rezervo, dobavo, razvoz po trasi in obsip kabla z mivko v kabelski jarek, strojni zasip kabelskega jarka z utrjevanjem po plasteh in s končnim planiranjem, izvedbo kabelske kanalizacije s planiranjem podlage, dobavo in polaganjem cevi za zaščito kablov in zasip cevi z obstoječo zemljino, dobavo in polaganje cevi za optiko, dobavo in izvedbo spojk za cevi za optiko, dobavo in polaganje plastičnega ščitnika v kabelski jarek nad kabli, dobavo in polaganje opozorilnega traka v kabelski jarek nad kabli, visokotlačni preizkus tesnosti cevi in spojk za optiko z izdelavo poročila o meritvi, fino ročno planiranje terena in ureditev prekopanih zelenic s sejanjem trave.

Montažna dela

Montažna dela zajemajo dobavo in polaganje enožilnega kabla v kabelski jarek (razmestitev trikot) z dobavo in nameščanjem PVC distančnikov, dobavo in izvedbo kabelskih spojk za enožilne kable, dobavo in izvedbo kabelskih končnikov s priklopom in ozemljitvijo ekranov, dobavo, montažo in ozemljitev odvodnikov prenapetosti, dobavo in montažo vertikalnega ločilnega stikala z ročnim pogonom in ozemljilnimi noži, montažo in zaščito kabla na drogu, dobavo, montažo, priključitev in ozemljitev odvodnika prenapetosti za zunanjo montažo, montažo ozemljitvenega voda na drog in ozemljitev nosilca kabelskih glav in odvodnikov prenapetosti, dobavo in montažo kovinske konzole na stoječi drog, potencialno ozemljitev ločilnega stikala na drogu in polaganje tračnega ozemljila v zemljo.

Transport

Transport zajema nakladanje in razkladanje kabelskih bobnov, prevoz kabelskih bobnov od skladišča do delovišča in razvoz po delovišču, nakladanje in odvoz odvečnega izkopanega materiala (v urbanem okolju) s kamionom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja

material in pripadajočo dokumentacijo, nakladanje in razkladanje minibagerja, premik mini bagerja ter prevoz elektro-montažnih skupin.

Zaključna dela

Zaključna dela zajemajo snemanje trase z izdelavo geodetskega načrta s prisotnostjo izvajalca del, napetostni preizkus položenega kablovoda z izdelavo merilnega protokola, pripravo na strokovno tehnični pregled in strokovno tehnični pregled kablovoda.

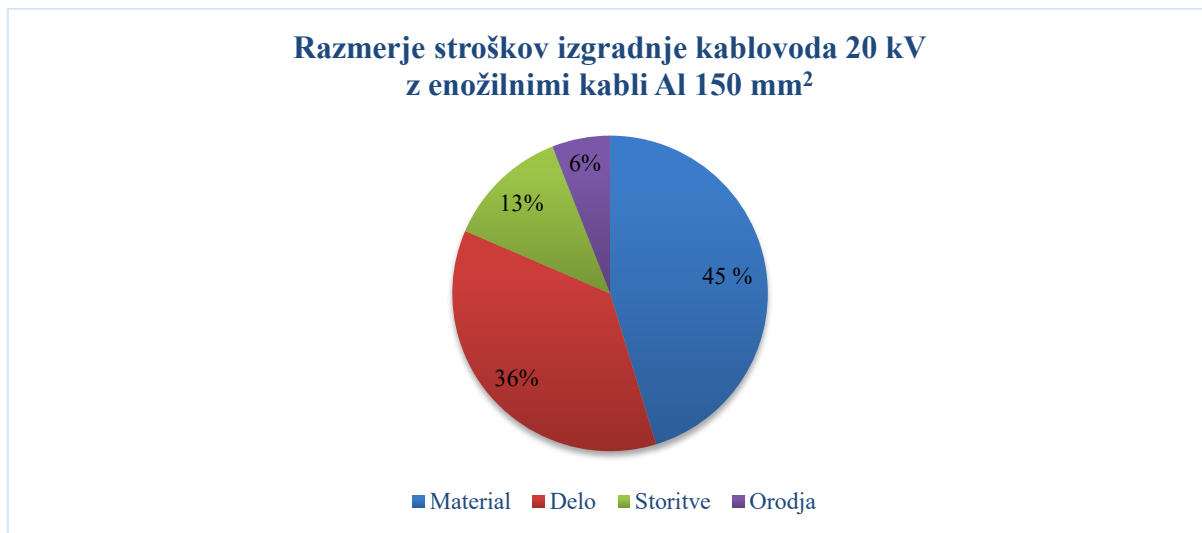
Popis del za izgradnjo kilometra kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² se nahaja v prilogi 2. Ker za nadaljnjo stroškovno primerjavo navedba stroška pripravljanih del, gradbenih del, montažnih del, transporta in zaključnih del ni ustrezna, smo stroške razdelili na stroške materiala, dela, storitev (dela, ki jih izvajalec ne more ali ne sme opraviti sam) in orodja. Tako razdeljene stroške izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer prikazuje tabela 5.2, razmerje med stroški pa prikazuje grafikon 5.2.

Tabela 5.2: Stroški izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer

Kablovod 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² [€/km] (kablo 3× NA2XS(FL)2Y 1×150 RM25 12/20 kV)					
Opis	Material	Delo	Storitve	Orodja	Skupaj
Enostavna trasa (manjše število križanj)	25.900	20.700	7.200	3.400	57.200

Vir: Lastni vir

Celotne strošek izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer znaša 57.200 €.



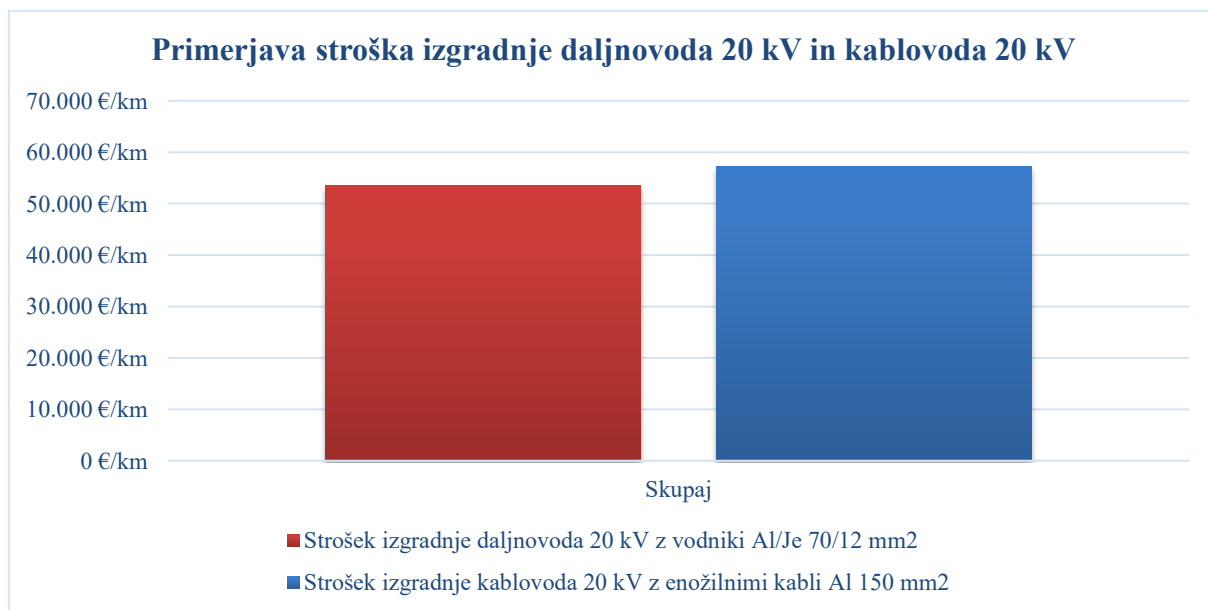
Grafikon 5.2: Razmerje med stroški izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm²

Vir: Lastni vir

Največji delež stroškov izgradnje kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² predstavlja material v deležu 45 %, nato sledi delo v deležu 36 % in storitve v deležu 13 % ter najmanj orodja v deležu 6 %.

5.3 Stroškovna primerjava izgradnje daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV

Primerjavo stroška izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer prikazuje grafikon 5.3.

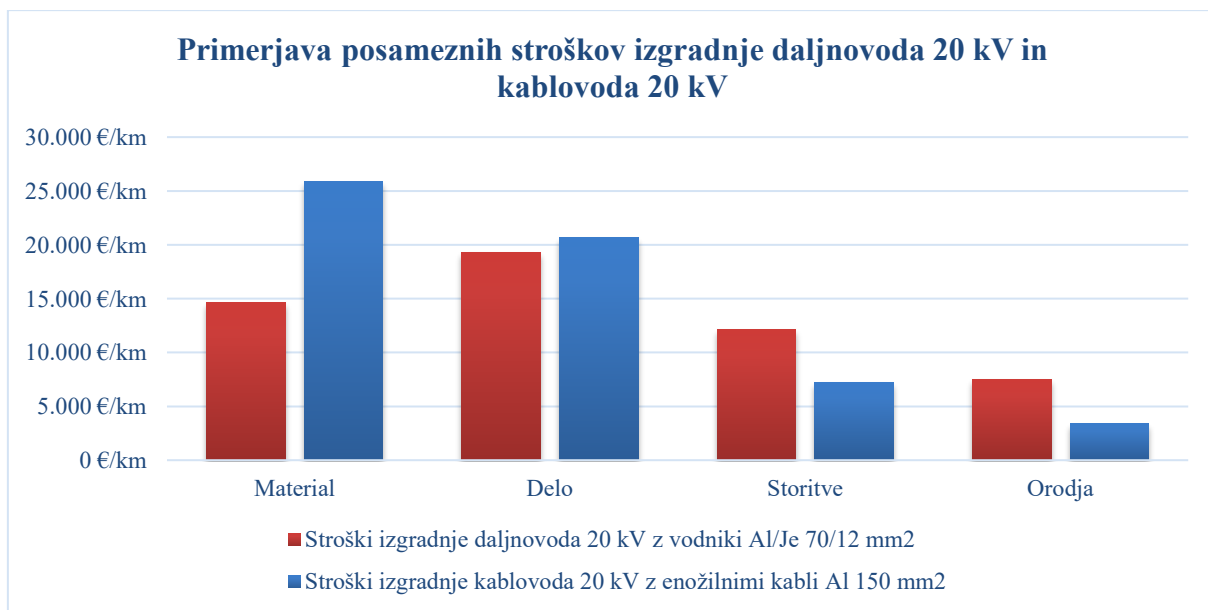


Grafikon 5.3: Primerjava stroška izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer

Vir: Lastni vir

Razlika med stroškoma izgradnje je 3.700 €/km oziroma izgradnja kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² je za 6,9 % dražja od izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm².

Primerjavo posameznih stroškov izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer prikazuje grafikon 5.4.



Grafikon 5.4: Primerjava stroškov izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer

Vir: Lastni vir

Strošek materiala je pri izgradnji kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² za 77,4 % večji kot pri izgradnji daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in strošek dela večji za 7,3 %, medtem ko je strošek storitev za 40,5 % manjši in strošek orodja manjši za 54,7 %. Iz zgornje primerjave posameznih stroškov izgradnje vidimo, da obe vrsti objektov terjata skoraj enako količino dela in posledično skoraj enako časovno izpostavljenost tveganju za varnost in zdravje pri delu, pri tem se sicer moramo zavedati, da tveganja niso neposredno primerljiva.

Objektivnejšo primerjavo med stroški izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² dobimo z upoštevanjem življenjske dobe tovrstnih objektov. Za izhodišče uporabimo življenjske dobe, ki jih distribucijska podjetja upoštevajo pri izračunih amortizacijskih stopenj osnovnih sredstev (Elektro Maribor d.d., 2017) in jih določijo na podlagi življenjske dobe vgrajenih materialov. Življenjski dobi za obravnavana objekta prikazuje tabela 5.3.

Tabela 5.3: Življenjska doba obravnavanih objektov

Objekt	Življenjska doba [let]
Daljnovid 20 kV z betonskimi oporišči	35
Kablovod 20 kV	40

Vir: Lastni vir

Zadovoljivo primerjavo dobimo, če strošek izgradnje objekta delimo z njegovo življenjsko dobo, pri tem pa zavestno zanemarimo stroške, ki bi lahko bili posledica financiranja. V tem primeru strošek izgradnje na kilometer na leto za obravnavana objekta glede na njuno življenjsko dobo prikazuje tabela 5.4, primerjavo stroškov pa grafikon 5.5.

Tabela 5.4: Strošek izgradnje na kilometer na leto obravnavanih objektov glede na njuno življenjsko dobo

Objekt	Strošek izgradnje [€/km leto]
Daljnovid 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² z betonskimi oporišči	1.529
Kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm²	1.430

Vir: Lastni vir



Grafikon 5.5: Primerjava stroška izgradnje daljnovid 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² in kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² na kilometer na leto glede na življenjsko dobo

Vir: Lastni vir

Razlika med stroškoma izgradnje je 99 €/km·leto oziroma izgradnja kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² je za 6,4 % cenejša od izgradnje daljnovid 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm².

V kolikor ne upoštevamo življenjske dobe, bi smeli zaključiti, da je izvedba daljnovoda 20 kV z betonskimi oporišči malenkostno cenejša od gradnje kablovoda 20 kV, ob upoštevanju življenjske dobe pa moramo zaključiti, da je izvedba daljnovoda 20 kV z betonskimi oporišči malenkostno dražja od gradnje kablovoda 20 kV. Do enakega zaključka bi prišli tudi v primeru, če bi za primerjavo uporabili daljnovod 20 kV z lesenimi drogovi, katerega strošek izgradnje znaša 48.200 €/km, vendar je tudi njegova življenjska doba ustrezno manjša in znaša 33 let. Nič bolje ne bi bilo v primeru primerjave z daljnovodom 20 kV s kovinskimi drogovi, katerega življenjska doba je sicer večja in znaša 40 let, vendar je strošek njegove izgradnje neprimerno večji.

6 VARNOST PRI IZVEDBI

6.1 Delavci pri izvedbi daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV

Tako za izvedbo daljnovoda 20 kV kot tudi za izvedbo kablovoda 20 kV so potrebni za gradbena dela gradbeni delavci, montažna dela monterji in monterji-strojniki, za transport pa vozniki-strojniki.

Gradbeni delavci opravljajo gradbena dela, planirajo gradbeni material, urejajo delovno okolje itd. Njihova delovna oprema je ročno orodje in motorna žaga, medtem ko njihovo delo predstavlja stalno terensko delo, delo z nevarnimi snovmi, stoječe delo, delo v bližini visoke napetosti, delo na višini, delo z bremenami nad 20 kg, občasne mehanske poškodbe in občasna uporaba službenega vozila.

Monterji opravljajo monterska ali servisna dela, opravljajo kontrole odjema, urejajo delovno okolje itd. Njihova delovna oprema je ročno orodje, motorna žaga, indikator nizke napetosti. Njihovo delo predstavlja stalno terensko delo, delo v platformi, delo z nevarnimi snovmi, stoječe delo, delo v bližini napetosti, delo na višini, delo z bremenami nad 20 kg, občasne mehanske poškodbe in občasna uporaba službenega vozila.

Monterji-strojniki opravljajo monterska dela, upravljajo gradbeno mehanizacijo, upravljajo z avtodvigali, opravljajo gradbena dela itd. Njihova delovna oprema je ročno orodje, motorna žaga, indikator nizke napetosti. Njihovo delo predstavlja stalno terensko delo, delo v platformi, delo z nevarnimi snovmi, stoječe delo, delo v bližini napetosti, delo na višini, delo z bremenami nad 20 kg, občasne mehanske poškodbe in občasna uporaba službenega vozila.

Vozniki-strojniki opravljajo vožnje, upravljajo z avtodvigali, opravljajo preventivno vzdrževanje vozil in mehanizacije, urejajo delovno okolje, upravljajo gradbeno mehanizacijo itd. Njihova delovna oprema so razni stroji za gradbena dela. Njihovo delo predstavlja stalno terensko delo, delo z bremenami nad 20 kg, delo v sedečem položaju, občasne mehanske poškodbe in občasna uporaba službenega vozila.

6.2 Varnost in zdravje pri delu

Pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu se določajo z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) (Uradni list RS, št. 43/11, 2022).

Delodajalec mora zagotoviti varnost in zdravje delavcev pri delu. V ta namen mora izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev ter drugih oseb, ki so navzoče v delovnem procesu, vključno s preprečevanjem, odpravljanjem in obvladovanjem nevarnosti pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev, z ustrezno organiziranostjo in potrebnimi materialnimi sredstvi.

Delodajalec mora pri načrtovanju delovnega okolja, delovnih prostorov, delovnih in tehnoloških postopkov, uporabe delovne in osebne varovalne opreme in uporabe nevarnih kemičnih snovi zagotoviti, da so bili upoštevani vsi vplivi na varno in zdravo delo delavcev ter da so okolje, postopki, prostori, oprema in snovi primerni in v skladu z namenom uporabe.

Vse dolžnosti delodajalca po tem zakonu in predpisih, izdanih na njegovi podlagi, so hkrati pravice delavca v zvezi z zagotavljanjem njegove varnosti in zdravja pri delu.

Delavec mora spoštovati in izvajati ukrepe za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu. Delavec mora opravljati delo s tolikšno pazljivostjo, da varuje svoje življenje in zdravje ter življenje in zdravje drugih oseb. Delavec mora uporabljati sredstva za delo, varnostne naprave in osebno varovalno opremo skladno z njihovim namenom in navodili delodajalca, pazljivo ravnati z njimi in skrbeti, da so v brezhibnem stanju.

Delodajalec mora pisno oceniti tveganja, ki so jim delavci izpostavljeni, ali bi lahko bili izpostavljeni pri delu. Delodajalec mora po izvedenem ocenjevanju tveganja za varnost in zdravje pri delu izdelati in sprejeti izjavo o varnosti z oceno tveganja v pisni obliki. V izjavi o varnosti z oceno tveganja delodajalec določi posebne zdravstvene zahteve, ki jih morajo izpolnjevati delavci za določeno delo, v delovnem procesu, ali za uporabo posameznih sredstev za delo, na podlagi strokovne ocene izvajalca medicine dela.

Delodajalec mora zagotavljati varnost in zdravje pri delu v skladu z izjavo o varnosti z oceno tveganja zlasti tako, da:

- poveri opravljanje nalog varnosti pri delu strokovnemu delavcu, izvajanje zdravstvenih ukrepov pa izvajalcu medicine dela,
- obvešča delavce o uvajanju novih tehnologij in sredstev za delo ter o nevarnostih za nezgode, poklicne bolezni in bolezni, povezane z delom ter izdaja navodila za varno delo,
- usposablja delavce za varno in zdravo delo,
- zagotavlja delavcem osebno varovalno opremo in njeno uporabo, če sredstva za delo in delovno okolje kljub varnostnim ukrepom ne zagotavljajo varnosti in zdravja pri delu,

- z obdobjimi preiskavami škodljivosti delovnega okolja preverja ustrezne delovne razmere,
- z obdobjimi pregledi in preizkusi delovne opreme preverja njihovo skladnost s predpisi o varnosti in zdravju pri delu,
- zagotavlja varno delovno okolje in uporabo varne delovne opreme.

Delodajalec mora delavce obveščati o varnem in zdravem delu tako, da izdaja pisna obvestila in navodila. V izjemnih primerih, kadar jim grozi neposredna nevarnost za življenje in zdravje, so obvestila in navodila lahko tudi ustna. Delodajalec mora delavce seznaniti o vrstah nevarnosti v delovnem okolju in na delovnem mestu, o varnostnih ukrepih, potrebnih za preprečevanje nevarnosti in zmanjšanje škodljivih posledic, o delavcih, zadolženih za izvajanje ukrepov prve pomoči ter delavcih oziroma pooblaščenih osebah po posebnih predpisih, zadolženih za izvajanje ukrepov požarnega varstva in evakuacije. Delodajalec mora zagotoviti, da imajo na mesto, na katerem preti neposredna in neizogibna nevarnost, dostop le delavci, ki so za delo na takem mestu dobili njegova posebna navodila. Delodajalec mora delovna mesta in sredstva za delo opremiti z znaki za obvestila in za nevarnost ter z navodili za varno delo v skladu s posebnimi predpisi.

Delodajalec mora delavca usposobiti za varno opravljanje dela ob sklenitvi delovnega razmerja, pred razporeditvijo na drugo delo, pred uvajanjem nove tehnologije in novih sredstev za delo ter ob spremembi v delovnem procesu, ki lahko povzroči spremembo varnosti pri delu. Usposabljanje mora biti prilagojeno posebnostim delovnega mesta in se izvaja po programu, ki ga mora delodajalec po potrebi obnavljati in katerega vsebino mora spreminjati glede na nove oblike in vrste nevarnosti.

Delavec mora zlasti:

- v skladu z navodili delodajalca pravilno uporabljati delovno opremo in druga sredstva za delo vključno z varnostnimi napravami,
- v skladu z navodili delodajalca pravilno uporabljati osebno varovalno opremo v skladu z njenim namenom,
- takoj obvestiti delodajalca ali delavce, ki so v izjavi o varnosti z oceno tveganja zadolženi za varnost in zdravje pri delu o vsaki pomanjkljivosti, škodljivosti, okvari ali drugem pojavu, ki bi pri delu lahko ogrozil njegovo zdravje in varnost ali zdravje in varnost drugih oseb,

- sodelovati z delodajalcem in delavci, ki so v izjavi o varnosti z oceno tveganja zadolženi za varnost in zdravje pri delu, dokler se ne vzpostavijo varno delovno okolje in delovne razmere ter izvedejo ukrepi inšpekcije za delo.

Delavec ima pravico odkloniti delo, če ni bil predhodno seznanjen z vsemi nevarnostmi ali škodljivostmi pri delu in sprejetimi varnostnimi ukrepi ter ni bil usposobljen za varno in zdravo delo, ali če delodajalec ni zagotovil predpisanega zdravstvenega pregleda. Delavec ima pravico odkloniti delo, če mu grozi neposredna nevarnost za življenje ali zdravje, ker niso bili izvedeni predpisani varnostni ukrepi, ter zahtevati, da se nevarnost odpravi.

6.2.1 Katalog navodil za varno delo

Na podlagi 15. in 23. člena Zakona o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD) (Uradni list RS, št. 56/99, 64/01 in 43/11 – ZVZD-1), ter poglavij Izjave o varnosti z oceno tveganja, ki ureja obveščanje delavcev, so podjetja za distribucijo električne energije v Sloveniji izdala Katalog navodil za varno delo (GIZ - distribucije električne energije, 2010).

Skladno s predpisi mora delodajalec zagotoviti, da so vsa navodila za varno delo v pisni obliki. Navodila mora delodajalec izdelati za vse nevarne delovne operacije in procese, opredeljene z oceno tveganja, kjer obstaja možnost za poškodbe ali zdravstvene okvare. Navodila za varno delo so pomembna za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu na delovnem mestu, njihovo upoštevanje je nujno. Katalog navodil za varno delo je pripravljen na osnovi navodil proizvajalca. V primerih, kadar navodila za varno delo niso dovolj jasna, je treba uporabiti navodila proizvajalca. Delovna oprema mora biti redno pregledana skladno z navodili proizvajalca, o pregledih je treba voditi ustrezno evidenco. Uporabniki posebne delovne opreme (motorna žaga, viličar, dvigalo ipd.) morajo biti dodatno usposobljeni za uporabo te delovne opreme.

V Katalogu navodil za varno delo je delovna oprema razdeljena na: ročno delovno opremo (ročno mehansko orodje, ročno električno orodje), delovno opremo za osebno varnost (osebna varovalna oprema, delovna oprema za višino in ozemljevanje), merilne instrumente in indikatorje, premično delovno opremo, delovno opremo z notranjim zgorevanjem, ostalo delovno opremo in nevarne snovi. Za vsako posamezno delovno opremo je opisan njen namen in uporaba. V nadaljevanju so navedene nevarnosti pri delu z delovno opremo, nato sta podani navodila za pred uporabo in med uporabo delovne opreme, sledi navodilo za vzdrževanje,

čiščenje in pregledovanje delovne opreme. Na koncu je navedena osebna varovalna oprema, ki jo je treba uporabljati pri delu z delovno opremo.

6.3 Zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih

Ukrepe za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu na gradbiščih, kakor tudi v obratih in/ali pomožnih delavnicah na gradbiščih, v katerih se pripravljajo, predelujejo in obdelujejo gradbeni materiali, gradbeni proizvodi in gradbeni elementi, ki se vgrajujejo v gradbene objekte, določa Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1, 2022).

Med izvajanjem del na gradbišču je potrebno upoštevati in izvajati temeljna načela iz zakona, ki ureja varnost in zdravje pri delu, še zlasti v zvezi:

- z vzdrževanjem primerne reda in zadovoljivosti čistoče na gradbišču,
- z izbiranjem lokacije delovnih mest ob upoštevanju načinov ohranjanja dostopnosti do teh delovnih mest in določitve poti ali področij za prehod in gibanje ter opremo,
- z ravnanjem z različnimi materiali,
- s tehničnim vzdrževanjem, pregledi pred dajanjem v obratovanje in z rednimi pregledi instalacij in opreme, da bi popravili oziroma odpravili kakršnekoli napake, ki bi lahko vplivale na varnost in zdravje delavcev,
- z razmejitvijo in načrtovanjem površin za skladiščenje različnih materialov, zlasti kadar gre za nevarne materiale ali snovi,
- s pogoji za odstranitev nevarnih materialov, ki so bili uporabljeni,
- s skladiščenjem in odlaganjem ali odstranjevanjem odpadkov in ruševin,
- s sprotnim prilagajanjem dejanskega časa poteka del na gradbišču, porabljenega za različne vrste del ali delovnih faz,
- s sodelovanjem med delodajalci in samostojnimi podjetniki,
- z vzajemnim delovanjem z industrijskimi panogami na območju, znotraj katerega ali v bližini katerega je gradbišče.

Delodajalci morajo zaradi zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu na delovnih mestih na gradbišču:

- pri izvajanju zgoraj navedenih temeljnih načel sprejeti in izvesti ukrepe, ki so v skladu z minimalnimi zahtevami iz priloge IV: Zahteve za varnost in zdravje na gradbiščih,
- upoštevati navodila koordinatorja(-ev) za varnost in zdravje pri delu.

V prilogi IV: Zahteve za varnost in zdravje na gradbiščih so natančno podane splošne zahteve za delovna mesta na gradbiščih, specifične zahteve za delovna mesta na gradbiščih (za delovišča v zaprtih prostorih na gradbiščih in delovišča na prostem) in dodatne zahteve za zagotovitev varnosti in zdravja pri gradbenem delu.

Delodajalec mora delavcem ali njihovim predstavnikom zagotoviti vse potrebne informacije o varnosti in zdravju na gradbišču in o tveganjih za varnost in zdravje pri posameznih delih. Informacije morajo biti podane tako, da so delavcem razumljive. Delodajalec mora delavce ali njihove predstavnike obveščati o vseh ukrepih, ki jih je, ali jih namerava uvesti v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu na gradbišču.

Delodajalec se mora posvetovati z delavci ali njihovimi predstavniki o vseh zadevah v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu na gradbišču. Delodajalec mora posvetovanje izvajati redno in v pogostih intervalih. Posvetovanje z delavci ali njihovimi predstavniki mora zajemati izvajanje določb uredbe. Pri tem mora omogočiti delavcem ali njihovim predstavnikom, da enakopravno sodelujejo.

6.3.1 Varnostna pravila za gradbeno montažna dela

Na podlagi 23. člena Zakona o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD) (Uradni list RS, št. 56/99, 64/01) in določil Uredbe o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih so podjetja za distribucijo električne energije v Sloveniji izdala Varnostna pravila za gradbeno montažna dela (GIZ - distribucije električne energije, 2006).

V Varnostnih pravilih za gradbeno montažna dela so gradbeno montažna dela razdeljena na: gradbišče, zemeljska dela in dela v izkopih, rušilna dela in demontaža, transport, gradbeno montažna dela, postavljanje oporišč, zavarovanje delovišč s prometnimi znaki, delo na višini, polaganje kabelskih vodov, delo z dvigali, ravnanje z napravami, ki vsebujejo poliklorirane bifenile (PBC - askarele), uporaba ločilnih transformatorjev in prenosnih agregatov na

gradbišču, ročno orodje, mehanizirane delovne priprave, varstvo okolja in delo z nevarnimi snovmi in osebna varovalna oprema. Za vsako posamezno gradbeno montažno delo so jasno opisani vsi potrebni ukrepi, ki zagotavljajo varnost in zdravje pri delu na gradbiščih.

6.4 Varstvo pri delu pred nevarnostjo električnega toka

Ukrepe varstva pri delu pred nevarnostjo električnega toka, ki se uporabljajo pri delih na elektroenergetskih objektih in elektroenergetskih postrojih, električnih napravah, električni opremi in električnih instalacijah ter pri njihovi uporabi, pri uporabi sredstev za delo določa Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1, 2022).

Pred pričetkom projektiranja novih in rekonstrukciji obstoječih elektroenergetskih objektov, elektroenergetskih postrojev, električnih naprav, električne opreme in električnih instalacij ter ostalih sredstev za delo mora investitor opredeliti zunanje vplive, ki se v skladu s tehničnimi predpisi in standardi upoštevajo pri projektiranju in graditvi ter izdelavi. Opredelitev zunanjih vplivov mora biti sestavni del projektne naloge za izdelavo tehnične dokumentacije določenega elektroenergetskega objekta, elektroenergetskega postroja, električne naprave, električne opreme in električne instalacije ter ostalih sredstev za delo.

Tehnični varstveni ukrepi se uporabljajo za zavarovanje delavcev pri delu ali izvajanju drugih opravil v zvezi z delom pred nevarnim vplivom električnega toka. Tehnični varstveni ukrepi se zagotavljajo z izbiro ustreznih naprav, opreme in materiala, ki se vgrajuje in s tistimi ukrepi, ki izhajajo iz opredelitve zunanjih vplivov zgornjega odstavka.

Pri gradnji in postavitvi elektroenergetskih objektov, elektroenergetskih postrojev, električnih naprav, električne opreme in električnih instalacij v obratovališčih vseh vrst, v delovnih prostorih in na deloviščih, se izvajajo tehnični varstveni ukrepi, da se preprečijo vplivi, ki jih lahko povzroči energija električnega polja, tok kratkega stika, preobremenitev, izklopitev naprav, padec napetosti in podobno.

6.4.1 Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih

Na podlagi 23. člena Zakona o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 56/99, 64/01) in 140. člena Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št.

29/92) so podjetja za distribucijo električne energije v Sloveniji izdala Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih (GIZ - distribucije električne energije, 2008).

Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih določajo ukrepe varnosti in zdravja pri delu pred nevarnostjo električnega toka visoke in nizke napetosti. Pravila in ukrepi, ki so predpisani s temi pravili, predstavljajo osnovne ukrepe, ki jih je potrebno izvajati pri delu na elektroenergetskih postrojih in napravah vseh napetosti, v vseh delovnih prostorih in na mestih dela, ne glede na klasifikacijo delovnega mesta in delovnega prostora. Ukrepi varnosti in zdravja pri delu pred nevarnostjo električnega toka se izvajajo pri delih na elektroenergetskih objektih in elektroenergetskih postrojih, električnih napravah, električni opremi in električnih instalacijah ter pri njihovi uporabi. Določbe teh pravil so dolžne izvajati vse osebe, ki:

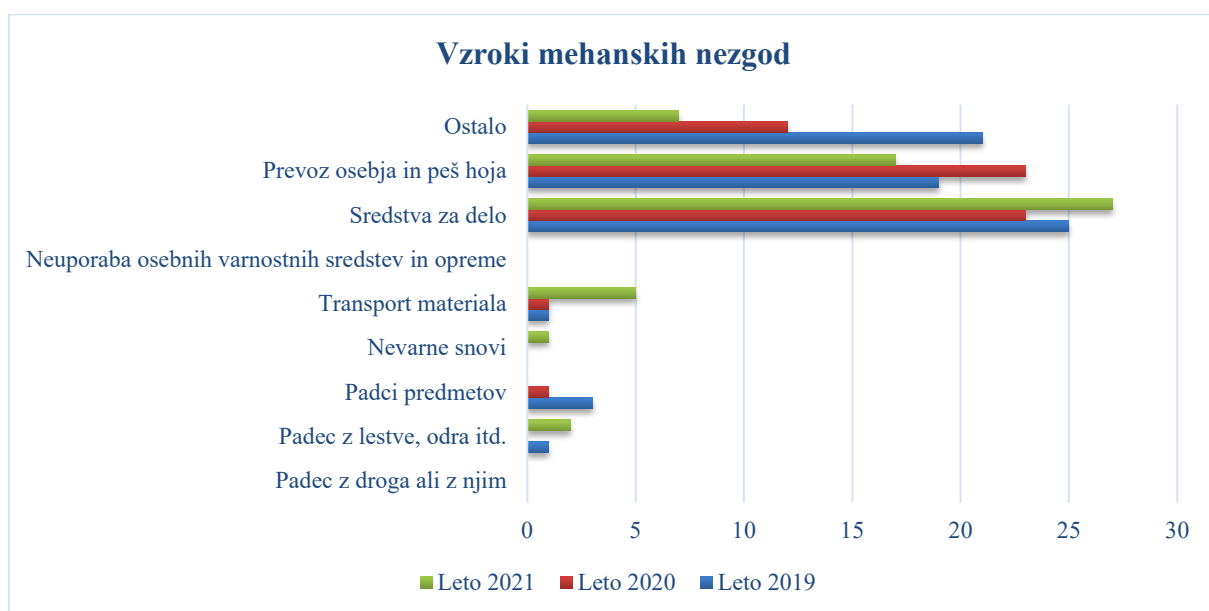
- opravljajo delo pri proizvodnji, prenosu in razdeljevanju ter uporabi električne energije,
- projektirajo, izdelujejo in uporabljajo sredstva za delo,
- občasno delajo na elektroenergetskih objektih in elektroenergetskih postrojih.

V Varnostnih pravilih za delo na elektroenergetskih postrojih so opisani: temeljni pojmi, splošni pogoji dela, osnovna načela varnosti, delo, dela na elektroenergetskih objektih, delo na nadzemnih vodih, klimatski pogoji za delo, delo na kabelskih vodih, male elektrarne in agregati, meritve, električne naprave in oprema, sredstva za varno delo na elektroenergetskih postrojih.

6.5 Nezgode pri delu in nevarni dogodki v EDP

Število nezgod pri delu v delovnem okolju elektrodistribucijskih podjetij (EDP) je najpomembnejši kazalnik stanja varnosti in zdravja pri delu v podjetju. Vsak nepredviden dogodek na delovnem mestu ali v delovnem okolju povzroči posledice, ki so povezane z življenjem ali zdravjem zaposlenih, nastalimi stroški, izpadi v delovnih procesih in porabo časa v zvezi s preiskavami ter ukrepi. Nezgod pri delu si nihče ne želi. Zato si vsi prizadevajo, da se ne bi pripetile. Če pa se že, je treba stremeti k temu, da so to le lažje nezgode z lažjimi poškodbami, ki zaposlenim po okrevanju omogočajo normalno vključevanje v delovni proces. Najprej je treba uvajati sistemske ukrepe in nevarnosti za zdravje in življenje vseh udeležencev v delovnem procesu, odstraniti, zmanjševati škodljivosti na viru nevarnosti, uvajati organizacijske ukrepe in šele nazadnje uporabiti osebno varovalno opremo (GIZ - distribucije električne energije, 2021).

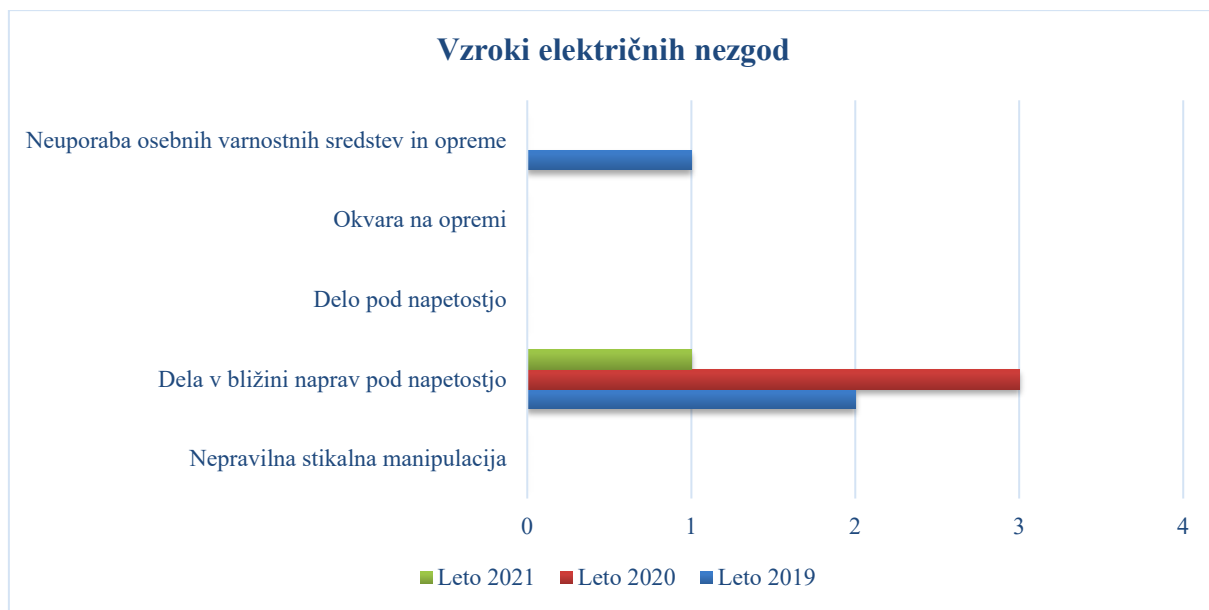
Vzroke nezgod pri delu v osnovi delimo na mehanske nezgode in električne nezgode. Vzroki mehanskih nezgod so: padec z droga ali z njim, padec z lestve, odra itd. Padci predmetov, nevarne snovi, transport materiala, neuporaba osebnih varnostnih sredstev in opreme, sredstva za delo, prevoz osebja in peš hoja ter ostalo. Vzroki električnih nezgod so: nepravilna stikalna manipulacija, dela v bližini naprav pod napetostjo, delo pod napetostjo, okvara na opremi, neuporaba osebnih varnostnih sredstev in opreme. Vzroke mehanskih nezgod v letih 2019 (GIZ - distribucije električne energije, 2020), 2020 (GIZ - distribucije električne energije, 2021) in 2021 (GIZ - distribucije električne energije, 2022) prikazuje grafikon 6.1, medtem ko vzroke električnih nezgod v letih 2019, 2020 in 2021 prikazuje grafikon 6.2.



Grafikon 6.1: Vzroki mehanskih nezgod v letih 2019, 2020 in 2021

Vir: lastni vir

Vidimo, da so najpogostejši vzrok mehanskih nezgod v letih 2019, 2020 in 2021 bila sredstva za delo, sledijo prevoz osebja in peš hoja ter ostalo. Zelo malo je bilo vzrokov mehanskih nezgod zaradi transporta materiala, padcev predmetov, padca z lestve, odra itd. ter nevarne snovi. Vzrokov mehanskih nezgod zaradi padca z droga ali z njim in neuporabe osebnih varnostnih sredstev in opreme ni bilo. Razen ene težje, so vse mehanske nezgode v letih 2019, 2020 in 2021 bile lažje. Lažja poškodba je poškodba oziroma zdravstvena okvara, ki nima trajnih posledic, težja poškodba pa je poškodba oziroma zdravstvena okvara, ki pusti trajno invalidnost oziroma zmanjšano delovno zmožnost.



Grafikon 6.2: Vzroki električnih nezgod v letih 2019, 2020 in 2021

Vir: lastni vir

Najpogostejši vzrok električnih nezgod v letih 2019, 2020 in 2021 so bila dela v bližini naprav pod napetostjo. Zelo malo je bilo vzrokov električnih nezgod zaradi neuporabe osebnih varnostnih sredstev in opreme. Vzrokov električnih nezgod zaradi nepravilne stikalne manipulacije, dela pod napetostjo in okvare na opremi ni bilo. Razen ene težje in ene smrtne so vse električne nezgode v letih 2019, 2020 in 2021 bile lažje.

Najpogostejše so nezgode, ko se zaposleni poškodujejo s sredstvi za delo, na drugem mestu pa so nezgode, ki se pripetijo pri hoji in prevozu oseb. Vse najpogostejše nezgode so lažje. Težje nezgode, ki so zelo redke, so se pripetile pri vzdrževalnih delih.

Na podlagi splošno dostopnih podatkov ne moremo podati odgovora, ali je izvedba daljnovoda 20 kV v času izvajanja del nevarnejša od izvedbe kablovoda 20 kV. Ob spoštovanju in izvajanju ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu, opravljanju del s tolikšno pazljivostjo, da se varuje lastno življenje in zdravje ter življenje in zdravje drugih oseb, uporabi sredstev za delo, varnostnih naprav in osebne varovalne opreme skladno z njihovim namenom in navodili, do nevarnosti pri delu ne bi smelo priti, ne pri izvedbi daljnovoda 20 kV, kot tudi ne pri izvedbi kablovoda 20 kV.

7 OBRATOVALNA VARNOST

7.1 Tehnični pogoji za gradnjo daljnovoda 20 kV

Tehnične pogoje, s katerimi se zagotovi varna in ekonomična graditev, varno, zanesljivo in nemoteno delovanje in uporaba nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov izmenične nazivne napetosti 1 kV do 400 kV, določa Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov izmenične napetosti 1 kV do 400 kV (Uradni list RS, št. 52/14 in 67/22, 2022).

Tehnične pogoje, ki jih je treba izpolniti pri projektiranju, gradnji in uporabi nadzemnih visokonapetostnih vodov za zagotovitev varnega, zanesljivega, nemotenega delovanja in ekonomičnosti gradnje, uporabe in vzdrževanja elektroenergetskega omrežja, ob upoštevanju varnosti ljudi, premoženja, in varstva okolja, določa standard, ki ureja področje nadzemnih električnih vodov izmenične napetosti nad 1 kV do 400 kV in pripadajoča nacionalna normativna določila za Slovenijo.

Ta standard je SIST EN 50341-1:2013 - Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV - 1. del: Splošne zahteve - Skupna določila. Standard določa splošne zahteve, ki jih je treba izpolnjevati pri projektiranju in konstrukciji novih nadzemnih vodov, da se zagotovi ustreznost voda za njegov namen ter upoštevajo varnost ljudi, vzdrževanje, delovanje in okoljski vidiki (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2022). Nacionalna normativna določila pa so SIST EN 50341-3-21:2009 - Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 45 kV - 3-21. del: Nacionalna normativna določila (NNA) za Slovenijo (na podlagi SIST EN 50341-1:2002) in SIST EN 50423-3-21:2009 - Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV in do vključno 45 kV - 3-21. del: Nacionalna normativna določila (NNA) za Slovenijo (na podlagi SIST EN 50423-1:2005). SIST EN 50341-3-21:2009 temelji na SIST EN 50341-1 in velja v Sloveniji za projektiranje in izvedbo novih nadzemnih vodov nazivnih napetosti nad 45 kV ter za rekonstrukcije obstoječih. Tega standarda ni treba uporabljati za obstoječe nadzemne vode. Objekti, ki se v času sprejema tega standarda projektirajo ali gradijo, se lahko zaključijo v skladu s predpisi, ki so veljali v času pridobitve gradbenega dovoljenja. V Sloveniji se lahko ta standard uporabi za vse vodnike (glede na opombo 3 v prvi točki EN 50341-1), ki vsebujejo telekomunikacijske komponente. Ti standardi so uporabni v Sloveniji za montažo telekomunikacijske opreme na podpore (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2022). SIST EN 50423-3-21:2009 temelji na SIST EN 50423-1 in SIST EN 50341-1. Velja v Sloveniji za

projektiranje in izvedbo novih nadzemnih vodov za nazivno izmenično napetost nad 1 kV in do vključno 45 kV ter za rekonstrukcije obstoječih. Tega standarda ni treba uporabljati za obstoječe nadzemne vode. Objekti, ki se v času sprejema tega standarda projektirajo ali gradijo, se lahko dokončajo v skladu s predpisi, ki so veljali v času pridobitve gradbenega dovoljenja (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2022).

Pri gradnji, obratovanju, vzdrževanju in uporabi nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov se lahko uporabijo tudi drugi standardi ali tehnične rešitve, ki so najmanj enakovredni zahtevam standardov iz prejšnjega odstavka, kar se dokazuje z izračuni ali tehnično utemeljitvijo.

7.2 Tehnični pogoji za gradnjo kablovoda 20 kV

Tehnične pogoje za varno in ekonomično graditev ter varno, zanesljivo in nemoteno obratovanje, vzdrževanje in uporabo podzemnih elektroenergetskih vodov izmenične nazivne napetosti nad 1 kV do 400 kV, določa Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev podzemnih elektroenergetskih vodov izmenične nazivne napetosti nad 1 kV do 400 kV (Uradni list RS, št. 42/21 in 20/22, 2022).

Če ta pravilnik ne določa drugače, tehnične pogoje, ki morajo biti izpolnjeni, določajo naslednji standardi, ki se nanašajo na:

- distribucijske kable z ekstrudirano izolacijo za nazivne napetosti od 3,6/6 (7,2) kV do vključno 20,8/36 (42) kV,
- elektroenergetske kable z ekstrudirano izolacijo in njihov pribor za naznačene napetosti nad 30 kV ($U_m = 36$ kV) do 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Preskusne metode in zahteve,
- energetske kable z ekstrudirano izolacijo in njihov pribor za nazivne napetosti nad 150 kV ($U_m = 170$ kV) do 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Preskusne metode in zahteve,
- energetske kable z ekstrudirano izolacijo in njihov pribor za nazivno napetost od 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) do 30 kV ($U_m = 36$ kV) – v delu, ki se nanaša na kable nazivne napetosti od 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) do 30 kV ($U_m = 36$ kV),
- preskusne zahteve za pribor, ki se uporablja na elektroenergetskih kabljih za naznačene napetosti od 3,6/6(7,2) kV do vključno 20,8/36(42) kV – 1. del: Kabli z ekstrudirano izolacijo,

- vtični skoznjiki za napetosti nad 1 kV do 52 kV in tokove od 250 A do 2,50 kA za opremo, razen za transformatorje, polnjene s tekočinami,
- preskusne metode za pribor energetskih kablov za napetosti od 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) do 36 kV ($U_m = 42$ kV),
- izračun tokovne obremenitve,
- pokrovi za odtoke in jaške na vozni površini in površini za pešce – 1. del: Definicije, klasifikacija, splošna načela zasnove, zahtevane lastnosti in preskusne metode,
- pokrovi za odtoke in jaške na vozni površini in površini za pešce – 1. del: Pokrovi za odtoke in jaške iz kompozitnih materialov,
- kabelske omare za prepletanje zaslonov kablov v delu, ki se nanaša na stopnjo zaščite, ki jo zagotavlja ohišje.

Pri gradnji, obratovanju, vzdrževanju in uporabi podzemnih EE vodov se lahko uporabijo tudi drugi standardi ali tehnične rešitve, ki so najmanj enakovredni zahtevam standardov iz tega člena, kar se dokazuje z izračuni ali tehnično utemeljitvijo.

Novi podzemni EE vodi morajo biti dimenzionirani in zgrajeni skladno z razvojnim načrti distribucijskega in sistemskega operaterja.

7.3 Sistemski operater distribucijskega omrežja z električno energijo

Družba SODO, sistemski operater distribucijskega omrežja z električno energijo d. o. o. (v nadaljevanju SODO) izvaja gospodarsko javno službo distribucijskega operaterja električne energije na ozemlju Republike Slovenije. Več kot 960.000 uporabnikom distribucijskega omrežja v Sloveniji zagotavljajo zanesljivo, varno in učinkovito oskrbo z električno energijo. Z ustreznim načrtovanjem razvoja omrežja, njegovo izgradnjo, vodenjem in obratovanjem ter vzdrževanjem zagotavljajo dolgoročno zmogljivost omrežja, ki omogoča razumne zahteve za priključitev in dostop do omrežja ob upoštevanju standardov na področju kakovosti, napetosti in oskrbe z električno energijo. (SODO d.o.o., 2022)

SODO, kot koncesionar in izvajalec gospodarske javne službe distribucijskega operaterja električne energije, združuje in povezuje deležnike pri distribuciji električne energije v Sloveniji, zato ima osrednjo vlogo. Z namenom optimalne, zanesljive in učinkovite oskrbe vseh uporabnikov sistema združuje domače znanje v elektrodistribuciji. Na tak način soustvarja in

razvija tehnološke rešitve za dolgoročno trajnostno naravnano izvajanje procesa kakovostne, varne in zanesljive oskrbe z električno energijo, ki uporabnikom omogoča enostavno in uravnoteženo priključevanje, uporabne in koristne storitve ter enakopravno obravnavo vseh, s stalno skrbjo za okolje. Pri tem uporabnike sistema spodbuja k učinkoviti rabi energije in uporabi obnovljivih virov energije. Temeljni cilji družbe SODO v skladu z energetske politiko Evropske Unije in Republike Slovenije so naslednji:

- konkurenčnost,
- zanesljivost oskrbe z električno energijo,
- okoljska sprejemljivost.

Strateški cilj družbe SODO je podpora k doseganju ciljev slovenske energetske strategije na področju distribucije električne energije:

- zagotoviti enakopravne pogoje na trgu z električno energijo, tako za dobavitelje, uporabnike kot tudi proizvajalce električne energije,
- dolgoročna usmerjenost k dviganju zanesljivosti dobave električne energije (ustrezno načrtovanje omrežja: podzemna izvedba vodov...) končnim odjemalcem,
- večja ekonomska učinkovitost in povečanje zanesljivosti elektroenergetskega sistema,
- povečanje energetske učinkovitosti elektrodistribucijske infrastrukture,
- spodbujanje investiranja v distribucijski sistem z uporabo okolju prijaznih rešitev in najsodobnejših tehnologij,
- zagotavljanje pogojev za priključevanje novih uporabnikov v razumnih rokih in z razumnimi stroški,
- z uporabo enotnih kriterijev in postopkov načrtovanja razvoja omrežja zagotoviti poenoten koncept razvoja distribucijskega sistema na celotnem območju Republike Slovenije.

7.3.1 Tipizacija elektrodistribucijskega sistema

SODO objavlja tipizacijo sestavnih elementov distribucijskega elektroenergetskega sistema. Namen tipizacije je poenotenje tehnično tehnoloških rešitev gradnje in vzdrževanja distribucijskega sistema, na katerem se izvaja gospodarska javna služba dejavnost

distribucijskega operaterja. Tipizacija se objavlja v skladu z zakonodajo, njena uporaba je obvezna pri načrtovanju, projektiranju, gradnji, vzdrževanju in izdelavi razvojnih načrtov elektrodistribucijskega sistema (SODO d.o.o., 2022).

Področja tipizacije so razdeljena na: elektroenergetske vode, transformatorske postaje, merilna mesta in omrežne priključke in NN priključne omarice.

Do sedaj objavljene tipizacije elektroenergetskih vodov so:

- SODO T-1 110 kV daljnovodi,
- SODO T-2 Načrtovanje in gradnja 20 kV kablovodov,
- SODO T-3 Enožilni energetske kabli 12/20/24 kV,
- SODO T-4 Trižilni energetske kabli 12/20/24,
- SODO T-5 Univerzalni energetske kabli 12/20/24 kV,
- SODO T-6 Načrtovanje in gradnja NN podzemnega elektroenergetskega omrežja,
- SODO T-7 NN energetske kabli 1 kV,
- SODO T-10 NN omrežni prenapetostni odvodniki.

Za gradnjo kablovoda 20 kV sta merodajni tipizaciji SODO T-2 in SODO T-3.

Tipizacija SODO T-2 za načrtovanje in gradnjo 20 kV kablovodov je pripravljena na osnovi izkušenj in ugotovitev vzrokov poškodb ali odpovedi elementov nadzemnih vodov. S podzemno izvedbo kabelskih vodov se odpravljajo možnosti za ponovitev takšnih poškodb, zato, da se zagotovi odjemalcem čim večjo stopnjo zanesljivosti in kakovosti dobave električne energije. Tipizacija SODO T-2 je dokument, v katerem so združena spoznanja o obnašanju elementov kabelskih vodov od uvajanja kablov z XLPE in PE izolacijo. Na tej osnovi so podane tehnične rešitve, ki zagotavljajo optimalni tehnično-ekonomski prenos električne energije do uporabnikov. Tipizacija SODO T-2 je namenjena enotnim kriterijem za načrtovanje, projektiranje, nabavo, gradnjo in vzdrževanje 20 kV kablovodov v elektrodistribucijskem omrežju Slovenije (SODO d.o.o., 2020).

Tipizacija SODO T-3 za enožilne energetske kabli 12/20/24 kV se uporablja pri načrtovanju, projektiranju, nabavi, gradnji in vzdrževanju 20 kV kablovodov (KBV) z enožilnimi energetskeimi kabli v elektrodistribucijskem omrežju Slovenije. Pripravljena je na osnovi standardiziranih enožilnih kablov in dobre inženirske prakse pri uporabi teh v distribucijskem

omrežju Slovenije. V primeru, da načrtovani kablovodi zahtevajo specifične rešitve (npr. večji prerez, debelina izolacije, plašča ipd.), se lahko od tipizacije odstopi s pridržkom, vendar je nujno to projektno in tehnično utemeljiti. Tipizacija je dokument, s katerim se uredi in poenoti opredelitev bistvenih zahtev, izhodiščne pogoje za projektiranje, izbiro materialov in opreme, ki se vgrajuje z namenom, da se zagotovi enotnost tehničnih rešitev na celotnem distribucijskem omrežju Slovenije ter zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe. Osnovni namen je doseči medsebojno kompatibilnost in izmenljivost opreme, poenotenje zaloge opreme ter načina gradnje in vzdrževanja 20 kV KBV (SODO d.o.o., 2020).

7.4 Gospodarsko interesno združenje distribucije električne energije

Temeljni cilji gospodarskega interesnega združenja distribucije električne energije (v nadaljevanju GIZ DEE) so olajšati, koordinirati in pospeševati dejavnost gospodarske javne službe SODO, izboljšati rezultate tej dejavnosti brez ustvarjanja dobička združenja in olajšati ter koordinirati druge dejavnosti oz. interese z upoštevanjem, da s tem delovanjem ne sme biti kršeno pravilo medsebojne konkurence (GIZ - distribucije električne energije, 2022).

GIZ DEE so ustanovila javna podjetja za distribucijo električne energije: Elektro Celje, Elektro Gorenjska, Elektro Ljubljana, Elektro Maribor in Elektro Primorska.

Cilji združenja so:

- olajšati, koordinirati in pospeševati dejavnost družb ter izboljšati rezultate teh dejavnosti brez ustvarjanja dobička združenja,
- koordinacija nalog na področju tržnih in drugih energetske dejavnosti z upoštevanjem, da s tem delovanjem ne sme biti kršeno pravilo medsebojne konkurence,
- olajšati in koordinirati ostale skupne dejavnosti oziroma interese z upoštevanjem, da s tem delovanjem ne sme biti kršeno pravilo medsebojne konkurence,
- oblikovanje stališč v zvezi s predpisi (sodelovanje pri pripravi predpisov), ki urejajo področje elektroenergetike,
- izmenjava mnenj, medsebojno informiranje in sodelovanje članov o energetski problematiki.

Ustanovitelji v združenju uresničujejo skupne interese predvsem na naslednjih področjih:

- standardizacije in tipizacije na vseh področjih delovanja,

- razvojnih projektov za uvajanje novih tehnologij v distribucijski elektroenergetski dejavnosti,
- poenotenja tehničnih navodil,
- informacijskega sistema,
- varnosti in zdravja pri delu,
- izobraževanja

ter na drugih področjih v skladu z letnim programom dela, ki ga sprejme skupščina združenja oziroma se opredelijo s sklepi skupščine (GIZ - distribucije električne energije, 2008).

7.4.1 Tehnične smernice gradnje omrežij

Tehnična smernica je dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta ali materiala uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati in načini njihove vgradnje ter način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe. Poleg tega pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene (GIZ - distribucije električne energije, 2020).

Do sedaj objavljene tehnične smernice gradnje omrežij so:

- GIZ TS-2 NN energetski kabli 1kV,
- GIZ TS-4 Pribor za kable 12/20/24 kV,
- GIZ TS-5 Kabelski čevlji in tulci,
- GIZ TS-6 Tehnični podatki distribucijskega elektroenergetskega omrežja,
- GIZ TS-7 Smernice za gradnjo nadzemnih vodov,
- GIZ TS-9 Pojmovnik s področja obratovanja in vzdrževanja DEES,
- GIZ TS-10 SN Univerzalni energetski kabli 12/20/24 kV,
- GIZ TS-11 Prezem in polaganje kablov 1 kV do 35 kV,
- GIZ TS-12 Usmeritve za gradnjo TP 20(10)/0.4 kV,
- GIZ TS-13 Elektro-kabelska kanalizacija,

- GIZ TS-15 Smernica za gradnjo MTP 20(10)/0.4 kV,
- GIZ TS-16 Smernica za gradnjo KTP 20(10)/0.4 kV,
- GIZ TS-19 Enožilni energetske kabli 64-110 kV,
- GIZ TS-21 STZ za 1 žilni kable,
- GIZ TS-22 STZ za 3 žilni kable,
- GIZ TS 23 STZ za vhodno kontrolo,
- GIZ TS-25 Navodilo za delo PS GIZ in SODO,
- GIZ TS-26 Statična presoja lesenih drogov za eno-sistemske DV 20-kV z vodniki 70 A11 11 ST1A,
- GIZ TS-28 KEE Navodila o načinih in postopkih izvajanja občasnega monitoringa,
- GIZ TS-29 KEE Navodila o načinih in postopkih izvajanja stalnega monitoringa,
- GIZ TS-30 Navodila za priključevanje in obratovanje nizkonapetostnih agregatov,
- GIZ TS-31 Navodila za izklop iz obratovanja obnovljivih virov energije, priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje.

Za gradnjo daljnovoda 20 kV je merodajna tehnična smernica GIZ TS-7.

Tehnična smernica GIZ TS-7 za gradnjo nadzemnih vodov je pripravljena na osnovi analize vzrokov poškodb ali odpovedi elementov nadzemnih vodov sled obremenitve žledu v februarju 2014 in zmanjšuje možnosti za ponovitev takih poškodb, vse v smislu zagotoviti odjemalcem čim večjo stopnjo zanesljivosti in kvaliteto dobave električne energije. Tehnična smernica GIZ TS-7 je dokument, v katerem so združena spoznanja o obnašanju elementov nadzemnih vodov v žlednih pogojih in na osnovi tega so podane optimalne tehnične rešitve, ki bodo garancija, da do podobnih poškodb na nadzemnih vodih ne bo več prihajalo. Tehnična usmeritev GIZ TS-7 je namenjena enotnim kriterijem za projektiranje, nabavo, gradnjo in vzdrževanje 20 kV nadzemnih vodov na območju Gospodarskega interesnega združenja distribucijskih podjetij Slovenije (GIZ) (GIZ - distribucije električne energije, 2014).

7.5 *Neprekinjenost napajanja*

Neprekinjenost napajanja se predpisuje za skupno število in trajanje nenapovedanih kratkotrajnih in dolgotrajnih prekinitev v enem letu na enem prevzemno-predajnem mestu. Predpisano je tudi število napovedanih prekinitev (Agencija za energijo, 2022).

Za načrtovano prekinitev napajanja velja, da je to stanje, ko je napetost na predajnem mestu manjša od 5 % dogovorjene napetosti U_c in so uporabniki sistema predhodno obveščeni, da se bodo izvajala načrtovana dela na distribucijskem sistemu. Za nenačrtovano prekinitev napajanja velja, da je to stanje, ko je napetost na predajnem mestu manjša od 5 % dogovorjene napetosti U_c in jo povzročijo trajne ali prehodne okvare, katerih vzrok so navadno zunanji dogodki, okvare opreme ali motnje, uporabniki sistema pa pri tem niso predhodno obveščeni (Agencija za energijo, 2021).

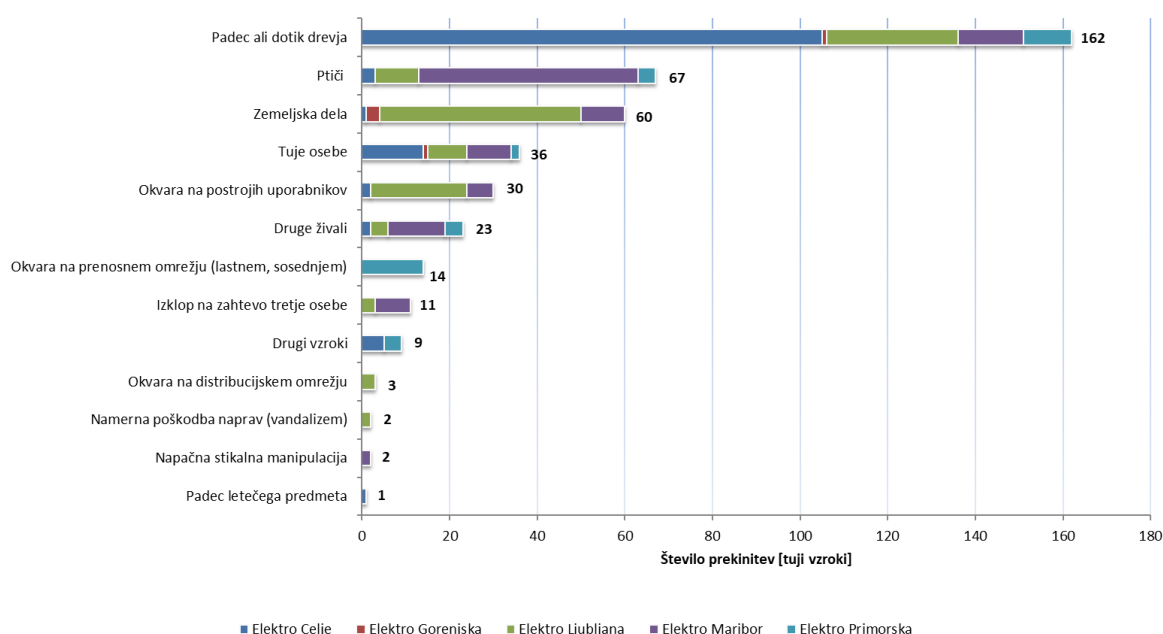
Nenačrtovane prekinitev delimo po vzroku nastanka na lastne vzroke, tuje vzroke in višjo silo. Nenačrtovane prekinitev, ki so posledica lastnih vzrokov, kažejo na starost sistema, slabo izbiro materialov in problematiko vzdrževanja (frekvenca, količina uporabljenih sredstev, kakovost izvedbe del ipd.). Nenačrtovane prekinitev, za katere ni odgovoren elektro operater oziroma niso nastale po njegovi krivdi, se uvrščajo med tuje vzroke. V primerih, ki jih ni bilo moč predvideti in na njih elektro operater ni mogel vplivati, se za vzroke prekinitev opredeli višja sila. V obeh primerih (tuji vzroki in višja sila) mora elektro operater dokazovati vzroke prekinitev, ki jih hrani kot dokazno dokumentacijo pri posameznih prekinitvah izven vpliva.

Kazalnika neprekinjenosti napajanja sta:

- SAIFI (angl. System Average Interruption Frequency Index) – indeks povprečne frekvence prekinitev v sistemu: pove, kolikokrat v letu ni bilo dobave električne energije (povprečno na odjemalca),
- SAIDI (angl. System Average Interruption Duration Index) – indeks povprečnega trajanja prekinitev v sistemu: pove, koliko časa ni bilo dobave električne energije (povprečno na odjemalca).

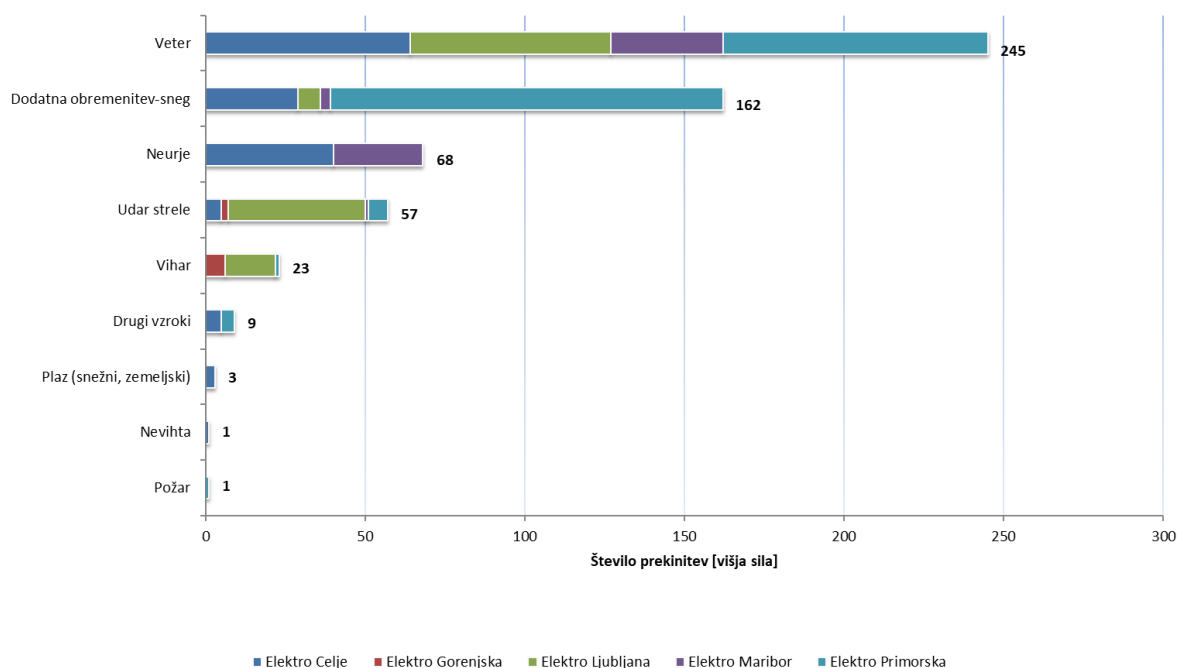
Izračun parametrov SAIDI in SAIFI se izvaja v različnih točkah (nivojih) opazovanja: SN izvod določenega RTP/RP, tip SN izvoda določenega RTP/RP, nivo RTP/RP, nivo podjetja (nivo EDP) in državni (DO) nivo. Preračune iz osnovne ravni na ostale nivoje izvede informacijski sistem za poročanje samodejno; agregacija se vrši na mesečni in letni ravni opazovanja.

Analiza parametrov neprekinjenosti napajanja po tipih izvodov daje predvidljive rezultate. Praviloma pri vseh EDP-jih prevladujejo prekinitve na podeželskih izvodih, ki so (naj)bolj podvrženi delovanju zunanjih (vremenskih) vplivov. Mestni tipi izvodov so praviloma v večji meri pokableni, zato so tudi parametri neprekinjenosti napajanja na teh delih sistema bistveno manjši. Analizo prekinitev izven vpliva podjetja v letu 2020 – tuji vzroki prikazuje slika 7.1, medtem ko analizo prekinitev izven vpliva podjetja v letu 2020 – višja sila prikazuje slika 7.2.



Slika 7.1: Analiza prekinitev izven vpliva podjetja v letu 2020 – tuji vzroki

Vir: (Agencija za energijo, 2021)

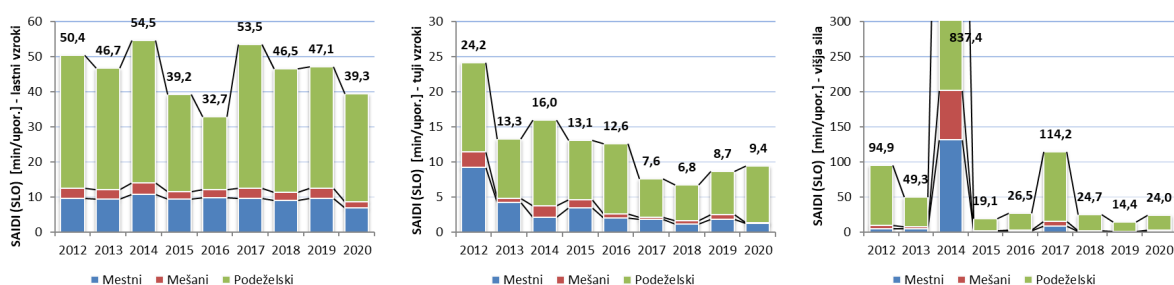


Slika 7.2: Analiza prekinitev izven vpliva podjetja v letu 2020 – višja sila

Vir: (Agencija za energijo, 2021)

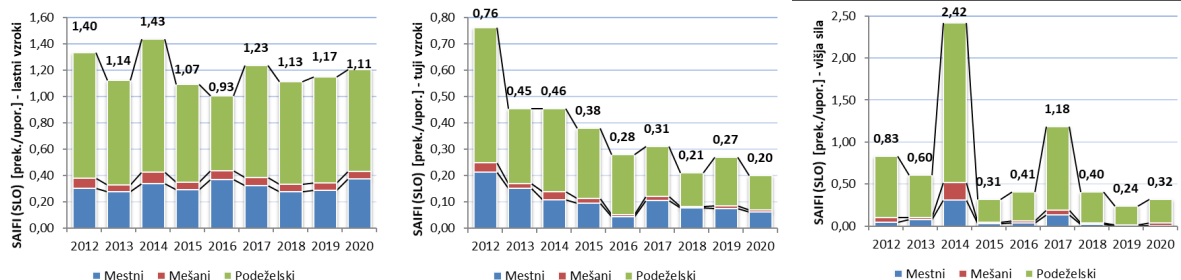
Vidimo, da so najpogostejši vzroki nenačrtovanih prekinitev vzroki, ki neposredno prizadenejo nadzemne vode. V primeru tujih vzrokov so to padec ali dotik drevja in ptiči, v primeru višje sile pa so to veter, dodatna obremenitev – sneg, neurje in udar strele. Vzroki nenačrtovanih prekinitev, ki neposredno prizadenejo podzemne vode, so večinoma tuji vzroki, kot so zemeljska dela, izjemoma tudi višja sila v primeru udara strele.

Večletni trend SAIDI v Sloveniji po tipih izvodov za nenačrtovane prekinitve prikazuje slika 7.3, medtem ko večletni trend SAIFI v Sloveniji po tipih izvodov za nenačrtovane prekinitve prikazuje slika 7.4.



Slika 7.3: Večletni trend SAIDI v Sloveniji po tipih izvodov za nenačrtovane prekinitve

Vir: (Agencija za energijo, 2021)



Slika 7.4: Večletni trend SAIFI v Sloveniji po tipih izvodov za nenačrtovane prekinitev

Vir: (Agencija za energijo, 2021)

Pri mestnem in mešanem tipu izvodov prevladujejo pretežno podzemni elektroenergetski vodi, medtem ko pri podeželskem tipu izvodov prevladujejo pretežno nadzemni elektroenergetski vodi. Na podlagi gibanja parametrov SAIDI in SAIFI vidimo izrazito poslabšanje parametrov v primeru višje sile v letu 2014 zaradi žleda in v letu 2017 zaradi vetroloma, ki neposredno prizadeneta le nadzemne elektroenergetske vode.

Žled je v letu 2014 povzročil precejšnjo škodo na elektroenergetskem sistemu, število nenačrtovanih dolgotrajnih in kratkotrajnih prekinitev je bilo v primerjavi z letom 2013 višje za več kot 93 %. Tudi v letu 2017 je bilo občutno povečanje števila nenačrtovanih prekinitev, kar je posledica vetroloma v mesecu decembru (SODO d.o.o., 2021).

Z vidika varnosti se z zgoraj navedenimi predpisi, standardi, nacionalnimi normativnimi določili, tipizacijo in tehničnimi smernicami v osnovi zagotavlja enak nivo varnosti za prebivalstvo in gospodarstvo, tako za daljnovode 20 kV kot tudi kablovode 20 kV. Z vidika neprekinjenosti napajanja pa zaradi višje sile, tujih in lastnih vzrokov kablovodi 20 kV zagotavljajo bistveno višji nivo varnosti za prebivalstvo in gospodarstvo kot daljnovodi 20 kV.

8 SKLEP

V diplomski nalogi smo želeli predstaviti razlike pri gradnji nadzemnega in podzemnega elektrovida, primerjati stroške izvedbe nadzemnega in podzemnega elektrovida in prikazati potek gradnje ter zagotovitev varnosti med gradnjo nadzemnega in podzemnega elektrovida.

Za predstavitev razlik oziroma primerjavo med nadzemnimi in podzemnimi elektrovidi na praktičnem primeru smo izbrali nadzemni elektrovid (t.i. daljnovod) DV 20 kV Črešnjevci (d-531), ki je bil zaradi zahteve po povečanju obratovalne zanesljivosti in robustnosti v letu 2022 izveden kot podzemni elektrovid (t. i. kablovod) KB 20 kV Črešnjevci.

Osnovno izhodišče za predstavitev razlik oziroma primerjavo daljnovoda 20 kV in kablovoda 20 kV predstavlja njuna prenosna zmogljivost, ki mora biti enaka. Le v tem primeru lahko trdimo, da sta daljnovod 20 kV in kablovod 20 kV medsebojno primerljiva. Z daljnovodom 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm² je ob predpostavljenih standardnih pogojih polaganja primerljiv kablovod 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² in je kot tak predstavljal izhodišče za vse nadaljnje primerjave.

Hipotezo H1, da izvedba nadzemnega elektrovida predstavlja večji poseg v naravo kot izvedba podzemnega elektrovida, smo preverili na podlagi pregleda zakonodajnih zahtev za gradnjo v četrtem poglavju. Postopkovno se novogradnja daljnovoda 20 kV ne razlikuje bistveno od novogradnje kablovoda 20 kV. Noben od njiju ni objekt z vplivi na okolje, za katerega bi bilo treba pred začetkom izvajanja posega v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja, izvesti presojo vplivov na okolje. Gradbeno dovoljenje je potrebno za oba, prav tako prijava začetka gradnje. Za začetek uporabe daljnovoda 20 kV je treba imeti uporabno dovoljenje, medtem ko za začetek uporabe kablovoda 20 kV ne. Z vidika projektne dokumentacije potrebujemo za kablovod 20 kV le dokumentacijo za pridobitev gradbenega dovoljenja, medtem ko za daljnovod 20 kV potrebujemo še projektno dokumentacijo za izvedbo gradnje, projektno dokumentacijo izvedenih del in dokazilo o zanesljivosti objekta. Hipotezo H1 smo ovrgli.

Hipotezo H2, da je izvedba nadzemnih elektrovidov cenejša od gradnje podzemnih elektrovidov, smo preverili na podlagi primerjave stroškov izgradnje iz projektne dokumentacije za izvedbo gradnje v petem poglavju. V kolikor ne upoštevamo življenjske dobe, bi smeli zaključiti, da je izvedba daljnovoda 20 kV z betonskimi oporišči malenkostno cenejša od gradnje kablovoda 20 kV, ob upoštevanju življenjske dobe pa moramo zaključiti, da je izvedba daljnovoda 20 kV z betonskimi oporišči malenkostno dražja od gradnje kablovoda 20

kV. Do enakega zaključka bi prišli tudi v primeru, če bi za primerjavo uporabili daljnovod 20 kV z lesenimi drogovi, katerega strošek izgradnje znaša 48.200 €/km, vendar je tudi njegova življenjska doba ustrezno manjša in znaša 33 let. Nič bolje ne bi bilo v primeru primerjave z daljnovodom 20 kV s kovinskimi drogovi, katerega življenjska doba je sicer večja in znaša 40 let, vendar je strošek njegove izgradnje neprimerno večji. Hipotezo H2 smo ovrgli.

Hipotezo H3, da je izvedba nadzemnega elektrovida v času izvajanja del nevarnejša od izvedbe podzemnega elektrovida, smo preverili na podlagi pregleda zakonodajnih zahtev pri delu in statističnih podatkov o nezgodah pri delu in nevarnih dogodkih v elektrodistribucijskih podjetjih v šestem poglavju. Na podlagi splošno dostopnih podatkov ne moremo podati odgovora, ali je izvedba daljnovoda 20 kV v času izvajanja del nevarnejša od izvedbe kablovida 20 kV. Ob spoštovanju in izvajanju ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu, opravljanju del s tolikšno pazljivostjo, da se varuje lastno življenje in zdravje ter življenje in zdravje drugih oseb, uporabi sredstev za delo, varnostnih naprav in osebne varovalne opreme skladno z njihovim namenom in navodili, do nevarnosti pri delu ne bi smelo priti, ne pri izvedbi daljnovoda 20 kV kot tudi ne pri izvedbi kablovida 20 kV. Hipoteze H3 ne moremo niti potrditi, niti ovreči.

Hipotezo H4, da podzemni elektrovid predstavlja za prebivalstvo in gospodarstvo višji nivo varnosti kot nadzemni elektrovid, smo preverili na podlagi pregleda tehničnih pogojev za gradnjo in statističnih podatkov o neprekinjenosti napajanja v sedmem poglavju. Z vidika varnosti se s predpisi, standardi, nacionalnimi normativnimi določili, tipizacijo in tehničnimi smernicami v osnovi zagotavlja enak nivo varnosti za prebivalstvo in gospodarstvo, tako za daljnovode 20 kV kot tudi kablovide 20 kV. Z vidika neprekinjenosti napajanja pa zaradi višje sile, tujih in lastnih vzrokov kablovidi 20 kV zagotavljajo bistveno višji nivo varnosti za prebivalstvo in gospodarstvo kot daljnovodi 20 kV. Hipotezo H4 smo potrdili.

Na podlagi zgornjih ugotovitev smemo zaključiti, da je za investitorja, gospodarstvo in prebivalstvo izgradnja kablovida 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm² dandanes smotnejša od izgradnje daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm², ker ne predstavlja večjega posega v naravo, ker je cenejša, ker v času izvajanja del ni nevarnejša, ker zagotavlja enak nivo varnosti in ker z vidika neprekinjenosti napajanja zagotavlja bistveno višji nivo varnosti za prebivalstvo in gospodarstvo.

9 VIRI, LITERATURA

- Agencija za energijo. (december 2021). *Poročilo o kakovosti oskrbe z električno energijo v letu 2020*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz <https://www.agen-rs.si/documents/10926/22101/Poro%C4%8Dilo-o-kakovosti-oskrbe-z-elektri%C4%8Dno-energijo-v-letu-2020/2148be1e-e830-4d3c-a909-98611b7ca943>
- Agencija za energijo. (12. julij 2022). *Neprekinjenost napajanja*. Pridobljeno iz <https://www.agen-rs.si/gospodinjski/elektrika/kakovost-oskrbe/neprekinjenost-napajanja>
- Elektro Maribor d.d. (september 1991). 20 kV kablovod in 20 kV daljnovod RTP RADENCI – ČREŠNJEVCI. *PGD, PZI, št. projekta 83/91*.
- Elektro Maribor d.d. (december 2017). Pravilnik o računovodenju v družbi in skupini Elektro Maribor.
- Elektro Maribor d.d. (november 2020). Delno kabliranje SN daljnovodov 20 kV APAČE (d-336), ČRNCI (d-107) in ČREŠNJEVCI (d-531) ter izgradnja TP 20/0,4 kV ČREŠNJEVCI 6 s vključitvijo v SNO 20 kV in NNO 0,4 kV. *PZI, št. projekta 95/20-GR, št. dokumentacije 95/20-GR-PZI*.
- Elektro Maribor d.d. (12. maj 2020). Enotni cenik elektrodistribucijskih objektov 2020.
- GIZ - distribucije električne energije. (december 2006). *Varnostna pravila za gradbeno montažna dela* (1. izd.). (v. i. Delovna skupina za splošne zadeve, Ured.)
- GIZ - distribucije električne energije. (25. april 2008). *Statut gospodarskega interesnega združenja distribucije električne energije*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz https://www.giz-dee.si/Portals/0/doc/STATUT_GIZ-DEE_%2025042008.pdf
- GIZ - distribucije električne energije. (november 2008). *Varnostna pravila za delo na elektroenergetskih postrojih* (2. izd.). (v. i. Delovna skupina za splošne zadeve, Ured.)
- GIZ - distribucije električne energije. (oktober 2010). *Katalog navodil za varno delo* (1. izd.). (v. i. Delovna skupina za splošne zadeve, Ured.)
- GIZ - distribucije električne energije. (junij 2014). *GIZ TS-7 Smernice za gradnjo nadzemnih vodov*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz <https://www.giz-dee.si/Portals/0/Tipizacija/GIZ-TS-7-Smernice-za-gradnjo-nadzemnih-vodov.pdf>

- GIZ - distribucije električne energije. (oktober 2020). *GIZ TS-25 Navodilo za delo PS GIZ in SODO*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz <https://www.giz-dee.si/Portals/0/Newsletters/GIZ-TS-25-Navodilo-za-delo-PS-GIZ-in-SODO.PDF>
- GIZ - distribucije električne energije. (2020). *Poročilo o nezgodah pri delu v letu 2019 elektrodistribucije Slovenije*. Delovna skupina za splošno pravne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost, Nova Gorica.
- GIZ - distribucije električne energije. (2021). *Poročilo o nezgodah pri delu v letu 2020 elektrodistribucije Slovenije*. Delovna skupina za splošno pravne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost, Nova Gorica.
- GIZ - distribucije električne energije. (2021). *Prihodnost je električna, 6. Strateška konferenca elektrodistribucije Slovenije*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz https://www.giz-dee.si/Portals/_default/Konferenca%202021/giz_2021_publikacija_2021-10-05-web.pdf
- GIZ - distribucije električne energije. (2022). *Poročilo o nezgodah pri delu v letu 2021 elektrodistribucije Slovenije*. Delovna skupina za splošno pravne zadeve, varnost in zdravje pri delu ter požarno varnost, Nova Gorica.
- GIZ - distribucije električne energije. (12. julij 2022). *Predstavitev*. Pridobljeno iz <https://www.giz-dee.si/Predstavitev>
- Inženirska zbornica Slovenije. (december 2020). *Pravila stroke, Zvezek 0, Splošna določila*. Pridobljeno 12. julij 2020 iz <https://www.izs.si/assets/media/izsnovo/2020/Dobra%20praksa/IZS-PRAVILA-STOKE-final-december-2020.pdf>
- Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije. (brez datuma). *Proces graditve - preglednica zahtev po GZ*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Graditev/proces_graditve_preglednica.pdf
- SIST EN 50182:2002. (2003). *Vodniki za nadzemne vode - Pletene vrvi iz koncentrično ležeče okrogle žice*. Slovenski inštitut za standardizacijo.
- Slovenski inštitut za standardizacijo. (12. julij 2022). *SIST EN 50341-1:2013*. Pridobljeno iz <http://ecommerce.sist.si/catalog/project.aspx?id=520f2a71-0ac8-4d14-964f-f9a5a52284f5>

- Slovenski inštitut za standardizacijo. (12. julij 2022). *SIST EN 50341-3-21:2009*. Pridobljeno iz <http://ecommerce.sist.si/catalog/project.aspx?id=951dcb48-ee3f-4e17-bb31-801adfd1bc>
- Slovenski inštitut za standardizacijo. (12. julij 2022). *SIST EN 50423-3-21:2009*. Pridobljeno iz <http://ecommerce.sist.si/catalog/project.aspx?id=b8fdfac2-675f-45e7-aa89-8fa30ab01a33>
- SODO d.o.o. (september 2020). *SODO T-2 Načrtovanje in gradnja 20 kV kablovodov*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz <https://www.sodo.si/storage/app/uploads/public/5f5/a07/1ab/5f5a071abe268517302344.pdf>
- SODO d.o.o. (september 2020). *SODO T-3 Enožilni energetski kabli 12/20/24 kV*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz <https://www.sodo.si/storage/app/uploads/public/5fb/3aa/8d4/5fb3aa8d4b5c9691990800.pdf>
- SODO d.o.o. (September 2021). *Ključni podatki elektrodistribucijskega sistema slovenije 2010 – 2020*. Pridobljeno 12. julij 2022 iz https://sodo.si/storage/app/media/SODO_predstavitev_2020_v04_WEB.pdf
- SODO d.o.o. (12. julij 2022). *Družba SODO*. Pridobljeno iz <https://www.sodo.si/sl/kdo-smo>
- SODO d.o.o. (12. julij 2022). *Tipizacija elektrodistribucijskega sistema*. Pridobljeno iz <https://www.sodo.si/sl/o-omrezju/tipizacija-elektrodistribucijskega-sistema>
- Toroš, Z. (2013). Predstavitev distribucijskega elektroenergetskega sistema (DEES). *Predavanje na Fakulteti za elektrotehniko bv Ljubljani* (str. 20). Ljubljana: Elektro Primorska, d. d.
- Uradni list RS, št. 199/21. (12. julij 2022). *Gradbeni zakon*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8244>
- Uradni list RS, št. 199/21. (12. julij 2022). *Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3)*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8249>
- Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1. (12. julij 2022). *Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka*. Pridobljeno iz <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV36>

- Uradni list RS, št. 36/18, 51/18 – popr., 197/20 in 199/21 – GZ-1. (12. julij 2022). *Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV13306>
- Uradni list RS, št. 42/21 in 20/22. (12. julij 2022). *Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev podzemnih elektroenergetskih vodov izmenične nazivne napetosti nad 1 kV do 400 kV*. Pridobljeno iz <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV14138>
- Uradni list RS, št. 43/11. (12. julij 2022). *Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1)*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO5537>
- Uradni list RS, št. 44/22. (12. julij 2022). *Zakon o varstvu okolja (ZVO-2)*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8286>
- Uradni list RS, št. 51/14, 57/15, 26/17, 105/20 in 44/22 – ZVO-2. (12. julij 2022). *Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6527>
- Uradni list RS, št. 52/14 in 67/22. (12. julij 2022). *Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov izmenične napetosti 1 kV do 400 kV*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11281>
- Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1. (12. julij 2022). *Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih*. Pridobljeno iz <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3783>
- Uradni list RS, št. 96/22. (12. julij 2022). *Uredba o razvrščanju objektov*. Pridobljeno iz <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7671>
- Zagomilšek, K. (2014). 130 let elektrifikacije Slovenije ; 115 let distribucije električne energije v Mariboru ; 100 let javne službe distribucije električne energije v Mariboru. *Zbornik družbe Elektro Maribor - 1. izd.* , 1–93.
- Zakrajšek, T. (12. julij 2022). *Oblikovanje in vodenje učinkovitih timov: Belbinove timske vloge*. Pridobljeno iz Psihologija dela: <https://psihologijadela.com/2015/01/02/oblikovanje-in-vodenje-ucinkovitih-timov-belbinove-timske-vloge/>

10 PRILOGE

Priloga 1: Popis del za izgradnjo kilometra daljnovoda 20 kV z vodniki Al/Je 70/12 mm²

A) PRIPRAVLJALNA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
1	Priprava del in materiala za DV - trasa nad 300 m	kos	1		
2	Priprava in ureditev priročnega skladišča in delovišča za material DV	kpl	1		
3	Priprava zakoličbe	kpl	1		
4	Geodetska zakoličba trase DV - z izdelavo količbenega zapisnika - s prisotnostjo izvajalca del - trasa nad 300 m	m	1000		
5	Priprava elaborata začasne prometne ureditve in pridobitev dovoljenja za zaporo ceste - občinska cesta	kpl	1		
6	Izvedba zapore občinske ceste (priprava, postavitve, vzdrževanje in odstranitev začasne prometne opreme)	kpl	1		
7	Priprava elaborata začasne prometne ureditve in pridobitev dovoljenja za zaporo ceste - regionalna cesta	kpl	1		
8	*Izvedba zapore regionalne ceste (priprava, postavitve, vzdrževanje in odstranitev začasne prometne opreme)	kpl	1		
9	Označitev in zavarovanje delovišča z gradbiščno mrežo (l= ca. 16 m) - gradbena jama (temeljenje AB droga)	kos	10		
10	Ročno ali strojno čiščenje grmovja (podrasti) in manjših dreves z debli do 10 cm	m2	200		

11	Stikalne manipulacije (izklop - vklop) za zagotovitev varnega dela	kpl	2
12	Zagotovitev prisotnosti nadzornika (Elektro Maribor) v času izvajanja del	kpl	2
13	Ostala drobna dela in material	kos	1

B) GRADBENA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
14	Izdelava betonskega temelja z izkopom, zasipom, planiranjem in odvozom odvečnega materiala za: - bet. drog BN1-13, 6,3 kN - nosilnost tal 0,15 MPa - dim. 1,50×1,50×1,4 (skupaj 3,2 m3) - po nač. G-307a, način I	kos	5		
15	Izdelava betonskega temelja z izkopom, zasipom, planiranjem in odvozom odvečnega materiala za: bet. drog BK1-12, 15.21 kN, nosilnost tal 0.15 MPa, dim. 1.5×1.5×2.0 m (skupaj 4.5 m3), po tip. EGS 10-08	kos	1		
16	Izdelava betonskega temelja z izkopom, zasipom, planiranjem in odvozom odvečnega materiala za: - bet. drog BK3-12, 29,61 kN - nosilnost tal 0,15 MPa - dim. 2,1×2,1×2,0 m (skupaj 8,9 m3) - po tip. EGS 10-08	kos	4		
17	Strojni izkop jarka za ozemljitve (III. ktg) z odmetom materiala na rob izkopa ter ročnim planiranjem dna kabelskega jarka - dimenzij 0,4 x 0,6 m	m3	100		

18	Strojni zasip jarka za ozemljitve z utrjevanjem po plasteh 20 cm in s končnim planiranjem	m3	100
19	Ostala drobna dela in material	kos	1

C) MONTAŽNA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
20	Dobava, priprava in sestava betonskega droga NO13, min. dopustna sila 630 daN.	kos	5		
21	Dobava, priprava in sestava betonskega droga K12, min. dopustna sila 1180 daN.	kos	1		
22	Dobava, priprava in sestava betonskega droga Z12, min. dopustna sila 2200 daN.	kos	4		
23	Dobava in montaža betonske konzole: - nosilna NK-22 na betonski drog N13 (NO13, N14, NO14, N15 ali NO15)	kos	5		
24	Dobava in montaža betonske konzole: - kotna KK-26.5 na betonski drog (K12, K13)	kos	1		
25	Dobava in montaža betonske konzole: - zatezna ZK-31 na betonski drog Z12 (Z12TP)	kos	4		
26	Strojna postavitvev betonskega droga tip NO 12-15	kos	5		
27	Strojna postavitvev betonskega droga tip K12-15	kos	1		
28	Strojna postavitvev betonskega droga tip Z12	kos	2		
29	Strojna postavitvev betonskega droga z ločilnim stikalom	kos	2		
30	Montaža obešal. U-stremena: - 35.16.55 DVZ	kos	15		

31	Montaža obešal. stremena: - 43.27.60 DVZ (dvojno)	kos	15
32	Dobava in montaža kompozitne izolatorske verige na stoječi betonski drog: - tip EN(KB) po D-880	kos	15
33	Dobava in montaža kompozitne izolatorske verige na stoječi betonski drog: - tip EZ(KB) po D-884	kos	18
34	Dobava in montaža kompozitne izolatorske verige na stoječi betonski drog: - tip EZO(KB) po D-885	kos	6
35	Dobava in montaža kompozitne izolatorske verige na stoječi betonski drog: - tip DZO(KB) po D-887	kos	6
36	Dobava in montaža horizontalnega ločilnega stikala 24 kV/630 A, (razdalja med vpetji vodnikov 700 mm), brez pripada. obešalnih stremen, komplet z montažnim priborom in ročnim pogonom - brez ozemljilnih nožev, - na betonsko konzolo betonskega droga	kpl	2
37	Dobava in montaža vodnikov Al/Je: - 3×70/12 mm ²	m	1050
38	Montaža vodnika Al/Je v obešalno sponko izol. verige: - nosilno, nad 35/6	kos	15
39	Montaža vodnika Al/Je v obešalno sponko izol. verige: - razbremenilno, nad 35/6	kos	30
40	Dobava in montaža tokovnega loka Al/Je 70 mm ² (goli vodnik-goli vodnik)	kos	15
41	Izvedba ozemljitve betonske konzole: - povezava na ozemljitveno matico droga	kos	10

42	Izvedba ozemljitve kovinske konzole: - povezava na ozemljitveni vod na bet. drogu	kos	2
43	Dobava in montaža ozemljitvenega voda (Fe/Zn 25×4 mm) na betonski drog, od ozemljitvene matice do vrha droga	kpl	2
44	Izvedba ozemljitve ločilnega stikala in ročice pogona: - povezava na ozemljitveno matico droga	kpl	2
45	Izvedba potencialnega obroča (kpl z dobavo in polaganjem ozemljila Fe-Zn 25×4 v zemljo ter priključitvijo na ozemljitveno matico betonskega droga)	kpl	2
46	Dobava in polaganje ozemljila: - Fe/Zn 25×4 mm v zemljo	m	400
47	Dobava in montaža - Rf križna sponka 60×60 mm	kos	10
48	Ostala drobna dela in material	kos	1

E) TRANSPORT

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
49	Nakladanje in razkladanje materiala (kabli - do 3 kabelske bobne) - tovorni avto nad 18 t (NDM) z avtodvigalom nad 6 t	kpl	1		
50	Prevoz materiala (kabli - do 3 kabelske bobne) od skladišča do delovišča: ter razvoz po delovišču - tovorni avto nad 18 t (NDM)	km	50		
51	Nakladanje in razkladanje materiala (do 4 betonske drogove) - tovorni avto nad 18 t (NDM) z avtodvigalom nad 6 t	kpl	4		
52	Prevoz materiala (do 4 betonske drogove) od skladišča do delovišča - tovorni avto nad 18 t (NDM)	km	200		

53	Premik vozila - tovorni avto nad 18 t	km	100
54	Uporaba dvizne košare - tovorni avto nad 18 t (NDM) z avtodvigalom nad 6 t	h	16
55	Nakladanje in razkladanje mini bagerja	kpl	2
56	Premik mini bagerja na tovornem vozilu nad 18 t	km	100
57	Prevoz elektro-montažnih skupin	km	1000

F) ZAKLJUČNA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
58	Meritev specifične upornosti tal z izdelavo poročila (do 5 točk na isti lokaciji)	kpl	2		
59	Meritev in kontrola varnostnih višin DV 20 kV na križanjih	kpl	1		
60	Pregled daljnovoda: - priprava tehnične dokumentacije	kos	1		
61	Pregled daljnovoda: - sodelovanje na tehničnem pregledu	kos	1		
62	*Izdelava projektne dokumentacije PID	kpl	1		

REKAPITULACIJA:

A) PRIPRAVLJALNA DELA:
B) GRADBENA DELA:
C) MONTAŽNA DELA:
E) TRANSPORT:
F) ZAKLJUČNA DELA:

Skupaj: _____

DDV 22%: _____

Predračunska vrednost: _____

Priloga 2: Popis del za izgradnjo kilometra kablovoda 20 kV z enožilnimi kabli Al 150 mm²

A) PRIPRAVLJALNA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
1	Priprava del in materiala za KBV - trasa nad 300 m	m	1000		
2	Geodetska zakoličba trase KBV - z izdelavo količbenega zapisnika - s prisotnostjo izvajalca del - trasa nad 300 m	m	1000		
3	Zakoličba obst. komunalnih vodov - izvedba zakoličbe s strani upravljavca GJI in zagotovitev nadzora v času izvajanja del - s prisotnostjo izvajalca	kos	4		
4	Označitev in zavarovanje delovišča z opozorilnim PVC trakom v neurbanem okolju - odprt kabelski jarek (upoštevana dolžina trase)	m	1000		
5	Stikalne manipulacije (izklop - vklop) za zagotovitev varnega dela	kpl	1		
6	Zagotovitev prisotnosti nadzornika (Elektro Maribor) v času izvajanja del	kpl	1		
7	Ostala drobna dela in material	kos	1		

B) GRADBENA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
8	Strojni izkop kabelskega jarka (III. ktg) z odmetom materiala na rob izkopa ter ročnim planiranjem dna kabelskega jarka - dimenzij 0,4 x 0,8 m	m3	390		
9	Ročni izkop kabelskega jarka (III. ktg) (strojno nedostopna mesta) z odmetom materiala na rob izkopa ter ročnim planiranjem dna kabelskega jarka	m3	10		

10	Strojni izkop jame (III. ktg) z odmetom materiala na rob izkopa ter zasipom z utrjevanjem po plasteh 20 cm ter končnim planiranjem - jama za kabelsko spojko (SN ali NN kabel) - dim. ca 1.5×1,5×0.9 m	kos	1
11	Strojni izkop jame (III. ktg) z odmetom materiala na rob izkopa ter zasipom z utrjevanjem po plasteh 20 cm ter končnim planiranjem - jama za kabelsko rezervo (skupaj 1,0 m3)	kos	2
12	Dobava, razvoz po trasi in obsip kabla z mivko v kabelski jarek v sloju 20 cm	m3	80
13	Strojni zasip kabelskega jarka z utrjevanjem po plasteh 20 cm in s končnim planiranjem	m3	320
14	Izvedba kabelske kanalizacije - planiranje podlage - dobava in polaganje cevi za zaščito kablov (dvoslojna - zunaj rebrasta, znotraj gladka) - zasip cevi z obstoječo zemljino - 1 × PE fi 160 mm	m	30
15	Dobava in polaganje cevi - PEHD 2×fi50 mm (dvojček za optiko)	m	1000
16	Dobava in izvedba spojke za cev: - PEHD 2×fi 50 mm Opomba: Na vsakih 300 m dodaj spojko, ker je na kolutu 300 m cevi	kos	3
17	Dobava in polaganje GAL ščitnika v kabelski jarek nad SN kabli	m	1000
18	Dobava in polaganje opozorilnega traku (z napisom "PAZI! ENERGETSKI KABEL") v kabelski jarek nad kabli	m	2000
19	Visokotlačni preizkus tesnosti cevi PEHD 2×fi 50 mm in spojke z izdelavo poročila o meritvi.	m	1000

20	Fino ročno planiranje terena	m2	400
21	*Ureditev prekopanih zelenic s sejanjem trave	m2	400
22	Ostala drobna dela in material	kos	1

C) MONTAŽNA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
23	Dobava in polaganje enožilnega SN kabla - v kabelski jarek (razmestitev - trikot) - z dobavo in nameščanjem PVC distančnikov - tip NA2XS(FL)2Y 1×150 RM/25 12/20 kV	m	3050		
24	Dobava in izvedba kabelske spojke za enožilne kable 12/20 kV: - Al 150 mm ²	kos	3		
25	Dobava in izvedba SN kabelskega končnika s priklopom in ozemljitvijo ekrana - komplet za tri enožilne kable 12/20 kV - zunanja montaža: - Al 150 mm ²	gar	1		
26	Dobava, montaža in ozemljitev oklopljenega ločljivega T-konektorja tip C (630 A): - za naprave izolirane s plinom - za enožilne kable 12/20 kV izolirane s polimeri - za vzporedno vezavo odvodnikov prenapetosti - za kabel preseka 150 mm ²	gar	1		
27	Dobava, montaža in ozemljitev SN odvodnika prenapetosti: - za priključitev na SN kabelski oklopljen ločljivi T- konektor tip C (630 A) - komplet za tri faze - I. razred, Um= 24 kV, In= 10 kA (8/20 us), Uc= 22 kV	gar	1		
28	Dobava in montaža vertikalnega ločilnega stikala 24 kV/630 A, (razdalja med poli 500 mm), komplet z montažnim priborom ter z ročnim pogonom - z ozemljilnimi noži, - za lesen A-drog;	kos	1		

29	Montaža in zaščita kabla na lesenem drogu: - s ščitnikom po D-745/1,2 (trije kabli)	kos	1
30	Dobava, montaža, priključitev in ozemljitev SN odvodnika prenapetosti za zunanjo montažo (In= 10 kA (8/20 us), Uc= 22kV, I. razred)	kos	3
31	Montaža ozemljitvenega voda (vrvi) na leseni drog in ozemljitev nosilca kabelskih glav in odvodnikov prenapetosti	kos	1
32	Dobava in montaža kovinske konzole na stoječi leseni drog: - nosilec kabelskih glav in odvodnikov prenapetosti (risbi D-966 in T-4615) - kabelske objemke za enožilne kable	kpl	1
33	Potencialna ozemljitev ločilnega stikala na lesenem N-drogu (NL)	kos	1
34	Polaganje tračnega ozemljila Fe/Zn 25×4 mm: - v zemljo	m	50
35	Polaganje tračnega ozemljila Fe/Zn 25×4 mm: - spoji v zemlji	kos	2
36	Ostala drobna dela in material	kos	1

E) TRANSPORT

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
37	Nakladanje in razkladanje materiala (elektro-strojni material) - tovorni avto od 7 do 14 t (NDM) z avtodvigalom nad 3,5 do 6 t	kpl	1		
38	Prevoz materiala (elektro-strojni material) od skladišča do delovišča: - tovorni avto od 7 do 14 t (NDM)	km	50		
39	Nakladanje in razkladanje materiala (kabli - do 3 kabelske bobne) - tovorni avto nad 18 t (NDM) z avtodvigalom nad 6 t	kpl	1		

40	Prevoz materiala (kabli - do 3 kabelske bobne) od skladišča do delovišča: ter razvoz po delovišču - tovorni avto nad 18 t (NDM)	km	50
41	Nakladanje in odvoz odvečnega izkopanega materiala (v urbanem okolju) s kamionom na trajno deponijo, vključno s stroški deponiranja material in pripadajočo dokumentacijo	m3	80
42	Nakladanje in razkladanje mini bagerja	kpl	2
43	Premik mini bagerja na tovornem vozilu nad 18 t	km	100
44	Prevoz elektro-montažnih skupin	km	500

F) ZAKLJUČNA DELA

	Naziv	EM	Količina	Cena/EM [€]	Znesek [€]
45	Dobava in montaža tablice za označevanje kablovoda po D-768	kos	2		
46	Snemanje trase KBV - z izdelavo geodetskega načrta - s prisotnostjo izvajalca del - trasa nad 300 m	m	1000		
47	Napetostni preizkus položenega SN kablovoda z izdelavo merilnega protokola	kbv	1		
48	Priprava na strokovno tehnični pregled KBV	kos	1		
49	Strokovno tehnični pregled kablovoda	kos	1		

REKAPITULACIJA:

A) PRIPRAVLJALNA DELA:

B) GRADBENA DELA:

C) MONTAŽNA DELA:

E) TRANSPORT:

F) ZAKLJUČNA DELA:

Skupaj:

DDV 22%:

Predračunska vrednost: