

Davor Đurđević  
Dalekovod Projekt d.o.o.  
[davor.djurdjevic@dalekovod.hr](mailto:davor.djurdjevic@dalekovod.hr)

Mario Križić  
Dalekovod Projekt d.o.o.  
[mario.krizic@dalekovod.hr](mailto:mario.krizic@dalekovod.hr)

Zoran Rubinić  
Dalekovod Projekt d.o.o.  
[zoran.rubinic2@dalekovod.hr](mailto:zoran.rubinic2@dalekovod.hr)

Ivo Palaversa  
Dalekovod Projekt d.o.o.  
[ivo.palaversa@dalekovod.hr](mailto:ivo.palaversa@dalekovod.hr)

## PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA KOD PROJEKTIRANJA I ODRŽAVANJA NADZEMNIH VODOVA DISTRIBUCIJSKE MREŽE

### SAŽETAK

Kao najučinkovitija metoda prikupljanja velike količine raznovrsnih prostornih informacija u relativno kratkom vremenu potvrđena je metoda laserskog snimanja iz zraka primjenom LIDAR sustava (Light Detecting And Ranging). Prema toj metodi snimaju se koordinate točaka, te se istovremeno provodi i fotografiranje terena iz zraka, pri čemu rezolucija ortofoto snimka u pravilu iznosi 10 – 20 cm na razini tla, što predstavlja dovoljno kvalitetnu podlogu za izradu situacijskog prikaza trase dalekovoda.

Tako snimljeni podaci predstavljaju ulazne podatke za cjelovite programske pakete za projektiranje nadzemnih vodova čiji rad se zasniva na realnom 3D modelu terena, stupova, užadi, i ostalih komponenata. Uz primjenu jednostavnih uređaja, aplikacija i računalnih programa (Google Earth, ručni GPS uređaji, mobiteli i sl.), moguće je dodatno iskoristiti prednosti korištenja ove tehnologije.

**Ključne riječi:** LIDAR, koordinate, ortofoto, nadzemni vod, projektiranje, 3D model

## APPLYING OF NEW TECHNOLOGY FOR THE PURPOSE OF DESIGN AND MAINTENANCE OF DISTRIBUTION NETWORK OVERHEAD LINES

### SUMMARY

As the most effective method of collecting large quantities of diverse spatial data in a relatively short time it was confirmed the method of laser survey from the air using the LIDAR system (Light Detecting And Ranging). According to that method coordinates of points has been recorded, and at the same time photographing of the terrain from the air has been performed. Image resolution is usually 10 to 20 cm at ground level, which is sufficient to produce high-quality drawings of the transmission line route corridor.

Recorded and processed data in such manner represents basic input to a comprehensive software packages for the design of overhead lines whose work is based on a realistic 3D model of terrain, poles, cables, and other components. With the use of simple devices, applications and computer programs (Google Earth, hand GPS devices, cell phones, etc.), it is possible to further exploit the benefits of using this technology.

**Key words:** LIDAR, coordinates, image, overhead line, design, 3D model

## 1. UVOD

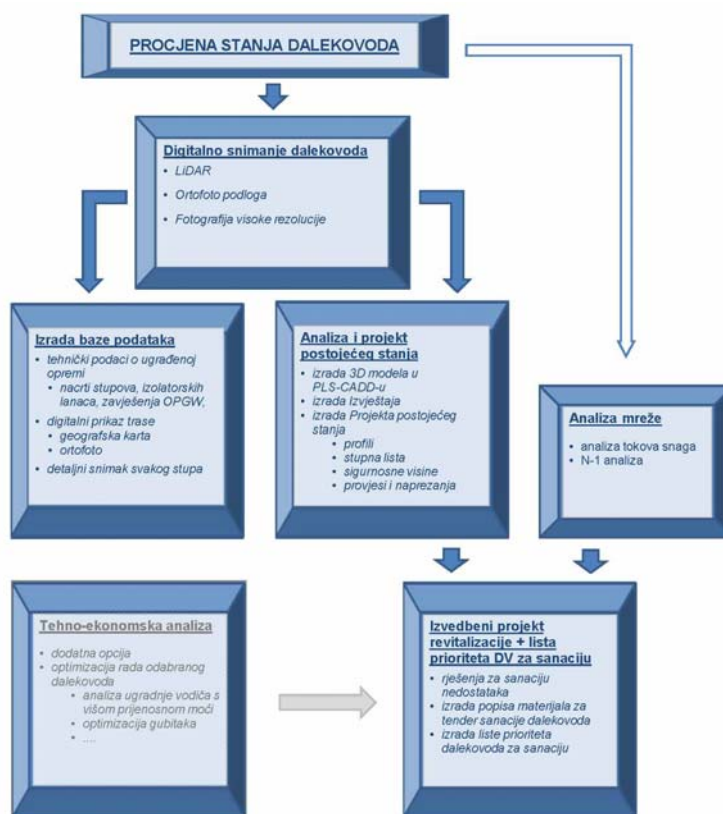
Razvoj distribucijske mreže Republike Hrvatske, osobito dalekovoda 35 kV nazivnog naponskog nivoa, započeo je 50-tih godina prošlog stoljeća. U tom smislu, evidentno postoji velik broj nadzemnih vodova koji se nalaze u pogonu više od 50, a neki i 60 godina. Nadzemni vodovi su tijekom dugogodišnje eksploatacije održavani u pogonski ispravnom i sigurnom stanju, a tek poneki od njih su i sveobuhvatno rekonstruirani, odnosno obnovljeni. Ovdje je potrebno istaknuti i činjenicu kako su se u ranijim periodima izgradnje nadzemnih vodova primjenjivali tada tipski materijali i presjeci vodiča, odnosno bakreni ili alučelični vodiči, čiji presjek danas ne odgovara potrebama, odnosno prijenosnoj moći.

Temeljem dostupnih podataka o stanju nadzemnih vodova u distribucijskoj mreži, kao posebno izraženi su problemi konstruktivne i elektromontažne dotrajalosti pojedinih dalekovoda, odnosno istek životnog vijeka pojedine opreme, problemi preopterećenja pojedinih dalekovoda, problemi gubitaka električne energije, ali i problemi ugroženosti pogonske sigurnosti pojedinih dalekovoda nastali kao posljedica intenzivne urbanizacije, izgradnje raznih infrastrukturnih objekata i sličnih legalnih i nelegalnih zahvata u prostoru u blizini nadzemnih vodova, pri čemu mogu biti značajno ugrožene minimalno propisane sigurnosne udaljenosti i sigurnosne visine. Sve prethodno navedno rezultira neusklađenošću postojeće dokumentacije predmetnih nadzemnih vodova sa stvarnim stanjem, ali i propisima koji reguliraju ovu problematiku.

Također, nerijetko postoji problem neraspoloživosti projektne dokumentacije, ali i točnosti izvorne projektne dokumentacije u odnosu na stvarno izvedeno stanje. Ova problematika posebno dolazi do izražaja pri redovnim i interventnim održavanjima dalekovoda, kada je točnost podataka danih u projektnoj dokumentaciji od presudne važnosti za uspješan ishod zahvata održavanja.

Redovnim planiranjem i održavanjem distribucijskih nadzemnih vodova vlasnik teži očuvanju pogonske sigurnosti i pouzdanosti nadzemnih vodova. U tom smislu, kako bi se mogle poduzeti odgovarajuće mjere za produljenje životnog vijeka dalekovoda, odnosno dovođenje dalekovoda na inicijalnu razinu, vlasniku distribucijske mreže nužno je poznavanje preciznog postojećeg stanja predmetnog dalekovoda. Kod definiranja postojećeg stanja posebno se misli na tehničke parametre dalekovoda, odnosno tip i montažno stanje ugrađene užadi, te njihovu starost, ali i na sve elemente međuovisnosti okoline i dalekovoda unutar njegova koridora.

U nastavku je prikazan dijagram koji sadrži osnovne aktivnosti koje je potrebno provesti radi definiranja prioriteta i odabira tehničkih rješenja u postupku revitalizacije postojećih dalekovoda.



Slika 1. Dijagram aktivnosti u postupku pripreme revitalizacije

Temeljem analiza i na osnovi izrađenih projekata, vlasnik distribucijskih nadzemnih vodova može donijeti kvalitetnu odluku o konkretnim mjerama i opsegu zahvata revitalizacije.

U nastavku će biti detaljnije obrađeni postupci prikupljanja aktualnih podataka, te njihove analize i obrade odgovarajućim programskim paketima, te daljnje primjene u planiranju i održavanju.

## 2. PRIKUPLJANJE PODATAKA UZ UPORABU LETJELICA

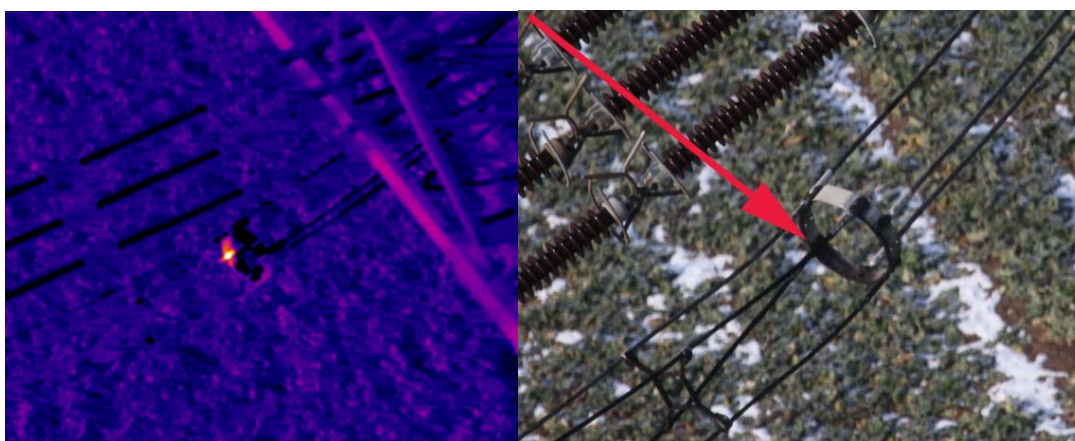
Prikupljanje preciznih podataka o stanju dalekovoda moguće je provesti snimanjem iz zraka primjenom LIDAR sustava (Light Detecting And Ranging) instaliranog u helikopter ili zrakoplov što predstavlja jednu od najučinkovitijih metoda prikupljanja velike količine raznovrsnih prostornih informacija u relativno kratkom vremenu. Podaci snimljeni LIDAR sustavom sadrže apsolutnu koordinatu svake snimljene točke te mogu u potpunosti zamijeniti standardne geodetske izmjere. Na osnovi ovih podataka izađuje se izrazito točan 3D model terena koji omogućava optimalan položaj kutnih točaka trase dalekovoda za što povoljniji uzdužni profil dalekovoda koji u konačnici daje mogućnost optimizacije razmještaja linijskih stupova. Osnovna prednost ovakvog načina snimanja dolazi do izražaja u slučaju potrebe za izmjenom trase. Ako se planirana nova trasa nalazi unutar snimljenog koridora, čija se širina kreće u pravilu od 100 m do 400 m, dodatni terenski snimak terena nije potreban što znatno smanjuje moguće dodatne troškove kao i vrijeme potrebno za nastavak projektiranja vezan uz novu trasu.

Pored navedenog snimanja terena LIDAR tehnologijom, snimanje iz zraka može obuhvatiti i prikupljanje drugih korisnih informacija kao što su: detaljne digitalne fotografije (ortofoto), termovizija (utvrđivanje kritičnih mjesta s obzirom na pregrijavanje uslijed loše galvanske veze), korona (kritična mjesta s obzirom na pojavu korone uslijed lokalno povećanog iznosa električnog polja), video zapis za detekciju vizualnih grešaka na elementima nadzemnih vodova i mapping (pozicioniranje objekta u prostoru uz detaljan opis pojedinih elemenata).

### 2.1. Termografska snimka

Porast temperature pojedinih elemenata nadzemnog voda iznad dozvoljene vrijednosti može rezultirati trajnim promjenama mehaničkih i električkih karakteristika opreme, što u konačnici može dovesti do oštećenja opreme, beznaponskog stanja nadzemnog voda te ugrožavanja ljudi i imovine u blizini nadzemnog voda.

Snimanjem nadzemnog voda primjenom infracrvene kamere (IR) utvrđuju se kritična mjesta koja se zagrijevaju znatno više od ostalih elemenata, te se dodatnom analizom detaljnih fotografija utvrđuju kritične komponente koje predstavljaju potencijalno mjesto kvara. Na taj način može se preventivno planirati odgovarajuća zamjena kritičnih elemenata u svrhu izbjegavanja neplaniranih prekida opskrbe električnom energijom i pratećih negativnih financijskih učinaka.



Slika 3. Prikaz termografskog snimka nadzemnog voda i pripadne detaljne fotografije

## 2.2. Snimka korone

Za pregled i otkrivanje pojave korone na nadzemnih vodovima i transformatorskim stanicama danas se mogu primijeniti najnaprednije tzv. dnevne kamere (UV), koje isključuju potrebu provedbu noćne inspekcije. Dodatnim detaljnim fotografijama stupova i opreme moguće je utvrditi greške na visokonaponskoj opremi, osobito izolatorima, ovjesnoj i spojnoj opremi, te ih na vrijeme preventivno ukloniti i na taj način spriječiti veće kvarove.



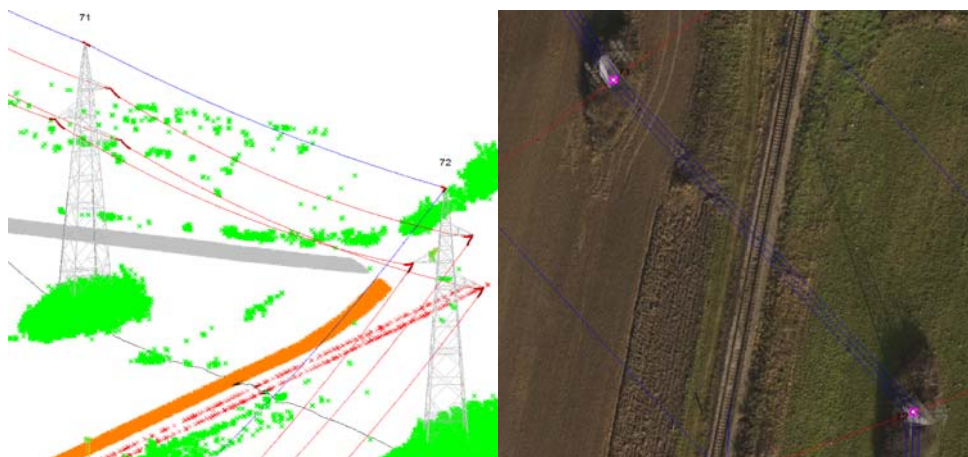
Slika 4. Prikaz korona snimka i pripadne detaljne fotografije

## 2.3. LIDAR snimka

LIDAR (engl. Light Detection And Ranging) tehnologija se bazira na poznavanju brzine svjetlosti i uskom koherentnom snopu laserske zrake koju uređaj emitira u prostor. LASER (engl. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) je naziv za optičku napravu koja emitira koherentni snop fotona, odnosno blisko-infracrveni dio elektro-magnetskog spektra (valne duljine 1064 nm). Zraka se kreće brzinom svjetlosti, te se odbija od fizičke prepreke i vraća u prijamnik koji se nalazi u uređaju iz kojeg je i odaslana. Uređaj mjeri vrijeme potrebno pulsu laserske zrake da napravi put do prepreke i nazad do senzora, te se na taj način izračunava udaljenost između uređaja i snimljene točke.

Uz pomoć vrlo točnog senzora položaja dobivenog iz satelitske navigacije (GPS - Global positional system) i orijentacije senzora dobivene iz inercijalne jedinice (IMU – inertial measurement unit) izračunavaju se pravokutne XYZ koordinate točaka reflektirajuće površine, te se na taj način svakoj snimljenoj točki pridružuje odgovarajuća koordinata.

Koristeći automatske i polu-automatske tehnike filtriranja podataka moguće je iz izvornih podataka kreirati nekoliko proizvoda: digitalni model terena (DTM), digitalni model vegetacije, digitalni model površine (DSM). Dodatnom klasifikacijom podataka, osobito izgrađenih stambenih, gospodarskih ili infrastrukturnih i drugih objekata, kao i užadi i konstrukcije stupova, moguće je dobiti izrazito kvalitetnu digitalnu 3D podlogu za potrebe projektiranja novih nadzemnih vodova, ali i održavanje, odnosno utvrđivanje stanja postojećih nadzemnih vodova.



Slika 2. Prikaz helikopterskog snimka terena dobivenog pomoću LIDAR tehnologije i ortofoto snimka



Naime, podaci prikazani na slici 1. predstavljaju snimak postojećeg nadzemnog voda, a korišteni su u svrhu izrade dokumentacije postojećeg stanja, ali i utvrđivanja stanja osnovnih elemenata nadzemnog voda, što će detaljnije biti opisano u nastavku.

### 3. UPORABA PODATAKA NASTALIH LIDAR SNIMKOM

#### 3.1. Općenito

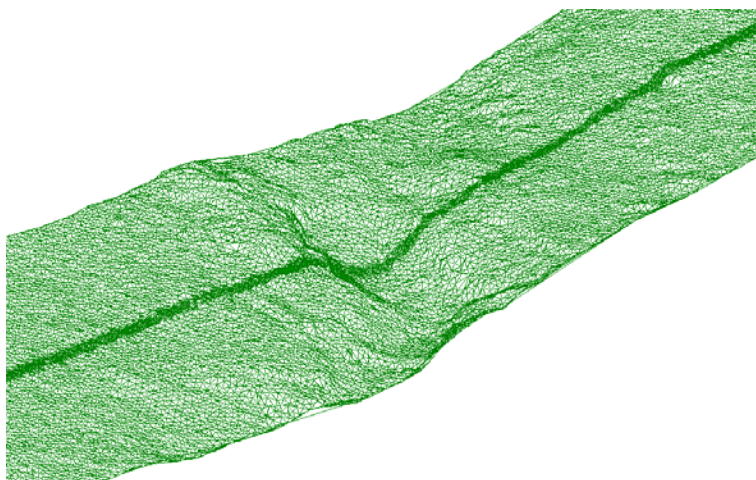
Podaci snimljeni LIDAR tehnologijom u posljednjih desetak godina sve se više upotrebljavaju u području projektiranja i održavanja nadzemnih vodova. Naime, snimljeni podaci brzo i efikasno se prikupljaju, a nivo prikupljenih podataka znatno je viši i opsežniji od podataka dobivenih „klasičnim“ metodama. Standardni LIDAR snimak koji sadrži 20 točaka po jednom metru kvadratnom, uzimajući u obzir širinu koridora od 25 – 50 m, u konačnici sadržava od 625000 – 1000000 snimljenih točaka (koordinata) po kilometru trase. Kada se uzme u obzir duljina trase distribucijskog voda od oko 10 - 20 km i tome pridoda velik broj datoteka koje sadržavaju pripadne ortofoto snimke trase, jasno je kako količina i kvaliteta podataka prikupljena na ovaj način višestruko nadmašuje podatke prikupljene klasičnim geodetskim snimanjem.

Razvojem računalne tehnologije i značajnim poboljšanjem osobina osobnih računala, snimak terena dobiven LIDAR tehnologijom uključivo i pripadne fotografije danas je moguće u cijelosti iskoristiti.

Prikupljeni i obrađeni snimljeni podaci izuzetno su kvalitetne podloge koje se uz primjenu programskog paketa PLS-CADD-a mogu vrlo efikasno koristiti prije svega kod projektiranja novih nadzemnih vodova, ali i za kvalitetnu analizu postojećeg (stvarnog) stanja i prevenciju u svrhu održavanja postojećih nadzemnih vodova. Također, prednosti ove metode su i u održavanju dalekovodnih koridora vezano uz sveprisutnu vegetaciju i potrebu izrade šumskih prosjeka.

#### 3.2. Izrad 3D modela terena

Osnovni 3D model terena sačinjava skup snimljenih točaka terena definiranih koordinatama i pridruženim odgovarajućim kodovima. TIN model terena (Triangulated Irregular Network) čini skup površina terena, odnosno ploha, koje se definiraju pomoću tzv. Delauney-ovih trokuta iscrtanih pomoću snimljenih točaka terena koje predstavljaju vrhove tih trokuta. Što je više snimljenih točaka po kvadratnom metru to je točnost modela terena veća, odnosno odstupanje visine (z-koordinate) točke na modelu od stvarne vrijednosti je manje. Tako nastala ploha omogućuje realan uvid u konfiguraciju terena unutar koridora u kojem je provedno snimanje što osigurava optimalan odabir mikrolokacije svakog stupnog mjesta kao i procjenu potrebnih zahvata na konstrukciji, odnosno temeljima, kao posljedica konfiguracije terena.



Slika 5. Prikaz definiranog TIN modela terena

Iz definiranog TIN modela terena moguće je na relativno brz i jednostavan način generirati uzdužni profil terena (u osi trase, kao i izvan osi trase) između bilo koje dvije ili više proizvoljno odabranih

kutnih točaka. Velika prednost ovakvog načina rada dolazi do izražaja prilikom potrebe za izmjenom trase, osobito ako je snimljen koridor dovoljno velike širine sa velikim brojem točaka po kvadratnom metru (karakteristično za helikoptersko snimanje), kao i prilikom definiranja produljenja konstrukcije („kose noge“) ili povišenih temelja.

Pored navedenog, snimanje postojećih dalekovoda, koji u pogonu već nekoliko desetaka godina, na ovaj način daje stvarnu informaciju o konfiguraciji terena i eventualno, u međuvremenu, izgrađenim objektima, deponijama i slično, što daje uvid u stvarno stanje dalekovoda i prostora u okruženju te omogućava dodatne kontrole i analize međuovisnosti s okolinom.

### 3.3. Definiranje prepreka

Pored točaka terena, ostale snimljene točke predstavljaju odgovarajuće "prepreke" na trasi (različiti objekti koji se nalaze na nekoj visini iznad razine snimljenog terena). Također, u svrhu lakše obrade podataka, za snimljene točke "prepreka" provodi se klasifikacija, odnosno pridruživanje tzv. "feature code-ova" svim snimljenim točkama (zgrada, stup, vodič, stablo, grmlje...).

Sve snimljene točke "prepreka" vidljive su iznad 3D modela terena, odnosno TIN modela terena, kao i na uzdužnom profilu terena.

### 3.4. Izrada modela nadzemnog voda

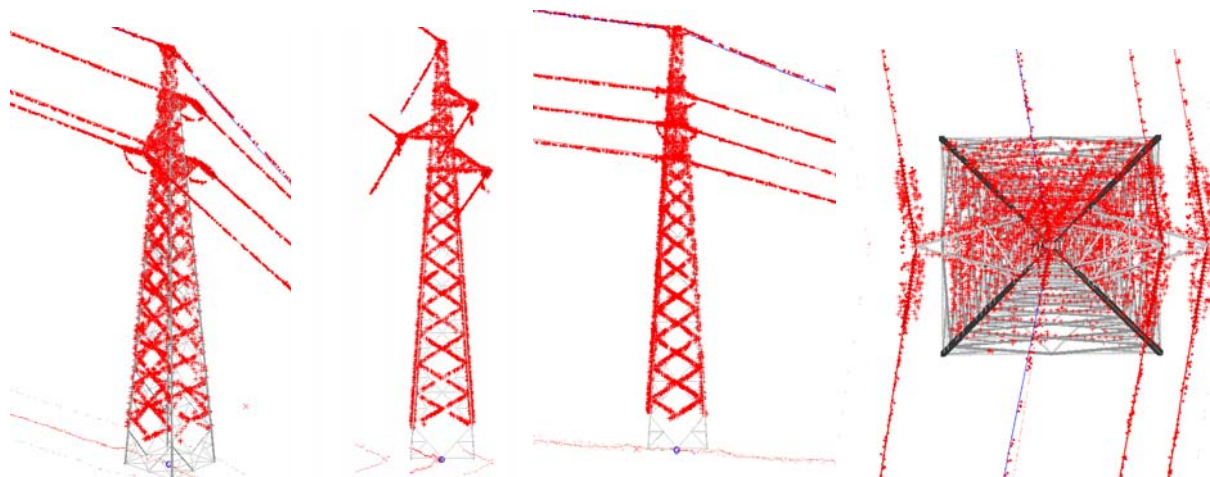
Stanje postojećeg nadzemnog voda u toku njegove upotrebe (životnog vijeka) neprestano se mijenja, zbog redovitih popravaka, sanacija ili rekonstrukcije, radi različitih pogonskih uvjeta, te klimatskih uvjeta, ali i promjene određenih elektro-mehaničkih karakteristika osnovnih elemenata nadzemnog voda. Da bi poboljšali učinkovitost održavanja i sigurnost okoline, potrebno je imati točnu i objektivnu informaciju o stvarnom stanju postojećeg nadzemnog voda.

Podaci snimljeni LIDAR tehnologijom mogu se uz primjenu PLS-CADD-a vrlo efikasno koristiti za modeliranje postojećeg nadzemnog voda u prostoru, definiranje inicijalnih uvjeta (npr. naprezanje užadi) koji vladaju na istome, te ustanovljenje stvarnog stanja na trasi postojeće nadzemnog voda.

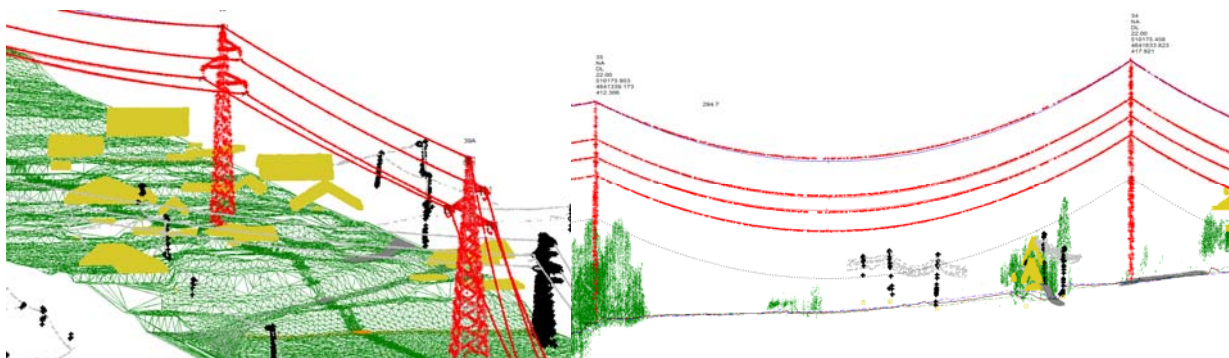
Postojeće nadzemne vodove moguće je modelirati na osnovu definiranih modela stupova, izolatorskih lanaca i užadi, kao i snimljenih točaka postojećih stupova i užadi. Pri tome je na svakom stupnom mjestu potrebno modele stupova (3D rešetkaste konstrukcije) pozicionirati unutar snimljenih točaka stupa, dok je lančanicu definiranog modela uzeća potrebno, za izračunatu temperaturu užeta, grafički "provući" kroz snimljene točke svih užeta.

Točnost modela postojećeg nadzemnog voda ovisi o dostupnosti postojeće projektne dokumentacije. Također, neophodno je pribaviti klimatske podatke (brzinu vjetra, insolaciju, temperaturu okoline) kao i podatak o strujnom opterećenju postojećeg voda u trenutku snimanja.

Definirani model postojećeg nadzemnog voda, u kombinaciji sa TIN modelom terena i snimljenim točkama "prepreka", omogućava provedbu svih propisanih proračuna, kontrola i analiza za stvarno snimljeno stanje. Prethodno navedeno prvenstveno se odnosi na kontrolu sigurnosnih visina i udaljenosti vodiča u odnosu na sve locirane objekte, vegetaciju i tlo, proračun elektromagnetskih polja, statičku kontrolu stupova itd.



Slika 6. Prikaz modela stupa pozicioniranog unutar snimljenih točaka stupa



Slika 7. Prikaz modela postojećeg nadzemnog voda na TIN modelu terena i na uzdužnom profilu terena

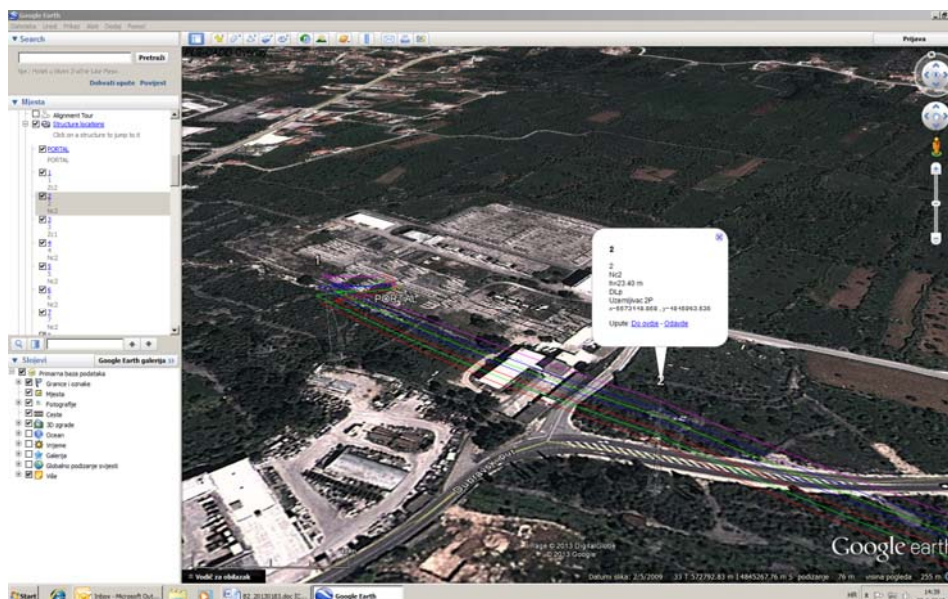
Za sve navedene proračune i kontrole, PLS-CADD generira različita izvješća, montažne tablice provjesa i naprezanja, prikazuje rezultate različitih proračuna tablično te po omogućava jednostavan ispis nacrt situacijskog prikaza i uzdužnih profila nadzemnog voda. Pri izradi navedenih nacrt korisnik ima širok spektar mogućnosti, kako bi ispis prilagodio svojim potrebama i zahtjevima.

### 3.5. Izrada baze podataka za održavanje kao 3D animacija nadzemnog voda

Razvojem novih širokodostupnih programa i tehnologija otvorene su mnogobrojne mogućnosti primjene istih pri planiranju, projektiranju, građenju i održavanju nadzemnih vodova.

S obzirom da se danas uglavnom koriste 3D programi za planiranje i projektiranje nadzemnih vodova te je nadzemni vod smješten prostorno pomoću pripadnih koordinata (x, y, z), koristeći program PLS-CADD, odabirom odgovarajućeg geodetskog sustava i pripadne zone, moguće je povezivanje definiranog 3D modela nadzemnog voda sa programom GoogleEarth, koji omogućuje korisniku uvid u stvarni (budući) položaj dalekovoda na terenu kao i uvid u potrebne podatke sastavnih dijelova nadzemnog voda.

Nadalje, tako pripremljene podatke moguće je povezati s danas širokodostupnim GPS prijenosnim uređajima kojima se olakšava orijentiranje i snalaženje na terenu. Naime, obilazak nadzemnih vodova sa poznatim koordinatama stupnih mjesta znatno je jednostavnije primjenom GPS uređaja koji korisniku omogućavaju relativno brz i jednostavan dolazak na željenu lokaciju čime se povećava učinkovitost stručnog osoblja, osobito u uvjetima hitnih intervencija na nadzemnom vodu ili eventualnih havarija.







Slika 9. Prikaz trase i stupnih mjesta dalekovoda na Garmin GPS uređaju

Primjenom prethodno navedenih tehnologija olakšava se planiranje, projektiranje, građenje i održavanje nadzemnih vodova te omogućava prijelaz iz dvodimenzionalnog u trodimenzionalni prostorni prikaz nadzemnih vodova.

#### 4. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA I BAZA PODATAKA

##### 4.1. Projekt postojećeg stanja

Na osnovi provedenih analiza i izračuna na modelu dalekovoda u PLS-CADD-u, kreiraju se izvještaji, nacrti, situacije, uzdužni profili, te ostala relevantna i ažurna dokumentacija koja u konačnici sačinjava projekt postojećeg stanja. Na taj način vlasnik dobiva aktualan uvid u stvarno stanje nadzemnog voda koje mu omogućava daljnje planiranje i analize u svrhu primjene optimalnih tehničkih rješenja i opsega zahvata na predmetnom objektu.

##### 4.2. Analiza mreže

U slučaju da postoji potreba za utvrđivanjem stanja više nadzemnih voda istodobno, smatra se opravdanim provesti dodatnu analizu mreže koja bi rezultirala listom prioriteta za revitalizaciju.

Analiza obuhvaća slijedeće osnovne aspekte:

- Analiza tokova snaga
- Analiza kratkih spojeva
- N-1 analiza

Na taj način dobiva se dodatni podatak kojim se valorizira nužnost i vremenski okvir planirane revitalizacije. Ovisno o dostupnim podacima, moguće je definirati i druge aspekte ili kriterije za odabir prioriteta.

##### 4.3. Tehno-ekonomska analiza

Prema podacima o redovnom opterećenju dalekovoda u pogonu koji eventualno ukazuju na moguće preopterećenje, kao i o rezultatima analize mreže koji također mogu ukazati na preopterećenja u raznim uvjetima opterećenja u promatranom dijelu mreže, potrebno je analizirati mogućnost primjene novih tehnologija koje omogućavaju povećanje prijenosne moći nadzemnog voda, bez zadiranja u postojeću konstrukciju stupova ili temelja. S obzirom da, prema prethodnom opisanim aktivnostima,



postoje precizno snimljeni podaci i izrađeni modeli sa aktualnim stanjem dalekovoda, detaljna analiza primjenjivosti raznih visokotemperaturnih vodiča znatno je pojednostavljena.

#### **4.4. Izvedbeni projekt revitalizacije**

Sve prethodno navedene aktivnosti kao i preporuke dobivene istima rezultiraju tehnički optimalnim rješenjima koja objedinjena izvedbenim projektom daju smjernice za provedbu revitalizacije.

### **5. ZAKLJUČAK**

Proces projektiranja sastoji se od čitavog niza međusobno povezanih aktivnosti (priprema geodetskih podloga, statički proračuni stupova, kontrolni proračuni sigurnosti visina, udaljenosti, iznosa električnih i magnetskih polja, itd.) koje su danas objedinjene najčešće u jedinstvenom programskom paketu čiji se rad zasniva na realnim modelima (3D modeli) terena i pripadnih objekata, stupova, vodiča i izolatorskih lanaca, a uz primjenu ortofoto snimaka sam postupak čini vizualno znatno kvalitetnijim, što u konačnici cjelokupni postupak čini učinkovitijim, pri čemu se mogućnost pogreške znatno smanjuje.

Promatrajući održavanje nadzemnih distribucijskih dalekovoda kao proces koji se sastoji od utvrđivanja stanja pojedinih elemenata (vertikalnost i nedostaci na konstrukciji, stanje vodiča i zaštitnog užeta, sigurnosnih visina, izolatorskih lanaca, ovjesne i spojne opreme – korona, zagrijavanje,...) i planiranja njihove zamjene, odnosno eventualne analize u smislu poboljšanja karakteristika pojedinih elemenata (npr. prijenosne moći i sl.), evidentno je da se primjenom novih tehnologija znatno poboljšao opseg i kvaliteta podataka koje je moguće prikupiti u svrhu kvalitetne procjene stanja nadzemnog voda.

Primjenom uređaja i odgovarajućih programa za utvrđivanje točnog položaja u prostoru dodatno je olakšano snalaženje osoba koje projektiraju i održavaju nadzemne vodove, te vizualizacija objekta u postojećem ili budućem okruženju.

Temeljem prethodno navedenog evidentno je da nove tehnologije i uređaji omogućavaju vlasnicima nadzemnih distribucijskih dalekovoda, projektantima i izvođačima znatno kvalitetniji i opsežniji pristup pri planiranju, projektiranju, građenju i održavanju nadzemnih vodova.

### **6. LITERATURA**

- [1] "PLS-CADD – Version 12.3 User's Manual", Power Line Systems, Madison, SAD, 2012.