



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
inštalacije

VARNA UPORABA MONTAŽNIH STEBROV

Mentor: dr. Viktor Lovrenčič, univ. dipl. inž. el.
Lektorica: Sanja Bandur, prof. slov.

Kandidat: Gašper Leskovar

Ljubljana, maj 2022

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Viktorju Lovrenčiču za nasvete in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Sanji Bandur, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Posebej bi se zahvalil svoji družini, ter puncu Sari za vso podporo v času študija.

IZJAVA

Študent Gašper Leskovar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Viktorja Lovrenčiča, univ. dipl. inž. el.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne: _____

Podpis: _____

POVZETEK

Podjetje ELES je sistemski operater slovenskega visoko napetostnega omrežja. Pod kar spadajo tudi visoko napetostni daljnovodi 110 kV, 220 kV in 400 kV. Podjetje ima zaposlene svoje vzdrževalce, kateri skrbijo za nemoteno obratovanje DV. Kadar se zgodi naravna nesreča (žled, vetrolom ...) z rezultatom porušanja stojnega mesta, ima ELES skladiščene svoje montažne stebre za postavitve nadomestnega stojnega mesta za hitrejšo vzpostavitev daljnovodne povezave, ter zmanjšanje izklopnege časa daljnovoda. ELES ima opremo in usposobljen kader za postavitve montažnih stebrov. Pri čemer seveda ne smemo pozabiti na pravilno uporabo opreme, ter na varno delo pri sami postavitvi montažnih stebrov, da se preprečijo poškodbe, katere se kljub upoštevanju pravil dogajajo.

KLJUČNE BESEDE:

- delo na višini
- vzdrževanje
- varnost in zdravje pri delu
- montažni steber
- usposabljanje

ABSTRACT

ELES is a company that functions as a system operator of the Slovenian high voltage network, including high voltage power lines of 110kV, 220 kV and 400 kV. The company has its own maintenance crew that ensures flawless functioning of the power lines. When a natural disaster occurs (e. g. sleet, strong winds, ...), resulting in a power line tower being destroyed, ELES deploys their prefabricated towers which they keep stored for situations, where they have to establish a back-up power line in order to minimize power outage. ELES has the appropriate equipment and a crew for construction of prefabricated towers. We also can not forget the correct handling of equipment and safety measures when building a prefabricated tower in order to minimize injuries, that occur despite following the rules.

KEY WORDS

- maintenance
- work at height
- workspace safety and health
- prefabricated tower
- training

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge.....	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve	2
2	TEORETIČNE OSNOVE.....	2
2.1	Predstavitev varnosti in zdravja pri delu	2
2.2	Varnost pri delu na višini	3
2.3	Usposabljanje za varno delo na višini.....	5
2.4	Dobava montažnih stebrov.....	10
2.5	Zgodovina montažnih stebrov.....	13
2.6	Skladiščenje in transport v Elesu.....	14
3	USPOSABLJANJE ZA VARNO POSTAVITEV MONTAŽNEGA STEBRA.....	16
3.1	Usposabljanje ob prevzemu montažnih stebrov s strani dobavitelja	16
3.2	Teoretično usposabljanje.....	16
3.3	Praktično Usposabljanje	17
3.4	Varnost pri usposabljanju	18
3.5	Poligon za praktično usposabljanje	18
4	STRUKTURNI SESTAVNI DELI.....	19
4.1	Modul stebra	19
4.2	Osnovna plošča in (jeklena) zglobna osnova.....	20
4.3	Plošča za vpenjanje sidrnih vrvi.....	20
4.4	Začasna sidra.....	21
4.5	Stalna sidra	21
5	OPREMA IN ORODJE ZA POSTAVITEV.....	22
5.1	Montažni drog	22
5.2	Drsna montažna igla	24
5.3	Platforma za počitek.....	25
5.4	Prenosni vitel.....	25
5.5	Delovna platforma	26
5.6	Orodje	27
5.7	Varnostna naprava proti padcu.....	28
6	POSTAVITEV MONTAŽNEGA STEBRA.....	29
6.1	Postavitev z drsno montažno iglo	30
6.2	Postavitev z montažnim drogom.....	35
6.2	Postavitev z avtodvigalom	40
6.3	Postavitev s helikopterjem.....	41
6.4	Namestitev izolatorja	42
6.5	Demontaža montažnega stebra.....	43
7	ZAČASNA DALJNOVODNA PREVEZAVA SM 4, ZA IZVEDBO GRADBENIH IN MONTAŽNIH DEL NA DV 110 kV CIRKOVCE-KIDRIČEVO 1.....	43

7.1 DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 1	43
7.2 Situacija	43
8 ZAKLJUČEK	45
9 LITERATURA IN VIRI	47

KAZALO SLIK

Slika 1: Osebna varovalna oprema.....	4
Slika 2: Komplet za reševanje iz višine.....	9
Slika 3: Redno usposabljanje v Podlogu.....	10
Slika 4: podjetje SBB.....	12
Slika 5: Patent za sestavljanje stebra.....	14
Slika 6: Patentiran tip stebra.....	14
Slika 7: Namestitev havarijske rezerve.....	14
Slika 8: Kontejnerji v RTP Maribor.....	15
Slika 9: Transport.....	15
Slika 10: Praktično izobraževanje na poligonu v RTP Maribor.....	18
Slika 11: Poligon v RTP Maribor.....	19
Slika 12: Sestavljeni moduli.....	20
Slika 13: Osnovna plošča in (jeklena) zglobna osnova.....	20
Slika 14: Plošča za vpenjanje sidrskih vrvi.....	21
Slika 15: Plošča za začasna sidra.....	21
Slika 16: Sidro za navadno zemljo.....	22
Slika 17: Teptanje podlage nad sidrom.....	22
Slika 18: Montažni drog – 3,05 m.....	23
Slika 19: Drsna montažna igla.....	24
Slika 20: Platforma za počitek.....	25
Slika 21: Prenosni vitel.....	26
Slika 22: Delovna platforma.....	26
Slika 23: Varnostna naprava proti padcu.....	28
Slika 24: Osnovna plošča, zglobna osnova in modul.....	30
Slika 25: Privijanja modula k osnovnemu bloku.....	31
Slika 26: Pritrditve z vijaki.....	31
Slika 27: Namestitev podpornih objemk na vodilo stebra in.....	32
Slika 28: Postavitev škripca.....	32
Slika 29: Priprava na vodoravno montažo za ročno dvigovanje.....	33
Slika 30: Modul Pripravljen za dvig.....	34
Slika 31: Montaža modula na vrh stebra.....	34
Slika 32: Pritrjevanje modula stebra s prilagoditvenimi kleščami.....	35
Slika 33: Namestitev modula na zglobno osnovo.....	36
Slika 34: Namestitev montažnega droga na zglobno osnovo.....	36
Slika 35: Postavitev začasnih sider tekom postavitve.....	37
Slika 36: Sile prevrnitve v montažnem drogu.....	37
Slika 37: Začasna vrv pritrjena na začasno sidro med dvigovanjem.....	38
Slika 38: Uporabljen tirfor, namesto vitla.....	39
Slika 39: Steber na približno 80°.....	40
Slika 40: Dvig z avtodvigalom na DV 110kV Ajdovščina – Nova Gorica.....	41
Slika 41: Postavitev s helikopterjem.....	41

Slika 42: Izolatorji na montažnem stebri	42
Slika 43: Staro SM 4, in dva povezana montažna stebra	44
Slika 44: Stolp A	44
Slika 45: Stolp B	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: Dolžina montažnega droga glede na število modulov	23
Tabela 2: Opis orodij za postavitve montažnega stebra	28
Tabela 3: Opis različnih metod postavitve	30

KRATICE IN AKRONIMI

ELES:	Elektro Slovenija
DV:	Daljnovid
RTP:	Razdelilna transformatorska postaja
ERS:	Emergency Restoration Systems
FVS:	Fiksni varovalni sistem

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Pred desetimi leti je slovenski prenosni operater ELES prvič uporabil montažne aluminijaste modularne stebre. Uporaba montažnih ali havarijskih stebrov v sistemu vzdrževanja visokonapetostnih daljnovodov omogoča hitro in učinkovito sanacijo poškodovanih stebrov med načrtovano rekonstrukcijo ali kot posledica vremenskih ujm (žled, orkanski veter, padajoče drevje) (Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022).

Ta začasna rešitev omogoča vrnitev v obratovanje poškodovanega daljnovoda v zelo kratkem času, v nekaj dneh. Prednost takšne rešitve lastniku daljnovoda omogoča sistematično pripravo trajne sanacije, od analize problema do priprave nove dokumentacije, kakovostne priprave gradbenih del, gradnje temeljev in novih stebrov (Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022).

Varna uporaba montažnih stebrov je oblika delovnega procesa, kjer je treba upoštevati pravila varnosti in zdravja pri delu. Varno in zdravo delovno okolje zagotavlja in ohranja dobro telesno in psihično stanje zaposlenih.

Vsi člani ekipe morajo spoštovati ves čas, brez omejitev, varnostna pravila in delodajalčev preventivni program. Poleg tega morajo razumeti in uporabljati zaščitno opremo, ki je nujna za realizacijo naloge. Sem spadajo: čelada, zaščitna očala (po potrebi), rokavice, delovne obleke, delovni škornji, plezalen pas in varnostne naprave proti padcu.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj diplomske naloge je predstavitev področja varstva in zdravja pri delu z uporabo montažnih oz. havarijskih stebrov. Rezultat naloge bo predstavljen tudi na konkretnem primeru postavitve montažnega stebra.

1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Diplomska naloga se nanaša na montažne stebre, katere je podjetje ELES, d. o. o, naročilo pri kanadskem podjetju SBB.

ELES je državno podjetje, ki je sistemski operater prenosnega električnega omrežja v Sloveniji. Kot tako je podjetje upravitelj vsega prenosnega električnega omrežja v Sloveniji, ki je v državni lasti. Omrežje temelji na daljnovodih napetosti 400 kV, 220 kV in 110 kV ter pripadajoči infrastrukturi (Wikipedija, 2022).

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Predpostavljamo, da lahko neupoštevanje varstva in zdravja pri delu pri uporabi montažnih stebrov slabo vpliva na zaposlene in naprave, ki so potrebne za postavitve montažnega stebra. Neupoštevanje pravil in različno razumevanje procesa, lahko zaradi višinskega dela in same konstrukcije dva metrov dolgih segmentov iz aluminijske zlitine, ki tehtajo 96 kilogramov, pride do težjih poškodb, kar pomeni daljša odsotnost zaposlenega, zmanjšana storilnost, povečani stroški zdravstvenega varstva itd.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 PREDSTAVITEV VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Uspešno opravljanje poklicnega dela do konca delovne dobe opredeljujejo načela, pravila, aktivnosti, pravice in dolžnosti, katere morajo delavcu omogočiti uspešno opravljanje poklica, zato skrbi področje varnosti in zdravja pri delu (Gov.si, 2022).

»Pojem varnosti in zdravja pri delu obsega pravice in obveznosti delodajalcev in delavcev, da v skladu z zakonom in drugimi predpisi, ter ob določanju in upoštevanju varnostnih ukrepov, zagotavljajo takšno raven varnosti in zdravja pri delu, ki glede na naravo dela daje delavcu največjo možno mero zdravstvene in psihofizične varnosti. Zakonodaja, ki področje ureja, je del evropskega pravnega reda in sledi konvencijam Mednarodne organizacije za delo. Določa ukrepe za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev, vključno s preprečevanjem, odpravljanjem in obvladovanjem nevarnosti in poškodb pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev ter ustrezno organiziranostjo in potrebnimi materialnimi sredstvi. Nadzor nad izvajanjem zakonov in drugih predpisov s področja varnosti in zdravja pri delu je v pristojnosti Inšpektorata za delo.« (Gov.si, 2022)

2.2 VARNOST PRI DELU NA VIŠINI

Kadar obstaja možnost, da bi ob neupoštevanju ukrepov padli in se poškodovali opredeljujemo, kod delo na višini.

V našem podjetju je za vzdrževalca DV delo na višini rutina. Za preprečevanje poškodb pri delu na višini je bistvenega pomena, da opravimo oceno tveganja in sprejmemo ustrezne previdnostne ukrepe. Oceno tveganja in varno delovno prakso je treba zagotoviti za vse dejavnosti, ki vključujejo delo na višini.

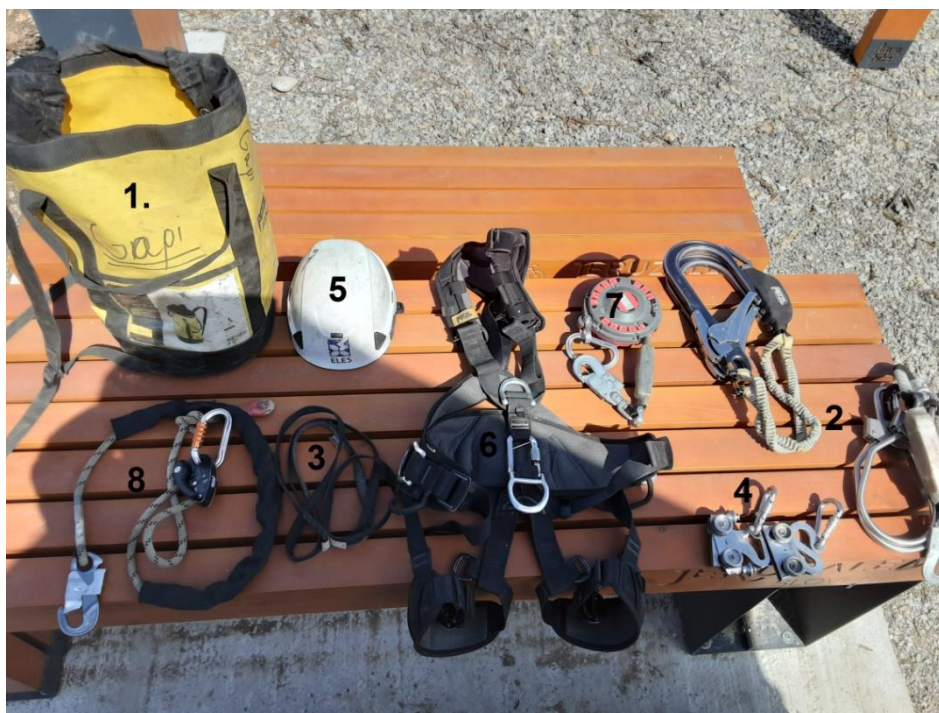
Zaposleni, ki opravlja delo na višini, mora biti zdravstveno sposoben, usposobljen za varno delo na višini ter mora biti seznanjen z navodili za varno delo z osebno varovalno opremo. Delo na višini predstavlja resno nevarnost za mnoge poškodbe. Varovanje in osebna varovalna oprema pa to nevarnost bistveno zmanjšata, zato je njihova uporaba OBVEZNA (ELES, d. o. o., 2022).

Delovno mesto vzdrževalec daljnovodov je po oceni glede na resnost in verjetnost nastanka poškodb ocenjena s stopnjo tveganja - 4 (po metodi (FMEA) Failure Mode an Effect Analysis - Analiza napak in posledic - Analiza načinov odpovedi in njihovih posledic), kar pomeni, da na varno delo vpliva veliko dejavnikov. Vpliv nekaterih lahko v celoti odpravimo oz. delno zmanjšamo. Poleg obvezne uporabe osebne varovalne in osebne zaščitne opreme je pomembno, da se delavci usposobijo teoretično in praktično o varnem delu in delovnih postopkih.

Zato je zelo pomembno, da se delavca ob sklenitvi delovnega razmerja, za delovno mesto vzdrževalca za daljnovode, seznanijo teoretično in praktično o nevarnostih na delovnem mestu, nato pa z obdobjim usposabljanjem pridobljeno znanje nadgradi in seznanijo o novostih na delovnem mestu (ELES, d. o. o., 2022).

Osebna varovalna oprema vzdrževalca za DV:

1. torba za varovalni komplet,
2. Y varovalni čevlji,
3. tračna zankam
4. drsnika za varovalno plezalni sistem (FVS),
5. zaščitna čelada,
6. varnostni pas,
7. samonavijalna varovalna naprava,
8. pozicijska vrv.



Slika 1: Osebna varovalna oprema
(Lastni vir)

Osnovna pravila varnega dela na višini:

- a. uporablja se lahko samo izpravna in pregledana osebna varovalna oprema.
- b. Pred začetkom dela je potreben obvezen vizualni pregled varovalne opreme.
- c. Delavec mora biti psihofizično sposoben za odrejeno delo na višini.
- d. Delavec mora biti seznanjen z navodili za uporabo in vzdrževanje OVO.

Če opazimo poškodbe, je potrebno opremo obvezno uničiti ter tako preprečiti njeno nadaljnjo uporabo. Prav tako se za neuporabno razume tudi opremo, ki ji iz kakršnegakoli razloga manjka oznaka certifikata. Rok uporabe določi proizvajalec. Oprema, ki ji je potekel rok uporabe, se prav tako šteje za neuporabno, čeprav na njej ni vidnih poškodb, oziroma še ni bila rabljena (ELES, d. o. o., 2022).

Opis postopka varovanja montažerja na montažnem stebru

Pred pričetkom vzpenjanja po montažnem stebru je največjega pomena, da si montažer vizualno pregleda ter pravilno namesti osebno varovalno opremo. Varovalni pas, ki ga uporabljamo pri plezanju po montažnem stebru, mora ustrezati standardu EN 361, EN 358, EN 813, to je varovalni pas za celo telo. Varovalni pas mora imeti D obroč, za pritrnitev varnostne naprave proti padcu (drsnika) na sprednji strani pasu (ELES, d. o. o., 2022).

Naprava proti padcu (drsnik) mora biti pritrjena na D obroč s karabinskim kavljem. Pri vertikalni uporabi mora biti razdalja med varovalnim pasom naravnana tako, da je naležni kot najmanjši (majhne spremembe pri zategovanju pasu na to zelo vplivajo). Pritisk na pas je v tem primeru minimalen. Pri plezanju se plezalec rahlo opira na varovalni pas in tako se premika brez oviranja. Roke uporabljamo v glavnem le za krmiljenje vzpenjanja, medtem ko delo opravljajo nožne mišice. Varnostna naprava proti padcu je preizkušena do nosilnosti 100 kg. Napravo mora montažer uporabljati ves čas, ko se vzpenja ali spušča po montažnem stebru. Lastnikova (imetnikova) odgovornost je, da zagotovi, da montažer pravilno uporablja napravo (ELES, d. o. o., 2022).

Ko montažer prispe do mesta dela, namesti samonavijalno varovalno napravo (ustrezna namestitvev, da ob padcu ni nihanja) in si jo pritrdi na varovalni pas (sponka spredaj ali zadaj), se odklopi od drsnika, le tega pusti na stebru, katerega pred padcem v globino zaustavi sistem zaustavljanja, ki deluje po istem principu kot v primeru zdrsa montažerja. Se poda do mesta dela, kjer se pozicionira, z delovno pozicijsko vrvo za dostop do vodnika in izolatorjev pa uporabljamo delovni podest. Postopek sestopanja s stebra poteka v obratnem vrstnem redu (ELES, d. o. o., 2022).

2.3 USPOSABLANJE ZA VARNO DELO NA VIŠINI

2.3.1 Splošno

Usposabljanje mora biti prilagojeno vrsti del posameznika in ga je potrebno dograjevati ter prilagajati glede na nove oblike dela in ugotovitve ob izrednih dogodkih. Družba ELES zagotavlja, da je usposabljanje za zaposlene izvedeno na njihovem delovnem mestu in med delovnim časom (ELES, d. o. o., 2022).

Na podlagi določil 24. člena Zakona o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/11) in Izjave o varnosti z oceno tveganja se usposabljanje izvaja na osnovi izdelanega programa usposabljanja (ELES, d. o. o., 2022).

Vsako delovno mesto ima svoje posebnosti, zato se usposabljanja prilagajajo vrsti opravila, ter je odvisno od delavčevega predznanja nato se izvaja po programu, katerega podjetje obnavlja in vsebinsko posodablja.

Zakonska podlaga za usposabljanje delavcev za varno in zdravo delo je prvi odstavek 24. člena zakona o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/11), ki od delodajalca zahteva, da usposobijo delavca za varno in zdravo delo (ELES, d. o. o., 2022).

Program usposabljanja za varno delo velja za vse delavce elektro stroke in sicer:

- ob podpisu pogodbe o zaposlitvi,

- ob premestitvi na drugo delovno mesto,
- ob uporabi tehnologije in sredstev, katere so nove za zaposlenega ter
- ob spremembah delovnega procesa, ki vpliva na spremembo varnosti in zdravja pri delu.

Usposabljanje za varno delo je namensko in ciljano glede na opravila in pooblastila zaposlenih. Roki usposabljanja so prilagojeni potrebam delovnih procesov, ki pa ne smejo biti daljši od 24 mesecev.

Program usposabljanja je oblikovan tako, da so upoštewane nevarnosti in odgovornosti pri opravljanju del in nalog, ki jih zaposleni opravlja na svojem - konkretnem delovnem mestu, le-ta pa so v družbi ELES, skladno s klasifikacijo (sistemizacijo delovnih mest), opredeljene v Izjavi o varnosti z oceno tveganja ter vrsto in naravo dela in razvrščene v navedena delovna področja.

Delodajalec mora zagotoviti usposabljanje delavcev v njihovem delovnem času in mora biti za delavce brezplačno (ELES, d. o. o., 2022).

2.3.1.1 Program usposabljanja

Program pripravi služba za varnost pri delu in požarnega varstva skupaj z vodji del za DV, vodji vzdrževanja za DV. Vodje so dolžni varnostni službi v podjetju sporočiti spremembe, katere ogrožajo varnost in zdravje pri delu, posebej pa ob nabavi novih materialov in delovne opreme, nevarnih snovi ter s tem povezanimi tehnološkimi - delovnimi postopki.

Preden naredimo program usposabljanja delavcev, moramo izdelati načrt, kako bo izgledal program. Organizacija in izvajanje usposabljanja delavcev zahteva, da se držimo treh osnovnih razvojnih stopenj.

Te stopnje so:

- priprava usposabljanja,
- izvedba usposabljanja in
- kontrola oz. preverjanje usposabljanja.

Pri pripravi usposabljanja delavcev, so zajeti in opisani postopki načrtovanja učnih vsebin, kar pomeni, da so pri načrtovanju zavzete vse vsebine, ki jih bomo uporabljali pri usposabljanju. Priprava usposabljanja pa zavzema tudi program učnih vsebin. To pomeni, da imamo točno sestavljen program izvedbe usposabljanja.

Osnovno orodje, da lahko realiziramo in izvedemo učni proces, nekega določenega sistema ali oblike izobraževanja, je učni načrt.

Učni načrt je sestavljen iz določene vsebine. Ta vsebina pa je:

- učni cilji in smotri (ta del nam pove, kaj želimo z izobraževanjem doseči),
- izbira izobraževalnih področij (tema učnega načrta),
- časovni okvir za izvedbo učnega procesa (koliko časa traja usposabljanje in na koliko časa ga moramo izvajati),
- koncentracija učnih vsebin,
- sistemizacija in organizacija učnih vsebin (kako si organiziramo oz. načrtujemo učni proces),
- vrstni red obravnave tematskih celot (kako dolgo bo trajal učni proces, paziti moramo, da so stvari logične in da imamo nekakšno logično zaporedje učnega načrta),
- struktura učnih vsebin,
- ostali elementi (kje izvajamo usposabljanje, kakšne pogoje za usposabljanje imamo ...).

Osnovno orodje, potrebno za izvajanje učnega procesa, je učni program.

V učnem programu mora biti učna vsebina razdeljena po obsegu, globini in logičnemu zaporedju.

Osnovni elementi vsakega učnega programa so:

- izobraževalno področje,
- kompleksna celota,
- tematska celota in
- učna oz. metodološka enota (ELES, d. o. o., 2022).

2.3.2 Usposabljanje vzdrževalcev za DV

2.3.2.1 Namen usposabljanja in pogoji za pristop k usposabljanju

Vsak novo zaposleni v podjetju ELES, kateri se zaposli kot vzdrževalec za DV, mora opraviti dvodnevno usposabljanje v podjetju Skylotec, d. o. o., da osvoji znanje strokovnjakov dela na višini in uporabe stabilnih varovalnih sistemov. Za pristop zaposlenega k usposabljanju je potrebno zdravniško spričevalo za delo na višini. Najprej se izvede teoretični del usposabljanja v obsegu cca. 5 šolskih ur, celoten naslednji dan je rezerviran za praktičen del. Glede na podatke evropskega statističnega urada velja delo na višini za enega najnevarnejših poklicev. Četudi je primerjalno z drugimi nevarnimi poklici poškodb sorazmerno malo, na področju resnih poškodb in smrti vodi, saj se skoraj tretjina smrtnih nesreč pri delu zgodi pri delu na višini. Veliko delavcev to nevarnost podcenjuje ali se je ne zavedajo. Zaradi tega je prav na to opozoriti in jih seznaniti z varnostnimi ukrepi in protokolom pred začetkom dela in med njim. Tako kot je za različno delo potrebno različno orodje, je tudi za različna višinska dela potrebna različna varovalna oprema. Izbira pravilne opreme je odvisna od narave dela in nevarnosti, ki so prisotne na kraju dela. Pred opravljenim

delom je nujno najprej poznati kraj in delo, da se lahko ustrezno zavarujemo (ELES, d. o. o., 2022).

Pri delu na višini se večkrat srečamo s situacijo, ko je potrebno na neko višino dvigniti neko breme, oziroma breme iz višine spustiti na tla. V ta namen lahko uporabimo več različnih pripomočkov, kot so:

- električni ali motorni vitli,
- viličarji,
- avtodvigala,
- škripčevja,
- dvižne ploščadi,
- drsna montažna igla.

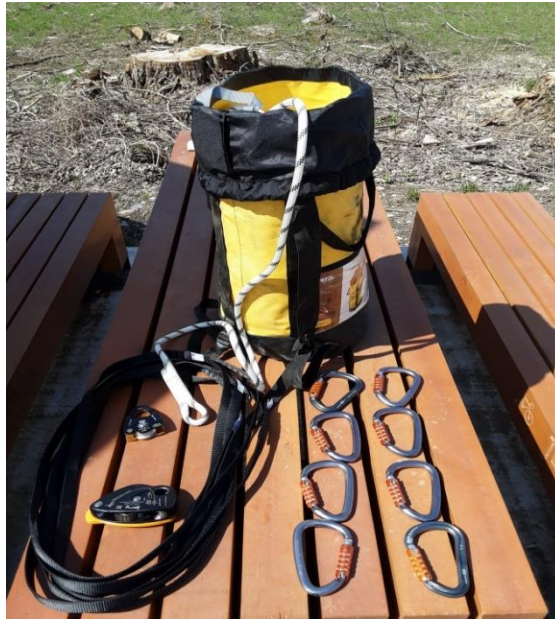
Zaposleni opravi usposabljanje, kadar dokaže da razume in praktično obvlada naslednje:

- pravilno oblačenje, ter regulacija varovalnega pasu;
- pravilno uporabo drsnika, v kombinaciji z fiksnim varovalnim sistemom;
- pravilno uporabo ostalih varovalnih sistemov (I, Y vrv, samonavijalci ...);
- pravilno uporabo pomožne opreme (delovna pozicijska zanka ...);
- uporabo visečih lestev v navpičnem in vodoravnem položaju;
- razliko med varovalno in pomožno opremo, ter načinom uporabe;
- svetovanje pri izbiri ostale zaščitne opreme (oblačila, obutev ...);
- pravilno vzpenjanje s pomočjo alpske tehnike;
- izdelavo sidrišča;
- pravilno vzpenjanje s pomočjo vravnih prižem;
- pravilno spuščanje s pomočjo vrvne zavore;
- prehod sidrišča;
- uporabo škripčevja za dvig bremena (ELES, d. o. o., 2022).

2.3.2.2 Reševanje iz višine

Poznamo dva načina reševanja:

- reševanje z uporabo dodatne opreme,
- reševanje brez dodatne opreme (ELES, d. o. o., 2022).



*Slika 2: Komplet za reševanje iz višine
(Lastni vir)*

Reševanja z dodatno opremo se moramo poslužiti, kadar gre za težje nesreče s hudimi poškodbami ali za nesrečo, ki je težko dostopna. Pri hudih nesrečah oziroma nesrečah, kjer je delavec težko poškodovan in ga je potrebno previdneje rešiti z višine, da mu ne zadamo še dodatnih poškodb zaradi reševanja. Reševanje z dodatnimi sredstvi se v večini izvaja z uporabo vrvne tehnike. Rešujemo lahko tudi z uporabo namenskih reševalnih naprav kot so avtomatske vrvne zavore.

Ko se pripeti nesreča na višini, se velikokrat zgodi, da zaradi časovne omejenosti, nimamo vedno časa, da bi zbrali vso potrebno opremo, ali pa ta oprema enostavno ni na voljo na mestu reševanja. Zaradi narave visenja v pasu, ocene poškodb ponesrečenca in tudi morebitnega nevarnega okolja v katerem se nahaja, ga je koristno, kar se da hitro spraviti na tla. V takem primeru se lotimo reševanja brez dodatne opreme (ELES, d. o. o., 2022).

V podjetju ELES imajo vzdrževalci za DV na vsake dve leti redno periodično usposabljanje, kar je zelo koristno za obnavljanje teoretičnega znanja, kot tudi praktičnega, v katerem vsak zaposleni praktično prikaže reševanje sodelavca iz višine (ELES, d. o. o., 2022).



*Slika 3: Redno usposabljanje v Podlogu
(Vir: eles.si, 2022)*

2.4 DOBAVA MONTAŽNIH STEBROV

Leta 2011 je družba ELES nabavila 10 kompletov 110 kV montažnih stebrov z možnostjo uporabe le teh tudi na 220 kV in 400 kV nivoju. Leta 2018 je dodatno realizirala tudi nabavo dodatne opreme za 110 kV portale. Dobavitelj montažnih stebrov za podjetje ELES je bilo podjetje SBB iz Kanade, kateri so dosegali razpisne pogoje postavljene s strani strokovnjakov v podjetju ELES. (Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022).

2.4.1 Razpisni pogoji

»Strokovnjaki ELES-a so določili tehnične razpisne pogoje in definirali zahteve. Dobava po tem razpisu zajema modularne montažne stebre in mora zajemati ves pripadajoči material za montažo predmetnih stebrov in kompozitne izolatorje s primernimi končniki za montažo na ponujene stebre za napetostne nivoje 110 kV, 220 kV in 400 kV. Pri tem so sledili cilju standardizacije opreme v Sloveniji ob izpolnitvi tehničnih zahtevh, in sicer:

- stebri morajo biti modularne izvedbe izdelani iz lahkega materiala (Al).
- Posamezni segmenti oz. moduli so lahko dolgi maksimalno 2 m in težki 100kg.
- Moduli morajo ustrezati oz. prenesti sledeče minimalne sile; 2500 kN kompresije, 10 kN torzije in 25 kN/m na upogib oz. 200 kN na upogib do porušitve. Priloženi morajo biti rezultati testiranja, ki izkazujejo zahtevane vrednosti in niso starejši od 5 let.

- Moduli in ostala oprema morajo omogočati sestavo 10 kosov dvosistemskih stebrov za 110 kV, 8 kosov enosistemskih stebrov za 220 kV, ter 4 kose enosistemskih stebrov za 400 kV. Višina posameznega stebra za 110 kV mora biti 30 m.
- Moduli oz. sestavljen steber mora imeti integriran sistem za varno vzpenjanje brez dodatnega vijačenja, in sicer s štirih strani. Varnostno varovalna sponka mora prosto drseti po vodilu in imeti sistem za samodejno zaustavitev v primeru zdrsa.
- Oprema za montažo mora omogočati montažo brez dodatnega dvigala (montažna igla, ki drsi po vodilu na modulu in montažno vzvodje za postavitve prve sekcije).
- Oprema mora vključevati prestavljivo platformo za montažo modulov, brez vijačenja.
- V obsegu dobave mora biti zajeta tudi montažna platforma za dostop pri vpenjanju vodnikov, možnost montaže izolatorjev in vpenjanje vodnikov brez dodatnih lestev.
- Osnovna plošča za pričvrstitev stebra mora biti izvedena z vrtljivim zglobom, ki omogoča dvig stebra iz vseh smeri. Izdelana mora biti iz enakega materiala kot moduli.
- Sidra za pričvrstitev stebrov morajo omogočati več načinov sidranja, v različne terene tj. od II. do VI. kategorije.
- V dobavi morajo biti zajete tudi pritrtilne spirale za sidrne vrvi, ki imajo večjo pretržno silo kot posamezna sidrna vrv.
- Oprema za montažo mora zajemati napravo za strojno zabijanje sidrnih igel (udarno kladivo) in lahko izvedbo motorne vitle (do 15 kg), za dviganje modulov in montažne igle.
- Pri dobavi mora biti priložena programska oprema za statične izračune verižnice in statike stebrov v različnih pogojih, software mora biti kompatibilen PLS CADD programskemu paketu, ki ga naročnik že uporablja.
- Kompozitni izolatorji morajo ustrezati izolacijskemu nivoju Si123, končniki le-teh morajo omogočati enostavno in hitro montažo na stebre. Priložene morajo biti nosilne sponke za vodnike skladno z specifikacijo pogodbene cene.
- Moduli, pripadajoča oprema, oprema za montažo morajo biti dobavljeni v vremensko odpornih premičnih skladiščnih zabojnikih, ki morajo biti izvedeni tako, da je možno nakladanje le-teh s hiab-om. Zabojniki so lahko max. dolžine 3 m, širine 2,5 m in višine 2,6 m.
- V dobavi je potrebno upoštevati dodatno dobavo 10 % drobnega materiala (vijaki, škopci, ipd.).
- Dobavitelj mora zagotoviti šolanje osebja naročnika in sicer 5 dni šolanja za montažo stebrov in 3 dni šolanja za programsko opremo.« (Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022, stran 2 - 3)

2.4.2 Proizvajalec podjetje SBB iz Kanade

Od ustanovitve leta 1973 se podjetje SBB ukvarja z dizajnom in proizvodnjo nadomestnih daljnovodov, stolpov za meritve vetra ter ostalih struktur, izdelanih iz aluminijevih ekstruzij. Njihova strast do inovativnosti in kvalitete jim je pomagala, da so postali vodilno podjetje sveta na področju izdelave ERS (ang. Emergency Restoration Systems) oziroma »sistem ponovne vzpostavitve v sili«. Ekipa, ki je večinoma locirana v Blainvillu (Kanada), je sestavljena iz inženirjev, tehničnih risarjev, strokovnjakov na področjih raziskave in razvoja, varjenja, gradnje in strojništva. Da lahko skrbi za stranke iz več kot 55 držav, so zgradili tudi močno mrežo lokalnih predstavnikov po svetu. Ta partnerska mreža pomaga, da so na tekočem z najnovejšimi trendi in praksami na različnih trgih, ter da te tehnologije in prakse privedejo do vseh svojih strank.

Ob ustanovitvi leta 1973 se je podjetje SBB specializiralo za proizvodnjo jeklenih struktur, večinoma kot podizvajalec. V letu 1989 so proizvedli zgodnji model t. i. nadomestnih daljnovodov iz jekla za stranko iz Mehike. Po tej pogodbi na specifičnem trgu so se odločili, da pristopijo do drugih ponudnikov električne energije – tako so naleteli na velik interes. Od takrat dalje so razvijali to proizvodnjo in to je podjetje pripeljalo do vodilnega mesta na svetu.

SBB se primarno specializira v oblikovanju nadomestnih daljnovodov, stolpov za meritve vetra in struktur, ki so oblikovane iz ekstruzij aluminija. Produkti so v uporabi v več kot 55 državah in na svojem področju izdelave nadomestnih daljnovodov (ang. ERS – Emergency Restoration System) tudi vodilni na svetu (Sbb.ca, 2022).



Slika 4: Podjetje SBB
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

2.3.2.1 Tovarna in oprema

Strukture so proizvedene v moderni tovarni v Blainvillu (Québec, Kanada). Tovarniški prostor, ki se razteza čez skoraj 2800 kvadratnih metrov, zajema tudi več visoko zmogljivih žerjavov, kakor tudi prvovrstne avtomatizirane naprave (CNC, robotske varilne roke itd.), ki omogočajo popoln nadzor nad proizvodnim procesom ter kvaliteto proizvoda.

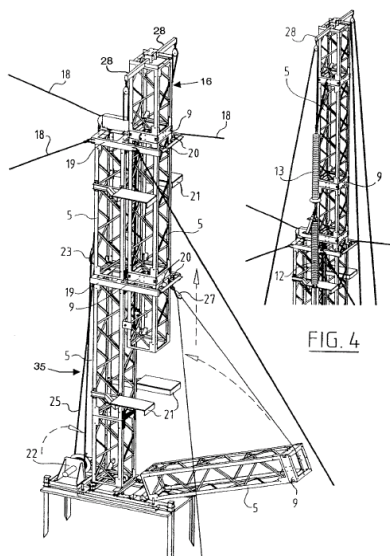
Vsi izdelki so temeljito preizkušeni na oddelku raziskave in razvoja, velikokrat v navzočnosti stranke, ki obiščejo tovarno z namenom prisostvovanja pri tovarniškem odobritvenem preizkusu (ang. Factory Acceptance Test (FAT)). Ko stranka izrazi odobritev, se nadomestni daljnovodi naložijo v kontejnerje in se odpošljejo po celem svetu (Sbb.ca, 2022).

2.5 ZGODOVINA MONTAŽNIH STEBROV

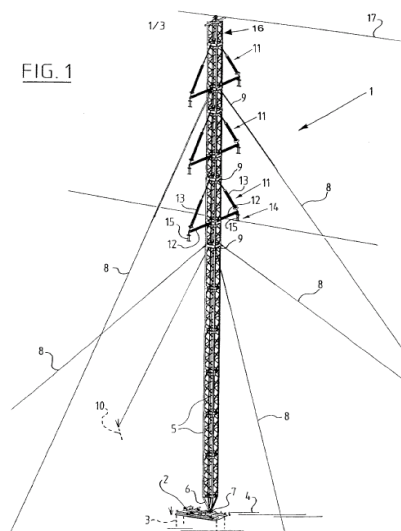
Pred začetkom uporabe ERS v ELES-u je distribucija Elektro Ljubljana (EL) pozimi 2010 prvič uporabila ERS za sanacijo poškodb glave stebra številka 52 na 110 kV daljnovodu Hudo - Kočevje. Odlično poslovno sodelovanje med družbo ELES in distribucijo EL je omogočilo, da je EL s svojo opremo in strokovnjaki maja 2010 rekonstruiral 110 kV DV Dravograd - Železarna Ravne v lasti ELES-a.

Že več kot tri desetletja se je v svetu uveljavlja tehnologija ERS (aktualnost potrjuje tudi pravkar ustanovljena delovna skupina CIGRE Pariz – WG B2.85 »Emergency Restoration Systems for Overhead Lines - Guide for Design, Planning and Installation«).

»Raziskava patentnih prijav opozori, da je že leta 1930 prijavljen patent, ki je opisal metode in način gradnje stebrov. Sledila je vrsta patentov, med katerimi je opisal metodo gradnje konstrukcije za havarijske energetske linije ter opremo in naprave za gradnjo le teh.« (Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-12, stran 2 in 3, 2022)



Slika 5: Patent za sestavljanje stebra



Slika 6: Patentiran tip stebra

(Vir: Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022)

2.6 SKLADIŠČENJE IN TRANSPORT V ELESU

»ELES razpolaga z montažnimi stebri oz. opremo, ki omogoča sestavo desetih dvosistemskih 110 kV stebrov oziroma štirih enosistemskih 400 kV stebrov. Montažni stebri so skladiščeni v RTP Maribor, kjer nam prostor omogoča tudi redne izvedbe usposabljanja. Havarijsko skladišče z vsem ostalim potrebnim materialom in rezervnimi deli, ki je namenjeno za hitro posredovanje v primeru havarij, je skladiščeno na lokaciji RTP Divača.« (Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-05, 2022, stran 3)



Slika 7: Namestitev havarijske rezerve
(Vir: Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022)



Slika 8: Kontejnerji v RTP Maribor
(Lastni vir)

Zaradi sestavne zasnove potrebuje ta modularni sistem minimalen prostor za skladiščenje v kontejnerje, kateri so praktični transport iz objekta na lokacijo postavitve.



Slika 9: Transport
(Vir: Lovrenčič, CIGRE ŠK B2-141, 2022)

3 USPOSABLJANJE ZA VARNO POSTAVITEV MONTAŽNEGA STEBRA

3.1 USPOSABLJANJE OB PREVZEMU MONTAŽNIH STEBROV S STRANI DOBAVITELJA

Usposabljanje pri nadomestnih daljnovodih oz. montažnih stebrih je izvedeno iz strani izkušenih inženirjev. Inženirsko osebje lastnika premoženja opravi trening uporabe programske opreme. Trening delovne ekipe je opravljen na delovišču lastnika premoženja ob uporabi običajne opreme, ki je na voljo delavcem, kot tudi z opremo, ki jo priskrbi dobavitelj. Ta trening najpogosteje vključuje sestavo številnih ERS struktur ob uporabi več gradbenih tehnik. Posebni poudarek se daje na sidranje, sestavo modularnih struktur, fiksacije temeljnih plošč, postavitve struktur na temelje, napenjanje stolpa in napeljava prevodnikov. Pri uporabi dvižnega droga, kot tudi za uporabo žerjava in helikopterskih tehnik za gradnjo ERS daljnovoda, so podana posebna navodila (Sbb.ca, 2022).

3.2 TEORETIČNO USPOSABLJANJE

Usposabljanje je namenjeno pravilni in varni postavitvi montažnega stebra sestavljenega iz aluminijastih zlitin segmentov, kateri se uporabljajo za začasne premestitve daljnovodov in so lahko tudi sestavni deli drugih začasnih rešitev v RTP stikališčih.

Usposabljanje je razdeljeno na teoretični in praktični del. Teoretični del se opravlja v učilnici, opremljeni s projektorjem in traja približno 2 uri. Usposabljanje vodi vodja usposabljanja. Trenutno sta v podjetju ELES dve za to usposobljeni osebi.

Pri teoretičnem delu se predstavi osnove stebrov, njihove komponente, testi komponent, oprema, orodje za sestavo, skladiščenje v kontejnerjih, načini postavitve, pristop k delu, način uporabe, pregled načrtov za sestavo stebrov in seznanitev z navodili za montažo.

Predstavijo in opišejo se vsi sestavni deli montažnega stebra z njegovimi posebnostmi. Zaradi lažjega razumevanja dopustnosti obremenjevanja posameznih elementov iz lahke kovine pri obremenitvi celotnega stebra, se tudi predstavijo testi elementov iz proizvajalčeve tovarne.

Poudari se tudi, da imajo montažni stebri veliko možnosti uporabe v elektrogospodarstvu in izven, ter da je možno sestaviti več različnih tipov stebrov za različne napetostne nivoje.

Za uspešno zaključeno usposabljanje mora skupina 6 monterjev sestaviti nosilni steber za nivo 110 kV v 6 urah. Naredi se tudi analiza, ter predstavijo predlogi za nadaljnja usposabljanja (ELES, d. o. o., 2022).

3.3 PRAKTIČNO USPOSABLJANJE

Praktično usposabljanje uporabe montažnih stebrov mora vsak vzdrževalec za daljnovode v ELES-u izvesti vsaki dve leti. Usposabljanja, načeloma dvodnevna, vsebujejo celoten postopek postavitve montažnega stebra, kot tudi demontažo in vrnitev v skladiščno stanje.

Praktično usposabljanje poteka na poligonu, na robu stikališča po določenem koridorju gibanja in območja, na katerem se lahko izvajajo aktivnosti. Pregledajo se skladiščni kontejnerji in sezname z vsebino zabojnika.

Skupina, ki šteje 6 monterjev, vključno z vodjo del, prične z montažo nosilnega stebra. Vsi segmenti, oprema in orodje se nahajajo v kontejnerjih. Nosilni steber se prične sestavljati v drugem polju, ki je namenjeno za sestavo nosilnih stebrov, saj ima vgrajena 4 fiskna sidra. Montažni stebri za 110, 220, in 400 kV se razlikujejo samo v izolaciji, konfiguracija stebra je enaka.

Skupina v prvem polju ima sestavo in postopek zelo podoben kot skupina v drugem polju, s to razliko, da je drugo polje opremljeno s 5 stalnimi sidri za montažo zateznega stebra napetostnih nivojev 110, 220, in 400 kV.

Monterji na tem usposabljanju preskočijo transport kontejnerjev, saj se stebri skladiščijo neposredno zraven poligona (ELES, d. o. o., 2022).



Slika 10: Praktično izobraževanje na poligonu v RTP Maribor
(Lastni vir)

3.4 VARNOST PRI USPOSABLJANJU

Poligon usposabljanja se nahaja na robu stikališča, zato je gibanje dovoljeno pod nadzorom odgovorne osebe, po vnaprej določenih koridorjih. Pri samem usposabljanju morajo biti vsi odmiki od delov, ki so pod napetostjo in med delovišči, ustrezni. Vsi udeleženci usposabljanja morajo imeti osebno varovalno opremo za delo, ki ga opravljajo. Vodja usposabljanja mora biti zdravstveno sposoben za višino in imeti pooblastilo za usposabljanje (ELES, d. o. o., 2022).

V eni skupini 6 udeležencev usposabljanja, morajo biti trije monterji sposobni za delo na višini, eden v skupini pa mora imeti pooblastilo za vodenje delovne skupine.

3.5 POLIGON ZA PRAKTIČNO USPOSABLJANJE

»Izkušnje, tehnična in programska znanja, potrebna za uporabo stebrov, je treba prenašati med zaposlene in ga nenehno nadgrajevati, zato je bila v ELES-u sprejeta odločitev, da se na področju RTP Maribora postavi izobraževalni poligon za montažne stebre. .« (Lovrenčič CIGRÉ ŠK B2-05, 2022, stran 4)

Poligon se nahaja na severnem delu stikališča RTP Maribor in ima že vgrajena sidra. Poligon je sestavljen iz dveh polj. Prvo polje vsebuje 5 že vgrajenih stalnih sider in je zato primerno za postavitve zateznega montažnega stebra in iz drugega polja, v katerem so vgrajena 3 stalna sidra in je posledično primerno za postavitve nosilnega montažnega stebra.



*Slika 11: Poligon v RTP Maribor
(Lastni vir)*

4 STRUKTURNI SESTAVNI DELI

4.1 MODUL STEBRA

Moduli izhajajo iz inovativne tehnologije. Aluminijasti modul stebra meri 1,977 m in ima 96 kg. To omogoča hitro in učinkovito montažo in demontažo ter varnost za njegove uporabnike.

Štirje togi vogali profila se uporabljajo kot tirnice in omogočajo komponentam drsenje po stebru med sestavljanjem. Hkrati in samostojno uporabljata te tirnice tudi varnostna naprava proti padcu za montažerja ter montažna igla.

Ovalna oblika odprtin na vseh štirih straneh olajša vzpenjanje (plezanje) po stebru in omogoča montažo komponent kot npr. plošča za vpenjanje sider in plošča za vpenjanje izolatorjev (ELES, d. o. o., 2022).



Slika 12: Sestavljeni moduli
(Lastni vir)

4.2 OSNOVNA PLOŠČA IN (JEKLENA) ZGLOBNA OSNOVA

SBB podjetje je razvilo različne tipe osnovnih plošč, ki so kompatibilne z SBB-jevo zglobno osnovo. Narejene so na osnovi dizajna stebra in njegovega temelja. Zglobna osnova zajema stožec in blok, na katerega je 412 mm x 412 mm modul pritrjen. Nastavek za steber se vrti 180° v vertikalni smeri in 360° v horizontalni smeri, kar olajša montažo stebra (ELES, d. o. o., 2022).



Slika 13: Osnovna plošča in (jeklena) zglobna osnova
(Lastni vir)

4.3 PLOŠČA ZA VPENJANJE SIDRNIH VRVI

Sidrne vrvi so povezane na steber preko plošče. Sestavljena je iz treh delov - plošče, okvirja in svornika, ki se uporablja kot gibljivi člen - je lahka in enostavna za ravnanje.

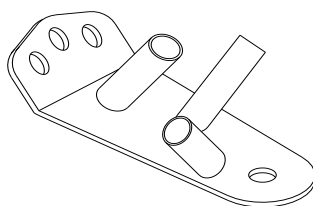
Svornik omogoča krožno gibanje z namenom, da bi dosegli potrebne kote za sidranje. Plošča lahko sprejme do dve sidrne vrvi istočasno. Preprosta zasnova omogoča enostavno in hitro pritrditev na steber brez pomoči kakršnega koli orodja (ELES, d. o. o., 2022).



*Slika 14: Plošča za vpenjanje sidrnih vrvi
(Lastni vir)*

4.4 ZAČASNA SIDRA

SBB je razvil začasno sidrno ploščo (Slika 3.4.1), ki je stabilizirana (pritrjena) k zemlji s kovinskimi palicami za hitro in učinkovito montažo začasnih vrvi. Plošča je zlasti uporabna za stabilizacijo montaže tekom namestitve modulov z montažnim drogom (ELES, d. o. o., 2022).



*Slika 15: Plošča za začasna sidra
(Vir: ELES d. o. o., 2022)*

4.5 STALNA SIDRA

Poznamo različne tipe sider:

- sidra za navadno zemljo,
- sidra za skalnati teren,
- leseni tramovi,
- betonski kvadri (ELES, d. o. o., 2022).

Običajno v ELESU pri stebrih uporabljamo dva tipa sider in sicer začasna, da se zagotovi primerno in varno montažo med samo postavitvijo stebra in trajna, da se utrdi steber v končnem položaju. V našem podjetju smo pri postavitvi uporabljali sidra za navadno zemljo (ELES, d. o. o., 2022).



*Slika 16: Sidro za navadno zemljo
(Lastni vir)*



*Slika 17: Teptanje podlage nad sidrom
(Lastni vir)*

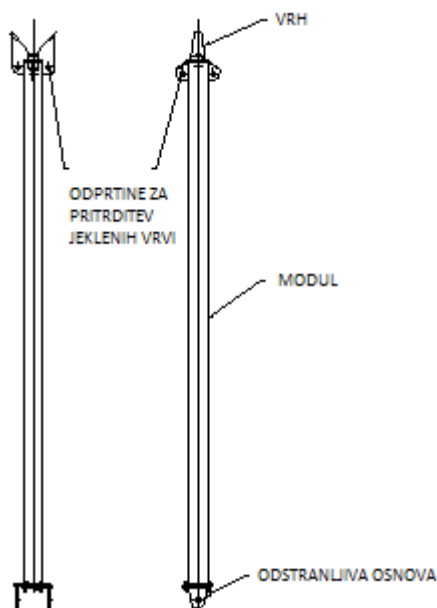
5 OPREMA IN ORODJE ZA POSTAVITEV

V tem poglavju bomo opisali opremo in orodja, katera so potrebna za postavitvev montažnega stebra. Poudariti je treba, da se količina, vrsta in zmogljivost opreme in orodij, ki so osrednjega pomena za izvedbo tipičnih montažnih nalog, razlikujejo glede na delo, ki ga je treba opraviti, glede na rok, ki ga je treba upoštevati, in glede na obseg montažne ekipe. Te parametre je treba določiti pred montažo stebra.

Pred samim postopkom montaže stebra mora vsak modul in sestavni del zaradi morebitnih napak, okvar ali obrab pregledati oseba, ki je za to usposobljena (ELES, d. o. o., 2022).

5.1 MONTAŽNI DROG

Montažni drog ima premer 15,24 cm in je na voljo v treh različnih dolžinah: 3,05 m, 6,1 m ali 9,76 m. Omogoča nagibanje pri montaži več modulov iz vodoravnega položaja (na tleh) v navpični položaj.



Slika 18: Montažni drog – 3,05 m
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Na zgornjem koncu montažnega droga so odprtine, kamor se pritrdijo začasne vrvi. Za droge dolžin 6,1 m in 9,76 m so glavi dodani škripec in stranska vodila za usmerjanje vrvi tekom postavitve. Zglobna osnova omogoča vpetje droga tako, da je montažni drog usmerjen v isti osi, kot so sestavljeni moduli med dvigovanjem. Montažni drog odpravi prevrnitev stebra zaradi sil ob postavitvi sekcij. Naslednja tabela prikazuje katere dolžine montažnih drogov se uporabijo glede na število modulov, ki se dvigujejo.

Dolžina montažnega droga (m)	Število modulov
3,05	2
6,1	3 do 5
9,76	6 do 9

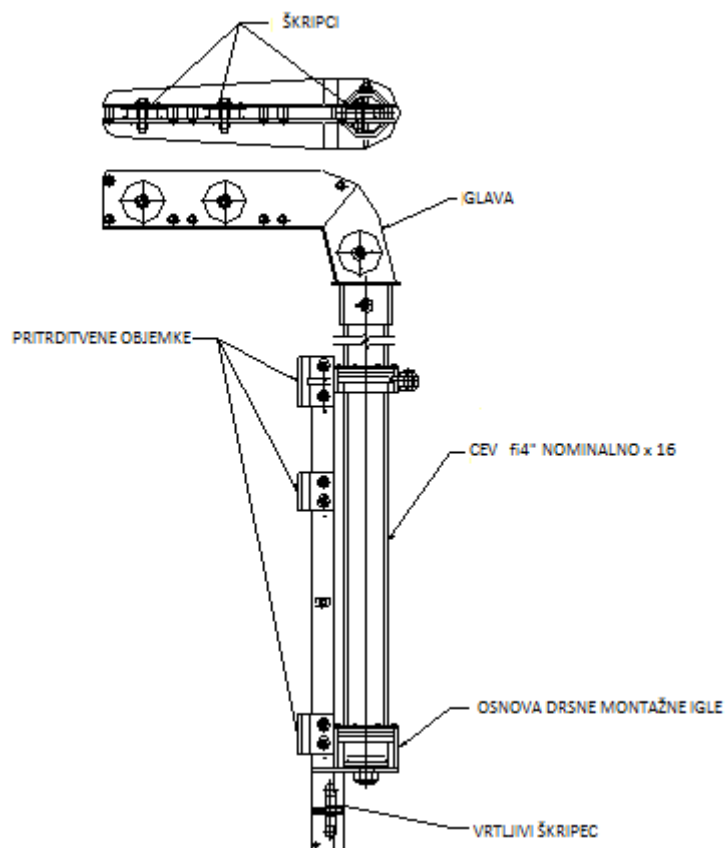
Tabela 1: Dolžina montažnega droga glede na število modulov
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Zmogljivost vitla je potrebno določiti glede na število modulov, ki jih bo potrebno dvigniti. Enako velja tudi za tirfor katerega lahko tudi uporabimo pri dvigovanju. Tekom faze načrtovanja je pomembno preveriti združljivost opreme, ki je potrebna za postavitve stebra (ELES, d. o. o., 2022).

5.2 DRсна MONTAŽNA IGLA

Drсна montažna igla je sestavljena iz naslednjih elementov: objemk, podnožja, glave, cevi in sistema škripcev. Vsi elementi so izdelani iz aluminija razen sistema škripcev.

Pritrdilne objemke so elementi, ki pritrdijo cev na stolp. Osnova drsne montažne igle se uporablja kot podpora cevi, poleg tega pa je cev pritrjena na steber. Ti elementi oblikujejo montažo, ki omogoča, da cev drsi vzdolž SBB-jevega stebra. Roka, ki je na glavi drsne dvižne igle, ima sistem škripcev, ki se uporablja za dvigovanje ali spuščanje modulov stebra.



Slika 19: Drсна montažna igla
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Idealno je drсна montažna igla dvignjena in pričvrščena k tirnici stebra v vodoravnem položaju. Montažer mora vedno delati previdno in z ustrezno opremo, ko namešča ali odstranjuje dršno montažno iglo (ELES, d. o. o., 2022).

5.3 PLATFORMA ZA POČITEK

Ta platforma dopušča delavcem, da udobno stojijo na stolpu, pri tem pa zmanjšajo napetost mišic v nogah in gležnjih, medtem ko ekipa na tleh pripravlja opremo za dvig. Tako lahko delajo učinkoviteje in dlje časa. Ta platforma za počitek je dovolj lahka, da se lahko prenaša na delovnem pasu delavca (Sbb.ca, 2022).

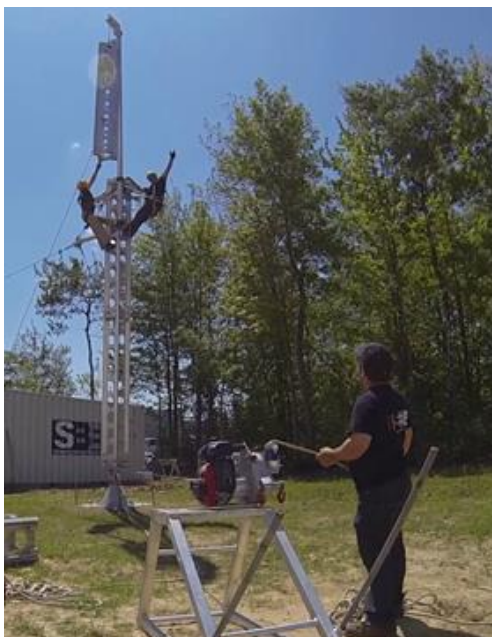


Slika 20: Platforma za počitek
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

5.4 PRENOSNI VITEL

Ta prenosni vitel, razvit posebej za montažne stebre, je edini kos opreme, ki je potreben za dvig delov stolpa ter ostalih komponent. Na voljo je v dveh različicah in vsebuje tudi delovno mizo:

- splošna kapaciteta (19 kg za dvižno kapaciteto 250 kg),
- višja kapaciteta (35 kg za dvižno kapaciteto 450 kg) (Sbb.ca, 2022).



Slika 21: Prenosni vitel
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

5.5 DELOVNA PLATFORMA

Podjetje SBB je oblikovalo platformo z namenom olajšanja dela delavcem med vpenjanjem vodnikov.

Oblikovana je z lahkimi materiali, za postavitve pa ne potrebuje nobenega orodja. Le ena oseba je dovolj za postavitev platforme ter obračanje le-te, da doseže želeno delovno mesto. Namestitvev je predvsem varna, kot tudi preprosta, hitra in učinkovita (Sbb.ca, 2022).



Slika 22: Delovna platforma
(Lastni vir)

5.6 ORODJE

Različni tipi orodij so lahko uporabljeni za izvedbo enakih nalog. Vendar pa so določeni elementi namenjeni le za postavitev montažnega stebra. V spodnjem seznamu smo našeli pomembnejša orodja, katera uporabljamo oz. potrebujemo za samo izvedbo postavitve.

ORODJE		OPIS
	Udarno kladivo	Udarno kladivo se uporablja za lažjo namestitev začasnih sidrnih vrvi. Z dodatki se lahko vrtajo luknje v skalo za skalna sidra.
	Tirfor	Tirfor se uporablja kot orodje za postavitev ali za napenjanje sidrnih vrvi. Poleg tega se lahko njegov kabel uporabi tudi kot začasno sidrno vrv.
	Verižni napenjalnik	Verižni napenjalnik se uporablja za napenjanje trajnih sidrnih vrvi tekom njihove namestitve na sidro.
	Avtomatska zatezna sponka	Sponka se uporablja za zadrževanje vrvi tekom postavitve.
	Težko kladivo	Težko kladivo se uporablja za namestitev začasnih sidrnih palic.
	Ključ & zaskočka	Ključki se uporabljajo za zategnitev 3/4" vijakov tekom montaže modulov in za montažo ostalih vijakov (zgornja plošča, bazna plošča).
	Sintetična vrv	Vrv se uporablja za postavljanje modulov z drsno montažno iglo.
	Zanka	Zanka je uporabna za prenašanje modulov in drugih komponent po terenu.
	Zatezni obroč	Zatezni obroč (Pingo) je potreben za napanjanje začasnih sidrnih vrvi na sidrne palice z samo enim obodcem.
	Klešče za rezanje	Klešče se uporabijo z namenom, da se odrežejo potrebne dolžine vrvi za sidranje.
	Torbica za orodje	Torbico za orodje uporabljajo montažerji, da vzamejo s seboj orodje in pribor tekom postavljanja stebra ter za podajanje vijakov za sestavo stebra.


	<p>Prilagoditvene klešče</p>	<p>Poravnava module pri montaži. Ta ključni kos opreme zagotavlja popolno poravnavo drogov med sestavo dveh delov stebra zato lahko varnostna naprava in drsna montažna igla z lahkoto drsita po drogu od tal do vrha stolpa.</p>
---	-------------------------------------	---

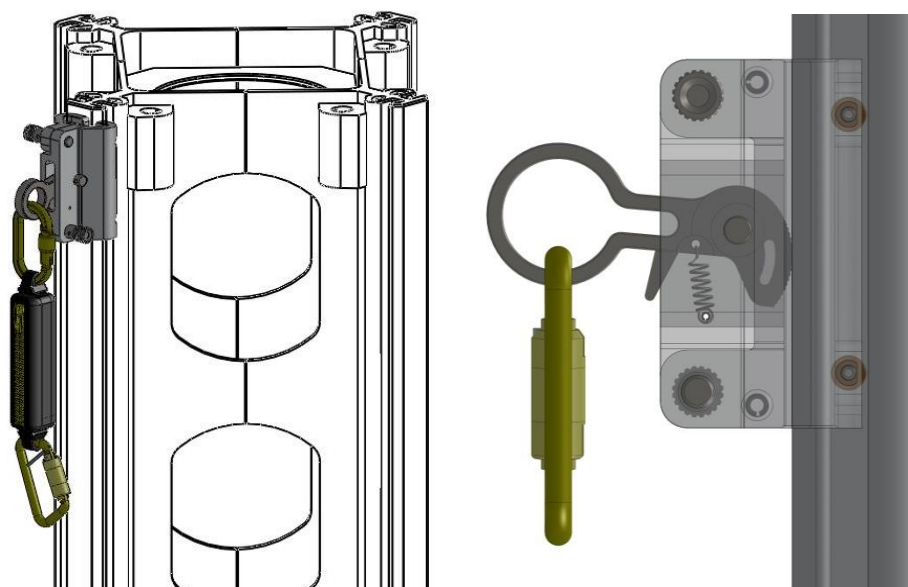
Tabela 2: Opis orodij za postavitvev montažnega stebra
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

5.7 VARNOSTNA NAPRAVA PROTI PADCU

Ta višinsko varovalna naprava je povezana na montažni steber. Naprava omogoča delavcem na višini, da so med delom na daljnovodu privezani nanj, brez da bi se z namenom premikanja od ene do druge sekcije morali odvezati. Tako lahko monterji mirne vesti temeljito opravijo svoje delo.

Druge višinsko varovalne naprave, ki so dostopne na trgu, se lahko uporabijo le, ko daljnovod doseže svojo končno višino. Takšni sistemi so pri gradnji montažnega stebra neuporabni.

Varnostna naprava proti padcu je preizkušeno do nosilnosti 100 kg. Napravo mora montažer uporabljati ves čas, ko se vzpenja ali spušča po stebri. Lastnikova (imetnikova) odgovornost je, da zagotovi, da montažer pravilno uporablja napravo (Sbb.ca, 2022).



Slika 23: Varnostna naprava proti padcu
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

6 POSTAVITEV MONTAŽNEGA STEBRA

Preden začnemo z montažo, morajo zaposleni na terenu izvesti splošen pregled podrobnosti o postavitvi stebra; pregled vključuje namestitve sidrnih vrvi ter uporabo opreme. Za organizacijo tovrstnih sestankov je odgovoren nadzornik dela. Ta tudi določi naloge, ki jih bodo opravljali zaposleni na terenu. Odgovorna oseba, ki bo na terenu prisotna ves čas in bo tako zagotavljala ustreznost namestitve komponent stebra.

Najprej se na licu mesta v skladu z načrti in specifikacijami izvede temelj za steber in namestijo se sidra za sidrne vrvi. Namestitve je treba izvesti v skladu z navodili, ki jih poda projektant stebra. Načrt sider za sidrne vrvi je predmet strukturne študije, ki jo izvede inženir, ki je strokovno usposobljen. Pomembno je, da se za namene zagotavljanja integritete strukture upoštevajo vsi določeni položaji in tolerance.

Montažni steber je mogoče postaviti z štirimi različnimi metodam: z drsno montažno iglo, z montažnim drogom, s kombinacijo obeh metod ali z uporabo posebne opreme, kot je helikopter, tovornjak z dvigalom ali žerjav. Običajno se je kot najučinkovitejša metoda izkazala metoda, ki vključuje kombinacijo uporabe drsne montažne igle in montažnega droga, vendar pa v nekaterih primerih ta metoda lahko predstavlja tudi določene slabosti. Spodnja tabela prikazuje situacije, kjer je bolj priporočljiva specifična metoda postavitve (ELES, d. o. o., 2022).

Metoda postavitve	Opis
Postavitev z drsno montažno iglo	Situacija - Omejen prostor na terenu; težko je sestaviti več modulov na tleh.
	Prednosti - Hitra in enostavna sestava. - Začasne sidrne vrvi niso potrebne.
	Slabosti - Tehnika se lahko težko izvaja, odvisno od temelja in terena. - Ročna postavitve v navpični položaj.
Postavitev z montažnim drogom	Situacija - Steber minimalne višine, vključno z vso opremo.
	Prednosti - Zelo hitra. - Postavitev v navpični položaj v enem koraku.
	Slabosti - Potreben velik in raven teren. - Potrebna začasna sidra. - Potrebna določena oprema za postavitve.

Kombinirana metoda	Situacija	- Uporabno, ko je nemogoče izvesti postavitve po samo eni metodi.
	Prednosti	- Potrebno manj delovnega prostora kot pri metodi samo z montažnim drogom.
	Slabosti	- Potrebna začasna sidra.
Postavitev z uporabo posebne opreme	Situacija	- Ko je ta tip opreme na voljo (helikopter, dvigala, itd.).
	Prednosti	- Hitra in enostavna sestava.
	Slabosti	- Visoki stroški, razpoložljivost opreme in dostop do terena.

*Tabela 3: Opis različnih metod postavitve
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)*

6.1 POSTAVITEV Z DRSNO MONTAŽNO IGLO

6.1.1 Montaža temeljne plošče in zglobne osnove

Del zglobne osnove je pritrjen na osnovno ploščo z dvanajstimi vijaki. Sila zatega v vijakih mora biti taka, da se zobata podložka "poravna".



*Slika 24: Osnovna plošča, zglobna osnova in modul
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)*

Montaža se izvaja horizontalno, osnovni blok počiva na leseni paleti ali drugem ustreznem elementu, ki je na voljo na licu mesta. Osnovni blok je zaklenjen s transportnimi palicami (ELES, d. o. o., 2022).

6.1.2 Montaža modula na osnovni blok

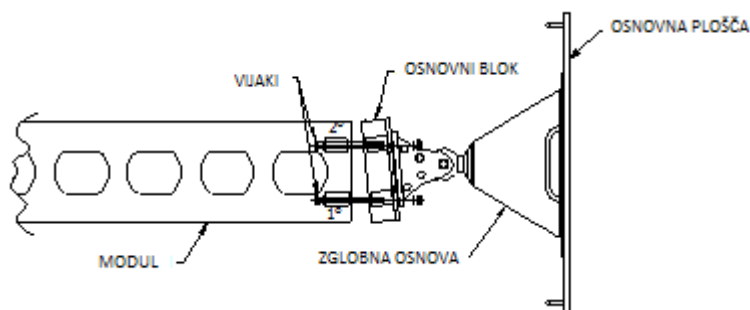
Prvi modul stebra se namesti na osnovni blok s pomočjo osmih strukturnih vijakov ASTM A325. Sila zatega v vijakih mora biti taka, da se zobata podložka "poravna". Pritrditev z vijaki mora biti izvedena, kot sledi:



Slika 25: Privijanja modula k osnovnemu bloku
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

- najprej se privijejo stranski vijaki, začevši s tistimi, pri katerih je prostor med modulom in osnovnim blokom večji, tako se za omogočanje pritrditve z vijaki prilagoditvene klešče namestijo na sečišče komponent,
- dva vijaka na vrhu modula se nato pritrdita,
- za zaključek se pritrdita še dva spodnja vijaka.

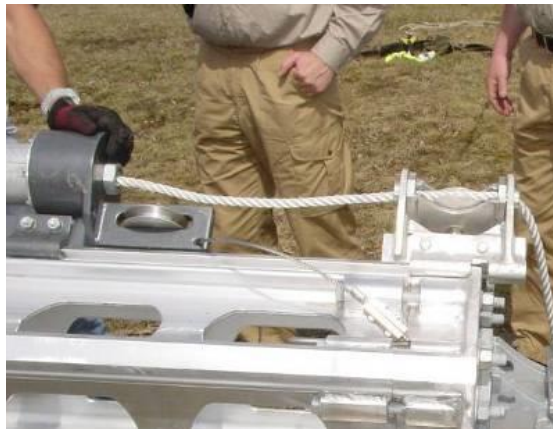
Zaporedje pritrditev vijakov sledi vertikalnosti stebra med montažo na osnovni blok (ELES, d. o. o., 2022).



Slika 26: Pritrditve z vijaki
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

6.1.3 Namestitev drsne montažne igle

Ko je steber na tleh, se pritrdilne opornice montažne igle namestijo na vodila stebra. Vrv je nato vstavljena znotraj cevi pred samim privezovanjem zatiča za dvigovanje.



Slika 27: Namestitev podpornih objemk na vodilo stebra in vstavitve v cev

(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Nato se vodilni škripec namesti na osnovni blok. Nazadnje se vrv za dvigovanje sekcij vstavi skozi škripec. Pritrdite konec vrvi k vitlu ali vlečni napravi.



Slika 28: Postavitev škripca

(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

6.1.3 Postavitev prvega modula

Ko so sestavni deli sestavljeni, se strukturo dvigne ročno v vertikalni položaj. Da se nadaljuje na varen način, mora biti v ročno dvigovanje vključenih vsaj 5 monterjev.



Slika 29: Priprava na vodoravno montažo za ročno dvigovanje
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Pomembno je upoštevati naslednje korake:

- Štirje ljudje se postavijo na konec modula z namenom jo dvigniti, pri čemer si pomagajo z nogami in ne hrbtnom.
- Štirje ljudje postopoma dvignejo v nivo prsi.
- Peta oseba postavi začasno podporo (lesena paleta,) pod modul. Sestavni deli lahko sedaj mirujejo v tem položaju.
- Štirje ljudje se sedaj postavijo na konec modula tako, da je tirnica na njihovih ramenih.
- Modul se dviga počasi v navpičen položaj na stalen (kontinuiran) način z namenom izogniti se nagibanju druge strani.
- Nato se osnovna plošča pritrdi na teren v skladu z načrti (ELES, d. o. o., 2022).

6.1.4 Sestavljanje modulov z montažno iglo

Motorni vitel ali drug vir za vleko se uporablja za dvigovanje montažne igle in modulov. Ena oseba upravlja vitel, drugi pa pripravljajo sekcije za dvigovanje. Med temi postopki se montažerji povzpnejo na steber. Montažna igla je nato potisnjena na vrh stebra in montažerji jo pritrdijo s pomočjo varnostne kljuge na steber. Za dvig modula se dvižno ročico vstavi na vrh modula. Modul se namesti v navpični položaj ob vznožju stebra, tako je pripravljen za dvig proti vrhu.



Slika 30: Modul Pripravljen za dvig
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Modul se dvigne na vrh stebra in vrh montažne igle, se počasi obrača zaradi poravnave modula čez že sestavljeni del stebra. Oseba na tleh nadzoruje gibanje modula med dvigovanjem tako, da drži vrv, ki je pritrjena na dno. Dvižna vrv in dvižna ročica se spuščata do vznožja za dvigovanje naslednjega modula (ELES, d. o. o., 2022).



Slika 31: Montaža modula na vrh stebra
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Ko je modul postavljen na prejšnjega, je postavljen na tak način, da so vodila poravnana z vodili spodnjega modula. To je mogoče narediti s pomočjo prilagoditvenih klešč. Montažer pritrdi sekcijo ročno z uporabo osmih vijakov. Sila zatega v vijakih mora biti taka, da se zobata podložka "poravna".



Slika 32: Pritrjevanje modula stebra s prilagoditvenimi kleščami in namestitve vijakov

(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Sidranje stebra. Priporočljivo je, da se najprej namestiti začasne sidrne vrvi na prvi in drugi modul za stabilizacijo stebra in da se zagotovi bolj varno plezanje za montažerje.

Zelo pomembno je, da se šele po prvem sidranju odstranijo transportne palice namenjene za zavarovanje osnovnega bloka.

6.2 POSTAVITEV Z MONTAŽNIM DROGOM

6.2.1 Namestitev Plošče in (jeklene) zglobne osnove

Na pripravljena temeljna tla se postavi osnovna plošča in pritrdi s sidrnimi palicami. Po namestitvi zglobne osnove se štiri palice, namenjene za zavarovanje osnovnega bloka med prevozom, odstrani. Osnovni blok se nato usmeri v smer, v katero bo dvignjen prvi modul (ELES, d. o. o., 2022).

6.2.2 Priprave za dvig prvega modula

Za namestitev montažnega droga, je treba najprej pritrditi modul stebra na zglobno osnovo z uporabo osmih strukturnih vijakov. Prilagoditvene klešče se lahko uporabi za olajšanje dela. Preostali moduli, ki bodo dvignjeni, se nato sestavijo na tleh. Podporne bloke se lahko uporabi za uravnavanje ravni modulov. Sila zatega v vijakih mora biti taka, da se zobata podložka "poravna" (ELES, d. o. o., 2022).



Slika 33: Namestitev modula na zglobno osnovo
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Osnova za montažni drog se namesti na zglobno osnovo. Ta sprejme cevasti del droga, ki mu sledi glava.



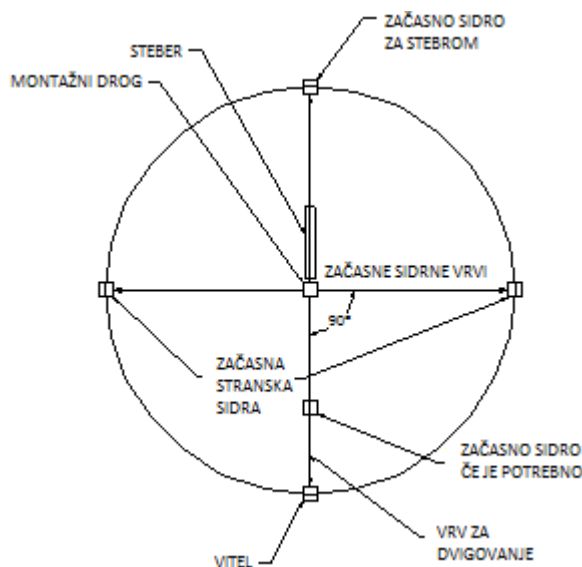
Slika 34: Namestitev montažnega droga na zglobno osnovo
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Glava montažnega droga se namesti na konec cevi. Če je potrebno, se nanjo namestijo stranska vodila (ELES, d. o. o., 2022).

6.2.4 Namestitev začasnih sidrnih plošč

Začasne sidrne plošče so pritrjene s kovinskimi palicami, ki se jih zabije v zemljo s težkim ali pnevmatskim kladivom. Pomembno je, da se kovinskih palic ne zabije popolnoma v zemljo. Približno 30 cm palice mora ostati nad tlemi, da se palice zlahka odstranijo. Če je struktura zemlje slaba, se lahko dodajo podaljševalne sidrne plošče (ELES, d. o. o., 2022).

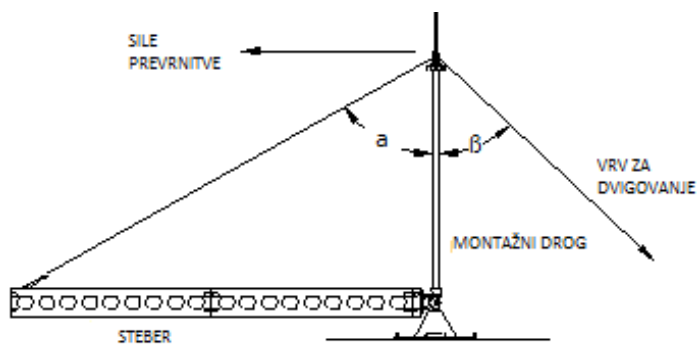
Njihova postavitve je odvisna od usmerjenosti stebra med postavitvijo kot tudi od geometrije potrebnih sidrnih vrvi. Priporočljivo je, da se namesti na obe strani sidra v 90° formacijo s stebrom. To zagotavlja ustrezen nadzor nad stebrom med postavljanjem.



Slika 35: Postavitev začasnih sider tekom postavitve z montažnim drogom

(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Začasno sidro je nameščeno za stebrom, da se prepreči prevračanje stebra v nasprotno smer od končne postavitve. Poleg tega pomaga doseči potrebno vertikalnost stebra.



Slika 36: Sile prevrnitve v montažnem drogu

(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

V primerih, ko se v montažnem drogu pojavijo sile, ki prevrnejo stebber, lahko četrto sidro postavite pred vitel, obrnjeno proti dvižni napravi (ELES, d. o. o., 2022).

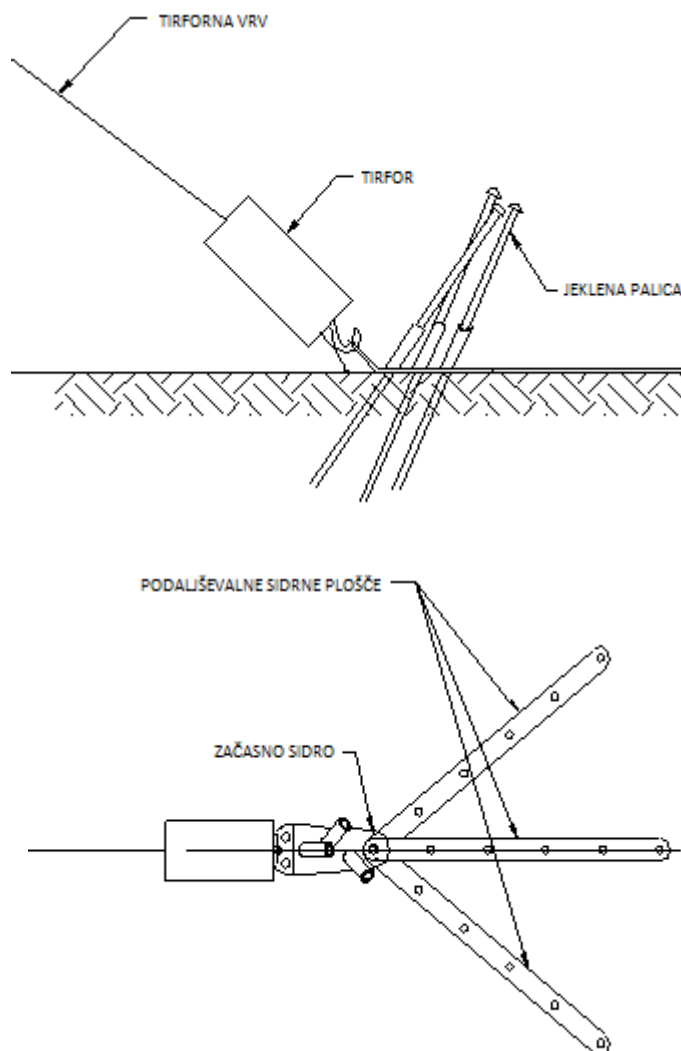
6.2.5 Sidranje montažnega droga

Dvižni drog je nameščen vertikalno na zglobno osnovo in tako tvori raven kot s stebrom, ki je horizontalen. To zagotavlja sintetična vrv, ki je pritrjena na vrh

montažnega droga na sredini stebra. Pritrdijo se začasna sidra na vsaki strani naprave, in sicer skozi odprtine, ki so namenjene za to. Združijo se v ustrezno začasno sidro s pomočjo verižnega napenjalnika ali tirfor-ja, da montažni drog ostane v vertikalnem položaju.

Med dvigom se montažna enota (dvižni drog in steber) vrti na krogličnem ležaju. Vrv, ki teče skozi škripec dvižne naprave, je pritrjen na ploščo za vpetje sidrnih vrvi na 2/3 stebra. Ravno ta vrv vleče steber v vertikalni položaj s pomočjo vitla ali druge dvižne opreme. Pomembno je da masa stebra in njegove opreme, ki bo dvignjena nikoli ne preseže zmogljivosti vitla ali vrvi (ELES, d. o. o., 2022).

6.2.6 Začasno sidranje stebra



Slika 37: Začasna vrv pritrjena na začasno sidro med dvigovanjem
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Med montažo z montažnim drogom je priporočljivo uporabiti vrv z tirfor-ja kot začasno sidrno vrv. Konec vrvi je pritrjen neposredno na ploščo za vpetje sidrne vrvi in sicer s pomočjo škopca. Na začasno sidro se varno pritrdijo le s pomočjo tirfor-ja. To omogoča varno vlečenje in sproščanje vrvi na varen način.

Tudi med varnim izvajanjem metod in uporabo varnostne opreme je med dviganjem stebra potreben stalen nadzor nad začasnim sidrom. Zato mora vsako sidro nadzorovati druga oseba. Manevri namestitve se morajo zaustaviti takoj, ko se pojavijo znaki, da sidro ne deluje ustrezno (ELES, d. o. o., 2022).

6.2.7 Postavitev z montažnim drogom

Potem, ko so moduli in oprema sestavljeni na tleh, mora steber vizualno pregledati nadzornik, preden se prične izvajati dvig. Dvižno zaporedje se lahko začne izvajati z motornim vitlom, ko so vse komponente zavarovane. Priporočljivo je nekaj časa počakati, ko je vrh stebra približno en meter od tal, da se zavarujejo vse naprave.

Potem počasi nadaljujte z dvigom stebra. Začasne sidrne vrvi držijo steber in montažni drog na rotacijski ravni. Vrvi so nameščene preko Tirfor-ja ali verižnih napenjalnikov, ki so pritrjeni na vsako sidro. Ko je dosežena določena višina, se vrv vitla dvigne nad vpetje v montažnem drog.



Slika 38: Uporabljen tirfor, namesto vitla
(Lastni vir)

Ko steber doseže položaj med 70° in 80° je postavitev ustavljena in zadnje začasno sidro, sidro v nasprotni smeri vitla, se prilagodi z uporabo tirfor-ja. Po zaključku, se postavitev nadaljuje dokler steber ne doseže končnega položaja. Pri tem je potrebno paziti, da se napor prisoten na vitlu kabla ne prenese na sidrne vrvi.



Slika 39: Steber na približno 80°
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Pokončnost (vertikalna) stebra se lahko popravi ob uporabi tirfor-ja, s prilagajanjem nateznosti. Predpisana toleranca po CAN/CSA S37-01 normativi za to je 1/500. Pavšalno vrtenje stolpa ne sme preseči 5° glede na omenjeno normativo.

Ko je stolp zavarovan z začasnimi ali stalnimi sidri, se lahko vrv vitla in montažni drog odstranita. Nato se montaža stebra nadaljuje z drsno montažno iglo in sekvencami za izvajanje sidranja (ELES, d. o. o., 2022).

6.2 POSTAVITEV Z AVTODVIGALOM

Za začetek zahteva ta metoda sestavo montažnega stebra na tleh. Ko je montažni steber pripravljen za dvig z avtodvigalom, kar pomeni da so že nameščena sidra in izolatorji se montažni steber postavi vertikalno s pomočjo avtodvigala na osnovno ploščo in zglobno osnovo.

Ta način namestitve zahteva dovolj prostora za dostop z avtodvigalom. Ima pa seveda prednosti v določenih situacijah, kjer je potrebna hitra namestitvev ali odstranitev celotnega stolpa, da se zmanjša čas izpada električne energije, ter posledično tudi boljši delovni pogoji za montažerje saj ne vključuje veliko višinskega dela (Sbb.ca, 2022).



*Slika 40: Dvig z avtodvigalom na DV 110kV Ajdovščina – Nova Gorica.
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)*

6.3 POSTAVITEV S HELIKOPTERJEM

Ta metoda postavitve se izvaja na predelih, ki so nedostopni z ostalimi transportnimi sredstvi. Zraven transporta materiala na delovišče se lahko helikopter uporabi tudi za inštalacijo sekcij strukture. Z našim sistemom poravnave montažnih stebrov, ki je bil s strani podjetja SBB razvit posebej za ta namen, je delo in združitev posameznih sekcij lažje za pilota in delavce. Ta sistem postavitve v Sloveniji še ni bil uporabljen (Sbb.ca, 2022).



*Slika 41: Postavitev s helikopterjem.
(Vir: ELES, d. o. o., 2022)*

6.4 NAMESTITEV IZOLATORJA

6.4.1 Linijski in nosilni izolator

Linijski izolator se montira na steber s pomočjo montažnega nosilca. Sestavljen je iz dveh glavnih delov, nosilca linijskega izolatorja in podpore. Podpora je univerzalna komponenta in se uporablja tudi za druge tipe nosilcev. Obravnavana podpora v teh navodilih je za posamičen linijski izolator. Poveže se na vrtljivo nosilno ploščo z blokirnimi vijaki, ki se sprostijo do konca, a se ne odstranijo. To bo omogočilo izolatorju in vodniku, da se premika z vetrom in da se preprečijo morebitne poškodbe na vpetju v steber (ELES, d. o. o., 2022).

6.4.2 Nosilni izolator

Nosilni izolator se poveže med stebrom in linijskim izolatorjem. V tem primeru plošča za vpetje sidrnih vrvi deluje kot zgornja pritrdilna plošča za podporni izolator. Podaljševalna plošča bo nadomestila manjkajočo dolžino, da se doseže ustrezen kot za podporni izolator. Drugi konec nosilnega izolatorja se poveže z linijskim izolatorjem s pomočjo končne armature linijskega izolatorja, na katero se pritrdijo nosilne sponke vodnika (ELES, d. o. o., 2022).

6.4.3 Zatezni izolator

V konfiguraciji zateznega ali kotnega stebra se uporabi zatezni izolator.



Slika 42: Izolatorji na montažnem stebru.
(Lastni vir)

6.5 DEMONTAŽA MONTAŽNEGA STEBRA

Kot splošno pravilo velja, da se demontaža montažnih stebrov izvrši v obratnem vrstnem redu kot sama postavitve stebrov.

Vsak sestavni del, ki je bil dodan na steber in ni bistven za stabilnost je potrebno, če je na poti ali preprečuje demontažo, odstraniti, kot so linijski izolatorji, nosilni izolatorji ali vodniki. Preden se katerikoli stalna vrv sprost, je potrebno namestiti začasne vrvi z namenom podpore modulom, ki ne bodo več zavarovani v skladu z načeli.

Ko je steber demontiran, je potrebno sestavne dele pregledati, da se odkrijejo kakršnekoli napake ali obrabe, ki bi lahko pomembno vplivale na morebitno ponovno postavitve. Sestavne dele se nato zloži v kontejnerje v njihovo prvotno stanje (ELES, d. o. o., 2022).

7 ZAČASNA DALJNOVODNA PREVEZAVA SM 4, ZA IZVEDBO GRADBENIH IN MONTAŽNIH DEL NA DV 110 KV CIRKOVCE-KIDRIČEVO 1

7.1 DV 110 KV CIRKOVCE-KIDRIČEVO 1

DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 1 je bil zgrajen l. 1949 in v letu 2003 pa je bil rekonstruiran.

Realiziran je z 18 armiranobetonskimi stebri portalne oblike in enim jekleno predalčnim stebrom oblike Y. Trenutno je opremljen z tremi vodniki tipa 240/40 (B)Tal/Stalum in dvema zaščitnima vrvema FE III – 50. Izolacija je sestavljena iz kapastih steklenih izolatorjev tipa U120BS (ELES, d. o. o., 2022).

7.2 SITUACIJA

V sklopu rekonstrukcije RTP Cirkovce, smo na daljnovodu DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 1 prve štiri razpetine realiziralo v obliki VN 110 kV kablovoda. Za potrebe izvedbe tega je bilo potrebno SM 4 zamenjati z ustreznim končnim razbremenilnim stebrom, ki omogoča prehod prosto zračnega voda v kablovod. Nov steber SM 4 stoji na enakem mestu kot staro SM 4.

Ker bi bil zaradi gradbenih in montažnih del DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 1 dalj časa nesposoben za delovanje, smo se odločili, da vzpostavimo začasno daljnovodno povezavo s pomočjo montažnih stebrov, ki bo omogočila nemoteno delovanje DV med izvedbo potrebnih del za zamenjavo SM 4.



Slika 43: Staro SM 4, in dva povezana montažna stebra.

(Vir: ELES, d. o. o., 2022)

Ko so bila gradbena in montažna dela zaključena, se je začasno povezavo odstranilo. DV 110 kV Cirkovce-Kidričevo 1 deluje kot kombinacija KB od RTP Cirkovce do SM 4 in DV od SM 4 do RTP Kidričevo.

Začasno SM4 je bilo oddaljeno 27 m od starega in sedaj sedanjega SM 4 v osi daljnovoda proti SM 5. Izvedeno kot dva montažna stolpa sestavljena vsak iz 9ih segmentov in opremljena s kompozitnimi in tlačnimi izolatorji.

Stebra smo zasidrili s 6 sidri, ki so bila vpeta v za to namenjene sidrne plošče. Začasna povezava je bila skonstruirana s pomočjo programske opreme PLS CADD/POLE, ustreza projektnim pogojem in je tudi statično preizkušena. Rezultat statičnega preizkusa je pokazal 30,09% od maksimalne dovoljene obremenitve.

Višina stolpa										18,668m	
Število segmentov v stolpu										9	
Sidrne vrvi											
Oznaka	Sestava - skica	X	Y	Z	Azimet (°)	Radius(m)	Naklon (°)	Dolžina sidrnih vrvi	S (segment)	L (luknja)	
G1	GGA-S916-2S-T	-4,35	-7,84	0	30	8,84	55	15,42	6	6	
G2	GGA-S916-2S-T	4,35	-7,84	0	-30	8,84	55	15,42	6	6	
G3	GGA-S916-2S-T	0	10,8	0	0	10,60	50	16,49	6	6	

Slika 44: Stolp A.

(ELES, d. o. o., 2022)

Višina stolpa										18,668m	
Število segmentov v stolpu										9	
Sidrne vrvi											
Oznaka	Sestava - skica	X	Y	Z	Azimet (°)	Radius(m)	Naklon (°)	Dolžina sidrnih vrvi	S (segment)	L (luknja)	
G1	GGA-S916-2S-T	-4,35	7,84	0	150	8,84	55	15,42	6	6	
G2	GGA-S916-2S-T	4,35	7,84	0	-150	8,84	55	15,42	6	6	
G3	GGA-S916-2S-T	0	-10,8	0	0	10,60	50	16,49	6	6	

Slika 45: Stolp B.
(ELES, d. o. o., 2022)

8 ZAKLJUČEK

Varnost in zdravje pri delu je pomembno v vseh podjetjih, na vseh delovnih mestih. Predvsem so pravila varnosti pomembna za višinsko delo ter delo na terenu, kot v našem primeru delo z montažnimi stebri.

V diplomski nalogi smo omenili in opisali osebno varovalno opremo, ter več postopkov postavitve montažnega stebra. Pri montažnih delih je pomembno, da se v skladu s pravilnikom o varnosti in zdravju pri delu in s pravilno uporabo osebne varovalne opreme, držimo vseh predpisov, tudi če smo časovno omejeni.

V vseh primerih se je potrebno držati tudi petih varnostnih pravil.

»1. IZKLOP NAPRAVE

Pred pričetkom dela na napravi jo je potrebno v celoti izklopiti, čeprav delamo le na majhnem delu naprave.

2. ZAVAROVANJE PROTI PONOVNEM VKLOPU NAPRAVE

Opremo, s katero smo izvedli izklop, je potrebno zavarovati proti ponovnem vklopu. Naprimer glavna stikala imajo velikokrat možnost uporabe ključavnice v ta namen.

3. UGOTOVITEV BREZNAPETOSTNEGA STANJA NAPRAVE

Breznepetostno stanje lahko ugotovi samo strokovnjak elektrotehnične stroke!

Običajno se to preveri s faznim preizkuševalcem, vendar to ni vedno zanesljivo, saj le ta lahko sveti tudi zaradi inducirane napetosti sosednjih vodnikov. Za največjo zanesljivost je potrebno breznepetostno stanje potrditi z ustreznim instrumentom.

4. OZEMLJITEV IN KRATKA SKLENITEV

Dele, na katerih izvajamo dela, je potrebno ozemljiti in kratko skleniti.

5. PREKRIVANJE IN OGRADITEV BLIŽNJIH DELOV, KI SO POD NAPETOSTJO

Tako se izognemo naključnim dotikom delov pod napetostjo» (Elektro Pirnat, 2022).

Vzdrževalci oz. monterji na terenu nimajo vpliva na prvi dve pravili, vendar začnejo s tretjim (Preverijo breznepetostno stanje, ozemljijo in ogradijo.).

Tudi če se zaposleni držijo zakonodaje in postopkov iz varstva in zdravja pri delu, prihaja do neljubih dogodkov oz. nezgod, ki so lahko hujše odvisno od narave dela. Postavitev montažnega stebra spada med zahtevnejša dela, zato so poškodbe lahko hujše. Zavedati se moramo še posebej takrat, ko pride do naravnih nesreč (žledolom, vetrolom, itd.), da je varnost pri delu zmeraj na prvem mestu.

9 LITERATURA IN VIRI

Bahun, P. (2014). Slovenija v ledenem objemu. *Naš stik*, (1/2014), 2-5.

ELES, d.o.o.. (2016). *Vzdrževalci CIPO Maribor preverili znanje za delo na višini*. (2016). Pridobljeno 11. 3. 2022 z naslova <https://www.eles.si/novice/ArticleID/11728/Vzdr%C5%BEevalci-CIPO-Maribor-preverili-znanje-za-delo-na-vi%C5%A1ini>.

ELES, d.o.o. Interni dokument: *Navodila za montažo SBB stebrov (hitri referenčni seznam za delo na terenu)*. Maribor: ELES, d. o. o..

Jurhar, J. Strokovni izpit: *Strokovne podlage za izvedbo teoretičnega in praktičnega usposabljanja delavcev, ki opravljajo vzdrževalna dela na daljnovodih različnih napetostnih nivojev*. Maribor: ELES, d. o. o..

Leva, V. Interni dokument: *Program usposabljanja za montažne stebre*. Maribor: ELES, d.o.o..

Jurhar, J. Interni dokument: *Anthron, usposabljanje za delo na višini*. Maribor: ELES, d. o. o..

ELES, d.o.o.. Interno gradivo: *Priročnik DV*. Maribor: ELES, d. o. o..

ELES, d.o.o.. Interno gradivo: *Presentation clients 218 an..* Maribor: ELES, d. o. o..

ELES, d.o.o. (2018). Interno gradivo: *Navodila za varno delo na višini 2018*. Maribor: ELES, d. o. o.

Evropska komisija. (2020). *Varno delo na višini*. Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/SL/Safety/WorkingAtHeights_SL.htm.

Ferlič, R. idr. (2017). *Izkušnje pri uporabi montažnih stebrov in vizija v prihodnje, 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov*. V 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED v Mariboru. Maribor: CIGRE-CIRED. Pridobljeno 4. 1. 2022 z naslova http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/B2-05_2471.pdf.

IEEE. (2012). *Guide for the Design and Testing of Transmission Modular Restoration Structure Components*. IEEE 1070-2006, Revision of IEEE Std 1070-1988 and 1070-1995. Pridobljeno: 4. 1. 2022 z naslova <https://ieeexplore.ieee.org/document/4035722>.

Lovrenčič, V. in Pungartnik, T. (2016). *Uporaba montažnih stupova kod sanacije nadzemnih vodova oštečenih ledenom kišom u distribuciji Elektro Ljubljana*. V Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije - HO CIGRED. Pridobljeno 10. 1. 2022 z naslova <http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/SO1-18.pdf>.

Lovrenčič, V. idr. (2013). *Uporaba montažnih stebrov pri obnovi 110 kV stikališča RTP*. V 11. konferenca slovenskih elektroenergetikov. Laško: CIGRE – CIGRED. Pridobljeno 10. 1. 2022 z naslova http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/Monta%C5%BEni-stebri_CIGRE_CIGRED_2013_B3_14.pdf.

Lovrenčič, V. (2021). *Uporaba havarijskih stebrov pri sanaciji nadzemnih vodov v primeru naravnih nesreč*. Spletna konferenca: Slovenski inženirski dnevi. Ljubljana

Lovrenčič, V., Pungartnik T. in Barl B. (2011). *Havarijski stupovi prihvatljivo rešenje u sustavu održavanja visokonaponskih nadzemnih vodova*. V Hrvatski ogranak međunarodnog vijeća za velike elektroenergeske sustave – CIGRÉ, 10. Savjetovanje. Cavtat: HRO CIGRE. Pridobljeno 5. 1. 2022 z naslova http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/2011_Havarijski-stupovi_B2-16_cigre.pdf.

Lovrenčič, V. idr. (2017). *Inovativna rešenja kod rekonstrukcije 110 kV transformatorske stanice*. V 11. Savjetovanje. Cavtat: HRO CIGRE. Pridobljeno 5. 1. 2022 z naslova http://c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/B3-18_20130144.pdf.

Lovrenčič, V. idr. (2015). *Iskustva upotrebe montažnih stupova kod rekonstrukcije postrojenja i sanacije 110 kV dalekovoda srušenih u Sloveniji za vrijeme ledenog nevremena*. V Hrvatski ogranak međunarodnog vijeća za velike elektroenergeske sustave – CIGRÉ, 12. savjetovanje HRO CIGRE. Šibenik: HRO CIGRE. Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova http://c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/B2_54.pdf.

Lindsey systems. Pridobljeno: 20. 2. 2022 z nalova <https://lindsey-usa.com/library/>.

Ogrizek, P. (2014). *Uporaba montažnih havarijskih stebrov pri odpravi posledic žledoloma*. Nova Gorica: CIGRE.

Ogrizek P. idr. (2013). *Prehodna obratovalna stanja pri obnovi stikališč*. Laško: CIGRE.

Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti (2021). *Varnost in zdravje pri delu*, pridobljeno 10. 2. 2022 z naslova <https://www.gov.si/podrocja/zaposlovanje-delo-in-upokojitev/varnost-in-zdravje-pri-delu/>.

Pirnat, d.o.o.. (2022). *Pet varnostnih pravil*. Pridobljeno 3. 2. 2022 z naslova <https://www.elektro-pirnat.si/index.php/dodatki/uporabno/299-5-varnostnih-pravil>.

Pungartnik T. (2009). *Sanacija podrtega jekleno predalčnega daljnovidnega stebra VN daljnovidna v enem dnevu*. Predlog za izboljšavo št.: OB KUD 018-OP25-03.

Pungartnik, T., Lovrenčič, V. in Barl B. (2011). *Uporaba havarijskih stebrov pri sanaciji poškodovanje stebra 110 kV daljnovidna*. V 10. konferenca slovenskih elektroenergetikov. Ljubljana: CIGRE. Pridobljeno 15. 12. 2021 z naslova <http://www.c-g.si/wp-content/uploads/2016/05/Referat-CIGRE-%C5%A0K-B2-12.pdf>.

Rehenberger B. in Wolven Van J. F. (2001). *Method for Raising a Structure for Emergency Power Line*. Apparatures and Kit of Parts, Therefor US patent 6,301,841 B1, 16. 10. 2001. Pridobljeno z naslova [line http://ip.com/patent/US6301841](http://ip.com/patent/US6301841).

SBB inovacion in aluminium. Pridobljeno: 9. 2. 2022 z naslova <https://www.sbb.ca/>.

SBB ERS (Emergency Restoration System). Pridobljeno 1. 4. 2022 z naslova <https://www.sbb.ca/emergency-towers/general-information-and-applications>.

Transmission and Distribution Committee, *Mutual Assistance Plan for Transmission Line Emergencies*, Edison Electric Institute, July 1984.

ToR WG B2.85. (2021). *»Emergency Restoration Systems for Overhead Lines - Guide for Design, Planning and Installation«*, July 6th, 2021. Pridobljeno 5. 1. 2022 z naslova https://www.cigre.org/userfiles/files/News/2021/TOR-WG%20B2_85_Emergency%20Restoration%20Systems%20for%20Overhead%20Lines%20-%20Guide%20for%20Design%2C%20Planning%20and%20Installation.pdf.

Vujičić, N. idr.(2017). *Prva iskustva s primjenom havarijskih modularnih stupova u Republici Hrvatskoj i Republici Sloveniji*. V Hrvatski ogranak međunarodnog vijeća za velike elektroenergeske sustave – CIGRÉ, 13. savjetovanje HRO CIGRE. Šibenik: HRO CIGRE. Šibenik, Hrvaška: HRO CIGRÉ. Pridobljeno 14. 1. 2022 z naslova <http://c-g.si/wp-content/uploads/2018/06/B2-05.pdf>.

Wikipedija prosta enciklopedija. *ELES*. Pridobljeno 2. 2. 2022 z naslova <https://sl.wikipedia.org/wiki/ELES>.